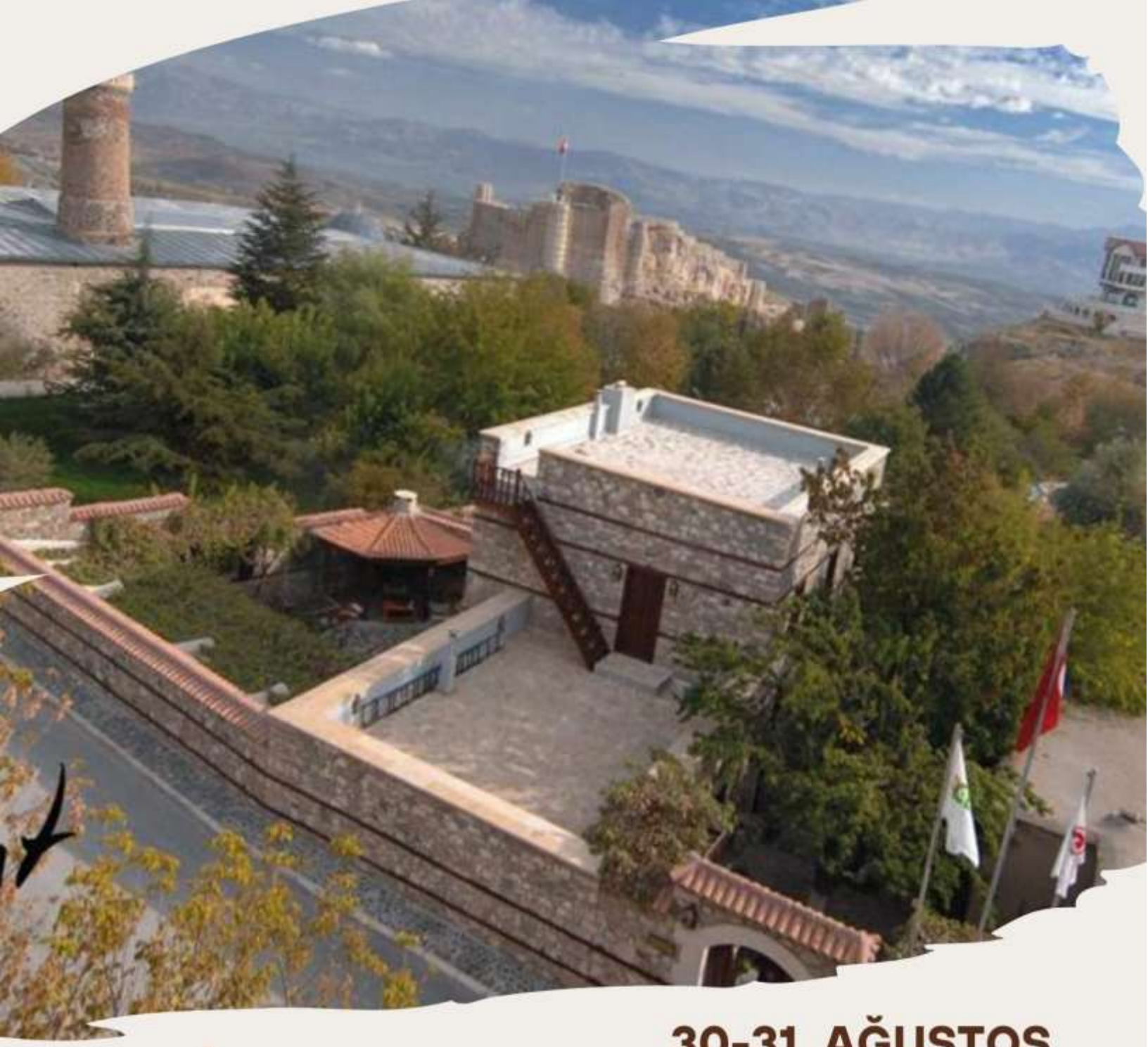


30-31 AĞUSTOS 2025

VI. BİLSEL Uluslararası Harput Bilimsel Araştırmalar Kongresi

HARPUT

KONGRE KİTABI

6. BİLSEL INTERNATIONAL HARPUT SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS BOOK
30-31 August 2025
ELAZIĞ/TÜRKİYE

EDITOR
Dr. Bahar ALTUNOK

ISBN: '978-625-96477-4-6'

All rights of this book belong to BILSEL PUBLISHING.

The book is not intended for commercial profit.
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Bu kitabın tüm hakları BİLSEL YAYINCILIK yayınevine aittir.
Kitap ticari bir kar amacı gütmemektedir.
Yayın etiği kurallarına uymak yazarın sorumluluğundadır.

https://bilselkongreleri.com/

19.09.2025

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.

CONGRESS ID
CONGRESS TITLE

6. BİLSEL INTERNATIONAL HARPUT SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS

DATE and PLACE

30-31 August 2025 ELAZIĞ/TÜRKİYE

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Dr. Bahar ALTUNOK

University Academician Representative

Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN
Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Bayırlı
Balıkesir Üniversitesi
Prof. Dr. Hatice Burçin ŞOLT
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Prof. Dr. Alaeddin BOBAT
Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman GÖKSOY
Düzce Üniversitesi
Doç. Dr. Yavuz Selim KAFKASYALI
Kafkas Üniversitesi
Doç. Dr. Şermin KOÇYİĞİT
Dicle Üniversitesi
Dr. Onur Seçgin NİŞANCI
Artvin Çoruh Üniversitesi
Dr. Derya KARATAŞ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Eti Akyüz Levi
Prof. Dr. Rana Kutlu
Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ
Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
Prof. Dr. Mustafa ÖZ
Prof. Dr. Ardita Dylgjeri
Prof. Dr. Benahmed Abdelillah
Professor Dr. Boualam Abderrahmane
Prof.Dr. Elman Guliyev
Prof. Dr. Hassan ZARIOUH
Prof. Dr. Ivan Pavlovic
Doç. Dr. Danyal TEKDAL
Doç. Dr. Mustafa AKMAN
Doç. Dr. Neşe ÇOBAN ÇELİKDEMİR
Doç. Dr. Bayram KILIÇ
Doç. Dr. Neşe DOKUMACI SÜTÇÜ
Assoc.Prof. Mokhtar NEBAB
Assoc. Prof. Gergana Gozanska Plovdiv
Assoc. Prof. Ganaoui Maroua
Assoc. Dr. Abdullayeva Gultekin
Assoc. Dr. Məmmədova Könül Ələddin qızı
Assoc.Prof. Dr. John Noel S. Nisperos
Dr. Elife BÜYÜKÖZTÜRK
Dr. Şehadet BULUT
Dr. Mustafa ÖZGERİŞ
Dr. Fatıma AYDIN
Dr. Mine AKKUŞ UÇAR
Dr. Vijay Singh
Dr. Alireza Moghaddasi
Dr. Haneen Vasel
Dr. Ülker Baxşiyeva
Dr. Alan Reed Libert
Dr. Ihor Ponomarenko

PARTICIPANTS COUNTRY

Azerbaijan /Romania/Hungary/India/Pakistan/Germany

Iran/Bulgaria/Albania/Morocco/Belarus/Ukraine/North Macedonia/Indonesia/Malaysia/Nigeria

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Mehmet Bayırlı
Balıkesir Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa ÖZ
Aksaray Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman GÖKSOY
Düzce Üniversitesi
Prof. Dr. Fatma ÇALIŞANDEMİR
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Prof. Dr. Ivan Pavlovic
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia
Prof. Dr. Iheanyı Omezuruıke Okonko
Unıversıty Of Port Harcourt, Nıgerıa
Prof. Dr. Elman Guliyev
Azerbaycan Devlet Pedogoji
Prof. Dr. Ardita Dylgjeri
University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani" Albania
Prof. Dr. Benahmed Abdelillah
University of Blida1, Algeria
Prof. Dr. Boualam Abderrahmane
Higher Institute of Nursing and Health Professions, Morocco
Prof. Dr. Hassan ZARIOUH
Mohammed I University, Oujda Morocco
Doç. Dr. Ebru YILMAZ
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Çağatay YAMÇIÇIER
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Doç. Dr. Derya ÇAYIR
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Doç. Dr. Pervin ERDOĞAN
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Doç. Dr. Özlem Gündoğdu AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Assoc. Prof. Dr. Ganaoui Maroua
University of Chadli Ben Djedid El-tarf and Souk Ahras university, Algeria
Assoc. Prof. Dr. Abdullayeva Gultekin
Azerbaijan State Pedagogical University
Assoc. Prof. Dr. Postolache Victoria
Alecu Russo Balti State University, Moldova
Assoc. Prof. Dr. Irina-Teodora MANOLESCU
Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania
Assoc. Prof. Dr. Silviya Ivanova
Institute of Cryobiology and Food Technology, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Rozina Khattak
Shaheed Benazir Bhutto Women University, Pakistan
Assoc. Prof. Dr. Mokhtar NEBAB
University of Boumerdes ALGERIA
Assoc. Prof. Dr. Gergana Gozanska Plovdiv
University "Paisii Hilendarski", Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Məmmədova Könül Ələddin qızı
ADPU-Azerbaijan
Dr. Eyüp SIRAMKAYA
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Dr. Meryem Pir
Kocaeli Üniversitesi
Dr. Özlem PERVAN
Maltepe Üniversitesi
Dr. Cansın CEYLAN
Kırklareli Üniversitesi
Dr. Melike YALÇIN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Dr. Sultan SARI
Ostim Teknik Üniversitesi
Dr. Çağrı GÜÇLÜTEN
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Dr. Onur OKTAYSOY
Kafkas Üniversitesi
Dr. Taner AKARSU
Çankırı Karatekin Üniversitesi
Dr. Drita AVDYLI
Mediterranian University of ALBANIA
Dr. Vijay Singh
Himachal Pradesh University Shimla India
Dr. Alireza Moghaddasi
Imam Reza International University,Iran
Dr. Haneen Vasel
Beit Berl College
Dr. Ülker Baxşiyeva
Azerbaijan State Pedagogical University
Dr. Alan Reed Libert
University of Newcastle, Australia and Khazar University, Baku
Dr. Ihor Ponomarenko
State University of Trade and Economics, Ukrania
Dr. Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
University of Tizi Ouzou, Algeria
Dr. Onwudebelu Ugochukwu
Alex Ekwueme Federal University of Ndufu-Alike Ikwo (AE-FUNAI),Nigeria.
Dr. Ioana Ioancio
Faculty of Medicine "Carol Davila" Bucharest, Romania
Dr. Sharmistha Roy
University of Nevada, Las Vegas, USA
Dr. Mirela Kapo
New york tirana University, Albania

6. BİLSEL INTERNATIONAL HARPUT SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS

30-31 August 2025
ELAZIĞ/TÜRKİYE

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 814 4347 8428

Passcode: 547220

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/81443478428?pwd=id5rwlaJtha3OaN7kYpHrriVpYbcsl.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Azerbaijan /Romania/Hungary/India/Pakistan/Germany
Iran/Bulgaria/Albania/Morocco/Belarus/Ukraine/North Macedonia/Indonesia/Malaysia/Nigeria

IMPORTANT

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 10 minutes .
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.

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.

ÖNEMLİ

Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
Online sunum yapabilmek için https://zoom.us/join sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
Sunumlar için 10 dakika süre ayrılmıştır.
Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışmaktadır.
Sunum yapacakların sunum saatinden 10 dk önce oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
Tüm katılımcılar oturumlara online katılıp dinleyebilir.

Kongreye katılım zorunludur, katılım sağlamayan katılımcılarımıza Kongre Katılım Belgesi gönderilmeyecektir.

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda çalışır durumda mikrofon bulunmalıdır.
Zoom'da ekran paylaşma özelliği kullanılabilmelidir.
Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Nurten TERKES

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Cevriye ÖZDEMİR *Doç. Dr. Ali KAPLAN*	*Kayseri Üniversitesi,*	*KLİNİK KARAR VERME SÜREÇLERİNDE SEZGİNİN ROLÜ: BİLİMSEL Mİ, SEZGİSEL Mİ?*
Dr. Öğr. Üyesi, Cevriye ÖZDEMİR *Doç. Dr. Ali KAPLAN*	*Kayseri Üniversitesi,*	*HEMŞİRELERİN KLİNİK UYGULAMA SÜRECİNDE HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK TUTUMLARINDA PROFESYONEL OTONOMİNİN ROLÜ*
Dr. Öğr. Üyesi, Sabiha Gizem ENGİN / *Arş. Gör. Dr., Kadir ÇALIŞKAN*	*Yozgat Bozok Üniversitesi,* *Bitlis Eren Üniversitesi,*	*EKOFEMİNİST PERSPEKTİFTEN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SPOR*
Öğr. Gör. Dr. Sümeyye AKÇOBAN *Doç.Dr. Betül TOSUN*	*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,* *Hacettepe Üniversitesi,*	*HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI: JİGSAW TEKNİĞİ*
Dr.Öğr.Üy., Esma Özmaya *Doç.dr,, Beyza Erkoç* *Doç.dr., Sude Hatun Aktimur* *Dr.Öğr.Üy., Eda Türe*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,* *Samsun Üniversitesi,*	*HEMATOLOJİK MALİGNİTESİ OLAN HASTALARIN MANEVİ YÖNELİM VE ÖLÜM KAYGILARI ÜZERİNDE YALNIZLIĞIN ARACI ROLÜNÜN İNCELENMESİ*
Doç. Dr. Nurten TERKES	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*	*SAĞLIK HIZMETLERINDE YAPAY ZEKÂ ILE KAYNAK TAHSISININ OPTIMIZASYONU*
Doç. Dr. Nurten TERKES *Dr. Öğr. Üyesi Sabriye UÇAN YAMAÇ* *Ebe Kübra SÖNMEZ* *Ebe Ebru ERDOĞAN4*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi* *Özel Ege Umut Hastanesi/*	*POLİKİSTİK OVER SENDROMU TANISI ALAN KADINLARDA SOSYO-DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER, KLİNİK BELİRTİLER VE SAĞLIK ALGISININ DEĞERLENDİRİLMESİ*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: Doçent Pervin ERDOĞAN

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Osman GEDİK Yüksek Mühendis Nurdan Gül KÖRÜK Mühendis Selim ATALAR	*1Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,*	*KURAKLIK STRESİNİN (PEG-6000) REYHANDA (OCIMUM BASILICUM L.) ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ*
Doç. Dr. Osman GEDİK Yüksek Mühendis Nurdan Gül KÖRÜK Mühendis Selim ATALAR Mühendis Gül YETİŞGİN	*1Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,*	*FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ CHİA (SALVIA HISPANICA) TOHUMLARINDA ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ*
Dr. Öğr. Üyesi Emel ATMACA	*Selçuk Üniversitesi*	*ARBUSKÜLER MİKORİZAL FUNGUS (AMF) SPORLARI: TOPRAKTA KALICILIK, KÖK İNFEKSİYONU VE İZOLASYON YÖNTEMLERİ ÜZERİNE DERLEME*
Recep Ali OĞUZGÖKSU Doç.Dr. Ali Yavuz ŞEFLEK	*Selçuk Üniversitesi,*	*DESIGN AND PROTOTYPE PRODUCTION OF REVERSING PARK ASSISTANT FOR DOUBLE-AXLE AGRICULTURAL TRAILER*
Dr. Öğr. Üyesi. Mehmet ÇETİN	*Harran Üniversitesi*	*HAYVAN YEMLERİNDE MİKROPLASTİK KONTAMİNASYONU: KAYNAKLAR, YAYILIM VE POTANSİYEL ETKİLER*
Doçent Pervin ERDOĞAN	*Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi,*	*SİVAS İLİ KAYISI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SORUN OLAN KAYISI İÇ KURDU (Eurytoma schreineri Schreiner (HYM.: EURYTOMİDAE)'NİN SÜRVEYİ, POPÜLASYON TAKİBİ VE MÜCADELESİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR*
Doçent Pervin ERDOĞAN	*Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi,*	*TARIMDA BİTKİ ALLELOPATİSİNİN KULLANIM OLANAKLARI*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Elman Quliyev

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Elman Quliyev	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*HƏMİD ALİMCANIN POEZİYASI*
Könül ABDULLAYEVA	*ADNSU,*	*BƏDİİ MƏTNDƏ EMOSİONAL TƏSİR MEXANİZMLƏRİ:DİLİN PSİXOLOJİ GÜCÜ*
Rəhilə Hümmətova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*TABELİ MÜRƏKKƏB CÜMLƏNİN LİNQVİSTİK TƏHLİLİ*
ŞƏHLA İBRAHİM qızı MİRZƏYEVA	*Bakı şəhəri 30 № tam orta məktəb*	*TƏLİM PROSESİNDƏ ŞAGİRDLƏRİN İDRAK FƏALLIĞININ AKTİVLƏŞDİRİLMƏSİNİN ROLU VƏ ƏHƏMƏYYƏTİNƏ BİR NƏZƏR*
Dr. Professor Kamal Camalov	*Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu*	*MİRZƏ CƏLİL BAXIŞINDAN MƏKTƏB, MÜƏLLİM PROBLEMLƏRİNƏ BİR NƏZƏR*
Günel HÜMMƏTOVA (PƏNIYEVA) Saleh	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*	*XIX ƏSR AZƏRBAYCAN MAARİFÇİ POEZİYASI VƏ MULTİKULTURALİZM*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Özben CURA Assist. Prof. Dr. Sezen TEKIN Assoc. Prof. Dr. Irmak KARADUMAN ER Prof. Dr. Selim ACAR*	*Gazi University, Çankırı Karatekin University,*	*EFFECT OF HYDROTHERMAL REACTION TIME ON THE GROWTH PARAMETERS OF NIO THIN FILMS*
Op. Dr. Barış ASLANOĞLU	*Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi,*	*ERİŞKİN DEJENERATİF SKOLYOZDA PREOPERATİF 3D MODELLEME*
Uzm.Dr.Hasibe YEMENİCİ	*Konya şehir hastanesi,*	*MEME TÜBERKÜLOZU: İKİ OLGU SUNUMU*
Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR Doç. Dr., Nurhan AKARAS	*Aksaray Üniversitesi,*	*PROTECTIVE EFFECTS OF QUERCETIN AGAINST VINCRISTINE-INDUCED TESTES TOXICITY IN RATS: A BIOCHEMICAL AND MACROSCOPIC STUDY*
Doç. Dr. Seda Sertel Meyvacı Prof. Dr. Handan Ankaralı Dr. İlhan Çelik Dr. Öğrencisi Beyza Çelik	*[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, [3]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,*	*BİYOLOJİK PROFİL TAHMİNİ İÇİN PELVİS BOYUTLARI İLE ALT EKSTREMİTE KEMİK UZUNLUK DEĞERLERİNİN MODELLENMESİ*
Doç. Dr. Seda Sertel Meyvacı Dr. Öğrencisi Beyza Çelik Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur Buz Yaşar Prof. Dr. Handan Ankaralı	*Abant İzzet Baysal Üniversitesi [4]Medeniyet Üniversitesi*	*EL DİJİTAL FORMÜLÜ, DİJİTAL BİYOBELİRTEÇ 2D:4D VE PALMARİS LONGUS KASI VARYASYONUNUN CİNSİYETE GÖRE İLİŞKİSİ*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: **Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU**

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Öğr.Gör.Esma KIR	*Yozgat Bozok Üniversitesi,*	*YENİDOĞANLARDA AİLE MERKEZLİ GELİŞİMSEL BAKIM MODELİ VE UYGULAMALARI*
Öğr.Gör.Esma KIR	*Yozgat Bozok Üniversitesi,*	*TOPLUM TEMELLİ SAĞLIK HİZMETLERİNDE EBELİK: DEZAVANTAJLI GRUPLARA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR*
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet SÖNMEZ	*Erzurum Teknik Üniversitesi,*	*İNME SONRASI HASTALARDA MYOTONPRO CİHAZININ PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN DERİNLEMESİNE İNCELENMESİ: LİTERATÜR SENTEZİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet SÖNMEZ	*Erzurum Teknik Üniversitesi,*	*STRESS YÖNETİMİNDE EGZERSİZİN ROLÜ: LİTERATÜR SENTEZİ*
Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU / Rukiye HÖBEK AKARSU	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*GEBELİKTE HİPERTANSİF BOZUKLUKLAR VE PREEKLAMPSİNİN ÖNLENMESİ*
Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU Rukiye HÖBEK AKARSU	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*POST PARTUM KANAMA*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Nurgül ARSLAN

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Nurgül ARSLAN	*Dicle Üniversitesi,*	*GALAKTAGOG İÇEREN BİTKİSEL ÇAYLARIN ANNE SÜTÜ MAKRO BESİN ÖGESİ PROFİLİ ÜZERİNE ETKİSİ — SİSTEMATİK LİTERATÜR İNCELEMESİ*
Doç. Dr. Nurgül ARSLAN	*Dicle Üniversitesi,*	*GESTASYONEL DİYABETES MELLİTUSUN MATERNAL SERUM HORMON PROFİLİ VE ANNE SÜTÜ BİLEŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: GÜNCEL BİR DERLEME*
Dr. Öğr. Üyesi Sema ÖZMERT ERGİN	*Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,*	*PREBİYOTİK ETKİLİ ARABİK GAM'IN FONKSİYONEL SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIMI*
Öğretim Görevlisi, Tuğçe ŞIK	*İzmir Katip Çelebi Üniversitesi*	*EVRENSEL BİR SORUN OLARAK YAŞLI İSTİSMARI*
Öğretim Görevlisi, Tuğçe ŞIK	*İzmir Katip Çelebi Üniversitesi*	*YAŞLILARDA YAYGIN GÖRÜLEN RUH SAĞLIĞI SORUNLARI*
Öğr. Gör. Dr. Esra DANACI *Öğr. Gör. Dr. Ebru TURHAL*	*Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi* *Karadeniz Teknik Üniversitesi,*	*HASTA HAKLARI VE HEMŞİRELİK*
Öğr. Gör. Dr, Ebru TURHAL *Öğr. Gör. Dr, Esra Danacı*	*Karadeniz Teknik Üniversitesi,* *Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi*	*HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI İLE İLGİLİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ: SİSTEMATİK DERLEME*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:15

HEAD OF SESSION: **Dr. Öğr. Üyesi Tamer KAYAR**

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğrencisi M.Kasım AYDIN *Doçent. Dr. Filiz ÖZCAN* *Prof.Dr. Muzaffer Aydın KETANİ*	*Dicle Üniversitesi,*	*BALIKLARDA HİSTOLOJİK YÖNTEMLERİN KULLANIMI VE KARŞILAŞILAN SORUNLAR*
Dr. Öğr. Üyesi Tamer KAYAR	*Aksaray Üniversitesi,*	*ANGUS SIĞIRLARDA GEBELİK BAŞINA TOHUMLAMA SAYISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER*
Arş. Gör. Enes ÜSTÜNER *Prof. Dr. Mustafa ÖZ*	*Aksaray Üniversitesi,*	*DENİZEL EKOSİSTEMLERDE ISINMA VE FIRSATÇI PATOJEN DİNAMİKLERİ: VİBRİO VE TENACİBACULUM*
Arş. Gör. Enes ÜSTÜNER *Prof. Dr. Mustafa ÖZ*	*Aksaray Üniversitesi,*	*BALIK VİRÜSLERİNDE QUASİSPECİES DİNAMİKLERİ VE EVRİMSEL SONUÇLAR*
Doçent Doktor, Derya KARATAŞ YENİ *Doçent Doktor, Aslı BALEVİ* *Araştırma Görevlisi, Muhammed Can GÖKMEN*	*Necmettin Erbakan Üniversitesi* *Selçuk Üniversitesi*	*Mannheimia haemolytica'nın ANTİBİYOTİK DİRENÇ GENLERİNİN ARAŞTIRILMASI*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr.Ahmet APAYDIN

SESSION-2 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Ömer KARAGÖZ Dr. Serdal ÜNAL Dr. Kerem AYBAR Dr. Mehmet CANBAZ	*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,*	*MECHANICAL PERFORMANCE OF LIME-BASED 3D TEXTILE REINFORCED COMPOSITES*
Dr. Ömer KARAGÖZ Dr. Serdal ÜNAL Dr. Kerem AYBAR Dr. Mehmet CANBAZ	*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,*	*BONDING MECHANISMS AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF STEEL–CONCRETE INTERFACES*
Ahmet APAYDIN	*Giresun University,*	*DOĞU KARADENİZ HAVZASI'NDAKİ VADİ İÇİ YERLEŞİMLERDE TAŞKIN OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER KONUSUNDA UZMAN GÖRÜŞLERİ HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA*
Ahmet APAYDIN	*Giresun University,*	*"TAŞKIN", "SEL", "SU BASKINI" KAVRAMLARI VE DOĞU KARADENİZ HAVZASI'NDAN ÖRNEKLERLE BİR DEĞERLENDİRME*
Gamze Türkan BAĞ Dr. Öğr. Üyesi Cemaleddin ŞİMŞEK Prof. Dr. Sadık Alper YILDIZEL	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*SARSMA MASASI TEST SISTEMLERI: GELIŞIMI, ÇALIŞMA PRENSIPLERI VE MÜHENDISLIK UYGULAMALARI*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Özgür BİLİCİ

SESSION-2 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nevroz YİĞİT *Prof. Dr., Orhan KAVAK*	*Dicle University,*	*CONCEPTS OF GEOLOGICAL HERITAGE AND POTENTIAL GEOHERITAGE SITES IN DIYARBAKIR*
Nevroz YİĞİT *Prof. Dr., Orhan KAVAK*	*Dicle University,*	*EVALUATION OF GEOSITES IN THE DIYARBAKIR REGION USING INTERNATIONAL CRITERIA*
Arş. Gör, Zehra ERTOSUN KARABULUT *Prof.Dr.Sabriye Banu İKİZLER*	*Muş Alparslan Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi,*	*THE EFFECT OF THE CHANGING CHEMICAL SPECIES ON THE UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF THREE DIFFERENT SOILS IMPROVED BY MICP*
Arş. Gör, Zehra ERTOSUN KARABULUT	*Muş Alparslan Üniversitesi,*	*A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF URBAN PLANNING, SOIL STRUCTURE AND POPULATION DENSITY*
Dr. Öğr. Üyesi Özgür BİLİCİ	*Atatürk Üniversitesi,*	*KIRDAĞ OFİYOLİTİNİN MANTO KESİMİNDEKİ VERLİTLERİN PETOGRAFİSİ VE MİNERAL KİMYASI: MANTO SÜREÇLERİ AÇISINDAN PETROLOJİK ETKİLERİ*
Dr. Öğretim Üyesi, Volkan ARSLAN *Mehmet Efe KERMAN*	*Bülent Ecevit Üniversitesi,*	*A MULTİ-DİMENSİONAL ANALYSİS OF CONSTRUCTİON PROJECT DELAYS İN THE IRON AND STEEL INDUSTRY*
Dr. Öğr. Üyesi MERVE ŞEN KURT *GAMZE AVCIOĞLU*	*Amasya Üniversitesi,*	*THE EFFECTS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON MICROBIAL ECOSYSTEMS: A SYNTHETIC APPROACH TO SIMULATION-BASED MONITORING METHODS*
Dr. Merve ŞEN KURT *Yunus Emre BIYIKLI 2*	*Amasya University,*	*MODELİNG THE IMPACT OF HYDROELECTRİC POWER PLANTS ON MİCROBİAL ECOSYSTEMS VİA SMART SENSOR-BASED SİMULATİON AND ELECTRONİC MONİTORİNG SYSTEMS*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğretim Üyesi, Serdar ŞAHİN

SESSION-2 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğretim Üyesi, Serdar ŞAHİN	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*	*KAMU LOJMAN SATIŞLARINDA İŞLEM MALİYETLERİNİN KAMU BÜTÇESİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Prof. Dr., Arzu AL *MSc, Gülperi KÜÇÜKKARACA*	*Marmara Üniversitesi,*	*2008 SONRASI GÜNEY KORE–ORTADOĞU ENERJİ İŞ BİRLİĞİ: NÜKLEER DİPLOMASİ, EKONOMİK ORTAKLIKLAR VE ENERJİ GÜVENLİĞİ*
Dr., Enes CÖMERT	*Bağımsız Araştırmacı,*	*TÜRKİYE'DE BELEDİYELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ*
Dr., Enes CÖMERT	*Bağımsız Araştırmacı,*	*TÜRKİYE'DE BELEDİYELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA UYGULAMALARI*
Dr. Öğretim Görevlisi, Esra AKPINAR KILINÇ	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*SÜRDÜRÜLEBİLİR FİNANSIN SAĞLIK KURUMLARINDAKİ YANSIMALARI: BİLİMSEL YAYINLARIN HARİTALANMASI*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aytül ŞENSU *Prof. Dr. Zeynep GÜVEN ÖZDEMİR*	*1Yıldız Teknik Üniversitesi,*	*MİKRO/NANO BaO PARÇACIK KARIŞIMLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PVDF KOMPOZİTLERİNİN UYGULAMA ODAKLI DEĞERLENDİRİLMESİ*
Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR *Prof. Dr., Uğur ULUSU* *Assoc. Prof. Dr., Esra GÜLLE*	*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,*	*LACUNARY -CAUCHY SEQUENCES OF FUNCTIONS*
Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR *Assoc. Prof. Dr., Esra GÜLLE* *Prof. Dr., Uğur ULUSU*	*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,*	*LACUNARY -CONVERGENCE OF SEQUENCES OF FUNCTIONS*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Delya OCHIROVA *Doç.Dr., Ertan PEKŞEN* *Arş. Gör. Dr., Doğukan Durdağ*	*Kocaeli Üniversitesi,*	*DETERMINATION OF LAYER BOUNDARIES USING DERIVATIVE METHODS AND ESTIMATION OF LAYER RESISTIVITIES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DIRECTIONALLY DEPENDENT (ANISOTROPIC) FORMATIONS*
Alı Farajzadeh *Parastoo Zangenehmehr*	*Razi University, Islamic Azad University,Iran*	*ON SUPERIOR METRIC SPACES*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Eren KAYA

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Alper GÜNÖZ	*Mersin Üniversitesi,*	*FARKLI DELME PARAMETRELERİNİN CAM VE KARBON ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİT BORULARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ*
Dr. Eren KAYA *Dr. Sezcan YILMAZ*	*Eskişehir Teknik Üniversitesi,*	*KANO ERGOMETRELERİNDE FRENLEME FANI TASARIM FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ*
Bünyamin ÖZTÜRK *Dr. Eren KAYA* *Dr. Naci ZAFER* *Dr. Hayri ERTAN 4 , Dr. Sezcan YILMAZ*	*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,* *Eskişehir Teknik Üniversitesi,*	*KANO SPORUNDA ERGOMETRE BAŞARI ÖLÇÜTÜ İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ*
Berat SARIKAYA *Öğr. Gör. Dr., Mehmet ÖZER* *Doç. Dr., Fatih BALIKOĞLU*	*Balıkesir Üniversitesi,*	*ÇİFT KAVİSLİ DİMİ VE DÜZ DOKUMA KARBON FİBER TABAKALI KOMPOZİTLERİN ÇUKURİZ DİRENÇLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*
Arş. Gör. Dr., Ahmet Çağrı KILINÇ	*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,*	*SLA YÖNTEMİ İLE KALSİYUM FOSFAT TABANLI BİYOSERAMİKLERİN EKLEMELİ İMALATI*
Dr Öğr. Üyesi, Firdevs Banu ÖZDEMİR	*Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,*	*BARTIN İLİ TOPRAK NUMUNELERİNİN RADYOAKTİF İZOTOP ÖLÇÜM SONUÇLARININ KORELASYON VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Doç.Dr. Ali Can YILMAZ

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mehmet Erdem *Akın Özdemir*	*Ondokuz Mayıs University,*	*SELECTION OF SINGLE-PHASE METER SUPPLIER IN AN ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANY USING AN INTEGRATED DECISION-MAKING PROCESS*
Akın Özdemir *Mehmet Erdem*	*Ondokuz Mayıs University,*	*PRIORITIZING CRITERIA USING A DECISION-MAKING FRAMEWORK FOR A RETAIL LOCATION SELECTION*
Doç.Dr. Ali Can YILMAZ *Doç.Dr. Özlem ERDEM YILMAZ*	*Çukurova Üniversitesi,*	*EG/SU SOĞUTMA SIVISINDA Al_2O_3 NANOAKIŞKAN KATKISININ BORU-İÇİ ISI TAŞINIMINA ETKİSİ: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ OTOMOTİV DENEYİ*
Doç.Dr. Ali Can YILMAZ *Doç.Dr. Özlem ERDEM YILMAZ*	*Çukurova Üniversitesi,*	*FREN BALATALARINDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ LASTİK TOZU (GTR) TAKVİYESİNİN AŞINMA VE SÜRTÜNME KARARLILIĞINA ETKİSİ*
Dr.Öğr.Üyesi Ertuğrul SUNAN, *Doktora Öğrencisi, Çağrı KURU*	*Samsun Üniversitesi,*	*HASTANELERDE ERİŞİLEBİLİRLİĞİ ARTIRMAYA YÖNELİK TEKERLEKLİ SANDALYE KONUM TAKİP PROJESİ*
Assoc. Prof. Dr, Fevzi KELEN	*Van Yüzüncü Yıl University,*	*SIGNIFICANCE OF USING RECYCLABLE MATERIALS IN AUTOMOBILES*
Assoc. Prof. Dr, Fevzi KELEN	*Van Yüzüncü Yıl University,*	*GENERATING METHODS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi, Nagihan EMİROĞLU

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Nagihan EMİROĞLU	*Kastamonu Üniversitesi,*	*MEMLÜKLER DÖNEMİ HADİS ÇALIŞMALARINA YÖNELİK GÜNÜMÜZ ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Merve Betül KÜÇÜKDEVLET	*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,*	*ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE PROJE TABANLI ÖĞRENMEYE YÖNELİK ALGILARI*
Abdullayeva Gültəkin Atəş qızı	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*30 AVQUST ZƏFƏR BAYRAMININ TÜRK TARİXİNDƏ ƏHƏMİYYƏTİ*
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ ; Araşdırmacı yazar İMAM DİKMƏN	*Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, İlahiyyatçı-araşdırmacı yazar; Almaniya, Berlin*	*ŞEYX ŞAMİL VƏ QAFQAZIN RUS İSTİLASINDAN AZAD EDİLMƏSİ UĞRUNDA QAZAVAT MÜHARİBƏSİ*
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ Araşdırmacı yazar İMAM DİKMƏN	*Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, İlahiyyatçı-araşdırmacı yazar; Almaniya, Berlin*	*BƏŞƏRİN İMANSIZLIĞINA QARŞI MÜBARİZƏDƏ NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT GÖRƏVLƏRİ*
Ulduz Fərhad Qəhrəmanova,	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*	*MİRZƏ ƏLƏKBƏR SABİR "MOLLA NƏSRƏDDİN JURNALI"NIN POETİK SİMASINI MÜƏYYƏNLƏŞDİRƏN SƏNƏTKAR KİMİ*
Dr. Ülker Bahşiyeva	*ADPU*	*CLASSIFICATION OF ASHIG LITERATURE*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: **FÖLDVÁRI, Sándor**

SESSION-3 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	*"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania*	*FLIGHT TICKET TAXES IN EUROPE AND THEIR IMPACT ON AIRLINES' PROFITABILITY*
FÖLDVÁRI, Sándor	*Debrecen University, Hungary*	*THE PROBLEM OF THE ORIGIN OF ORTHODOX LAY CONFRATERNITIES ON UKRAINIAN AND BELARUSIAN LANDS IN THE EARLY MODERN AGE*
FÖLDVÁRI, Sándor	*Debrecen University, Hungary*	*ICONOGRAPHY OF THE STATE POWER IN THE MOSAIC "PORTA SPECIOSA" IN THE HUNGARIAN KINGDOM: A PARALLEL OF THAT IN THE SOUTH VESTIBULE OF HAGIA SOPHIA*
Ananda Majumdar		*KASHMIR: THE TIMELESS MUSE - EXPLORING THE CULTURAL AND NATURAL HERITAGE OF PARADISE ON EARTH*
Assoc. prof. dr. Irina Teodora MANOLESCU	*"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania,*	*THE HYDRA OF MULTITASKING: WHEN JOB ENRICHMENT BACKFIRES*
Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest,*	*HOFFMEIER'S ANTELOPE, A SHORT STORY BY GRAHAM SWIFT: AN ANALYSIS*
Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest,*	*THE VALUE OF FREEDOM İN THE EUROPEAN UNİON*
Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest,*	*WATERLAND AND TOMORROW BY GRAHAM SWIFT: COUPLES AND CHILDREN*
Assoc. Prof. Dr. Plamen Iliev	*New Bulgarian University*	*CONTROLING OR CONTROL*
dr. Aliaksandr Susha,	*Belarusian State University,*	*BETWEEN MANUSCRİPTS AND PRİNTED BOOKS: THE GOSPELS İN THE BELARUSİAN ORTHODOX TRADİTİON OF THE 16 TH CENTURY*
Professor Kiril Postolov, Ph.D.,	*University "Ss. Cyril and Methodius";*	*STRESS MANAGEMENT OF EMPLOYEES İN ENTERPRİSES İN THE ECONOMY OF THE REPUBLİC OF NORTH MACEDONİA*
Ayu Dwi Srikanthi Mohammad Rosyada	*State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*OPTİMİZİNG MANAGERİAL DECİSİON MAKİNG THROUGH THE INTEGRATİONOF ARTİFİCİAL INTELLİGENCE AND MANAGEMENT INFORMATİON SYSTEMS İN THE INDUSTRİAL AGE 4.0*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: **Dr. Jonida Lesha,**

SESSION-3 HALL-16

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Adelina Kakija, Lecturer Msc. Denalda Bashota, Assistant Professor.	*University of Shkodra "Luigj Gurakuqi"*	*LONELINESS AND STIGMA TOWARD RESIDENTIAL CARE AMONG OLDER ADULTS IN ALBANIA: A HEALTH PSYCHOLOGY PERSPECTIVE*
Lecturer. Maksim O. Kvitko , Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat , PhD, Tetyana Tetyana Y. Lykholat , Phd student, Oleksandr I. Koren , PhD, Tetyana V. Sklyar 5, Prof. Dr. Olena A. Lykholat	*Kryvyi Rih State Pedagogical University, Oles Honchar Dnipro National University, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine,*	*THE PARK TREE STAND IN URBANIZED AREAS OF THE STEPPE DNIPRO REGION*
Prof. Dr. Olena A. Lykholat , Master Olena Krasnikova , PhD, Tetyana Y. Lykholat 3, Lecturer, Maksim O. Kvitko , Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat	*University of Customs and Finance, 3 Oles Honchar Dnipro National University, Kryvyi Rih State Pedagogical University,*	*PROFESSIONAL BURNOUT IN HOSPITALITY BUSINESS STAFF*
R.vidhyalakshmi, Saraswathi.V, E.Elavarasi	*Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai*	*ADVANCES İN PHARMACOTHERAPY FOR CANCER TREATMENT*
R.vidhyalakshmi, Saraswathi.V, E.Elavarasi	*Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai*	*THE ROLE OF PHARMACOLOGY İN TREATİNG INFECTİOUS DİSEASES*
Iram Shahzadi a , Ali Haider	*University of Management and Technology, University of Agriculture,*	*BİFUNCTİONAL PROPERTİES OF SİLVER AND POLYVİNYLPYRROLİDONE MODİFİED MULTİ-PHASE MNO 2 FOR ENHANCED RHB DEGRADATİON AND DNA GYRASE/DHFR TARGETED BACTERİCİDAL POTENTİAL*
Dr. Jonida Lesha, Dr. Adelina Kakija,	*University of Shkodra "Luigj Gurakuqi" Albania*	*DİGİTAL MENTAL HEALTH SCHOLARSHİP (2024–2025): EMERGİNG TRENDS AND IMPLİCATİONS FOR WORKPLACE WELL-BEİNG*
Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan	*Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73*	*EVALUATİON OF ANTİMİCROBİAL RESİSTANCE PATTERNS İN CLİNİCAL ISOLATES*
Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan	*Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73*	*DEVELOPMENT OF TRANSDERMAL PATCHES FOR HYPERTENSİVE THERAPY*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: Fitri Kurniawati

SESSION-3 HALL-17

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Riema Ainun NISSA	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*ANALYSIS OF IJARAH MUNTAHIYAH BIT TAMLIK (IMBT) CONTRACTS IN SHARIA FINANCIAL INSTITUTIONS IN INDONESIA*
Dinda Novaberliana PUTRI	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*COMPARATIVE ANALYSIS OF MUSYARAKAH AND MUDHARABAH CONTRACTS IN THE PERSPECTIVE OF ISLAMIC ECONOMIC LITERACY*
Muh Fatkhurrozi	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*CREATİVE ECONOMY BASED HALAL INDUSTRY DEVELOPMENT MODEL TO IMPROVE THE COMPETİTİVENESS OF BATİK MSMES İN PEKALONGAN CİTY*
Uswatun Khasanah	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*PUBLİC GOODS AND THE GOVERNMENT'S CHALLENGE TO EQUİTABLE ACCESS*
Ananda Sulistyani	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia*	*THE INFLUENCE OF THE KOREAN WAVE ON MUSLİM CONSUMERS INTEREST İN HALAL KOREAN FOOD*
Ibrahim Abdu SALAM	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*INTEGRATİNG SOCİAL, HEALTH, AND ENGİNEERİNG SCİENCES: PATHWAYS TO GLOBAL SCİENTİFİC ADVANCEMENT: A LİTERATURE REVİEW*
Septiana Intan Pertiwi	*UIN K.H. Abbdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*DİGİTAL BANKİNG TRANSFORMATİON İN INDONESİA A CASE STUDY OF SEABANK GROWTH AND INNOVATİON STRATEGY*
Safira Nurul Hidayah Fitri Kurniawati	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*LEGAL PRİNCİPLES İN SHARİA ECONOMİCS: TOWARD A JUST ECONOMİC SYSTEM*
Annisa Hidayah Miladia Fitri Kurniawati	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*THE EFFECT OF PAYLATER SYSTEM İN E-COMMERCE ON STUDENT FİNANCİAL BEHAVİOR: A SHARİA ECONOMİC LAW PERSPECTİVE*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: **Associate Professor Dr. Rozina Khattak**

SESSION-3 HALL-18

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. K. VIGNESH ARSHA G	*Palar Agricultural College, Ambur*	*AI-POWERED HYPERSPECTRAL IMAGING FOR ULTRA-EARLY PLANT DISEASE DETECTION*
Dr. K. VIGNESH ARSHA G	*Palar Agricultural College, Ambur*	*SYNTHETIC IMMUNE RECEPTOR DESIGN FOR BROAD-SPECTRUM PATHOGEN RECOGNITION*
Saraswathi.V,R. Vidhyalakshmi, Kowsika.M, Dhanush kumar.S,Sastha.K, Prashanth.S, Dr.W.Helen[2] Dr.R.Srinivasam*[3].*	*Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai*	*ANATOMY OF THE HUMAN HEART AND İTS CONDUCTİON SYSTEM*
Saraswathi.V[1],R. Vidhyalakshmi, Kowsika.M, Dhanush kumar.S,Sastha.K, Prashanth.S, Dr.W.Helen*[2] Dr.R.Srinivasam*[3].*	*Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai*	*ANATOMİCAL FEATURES OF LONG BONES AND THEİR FUNCTİONS*
SALAMI, Abimbola Rachael	*Federal Polytechnic Ilaro,*	*EVALUATİON OF ANTİOXİDANT ACTİVİTY OF METHANOLİC EXTRACTS OF LEAF OF CNİDOSCOLUS ACONİTİFOLİUS*
SALAMI, Abimbola Rachael	*Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria*	*ANTİOXİDANT PROPERTİES OF METHANOLİC STEM EXTRACTS OF CNİDOSCOLUS ACONİTİFOLİUS*
Assoc. Prof. Dr Rozina Khattak	*Shaheed Benazir Bhutto Women University,*	*SUSTAİNABLE SOLUTİONS FOR DYE POLLUTİON: BANYAN TREE LEAVES POWDER*
Assoc. Prof. Dr Rozina Khattak	*Shaheed Benazir Bhutto Women University,*	*HARNESSİNG NATURE: DODONAEA VİSCOSA FOR DYE POLLUTİON CONTROL*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: Dr. Haneen Vasel

SESSION-3 HALL-19

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Gita Oktavia Rosita	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE ROLE OF SHARIA CROWDFUNDING AS AN INNOVATIVE FINANCING ALTERNATIVE FOR ISLAMIC ART AND CULTURE PROJECTS*
ROFIYANA HENDRI HERMAWAN ADINUGRAHA	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*ANALYSIS OF THE IMPACT OF MONEY TRANSFORMATION IN THE GLOBAL ECONOMY: FROM PHYSICAL MONEY TO ELECTRONIC MONEY*
Kholimah	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE ROLE OF MUDHARABAH CONTRACTS IN MICRO BUSINESS DEVELOPMENT AT BAITUL MAAL WAT TAMWIL (BMT) INDONESIA*
Mukti Wibowo	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*TRADE WAR AND ITS IMPACT ON STOCK MARKET VOLATİLİTY İN EMERGİNG ECONOMİES: AN EMPİRİCAL STUDY FROM INDONESİA*
Farhan	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*PUBLIC UNDERSTANDING OF SHARIA PRINCIPLES AS A DRIVING FACTOR FOR SAVING IN ISLAMIC BANKS*
Nova Safitri	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE EFFECT OF INVESTMENT IN CREATIVE ECONOMY ON THE DEVELOPMENT OF HALAL INDUSTRY SECTOR IN INDONESIA*
Nadia Safitri	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*LITERATURE REVIEW: THE ROLE OF FAMILY HARMONY IN SHAPING CHILDREN'S MENTAL HEALTH AND ACHIEVEMENT*
Ivana Aliyatun Nisa	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*MANAGEMENT INFORMATİON SYSTEMS: FUNDAMENTALS AND THEİR ROLE İN ORGANİZATİONS*
MUHAMMAD KHOTIBUL UMAM & FITRI KURNIAWATI	*UIN K.H Addurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SHARIA ECONOMIC LEGAL STRATEGY IN PROMOTING FINANCIAL INCLUSION FOR MSMES*
Dr. Haneen Vasel	*Beit Berl College,*	*ARTİFİCİAL INTELLİGENCE İN ARAB SECONDARY EDUCATİON: DİVERGİNG PERSPECTİVES OF TEACHERS AND PRİNCİPALS*
Cantika Hanaina Zati , Fitri Kurniawati	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia*	*THE DYNAMICS OF SHARIA ECONOMIC LAW IN THE GLOBAL ECONOMIC SYSTEM*
Sabrina Kharisma Suri	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid, Pekalongan, Indonesia.*	*THE ROLE OF HALAL CREATİVE ECONOMY İN SUPPORTİNG SUSTAİNABLE HALAL TOURİSM GROWTH*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: Associate Professor Dr. Naseem Akhter

SESSION-3 HALL-20

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Sri Hardiyanti	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*TECHNOLOGICAL INNOVATION AND SHARIA PRINCIPLES AS DRIVERS OF HALAL INDUSTRY TRANSFORMATION*
Humera Bibi *Dr. Yasir Saeed*	*Kohat University of Science and Technology (KUST)*	*THE DYNAMİCS OF IMPORT DEMAND İN PAKİSTAN: A FOUNDATİON FOR IMPORT SUBSTİTUTİON*
Riri Eriska Febriyanti *Fitri Kurniawati*	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan*	*THE ROLE OF SHARİA ECONOMİC LAW İN PROMOTİNG SOCİAL JUSTİCE*
Cheng Guan Chiang *Nooraini Ismail*	*Universiti Utara Malaysia,*	*FAIR PRICING AND POLICY REFORM IN ROAD FREIGHT: MALAYSIAN INSIGHTS*
Moch. Himam Akbar, Hendri Hermawan Adinugraha.	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF DIGITAL BASED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0*
Cinta Amalia Sukma *Fitri Kurniawati*	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN RENTAL TRANSACTIONS (IJARAH) AND WAGES (UJRAH) ACCORDING TO ECONOMIC LAW*
Lim Chong Luen, *Herman Shah Anuar,* *Abd Aziz Othman*	*Othman Yeop Abdullah Graduate School of Business, Universiti Utara Malaysia,*	*IMPACT OF LEADERSHİP STYLES ON PROJECT SUCCESS İN OPERATİONS (MANUFACTURİNG, LOGİSTİCS, AND SUPPLY CHAİN SECTORS)*
Alya Viyan Nada *Fitri Kurniawati*	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*PRINCIPLES OF SHARIA ECONOMICS LAW IN THE EXCHANGE OF SALE AND PURCHASE*
Associate Professor Dr. Naseem Akhter	*Shaheed Benazir Bhutto Women University,*	*CHARİTABLE ENDEAVORS AND SOCİAL WELFARE INİTİATİVES BY WOMEN İN UMAYYAD SOCİETY*
Associate Professor Dr. Naseem Akhter	*Shaheed Benazir Bhutto Women University,*	*WOMEN İN THE ECONOMİC SPHERE: TRADE, WEALTH MANAGEMENT, AND ENTREPRENEURSHİP*

31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

HEAD OF SESSION: DR. MUHAMMAD FAISAL

SESSION-3 HALL-21

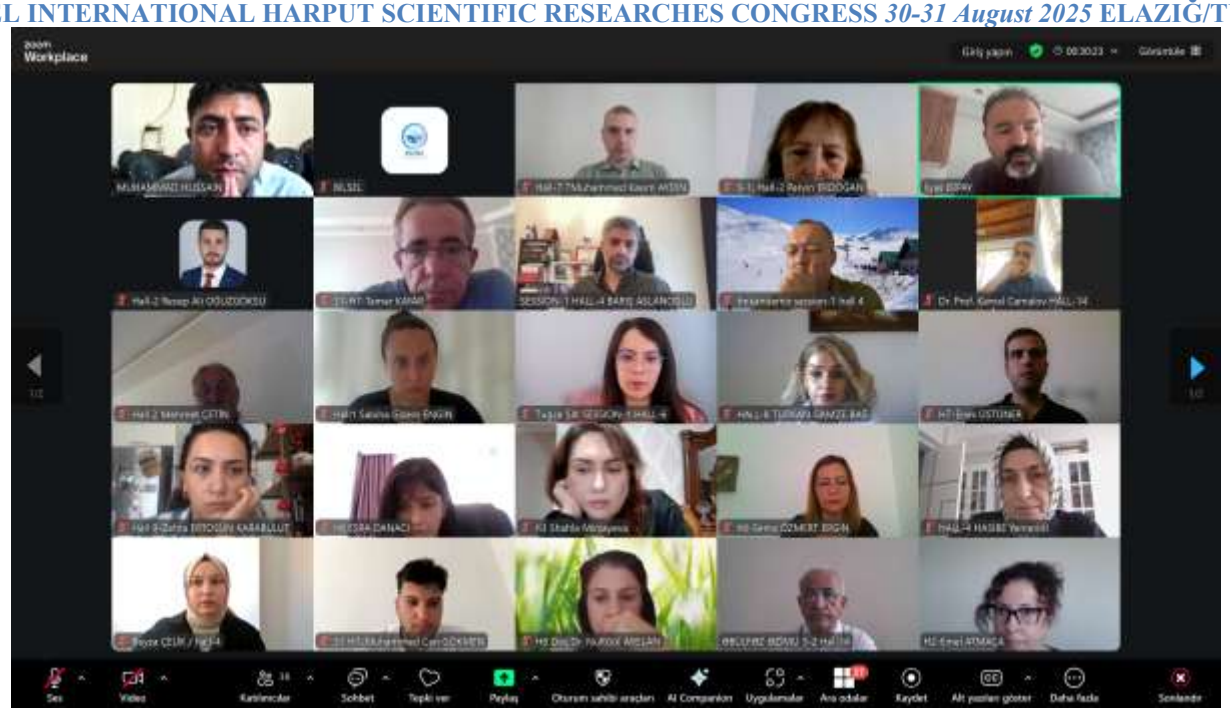
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hussain Ullah *Dr. Farhad Ali*	*KUST,*	*ANALYSIS OF SECOND ORDER PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS BY USING THEIR LAGRANGIAN: SYMMETRIES AND CONSERVATION LAWS*
Mohammed Abdulmalik, *Zulkarnaini B. Mohammed,* *Iliyas Yarima Isah,* *Buba Wali*	*The Federal Polytechnic Kaltungo,*	*POST-MINING ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN NORTH EASTERN NIGERIA.*
Tahseen Ullah *Dr. Israr Ali Khan*	*Kohat University of Science & Technology,*	*MODELING TYPHOID FEVER WITH SATURATED INCIDENCE: OPTIMIZING VACCINATION AND TREATMENT IMPACTS*
Muhammad Hussain *Dr. Fawad Ullah,* *Dr. Arshad Khan*	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat,*	*THE SYNTHESİS, STRUCTURAL AND OPTİCAL PROPERTİES OF ZNS–ZNO NANOCOMPOSİTE*
DR. MUHAMMAD FAISAL	*Allama Iqbal Open University*	*PAKISTANI SOCIAL PROTECTION PROGRAMS' DIGITAL TRANSFORMATION THROUGH THE USE OF PROGRESSIVE WEB APPLICATIONS (PWAS)*
AHMED Mustapha Okatahi , S. O. Momoh, and J. M. Gyegwe	*Federal University Lokoja,*	*EFFECT OF THERMAL AND ELASTIC TERMS ON THE STRESS AND STRAIN OF THE DYNAMIC OF A RIGID BODY*

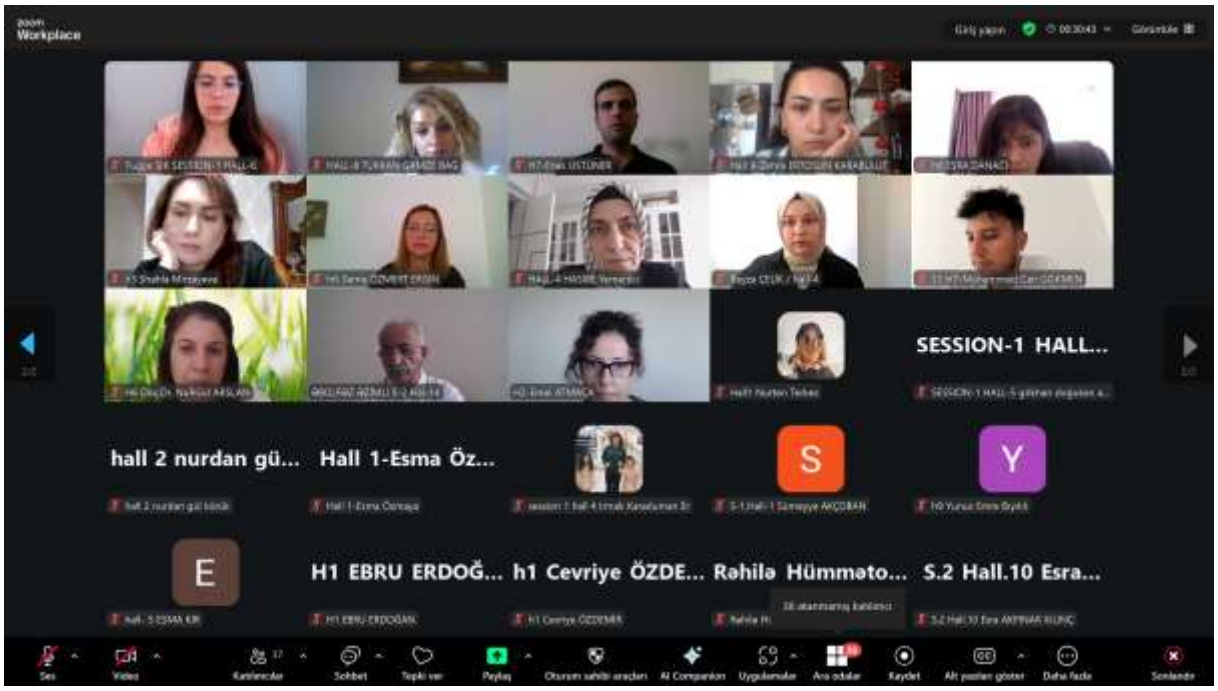
31.08.2025
TÜRKİYE Local Time: 11:00-13:30

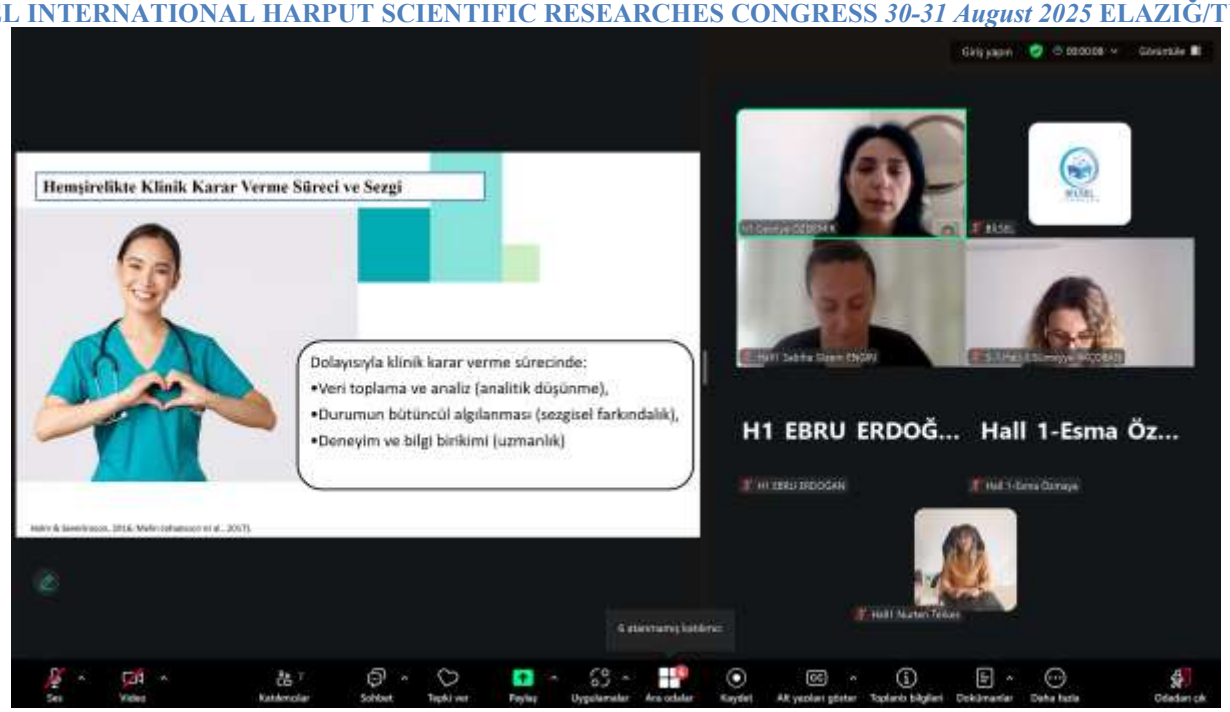
HEAD OF SESSION: Doc.Dr Meral Rexhepi

SESSION-3HALL-22

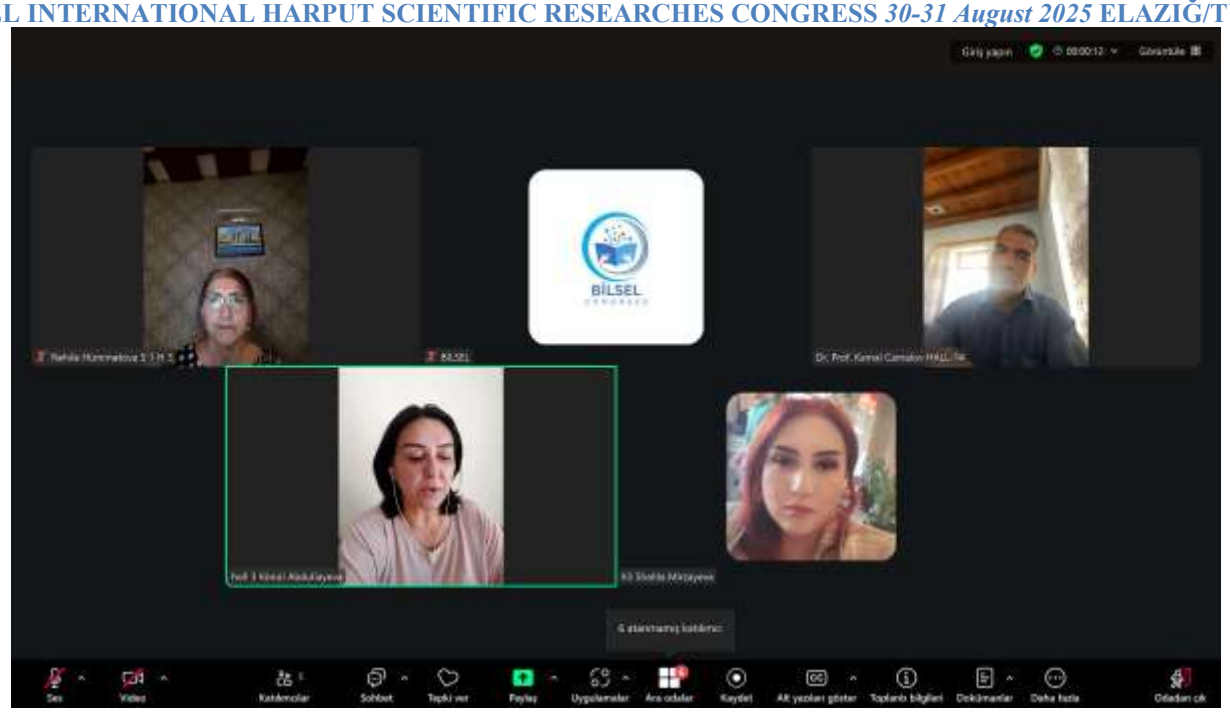
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. M.K. Vijayalakshmi, K. Pooja, Puniparthi Sunitha	*Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai*	*UNDERSTANDİNG HUMAN ANATOMY İN PHYSİCAL THERAPY*
Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan	*Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73*	*BİOTECHNOLOGİCAL APPROACHES İN VACCİNE DEVELOPMENT*
Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan	*Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73*	*GREEN SYNTHESİS OF SİLVER NANOPARTİCLES USİNG MEDİCİNAL PLANT EXTRACTS*
Msc. Tanita DACI Prof. Assoc. Dr. Loreta KUNESHKA	*University Dental Clinic, Tirana Mother Teresa" University Hospital Center*	*"ASSESSMENT OF QUALITY INDICATORS IN HEALTHCARE SERVICES FOR VULNERABLE POPULATIONS: CHILDREN, WOMEN, AND VICTIMS OF DOMESTIC VIOLENCE IN ALBANIA"*
Doc.Dr Meral Rexhepi, Prof.Dr Sani Bajrami, Doc.Dr Nagip Rufati, Ass.Dr Luljeta Mulaki, Ass. Dr Majlinda Azemi, Ass.Dr Eldiar Zylbeari	*Clinical Hospital in Tetovo, North Macedonia Tetova University,*	*ADVANCED MATERNAL AGE AND ADVERSE PREGNANCY OUTCOMES: EXPERİENCE FROM THE CLİNİCAL HOSPİTAL OF TETOVO, NORTH MACEDONİA*

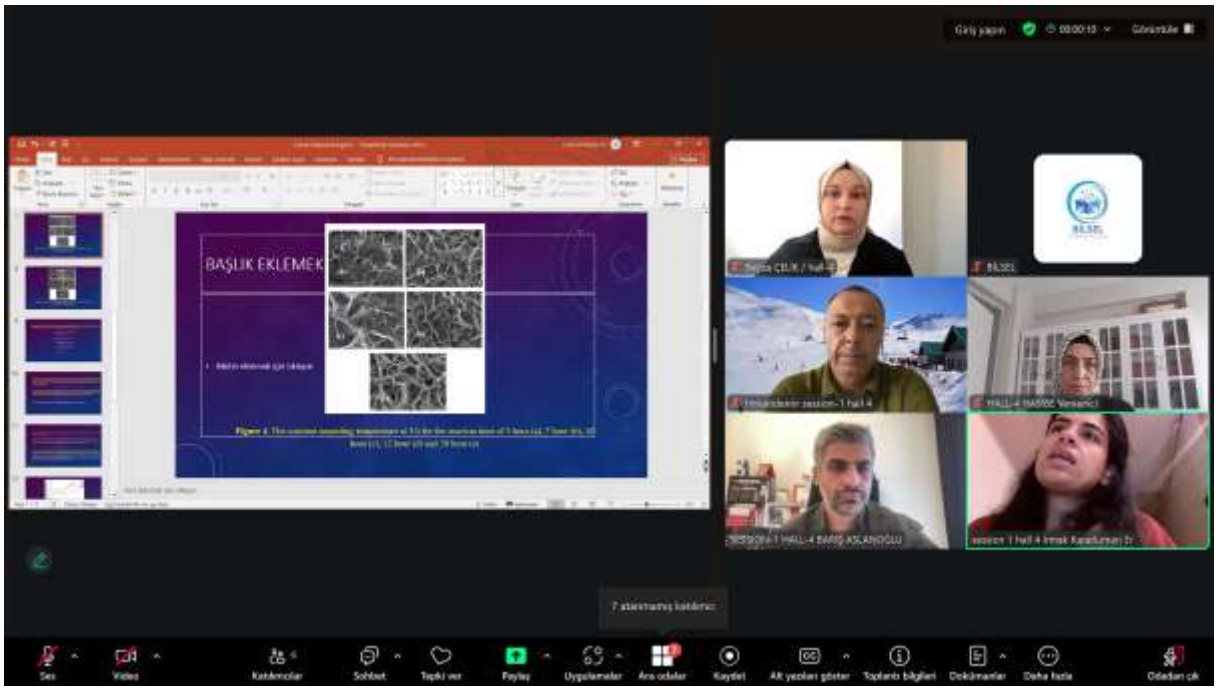

zoom Workplace
Giriş yapın
Görünümler
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
AI Companion
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Alt yazıları göster
Daha fazla
Sonlandır

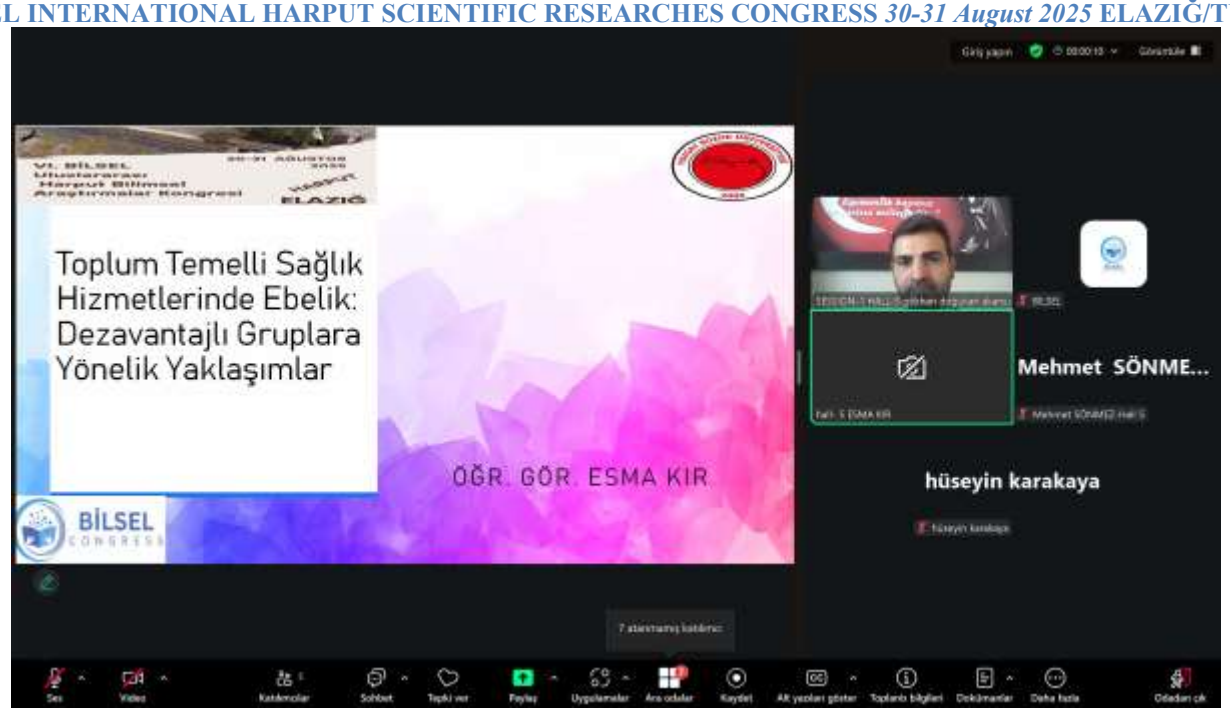

zoom Workplace
Giriş yapın
Görünümler
SESSION-1 HALL...
hall 2 nurdan gü...
Hall 1-Esma Öz...
H1 EBRU ERDOĞ...
h1 Cevriye ÖZDE...
Rəhilə Hümməto...
S.2 Hall.10 Esra...
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
AI Companion
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Alt yazıları göster
Daha fazla
Sonlandır


Hemşirelikte Klinik Karar Verme Süreci ve Sezgi
Dolayısıyla klinik karar verme sürecinde:
•Veri toplama ve analiz (analitik düşünme),
•Durumun bütüncül algılanması (sezgisel farkındalık),
•Deneyim ve bilgi birikimi (uzmanlık)
H1 EBRU ERDOĞ... Hall 1-Esma Öz...

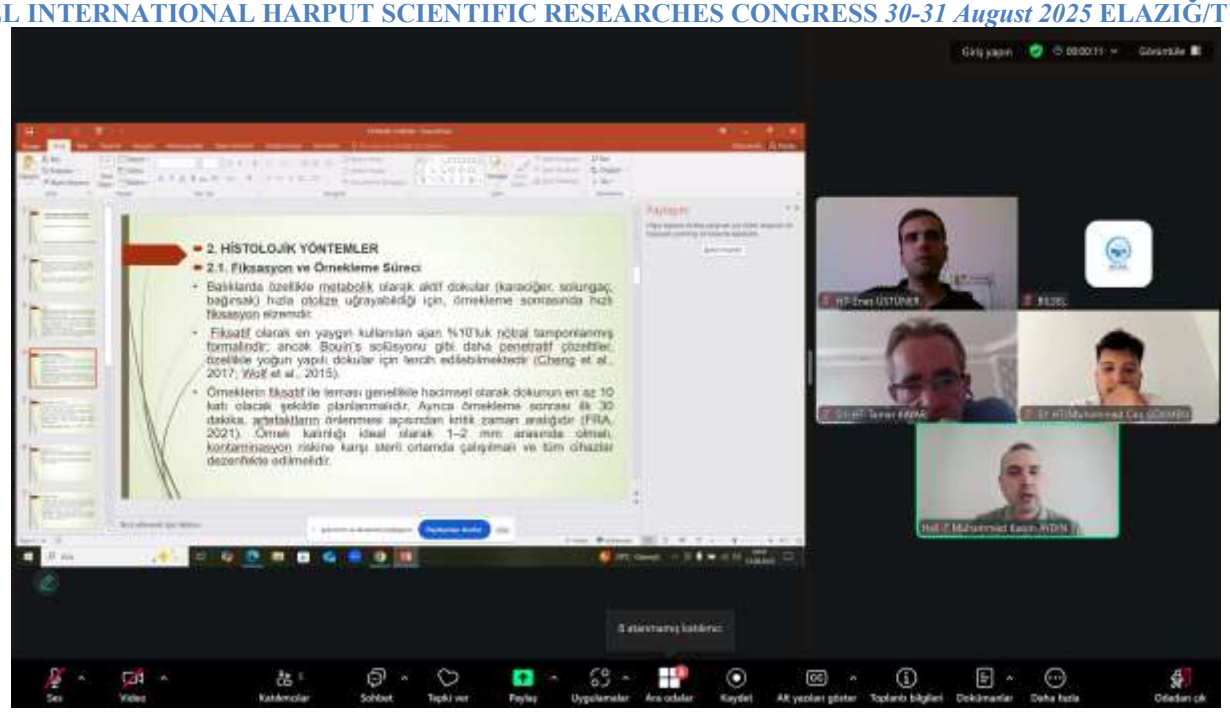

Reyhan (*Ocimum basilicum* L.), dünyada oldukça popüler ve hoş kokulu bitkilerinden biridir. Reyhan yaklaşık 80-100 cm boylanabilen, tek yıllık ve dik gelişen otsu yapılı önemli bir aromatik bitkidir (Srivastava, 2018). Uçucu yağı tıpta, parfümeride, gıda endüstrisinde ve baharatlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Telci vd., 2006). Bitkinin genetik yapısına ve yetiştirildiği bölgeye göre uçucu yağ oranları % 0.26- 1.71 arasında değişim gösterebilmektedir (Kaya ve İnan, 2017).
Reyhan, tohumla kolayca çoğaltılabilen bir tek yıllık bitki olmasına rağmen, su eksikliği dünya genelinde yetiştiriciliğini kısıtlayan başlıca sorunlardan biridir.
Reyhan bitkisinin gelişim aşamaları arasında, çimlenme ve fide gelişim dönemleri, strese en hassas dönemler olduğundan dolayı bu bitkinin kuraklık stresinde çimlenmesi, çıkışı ve fide gelişim evrelerinde dayanaklılığının artırılması, önemli bir unsur olarak bilinmektedir (Hacam, 2024).
Araştırmada reyhan bitkisinde kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişi üzerine etkisi incelenmiştir.

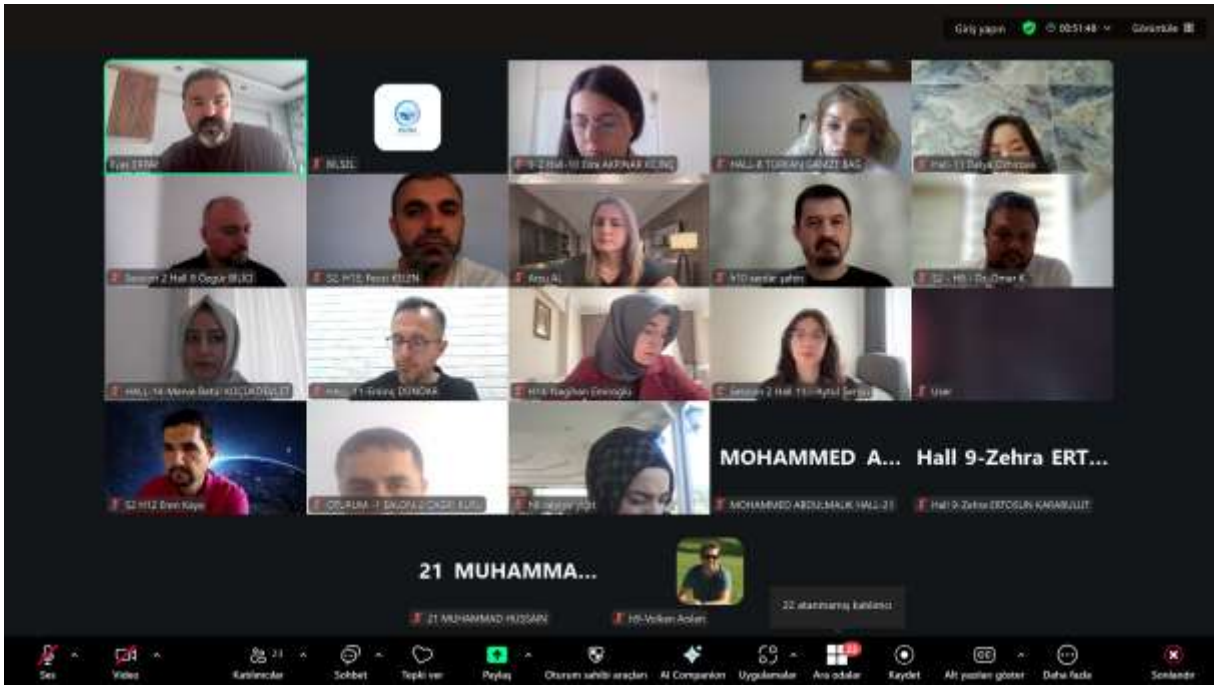

BİLSEL

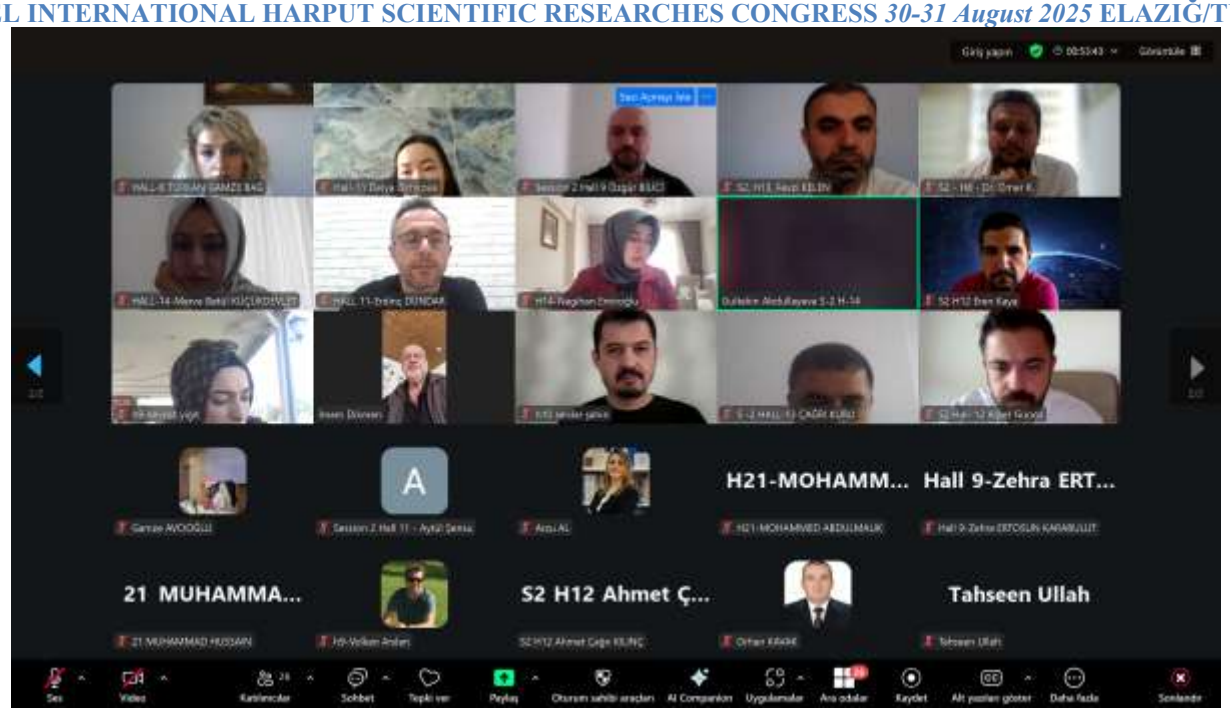

BAŞLIK EKLEMEK

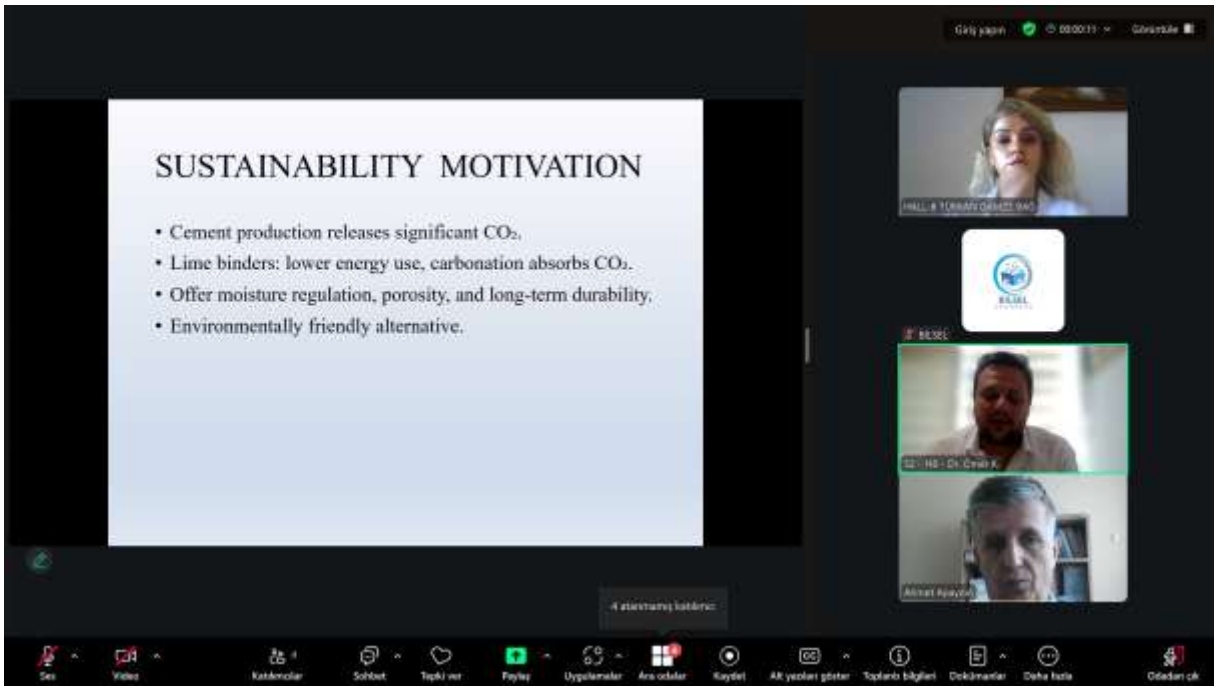

Toplum Temelli Sağlık Hizmetlerinde Ebelik: Dezavantajlı Gruplara Yönelik Yaklaşımlar
ÖĞR. GÖR. ESMA KIR
BİLSEL
Mehmet SÖNME...
hüseyin karakaya


Anne Sütü Makro Besin Konsantrasyonları
Yağ: Çalışmaların çoğunda anne sütü yağ konsantrasyonunda anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır (Akbari et al., 2020). Bazı küçük örneklemli çalışmalarda hafif artışlar bildirilmiş ancak bu bulgular örnekleme zamanı ve kullanılan analitik yöntemlerin farklılıklarıyla açıklanabilir niteliktedir (Ghasemi et al., 2018).
Protein: Çalışmalarda süt protein düzeylerinde anlamlı değişiklik rapor edilmemiştir (Gupta et al., 2022). Bazı küçük müdahale çalışmalarında minimal artışlar kaydedilse de, bu değişikliklerin klinik açıdan önemli olmadığı düşünülmektedir (Damanik et al., 2006).
Laktoz: Laktoz konsantrasyonu genel olarak sabit kalmıştır. Bitkisel galaktagogların bu bileşen üzerinde etkisi olmadığı yönünde tutarlı kanıtlar bulunmaktadır (Turkyilmaz et al., 2011).
Enerji: Hesaplanan enerji yoğunluğu çalışmalar arasında büyük ölçüde sabit kalmış, belirgin bir fark saptanmamıştır (Asztalos et al., 2021).

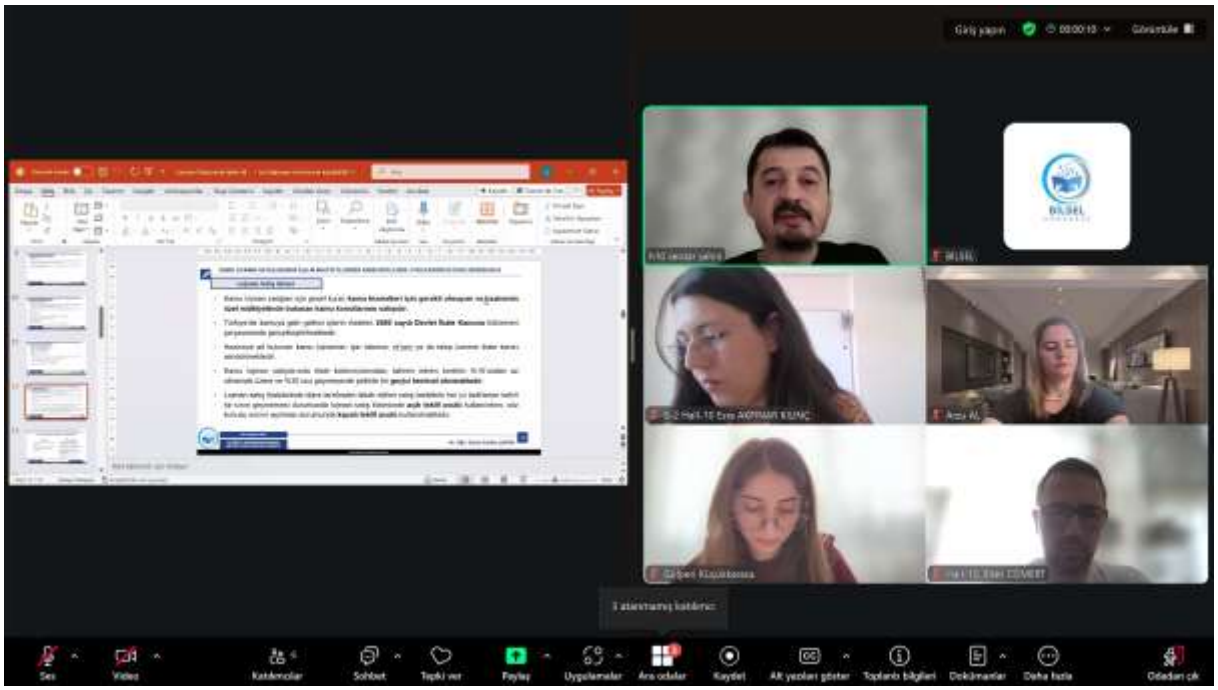

2. HİSTOLOJİK YÖNTEMLER
2.1. Fiksasyon ve Örnekleme Süreci
Bakteriyel Tanı Teknikleri
Bakteriyel Tanı Teknikleri

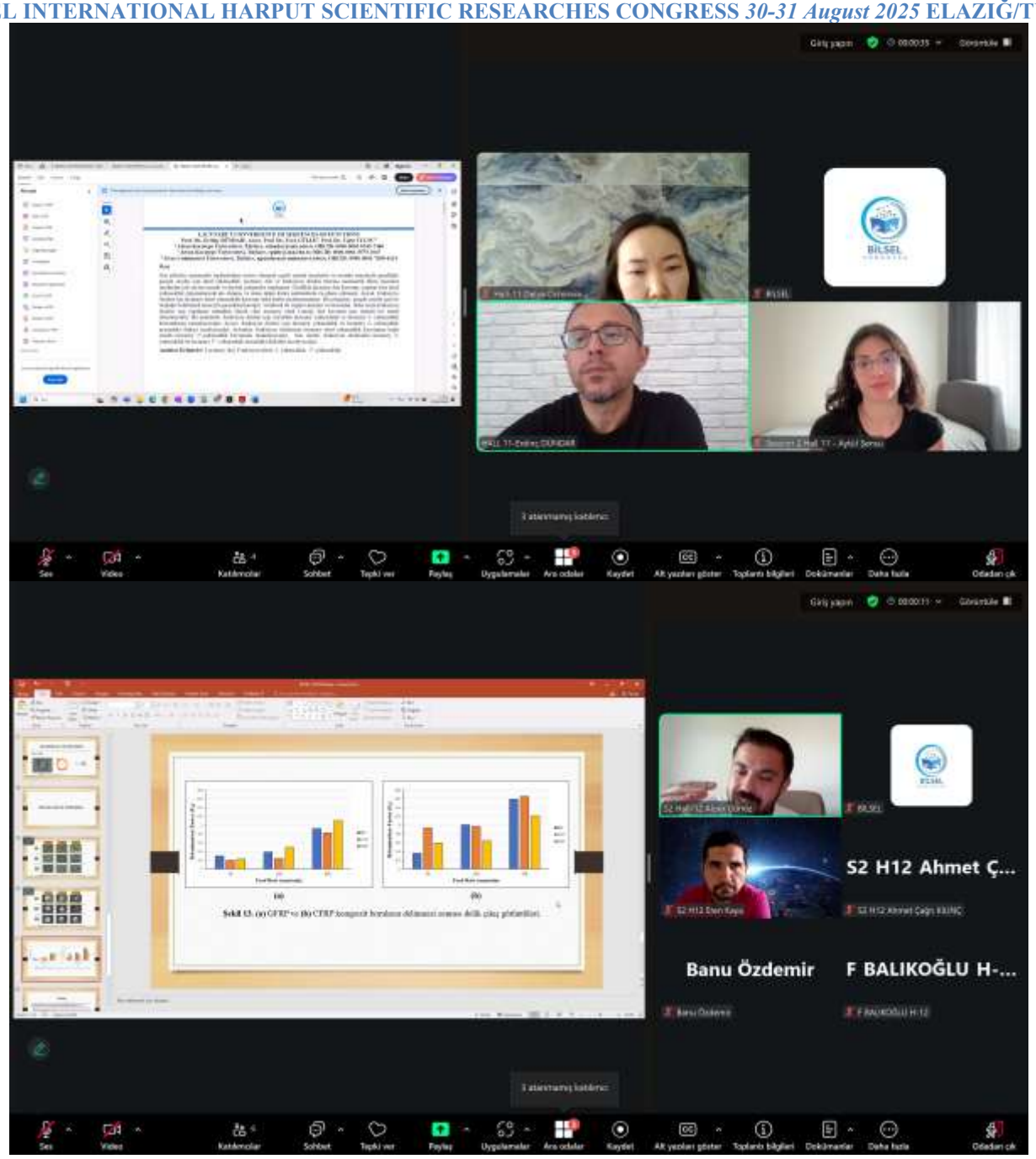

MOHAMMED A...
Hall 9-Zehra ERT...
21 MUHAMMA...

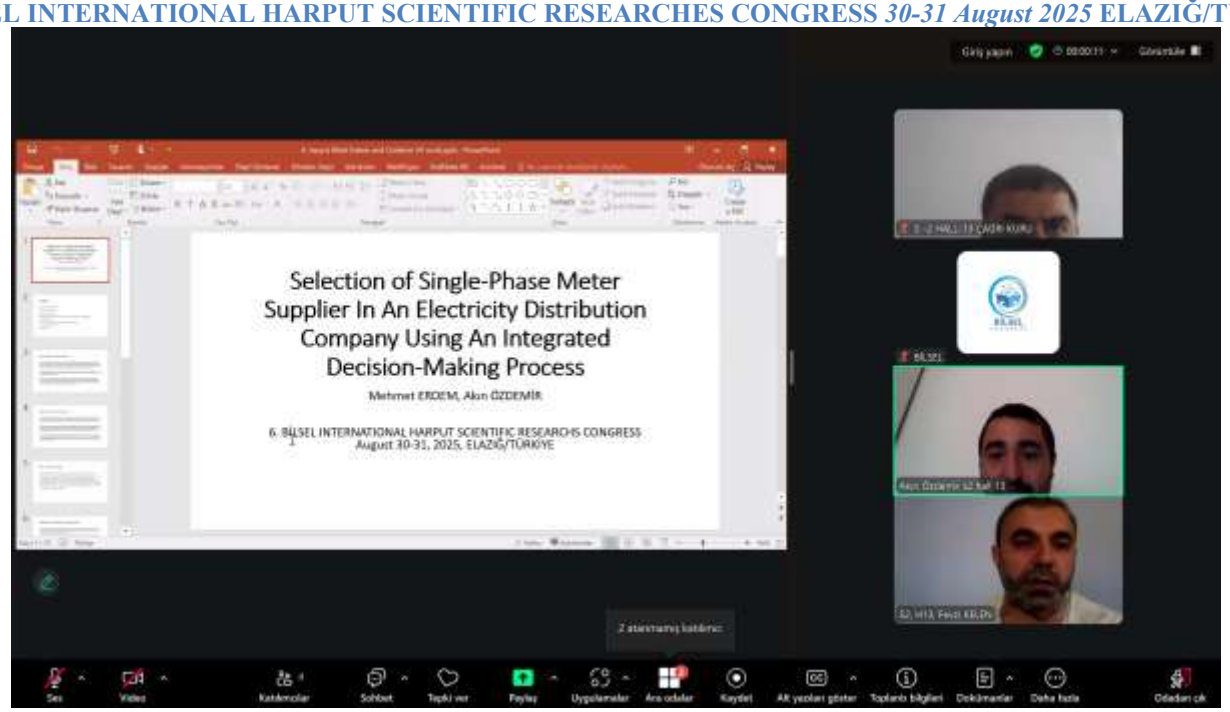

H21-MOHAMM...
Hall 9-Zehra ERT...
21 MUHAMMA...
S2 H12 Ahmet Ç...
Tahseen Ullah


SUSTAINABILITY MOTIVATION
• Cement production releases significant CO_2.
• Lime binders: lower energy use, carbonation absorbs CO_2.
• Offer moisture regulation, porosity, and long-term durability.
• Environmentally friendly alternative.


Session 2 Hall 9...
Mehmet Efe KER...
Hall 9-Zehra ERT...

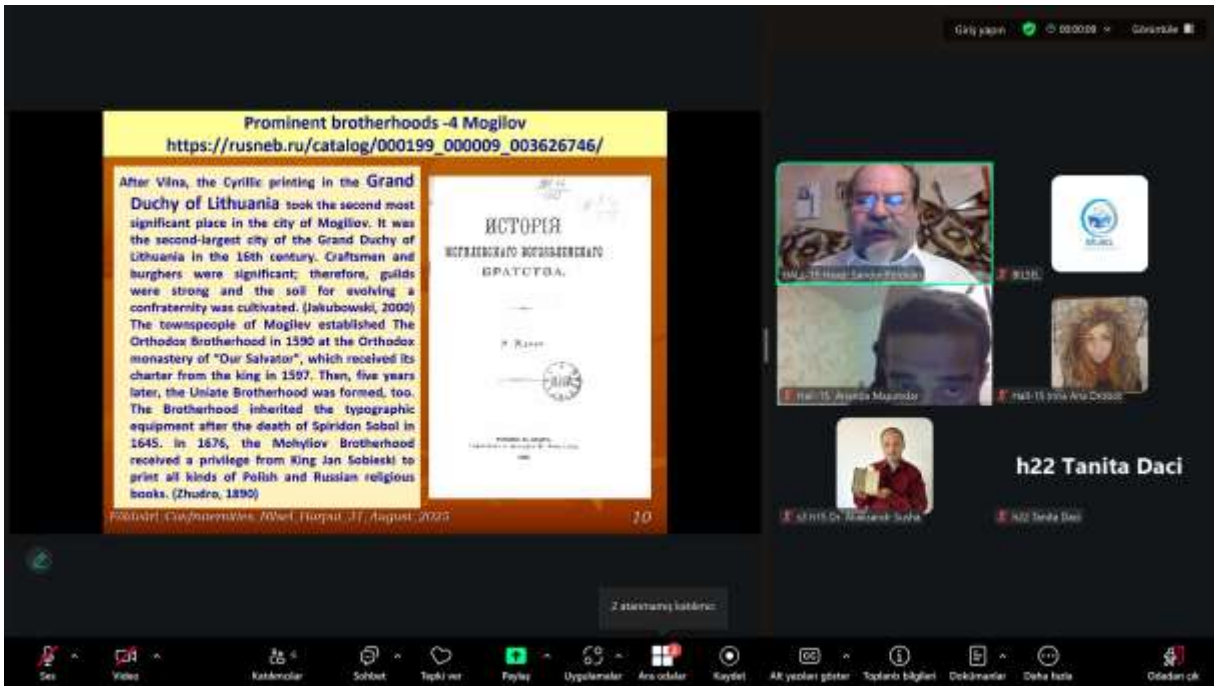



Banu Özdemir
F BALIKOĞLU H-...
S2 H12 Ahmet Ç...

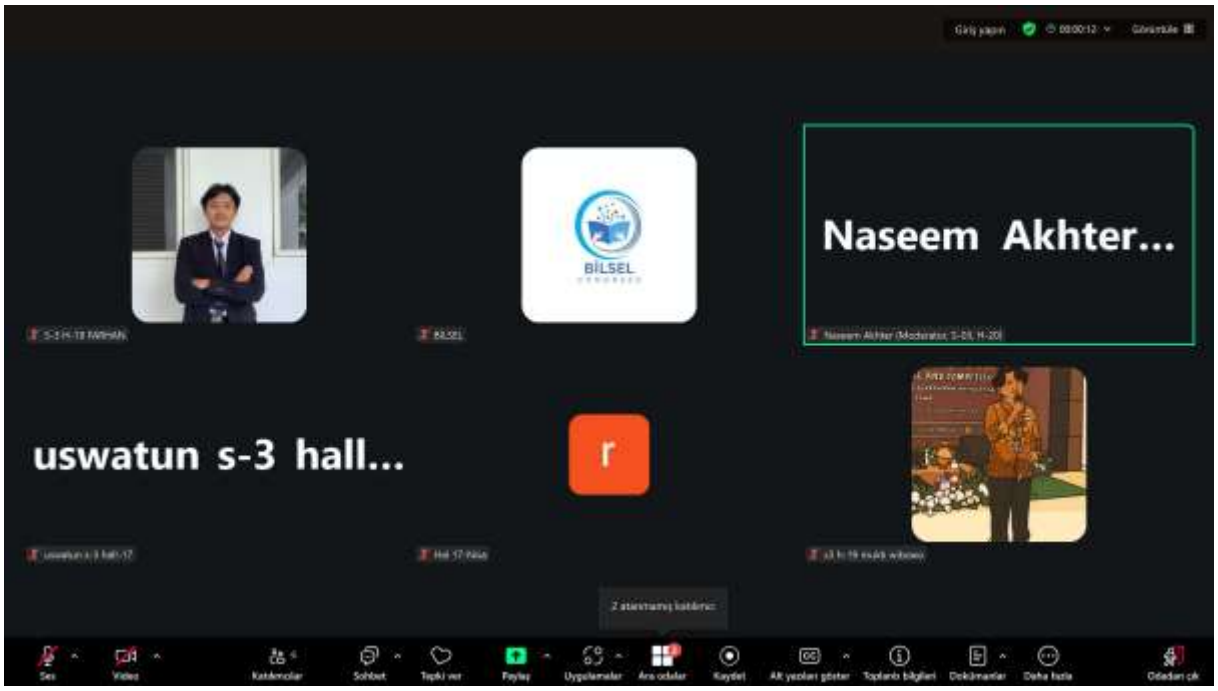

Selection of Single-Phase Meter Supplier In An Electricity Distribution Company Using An Integrated Decision-Making Process
Mehmet ERDEM, Akın ÖZDEMİR
6. BİLSEL INTERNATIONAL HARPUT SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS
August 30-31, 2025, ELAZIĞ/TÜRKİYE

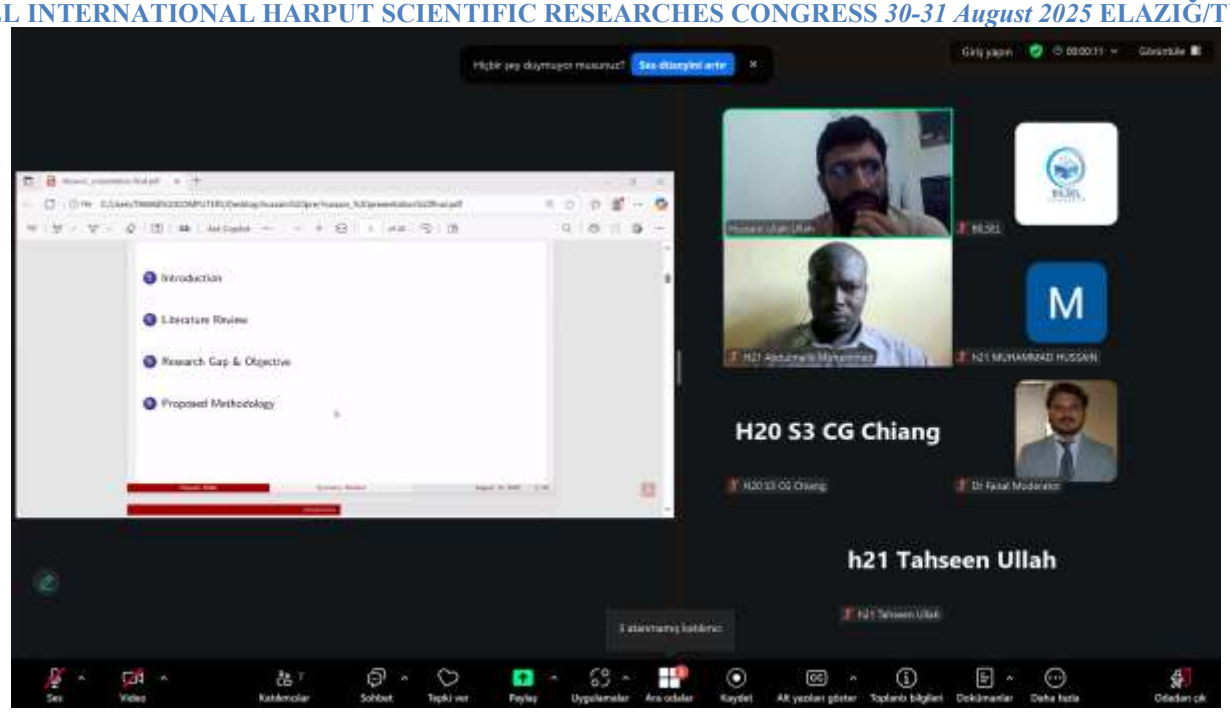

SONUÇ: HANGİ KONULAR NASIL ÇALIŞILMALI
USUL ÇALIŞMALARI
MEŞHUR ULEMANIN BİLİNMEDİK YÖNLERİ
MEŞHUR OLMAYAN AMA DÖNEMİN ETKİLİ ALİMLERİ
MUHADDİSLERİN BİRBİRLERİYLE OLAN İLİŞKİLERİ/ÇEKİŞMELERİ
LİTERATÜR


H20 S3 CG Chiang
h22 Tanita Daci
h11 Tahseen Ullah
adelakakija
h16 Denalda Ba...
h21 MUHAMM...


Prominent brotherhoods -4 Mogilov
https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003626746/
After Vilna, the Cyrillic printing in the Grand Duchy of Lithuania took the second most significant place in the city of Mogilov. It was the second-largest city of the Grand Duchy of Lithuania in the 16th century. Craftsman and burghers were significant; therefore, guilds were strong and the soil for evolving a confraternity was cultivated. (Jakubowski, 2000) The townspeople of Mogilev established The Orthodox Brotherhood in 1590 at the Orthodox monastery of "Our Salvator", which received its charter from the king in 1597. Then, five years later, the Uniate Brotherhood was formed, too. The Brotherhood inherited the typographic equipment after the death of Spiridon Sobol in 1645. In 1676, the Mohylov Brotherhood received a privilege from King Jan Sobieski to print all kinds of Polish and Russian religious books. (Zhudro, 1890)
ИСТОРІЯ
h22 Tanita Daci


Farajzadeh Sessi...
H-8, S-3, Head o...
Jonida Lesha


Naseem Akhter...
uswatun s-3 hall...


Introduction
Literature Review
Research Gap & Objective
Proposed Methodology
H20 S3 CG Chiang
h21 Tahseen Ullah

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

KLİNİK KARAR VERME SÜREÇLERİNDE SEZGİNİN ROLÜ: BİLİMSEL Mİ, SEZGİSEL Mİ?..... 9

HEMŞİRELERİN KLİNİK UYGULAMA SÜRECİNDE HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK TUTUMLARINDA PROFESYONEL OTONOMİNİN ROLÜ 14

EKOFEMİNİST PERSPEKTİFTEN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SPOR..... 22

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI: JİGSAW TEKNİĞİ 29

HEMATOLOJİK MALİGNİTESİ OLAN HASTALARIN MANEVİ YÖNELİM VE ÖLÜM KAYGILARI ÜZERİNDE YALNIZLIĞIN ARACI ROLÜNÜN İNCELENMESİ..... 39

THE ROLE OF LONELİNESS AS A MEDİATOR İN SPİRİTUAL ORİENTATİON AND DEATH ANXİETY İN PATİENTS WİTH HEMATOLOGİCAL MALİGNANCİES 40

SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKÂ İLE KAYNAK TAHSİSİNİN OPTİMİZASYONU 41

POLİKİSTİK OVER SENDROMU TANISI ALAN KADINLARDA SOSYO-DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER, KLİNİK BELİRTİLER VE SAĞLIK ALGISININ DEĞERLENDİRİLMESİ 46

FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ CHİA (*SALVIA HISPANICA*) TOHUMLARINDA ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ 54

KURAKLIK STRESİNİN (PEG-6000) REYHANDA (*OCIMUM BASILICUM* L.) ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ..... 62

ARBUSKÜLER MİKORİZAL FUNGUS (AMF) SPORLARI: TOPRAKTA KALICILIK, KÖK İNFEKSİYONU VE İZOLASYON YÖNTEMLERİ ÜZERİNE DERLEME 71

DESIGN AND PROTOTYPE PRODUCTION OF REVERSING PARK ASSISTANT FOR DOUBLE-AXLE AGRICULTURAL TRAILER 76

HAYVAN YEMLERİNDE MİKROPLASTİK KONTAMİNASYONU: KAYNAKLAR, YAYILIM VE POTANSİYEL ETKİLER 82

ZİRAİ MÜCADELEDE BİTKİ ALLELOPATİSİNİN KULLANIM OLANAKLARI 98

SİVAS İLİ KAYISI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SORUN OLAN KAYISI İÇ KURDU (*Eurytoma schreineri* Schreiner (HYM.: EURYTOMİDAE)'NİN SÜRVEYİ, POPÜLASYON TAKİBİ VE MÜCADELESİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR 105

HƏMİD ALİMCANIN POEZİYASI 110

BƏDİİ MƏTNDƏ EMOSİONAL TƏSİR MEXANİZMLƏRİ:DİLİN PSİXOLOJİ GÜCÜ 113

MECHANISMS OF EMOTIONAL IMPACT IN LİTERARY TEXT: PSYCHOLOGICAL POWER OF LANGUAGE 114

TABELİ MÜRƏKKƏB CÜMLƏNİN LİNQVİSTİK TƏHLİLİ 117

EFFECT OF HYDROTHERMAL REACTION TIME ON THE GROWTH PARAMETERS OF NIO THIN FILMS..... 121

ERİŞKİN DEJENERATIF SKOLYOZDA PREOP 3B MODELLEME..... 129

MEME TÜBERKÜLOZU: İKİ OLGU SUNUMU 134

SIÇANLARDA VİNKRİSTİN KAYNAKLI TESTİS TOKSİSİTESİNE KARŞI KUERSETİN'İN KORUYUCU ETKİLERİ: BİYOKİMYASAL VE MAKROSKOPİK BİR ÇALIŞMA 138

PROTECTIVE EFFECTS OF QUERCETIN AGAINST VINCRISTINE-INDUCED TESTES TOXICITY IN RATS: A BIOCHEMICAL AND MACROSCOPIC STUDY 138

EL DİJİTAL FORMÜLÜ, DİJİTAL BİYOBELİRTEÇ 2D:4D VE PALMARİS LONGUS KASI VARYASYONUNUN CİNSİYETE GÖRE İLİŞKİSİ 149

BİYOLOJİK PROFİL TAHMİNİ İÇİN PELVİS BOYUTLARI İLE ALT EKSTREMİTE KEMİK UZUNLUK DEĞERLERİNİN MODELLENMESİ 154

TOPLUM TEMELLİ SAĞLIK HİZMETLERİNDE EBELİK: DEZAVANTAJLI GRUPLARA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR 159

YENİDOĞANLARDA AİLE MERKEZLİ GELİŞİMSEL BAKIM MODELİ VE UYGULAMALARI 169

İNME SONRASI HASTALARDA MYOTONPRO CİHAZININ PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN DERİNLEMESİNE İNCELENMESİ: LİTERATÜR SENTEZİ 178

STRESS YÖNETİMİNDE EGZERSİZİN ROLÜ: LİTERATÜR SENTEZİ 185

GEBELİKTE HİPERTANSİF BOZUKLUKLAR VE PREEKLAMPSİNİN ÖNLENMESİ 193

POST PARTUM KANAMA 199

GALAKTAGOG İÇEREN BİTKİSEL ÇAYLARIN ANNE SÜTÜ MAKRO BESİN ÖGESİ PROFİLİ ÜZERİNE ETKİSİ SİSTEMATİK LİTERATÜR İNCELEMESİ 205

GESTASYONEL DİYABETES MELLİTUSUN MATERNAL SERUM HORMON PROFİLİ VE ANNE SÜTÜ BİLEŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: GÜNCEL BİR DERLEME 211

PREBİYOTİK ETKİLİ ARABİK GAM'IN FONKSİYONEL SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIMI 216

YAŞLILARDA YAYGIN GÖRÜLEN RUH SAĞLIĞI SORUNLARI 218

EVRENSEL BİR SORUN OLARAK YAŞLI İSTİSMARI 225

HASTA HAKLARI VE HEMŞİRELİK 230

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI İLE İLGİLİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ: SİSTEMATİK DERLEME 235

BALIKLARDA HİSTOLOJİK YÖNTEMLERİN KULLANIMI VE KARŞILAŞILAN SORUNLAR . 246

ANGUS SIĞIRLARDA GEBELİK BAŞINA TOHUMLAMA SAYISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER 251

DENİZEL EKOSİSTEMLERDE ISINMA VE FIRSATÇI PATOJEN DİNAMİKLERİ: *VİBRİO* VE *TENACİBACULUM* 253

BALIK VİRÜSLERİNDE QUASİSPECİES DİNAMİKLERİ VE EVRİMSEL SONUÇLAR 260

***Mannheimia haemolytica'nın* ANTİBİYOTİK DİRENÇ GENLERİNİN ARAŞTIRILMASI 272**

ÇELİK-BETON ARAYÜZLERİNİN BAĞLANMA MEKANİZMALARI VE DAYANIM ÖZELLİKLERİ 279

BONDING MECHANISMS AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF STEEL–CONCRETE INTERFACES 280

KİREÇ BAZLI 3D TEKSTİL TAKVİYELİ KOMPOZİTLERİN MEKANİK PERFORMANSI 289

MECHANICAL PERFORMANCE OF LIME-BASED 3D TEXTILE REINFORCED COMPOSITES 290

DOĞU KARADENİZ HAVZASI'NDAKİ VADİ İÇİ YERLEŞİMLERDE TAŞKIN OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER KONUSUNDA UZMAN GÖRÜŞLERİ HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA 300

"TAŞKIN", "SEL", "SU BASKINI" KAVRAMLARI VE DOĞU KARADENİZ HAVZASI'NDAN ÖRNEKLERLE BİR İNCELEME 319

SARSMA MASASI TEST SISTEMLERI: GELIŞIMI, ÇALIŞMA PRENSIPLERI VE MÜHENDISLIK UYGULAMALARI 334

CONCEPTS OF GEOLOGICAL HERITAGE AND POTENTIAL GEOHERITAGE SITES IN DIYARBAKIR 343

EVALUATION OF GEOSITES IN THE DIYARBAKIR REGION USING INTERNATIONAL CRITERIA 347

KENTSEL PLANLAMA, ZEMİN YAPISI VE NÜFUS YOĞUNLUĞUNA İLİŞKİN BİBLİOMETRİK BİR ANALİZ 351

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF URBAN PLANNING, SOIL STRUCTURE AND POPULATION DENSITY 352

DEĞİŞEN KİMYASAL ÇEŞİTİNİN MICP İLE İYİLEŞTİRİLEN FARKLI ÜÇ ZEMİNDE SERBEST BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ 359

THE EFFECT OF THE CHANGING CHEMICAL SPECIES ON THE UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF THREE DIFFERENT SOILS IMPROVED BY MICP 360

KIRDAĞ OFİYOLİTİNİN MANTO KESİMİNDEKİ VERLİTLERİN PETOGRAFİSİ VE MİNERAL KİMYASI: MANTO SÜREÇLERİ AÇISINDAN PETROLOJİK ETKİLERİ 366

A MULTI-DIMENSIONAL ANALYSIS OF CONSTRUCTION PROJECT DELAYS IN THE IRON AND STEEL INDUSTRY 367

THE EFFECTS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON MICROBIAL ECOSYSTEMS: A SYNTHETIC APPROACH TO SIMULATION-BASED MONITORING METHODS 376

MODELING THE IMPACT OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON MICROBIAL ECOSYSTEMS VIA SMART SENSOR-BASED SIMULATION AND ELECTRONIC MONITORING SYSTEMS 394

KAMU LOJMAN SATIŞLARINDA İŞLEM MALİYETLERİNİN KAMU BÜTÇESİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 418

HUKUK-EKONOMİ İLİŞKİSİ KAPSAMINDA ULUSLARARASI EKONOMİ HUKUKU 438

TÜRKİYE'DE BELEDİYELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA UYGULAMALARI 448

TÜRKİYE'DE BELEDİYELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ 450

SÜRDÜRÜLEBİLİR FİNANSIN SAĞLIK KURUMLARINDAKİ YANSIMALARI: BİLİMSEL YAYINLARIN HARİTALANMASI 452

MİKRO/NANO BaO PARÇACIK KARIŞIMLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PVDF KOMPOZİTLERİNİN UYGULAMA ODAKLI DEĞERLENDİRİLMESİ 466

LACUNARY $\mathcal{I}$-CAUCHY SEQUENCES OF FUNCTIONS 468

LACUNARY $\mathcal{I}$-CONVERGENCE OF SEQUENCES OF FUNCTIONS 477

YÖN BAĞIMLI (ANİZOTROPİK) ORTAMLARDA İNDÜKSİYON KUYU LOGLARI İÇİN TABAKA SINIRLARININ TÜREV YÖNTEMLERİ İLE TAYİNİ VE TABAKA ÖZDİRENÇLERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KESTİRİMİ 484

DETERMINATION OF LAYER BOUNDARIES USING DERIVATIVE METHODS AND ESTIMATION OF LAYER RESISTIVITIES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DIRECTIONALLY DEPENDENT (ANISOTROPIC) FORMATIONS 485

ON SUPERIOR METRIC SPACES 502

FARKLI DELME PARAMETRELERİNİN CAM VE KARBON ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİT BORULARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 503

KANO ERGOMETRELERİNDE FRENLEME FANI TASARIM FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ 515

KANO SPORUNDA ERGOMETRE BAŞARI ÖLÇÜTÜ İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ 517

ÇİFT KAVİSLİ DİMİ VE DÜZ DOKUMA KARBON FİBER TABAKALI KOMPOZİTLERİN ÇUKURİZ DİRENÇLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 519

SLA YÖNTEMİ İLE KALSİYUM FOSFAT TABANLI BİYOSERAMİKLERİN EKLEMELİ İMALATI 528

BARTIN İLİ TOPRAK NUMUNELERİNİN RADYOAKTİF İZOTOP ÖLÇÜM SONUÇLARININ KORELASYON VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ 530

STATİSTİCAL STUDY ON RADİOACTİVE ISOTOPE MEASUREMENTS İN SOİL SAMPLES FROM BARTIN PROVİNCE USİNG CORRELATİON ANALYSİS AND MACHİNE LEARNİNG METHODS 531

PRIORITIZING CRITERIA USING A DECISION-MAKING FRAMEWORK FOR A RETAIL LOCATION SELECTION 541

SELECTION OF SINGLE-PHASE METER SUPPLIER IN AN ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANY USING AN INTEGRATED DECISION-MAKING PROCESS 549

EG/SU SOĞUTMA SIVISINDA Al_2O_3 NANOAKIŞKAN KATKISININ BORU-İÇİ ISI TAŞINIMINA ETKİSİ: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ OTOMOTİV DENEYİ 557

FREN BALATALARINDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ LASTİK TOZU (GTR) TAKVİYESİNİN AŞINMA VE SÜRTÜNME KARARLILIĞINA ETKİSİ 563

HASTANELERDE ERİŞİLEBİLİRLİĞİ ARTIRMAYA YÖNELİK TEKERLEKLİ SANDALYE KONUM TAKİP PROJESİ 571
SIGNIFICANCE OF USING RECYCLABLE MATERIALS IN AUTOMOBILES 580
GENERATING METHODS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY 582
MEMLÜKLER DÖNEMİ HADİS ÇALIŞMALARINA YÖNELİK GÜNÜMÜZ ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ 584
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE PROJE TABANLI ÖĞRENMEYE YÖNELİK ALGILARI 586
XIX ƏSR AZƏRBAYCAN MAARİFÇİ POEZİYASI VƏ MULTİKULTURALİZM 588
MİRZƏ CƏLİL BAXIŞINDAN MƏKTƏB, MÜƏLLİM PROBLEMLƏRİNƏ BİR NƏZƏR 590
TƏLİM PROSESİNDƏ ŞAGİRDLƏRİN İDRAK FƏALLIĞININ AKTİVLƏŞDİRİLMƏSİNİN ROLU VƏ ƏHƏMƏYYƏTİNƏ BİR NƏZƏR 598
30 AVQUST ZƏFƏR BAYRAMININ TÜRK TARİXİNDƏ ƏHƏMİYYƏTİ 603
ŞEYX ŞAMİL VƏ QAFQAZIN RUS İSTİLASINDAN AZAD EDİLMƏSİ UĞRUNDA QAZAVAT MÜHARİBƏSİ 605
BŞƏRİN İMANSIZLIĞINA QARŞI MÜBARİZƏDƏ NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT GÖRƏVLƏRİ 621
MIRZƏ ƏLƏKBƏR SABIR “MOLLA NƏSRƏDDIN JURNALI”NIN POETIK SIMASINI MÜƏYYƏNLƏŞDIRƏN SƏNƏTKAR KIMI 628
CLASSIFICATION OF ASHIG LITERATURE 631
FLIGHT TICKET TAXES IN EUROPE AND THEIR IMPACT ON AIRLINES’ PROFITABILITY 633
UKRAYNA VE BELARUS TOPRAKLARINDA ORTODOKS KARDEŞLIKLERIN KÖKENI SORUNU ERKEN MODERN ÇAĞDA 634
THE PROBLEM OF THE ORIGIN OF ORTHODOX LAY CONFRATERNITIES ON UKRAINIAN AND BELARUSIAN LANDS IN THE EARLY MODERN AGE 635
MACAR KRALLIĞINDA “PORTA SPECIOSA” MOZAIĞINDE DEVLET İKTIDARININ İKONOGRAFISI: AYASOFYA’NIN GÜNEY GIRIŞINDEKI MOZAIKLE PARALELLIK 636
ICONOGRAPHY OF THE STATE POWER IN THE MOSAIC “PORTA SPECIOSA” IN THE HUNGARIAN KINGDOM: A PARALLEL OF THAT IN THE SOUTH VESTIBULE OF HAGIA SOPHIA 636
KASHMIR: THE TIMELESS MUSE - EXPLORING THE CULTURAL AND NATURAL HERITAGE OF PARADISE ON EARTH 638
THE HYDRA OF MULTITASKING: WHEN JOB ENRICHMENT BACKFIRES 647
HOFFMEIER'S ANTELOPE, A SHORT STORY BY GRAHAM SWIFT: AN ANALYSIS 648
THE VALUE OF FREEDOM İN THE EUROPEAN UNİON 652
WATERLAND AND TOMORROW BY GRAHAM SWIFT: COUPLES AND CHILDREN 658
CONTROLING OR CONTROL 662

BETWEEN MANUSCRIPTS AND PRINTED BOOKS: THE GOSPELS IN THE BELARUSIAN ORTHODOX TRADITION OF THE 16TH CENTURY 663

STRESS MANAGEMENT OF EMPLOYEES IN ENTERPRISES IN THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA 670

OPTİMİZİNG MANAGERİAL DECİSİON MAKİNG THROUGH THE INTEGRATİONOF ARTİFİCİAL INTELLİGENCE AND MANAGEMENT INFORMATİON SYSTEMS İN THE INDUSTRİAL AGE 4.0 672

LONELINESS AND STIGMA TOWARD RESIDENTIAL CARE AMONG OLDER ADULTS IN ALBANIA: A HEALTH PSYCHOLOGY PERSPECTIVE 673

THE PARK TREE STAND IN URBANIZED AREAS OF THE STEPPE DNIPRO REGION 674

PROFESSIONAL BURNOUT IN HOSPITALITY BUSINESS STAFF 675

ADVANCES IN PHARMACOTHERAPY FOR CANCER TREATMENT 676

THE ROLE OF PHARMACOLOGY IN TREATING INFECTIOUS DISEASES 677

BIFUNCTIONAL PROPERTIES OF SILVER AND POLYVINYLPYRROLIDONE MODIFIED MULTI-PHASE MNO_2 FOR ENHANCED RHB DEGRADATION AND DNA GYRASE/DHFR TARGETED BACTERICIDAL POTENTIAL 678

DIGITAL MENTAL HEALTH SCHOLARSHIP (2024–2025): EMERGING TRENDS AND IMPLICATIONS FOR WORKPLACE WELL-BEING 679

EVALUATION OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE PATTERNS IN CLINICAL ISOLATES..... 680

DEVELOPMENT OF TRANSDERMAL PATCHES FOR HYPERTENSIVE THERAPY 681

ANALYSIS OF IJARAH MUNTAHIYAH BIT TAMLIK (IMBT) CONTRACTS IN SHARIA FINANCIAL INSTITUTIONS IN INDONESIA 682

COMPARATIVE ANALYSIS OF MUSYARAKAH AND MUDHARABAH CONTRACTS IN THE PERSPECTIVE OF ISLAMIC ECONOMIC LITERACY 683

CREATİVE ECONOMY BASED HALAL INDUSTRY DEVELOPMENT MODEL TO IMPROVE THE COMPETİTİVENESS OF BATİK MSMES İN PEKALONGAN CİTY 684

PUBLİC GOODS AND THE GOVERNMENT'S CHALLENGE TO EQUİTABLE ACCESS 685

THE INFLUENCE OF THE KOREAN WAVE ON MUSLIM CONSUMERS INTEREST IN HALAL KOREAN FOOD 686

INTEGRATING SOCIAL, HEALTH, AND ENGINEERING SCIENCES: PATHWAYS TO GLOBAL SCIENTIFIC ADVANCEMENT: A LITERATURE REVIEW 687

DİGİTAL BANKİNG TRANSFORMATİON İN INDONESİA A CASE STUDY OF SEABANK GROWTH AND INNOVATİON STRATEGY 688

LEGAL PRINCIPLES IN SHARIA ECONOMICS: TOWARD A JUST ECONOMIC SYSTEM 689

THE EFFECT OF PAYLATER SYSTEM IN E-COMMERCE ON STUDENT FINANCIAL BEHAVIOR: A SHARIA ECONOMIC LAW PERSPECTIVE 701

AI-POWERED HYPERSPECTRAL IMAGING FOR ULTRA-EARLY PLANT DISEASE DETECTION..... 702

SYNTHETIC IMMUNE RECEPTOR DESIGN FOR BROAD-SPECTRUM PATHOGEN RECOGNITION 703

ANATOMY OF THE HUMAN HEART AND ITS CONDUCTION SYSTEM 704

ANATOMICAL FEATURES OF LONG BONES AND THEIR FUNCTIONS..... 705

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF METHANOLIC EXTRACTS OF LEAF OF CNIDOSCOLUS ACONITIFOLIUS..... 706

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF METHANOLIC EXTRACTS OF LEAF OF CNIDOSCOLUS ACONITIFOLIUS..... 713

SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR DYE POLLUTION: BANYAN TREE LEAVES POWDER..... 720

HARNESSING NATURE: *DODONAEA VISCOSA* FOR DYE POLLUTION CONTROL 721

THE ROLE OF SHARIA CROWDFUNDING AS AN INNOVATIVE FINANCING ALTERNATIVE FOR ISLAMIC ART AND CULTURE PROJECTS..... 722

ANALYSIS OF THE IMPACT OF MONEY TRANSFORMATION IN THE GLOBAL ECONOMY: FROM PHYSICAL MONEY TO ELECTRONIC MONEY 723

THE ROLE OF MUDHARABAH CONTRACTS IN MICRO BUSINESS DEVELOPMENT AT BAITUL MAAL WAT TAMWIL (BMT) INDONESIA 724

TİCARET SAVAŞI VE GELİŞMEKTE OLAN EKONOMİLERDE HİSSE SENEDİ PİYASASI OYNAKLIĞINA ETKİSİ: ENDONEZYA'DAN AMPİRİK BİR ÇALIŞMA..... 725

TRADE WAR AND ITS IMPACT ON STOCK MARKET VOLATİLİTY İN EMERGİNG ECONOMİES: AN EMPİRİCAL STUDY FROM INDONESİA..... 726

PUBLIC UNDERSTANDING OF SHARIA PRINCIPLES AS A DRIVING FACTOR FOR SAVING IN ISLAMIC BANKS 727

THE EFFECT OF INVESTMENT IN CREATIVE ECONOMY ON THE DEVELOPMENT OF HALAL INDUSTRY SECTOR IN INDONESIA 728

LITERATURE REVIEW: THE ROLE OF FAMILY HARMONY IN SHAPING CHILDREN'S MENTAL HEALTH AND ACHIEVEMENT..... 729

MANAGEMENT INFORMATİON SYSTEMS: FUNDAMENTALS AND THEİR ROLE İN ORGANİZATİONS..... 730

SHARIA ECONOMIC LEGAL STRATEGY IN PROMOTING FINANCIAL INCLUSION FOR MSMEs..... 731

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ARAB SECONDARY EDUCATION: DIVERGING PERSPECTIVES OF TEACHERS AND PRINCIPALS..... 732

THE DYNAMICS OF SHARIA ECONOMIC LAW IN THE GLOBAL ECONOMIC SYSTEM 733

THE ROLE OF HALAL CREATIVE ECONOMY IN SUPPORTING SUSTAINABLE HALAL TOURISM GROWTH..... 741

TECHNOLOGICAL INNOVATION AND SHARIA PRINCIPLES AS DRIVERS OF HALAL INDUSTRY TRANSFORMATION 742

THE DYNAMICS OF IMPORT DEMAND IN PAKISTAN: A FOUNDATION FOR IMPORT SUBSTITUTION 743

THE ROLE OF SHARIA ECONOMIC LAW IN PROMOTING SOCIAL JUSTICE 744

FAIR PRICING AND POLICY REFORM IN ROAD FREIGHT: MALAYSIAN INSIGHTS 745

ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF DIGITAL BASED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0 755

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN RENTAL TRANSACTIONS (IJARAH) AND WAGES (UJRAH) ACCORDING TO ECONOMIC LAW 756

IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON PROJECT SUCCESS IN OPERATIONS (MANUFACTURING, LOGISTICS, AND SUPPLY CHAIN SECTORS) 757

PRINCIPLES OF SHARIA ECONOMICS LAW IN THE EXCHANGE OF SALE AND PURCHASE 770

CHARITABLE ENDEAVORS AND SOCIAL WELFARE INITIATIVES BY WOMEN IN UMAYYAD SOCIETY 771

WOMEN IN THE ECONOMIC SPHERE: TRADE, WEALTH MANAGEMENT, AND ENTREPRENEURSHIP 781

ANALYSIS OF SECOND ORDER PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS BY USING THEIR LAGRANGIAN: SYMMETRIES AND CONSERVATION LAWS 790

POST-MINING ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN NORTH EASTERN NIGERIA. 791

MODELING TYPHOID FEVER WITH SATURATED INCIDENCE: OPTIMIZING VACCINATION AND TREATMENT IMPACTS 809

THE SYNTHESİS, STRUCTURAL AND OPTİCAL PROPERTİES OF ZNS–ZNO NANOCOMPOSİTE 810

PAKISTANI SOCIAL PROTECTION PROGRAMS' DIGITAL TRANSFORMATION THROUGH THE USE OF PROGRESSIVE WEB APPLICATIONS (PWAs) 811

EFFECT OF THERMAL AND ELASTIC TERMS ON THE STRESS AND STRAIN OF THE DYNAMIC OF A RIGID BODY 812

UNDERSTANDING HUMAN ANATOMY IN PHYSICAL THERAPY 824

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES IN VACCINE DEVELOPMENT 833

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING MEDICINAL PLANT EXTRACTS . 834

“ASSESSMENT OF QUALITY INDICATORS IN HEALTHCARE SERVICES FOR VULNERABLE POPULATIONS: CHILDREN, WOMEN, AND VICTIMS OF DOMESTIC VIOLENCE IN ALBANIA” 835

ADVANCED MATERNAL AGE AND ADVERSE PREGNANCY OUTCOMES: EXPERIENCE FROM THE CLINICAL HOSPITAL OF TETOVO, NORTH MACEDONIA 837

KLİNİK KARAR VERME SÜREÇLERİNDE SEZGİNİN ROLÜ: BİLİMSEL Mİ, SEZGİSEL Mİ?

Dr. Öğr. Üyesi, Cevriye ÖZDEMİR1/ Doç. Dr. Ali KAPLAN2
1Kayseri Üniversitesi, Hemşirelik, cevriyeozdemir@kayseri.edu.tr, 0000-0002-9401-0044
2 Kayseri Üniversitesi, Hemşirelik, alikaplan@kayseri.edu.tr, 0000-0001-8242-0110

Özet

Bu derleme çalışması, hemşirelikte klinik karar verme süreçlerinde sezginin rolünü bilimsel ve etik yönleriyle kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Sezgi; bireyin mesleki deneyimleriyle zaman içinde gelişen, hızlı, otomatik ve çoğu zaman bilinçdışı olarak gerçekleşen bir bilme biçimi olarak tanımlanmaktadır. Hemşirelik uygulamalarında, özellikle belirsizlik, bilgi eksikliği ve zaman baskısı gibi durumlarda, sezgi önemli bir karar destek mekanizması olarak ön plana çıkmaktadır. Literatürde sezginin, analitik düşünme ile birlikte kullanıldığında karar verme kalitesini artırabildiği, ancak tek başına kullanıldığında duygular, kişisel değerler, önyargılar ve örgütsel kültür gibi etkenlerle kararları olumsuz yönde etkileyebileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle, sezgisel karar verme süreci hem bilimsel kanıta dayalı hem de etik sorumluluk taşıyan bir yaklaşım çerçevesinde ele alınmalıdır. Ayrıca, sezgi ile karar verme becerisinin geliştirilmesinde mesleki mentorluk, klinik simülasyon uygulamaları, etik duyarlılık eğitimi ve reflektif düşünme tekniklerinin etkili olduğu vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, sezgi hemşirelikte yalnızca bireysel bir yetenek değil, yapılandırılabilir ve eğitilebilir bir bilişsel süreç olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, hemşirelik eğitimi ve klinik uygulamalar sezgisel düşünmeyi destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Klinik karar verme, hemşirelik, sezgi, bilimsel.

THE ROLE OF INTUITION IN CLINICAL DECISION-MAKING PROCESSES: SCIENTIFIC OR INTUITIVE?

Asst. Prof., Cevriye ÖZDEMİR1/ Assoc. Prof., Ali KAPLAN2
1Kayseri University, Nursing, cevriyeozdemir@kayseri.edu.tr, 0000-0002-9401-0044
2Kayseri University, Nursing, alikaplan@kayseri.edu.tr, 0000-0001-8242-0110

Abstract

This review study aims to comprehensively evaluate the role of intuition in clinical decision-making processes in nursing from both scientific and ethical perspectives. Intuition is defined as a form of knowing that develops over time through professional experience, occurring rapidly, often automatically, and mostly unconsciously. In nursing practice, especially under conditions of uncertainty, incomplete information, and time pressure, intuition emerges as an important decision-support mechanism. The literature indicates that when used alongside analytical thinking, intuition can enhance the quality of decision-making; however, when relied on alone, it may be influenced negatively by emotions, personal values, biases, and organizational culture. Therefore, the intuitive decision-making process should be approached within a framework that balances scientific evidence and ethical responsibility. Additionally, it is emphasized that clinical mentorship, simulation exercises, ethics sensitivity training, and reflective thinking techniques effectively improve intuitive decision-making skills. Consequently, intuition should be regarded not merely as an individual talent but as a cognitive process that can be structured and developed. Accordingly, nursing education and clinical practice should be redesigned to systematically support and cultivate intuitive thinking.

Keywords: Clinical decision-making, nursing, intuition, scientific.

GİRİŞ

Sağlık bakım hizmeti sunulan ortamlarda hemşireler, günlük uygulamalarında sıkça hızlı, etkili ve doğru kararlar almak zorundadır. Klinik karar verme süreci, hemşirenin hasta bakımında hangi müdahaleleri, ne zaman ve nasıl uygulayacağına ilişkin süreci kapsar ve hemşirelik bakımının kalitesini doğrudan etkiler (Standing, 2007). Bu kararlar genellikle karmaşık, belirsiz ve zaman baskısı altında verilmek zorunda olduğundan, yalnızca analitik düşünme becerileri değil, aynı zamanda sezgi gibi bilişsel olmayan süreçler de devreye girebilir.

Sezgi, bireyin geçmiş deneyimlerine, içsel bilgi birikimine ve durumsal farkındalığına dayanarak ani, hızlı ve çoğu zaman bilinçli düşünme süreci olmaksızın bir yargıya ulaşmasıdır (Tilden & Tilden, 1985). Özellikle uzman hemşirelerin, hasta durumunu çok kısa sürede değerlendirme ve uygun bakım kararları verme yetilerinde sezgisel bilgiyi kullandıkları sıklıkla rapor edilmiştir (Pretz & Folse, 2011).

Hemşirelik literatüründe sezginin klinik karar verme sürecinde nasıl ve ne ölçüde rol oynadığına dair farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar sezgiyi, deneyimle gelişen ve uzmanlığın bir göstergesi olarak değerlendirmekte; bazıları ise bu tür kararların sübjektif ve bilimsel temelden uzak olduğu gerekçesiyle eleştirmektedir (Jean Bulmer, 2007). Bununla birlikte, özellikle karmaşık klinik durumlarda hem analitik düşünme hem de sezgisel farkındalık gerektiren bütüncül bir yaklaşımın daha etkili olabileceği savunulmaktadır (Gobet & Chassy, 2008).

Bu derlemenin amacı, hemşirelikte klinik karar verme sürecinde sezginin rolünü literatür doğrultusunda ele almak; sezginin bilimsel dayanaklarını, sınırlılıklarını ve hemşirelik uygulamalarındaki yerini tartışmaktır.

Hemşirelikte Klinik Karar Verme Süreci ve Sezgi

Klinik karar verme süreci, hemşirelerin hasta bakımında doğru ve zamanında müdahaleleri belirlemelerini sağlayan kritik bir faktördür. Bu süreçte hem analitik düşünme hem de sezgisel farkındalık birbirini tamamlayan unsurlardır. Güncel literatür, hemşirelerin sezgiyi analitik veri ile entegre ederek kullandığını göstermektedir (Gorick et al., 2024; Holm & Severinsson, 2016; Melin-Johansson et al., 2017).

Christina Melin Johansson ve arkadaşlarının 2017 tarihli karma çalışmalı incelemesine göre, hemşireler karmaşık klinik durumlarda sezgiyi "bilinçli olmayan ama deneyime dayalı bir yönlendirme" olarak tanımlamakta; bu süreç kararını destekleyen bilişsel-dışı bir boyut olarak görülmektedir (Gorick et al., 2024). İncelemede sezgisel karar verme; günlük klinik faaliyetlerde uygulama kolaylığı, ilişkilerde empatik anlayış ve bakım sürecinde destekleyici ipuçları olarak üç ana kategoride ele alınmıştır.

Örneğin hemşire, hastanın vücut dili, yüz ifadesi ya da solunum ritmindeki hafif değişim gibi "bir şey yanlış" hissine dayalı erken uyarılar alabilir. Bu duygu, tanı konmadan önce hızlı hareket edilmesini sağlayarak hasta güvenliğini artırır (Holm & Severinsson, 2016; Melin-Johansson et al., 2017).

Deneyim seviyesi, sezgisel karar verme eğiliminin temel belirleyicisidir. Gorick ve arkadaşlarının çalışması, benzer klinik olgularla daha fazla deneyime sahip hemşirelerin sezgilerini daha güçlü biçimde kullandığını göstermektedir (Gorick et al., 2024). Ayrıca sistematik derlemeler, sezgiyi yalnızca mantıksal analizle sınırlı karar verme yerine bilgi ve deneyim temelli bir süreç olarak kabul etmektedir (Gobet & Chassy, 2008; Holm & Severinsson, 2016).

Dolayısıyla klinik karar verme sürecinde:

- Veri toplama ve analiz (analitik düşünme),
- Durumun bütüncül algılanması (sezgisel farkındalık),

- Deneyim ve bilgi birikimi (uzmanlık)

bir arada işlevseldir. Bu üç bileşenin dengeli kullanımı, bakım kalitesi ve hasta güvenliğini artırmada kritik öneme sahiptir.

Bilimsel ve Etik Tartışmalar

Klinik sezgi, hem bilimsel geçerliliği sorgulanan hem de etik boyutu güçlü şekilde tartışılan bir bilişsel süreçtir.

Bilimsel geçerlik ve güvenirlik

- Bilimsel açıdan kritik bir sorun, sezgisel kararların sistematik veri ve analitik temelden yoksun görülmesidir. Bazı araştırmacılar sezgiyi subjektif yanılgı riski taşıyan bir süreç olarak eleştirmektedir (Cappelletti et al., 2014; Corrao & Argano, 2022).
- Öte yandan, Schön'ün yansıma modelleri temelinde yapılan çalışmalar, sezgi ve örtük bilgiyi klinik uygulamada bilimsel süreçlerle entegre ederek karar verme kalitesini artırabileceğini göstermiştir (Schön et al., 2018).
- "Science and intuition" başlığı altında yayımlanan 2013 tarihli bir derleme, sezginin tanınmış bir bilişsel süreç olduğunu ve analitik karar verme ile birlikte kullanıldığında olumlu sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Ancak aynı zamanda "ölçülemeyen güvenilirlik" nedeniyle tek başına yeterli olmadığına dikkat çekmektedir (Pearson, 2013).
- Uzman hemşirelerin, deneyime dayalı desen tanıma yoluyla hızlı sezgisel kararlar alabildiği; ancak bu sürecin deneyim ile doğrudan ilişkilendirildiği çeşitli araştırmalarla desteklenmiştir (Miller & Hill, 2018).

Etik Yaklaşımlar ve İkilemler

- Acil servis hemşireleri üzerinde yapılan 182 örneklemli bir çalışmada, sezgiye dayalı karar verme ile etik karar verme becerisi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($r = .252$, $p = .001$). Bu, sezginin etik karar verme süreçlerinde destekleyici bir araç olabileceğini göstermektedir (Alba, 2018).
- Ancak, yoğun bakım hemşirelerinde yapılan çalışmalar, moral distress düzeyi yüksek olanların daha sezgisel karar verme eğiliminde olduklarını; bu durumun bazen profesyonel standartlardan sapmayla sonuçlanabileceğini göstermiştir (Alba, 2018; Holm & Severinsson, 2016; Wilson et al., 2023).
- Etik karar verme süreçlerinde hemşirelerin duygusal duyarlılığı, role model etkisi, sağlık sistemi politikaları ve kişisel değer yapısı gibi faktörler etik pozisyonlarını etkileyebilmektedir. Bu durum sezginin kullanımı sırasında yanlılık riski doğurabilir (Sale & Smith-Morris, 2023).

Deneyim ve yönetilebilirlik: bilimsel + sezgisel denge

- Hem bilimsel doğruluğu hem etik sorumluluğu koruma açısından, klinikte sezgiye dayalı karar verirken analitik düşünme ve örtük bilgi süreçlerinin birlikte kullanılması önerilmektedir. Sezgiye dayalı kararların yapılandırılabilir hale gelmesi için: refleksiyon, mentorluk, deneme-yanılma temelli eğitim yaklaşımları, etik duyarlılık atölyeleri önemlidir (Melin-Johansson et al., 2017; Van Seggelen–Damen & Westerveld, 2020).

Boyut	Kritik Nokta
Bilimsel geçerlik	Sezgi tek başına ölçülemeyen subjektif bir süreç olabilir
Olası faydalar	Özellikle deneyimli hemşirelerde hızlı ve uygun kararlarla ilişkili
Etik riskler	Moral distress, yanlı kararlar, rol-model etkileri
Dengeli yaklaşım	Analitik + sezgisel bilgi süreçlerinin birlikteliği güvenli karar sağlar

Uygulama ve Eğitim Boyutu

Sezgi, hemşirelik uygulamasında yalnızca deneyimli klinisyenlerin içgüdüsel bir yeteneği olarak değil, aynı zamanda geliştirilebilen ve yapılandırılabilen bir bilişsel süreç olarak değerlendirilmektedir (Melin-Johansson et al., 2017). Bu bağlamda, hemşirelik eğitiminde sezgisel karar verme becerisinin kazandırılması, öğrencilerin yalnızca teorik bilgiye değil aynı zamanda klinik farkındalık ve içsel rehberlik kapasitesine de sahip olmalarını sağlamaktadır.

Klinik eğitim sırasında sezgisel karar verme becerilerinin geliştirilmesi için özellikle üç temel strateji öne çıkmaktadır: yansıtma, mentorluk ve yapılandırılmış klinik deneyim. Refleksiyon, öğrencilerin sezgisel düşüncelerini tanımasını, analiz etmesini ve anlamlandırmasını sağlayarak örtük bilgiyi görünür hale getirir (Van Seggelen–Damen & Westerveld, 2020). Benzer şekilde, deneyimli hemşirelerin rehberliğinde yürütülen mentorluk süreçleri, öğrencilerin karmaşık durumları çok yönlü değerlendirmelerine ve sezgilerini yapılandırmalarına olanak tanır (Holm & Severinsson, 2016).

Hemşirelik eğitiminde sezgiye dayalı karar vermeyi destekleyen bir diğer yöntem de senaryo temelli simülasyon uygulamalarıdır. Bu uygulamalar, öğrencilerin belirsizlik altında karar vermelerini sağlayarak sezgisel muhakeme becerilerini pekiştirir (Gorick et al., 2024; Melin-Johansson et al., 2017). Ayrıca etik duyarlılık eğitimleri ve vaka tartışmaları da sezgisel farkındalığın etik boyutla birlikte ele alınmasını kolaylaştırır.

Klinik uygulama boyutunda ise, hemşirelerin sezgisel karar verme becerilerinin desteklenmesi için örgütsel düzeyde bazı stratejiler önerilmektedir. Bunlar arasında karar destek sistemlerinin kullanımının sezgi ile analitik verinin entegrasyonunu güçlendirmesi, hemşirelerin refleksiyon oturumlarına teşvik edilmesi ve uzman-çaylak eşleştirme modellerinin kullanılması yer alır (Gorick et al., 2024; Melin-Johansson et al., 2017; Miller & Hill, 2018).

2. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Klinik karar verme süreci, hemşirelik uygulamalarında hasta güvenliği ve bakım kalitesinin sağlanmasında temel bir bileşendir. Bu süreçte yalnızca analitik düşünme yeterli olmayıp, deneyimle şekillenen ve örtük bilgiye dayanan sezgi de önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle belirsizlik ve zaman baskısı altındaki durumlarda, sezgi hemşirelerin hızlı ve etkili kararlar vermelerine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, sezgisel kararların bilimsel geçerlilikten yoksun görülmesi ya da yanlılık riski taşıması gibi eleştiriler, sezginin karar verme süreçlerindeki yerine yönelik etik ve bilimsel tartışmaları da gündeme getirmektedir.

Literatür, sezgisel bilgi ile analitik düşünmenin birbirini dışlamayan, aksine tamamlayan süreçler olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, hemşirelerin karar verme becerilerinin güçlendirilmesi için sezgi, deneyim ve bilimsel kanıtın dengeli bir şekilde harmanlanması önerilmektedir. Ayrıca sezgi yalnızca doğuştan gelen bir yetenek değil; mentorluk, refleksiyon, simülasyon gibi yöntemlerle geliştirilebilen bir beceri olarak da ele alınmalıdır.

Hemşirelik eğitimi ve klinik uygulamalarda sezginin değerinin kabul edilmesi, mesleki sezgiyi destekleyen öğrenme ortamlarının teşvik edilmesi ve etik farkındalığın artırılması, hasta bakımında bütüncül ve güvenli kararların alınmasına katkı sağlayacaktır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda sezgisel kararların daha objektif biçimde değerlendirilebileceği modellerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Alba, B. (2018). Factors that impact on emergency nurses' ethical decision-making ability. Nursing Ethics, 25(7), 855-866.

Cappelletti, A., Engel, J. K., & Prentice, D. (2014). Systematic review of clinical judgment and reasoning in nursing. Journal of Nursing Education, 53(8), 453-458.

Corrao, S., & Argano, C. (2022). Rethinking clinical decision-making to improve clinical reasoning. Frontiers in Medicine, 9, 900543.

Gobet, F., & Chassy, P. (2008). Towards an alternative to Benner's theory of expert intuition in nursing: a discussion paper. International journal of nursing studies, 45(1), 129-139.

Gorick, H., Clarke, B., & Ikenna-Ezekiel, J. (2024). The role of intuition in nurse decision making. BJN Inform.

Holm, A. L., & Severinsson, I. E. (2016). A Systematic Review of Intuition–A way of knowing in clinical nursing?

Jean Bulmer, M. (2007). Clinical Care Classification (CCC) System Manual: A Guide to Nursing Documentation. The Journal of Continuing Education in Nursing, 38(2), 95.

Melin-Johansson, C., Palmqvist, R., & Rönnberg, L. (2017). Clinical intuition in the nursing process and decision-making—A mixed-studies review. Journal of clinical nursing, 26(23-24), 3936-3949.

Miller, E. M., & Hill, P. D. (2018). Intuition in clinical decision making: Differences among practicing nurses. Journal of Holistic Nursing, 36(4), 318-329.

Pearson, H. (2013). Science and intuition: do both have a place in clinical decision making? British Journal of Nursing, 22(4), 212-215.

Pretz, J. E., & Folse, V. N. (2011). Nursing experience and preference for intuition in decision making. Journal of clinical nursing, 20(19-20), 2878-2889.

Sale, A. C. G., & Smith-Morris, C. (2023). Moral distress under structural violence: clinician experience in Brazil caring for low-income families of children with severe disabilities. Cambridge quarterly of healthcare ethics, 32(2), 231-243.

Schön, U.-K., Grim, K., Wallin, L., Rosenberg, D., & Svedberg, P. (2018). Psychiatric service staff perceptions of implementing a shared decision-making tool: a process evaluation study. International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being, 13(1), 1421352.

Standing, M. (2007). Clinical decision-making skills on the developmental journey from student to Registered Nurse: a longitudinal inquiry. Journal of Advanced Nursing, 60(3), 257-269.

Tilden, V. P., & Tilden, S. (1985). Benner, P.(1984). From novice to expert, excellence and power in clinical nursing practice. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Publishing Company, 307 pp., $12.95 (soft cover). In: Wiley Online Library.

Van Seggelen–Damen, I., & Westerveld, J. (2020). The role of intuition in ethical reflection: exploratory research into ethics reflection groups. Reflective practice, 21(1), 1-13.

Wilson, S., Rixon, A., & Brown, C. (2023). Non-clinical intuitions and adaptive heuristics in emergency care: A scoping review. International Emergency Nursing, 71, 101371.

HEMŞİRELERİN KLİNİK UYGULAMA SÜRECİNDE HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK TUTUMLARINDA PROFESYONEL OTONOMİNİN ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi, Cevriye ÖZDEMİR1/ Doç. Dr. Ali KAPLAN2
1Kayseri Üniversitesi, Hemşirelik, cevriyeozdemir@kayseri.edu.tr, 0000-0002-9401-0044
2 Kayseri Üniversitesi, Hemşirelik, alikaplan@kayseri.edu.tr, 0000-0001-8242-0110

Özet

Bu çalışma, klinik uygulama sürecinde görev yapan hemşirelerin hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları ile profesyonel otonomi düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Tanımlayıcı ve ilişkisel tarama modelinde yürütülen araştırma, Kayseri ilinde çeşitli sağlık kurumlarında görev yapan 128 hemşire ile çevrim içi anket yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler, "Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği" ve "Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği" aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen bulgular, hemşirelerin bireysel (yaş, cinsiyet, eğitim durumu) ve mesleki (deneyim süresi, hasta yükü gibi) özelliklerinin hem öğrencilerle ilgili tutumlarını hem de profesyonel otonomi düzeylerini anlamlı biçimde etkilediğini göstermiştir ($p<0.001$). Ayrıca, bu iki değişken arasında güçlü ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r=0.857$, $p<0.001$). Özellikle genç, erkek, lisansüstü eğitim almış, deneyimi az ve hasta yükü fazla olan hemşirelerin otonomi puanları ile öğrencilere yönelik tutum puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, profesyonel otonominin hemşirelerin eğitimsel rollerini benimsemelerini kolaylaştırdığı ve öğrencilerle daha olumlu ilişkiler kurmalarına katkı sağladığı görülmektedir. Bu doğrultuda, hemşirelerin mesleki özerkliklerini artırmaya yönelik politikalar ve eğitim programları geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik öğrencisi, klinik uygulama, profesyonel otonomi, tutum, hemşirelik eğitimi.

THE ROLE OF PROFESSIONAL AUTONOMY IN NURSES' ATTITUDES TOWARD NURSING STUDENTS DURING THE CLINICAL PRACTICE PROCESS

Asst. Prof., Cevriye ÖZDEMİR1/ Assoc. Prof., Ali KAPLAN2
1Kayseri University, Nursing, cevriyeozdemir@kayseri.edu.tr, 0000-0002-9401-0044
2Kayseri University, Nursing, alikaplan@kayseri.edu.tr, 0000-0001-8242-0110

Abstract

This study aims to examine the relationship between nurses' attitudes toward nursing students during the clinical practice process and their levels of professional autonomy. Conducted using a descriptive and correlational research design, the study was carried out with 128 nurses working in various healthcare institutions in Kayseri, Turkey, through an online survey. Data were collected using the "Attitude Scale of Nurses Toward Nursing Students in Clinical Practice" and the "Attitude Scale Toward Professional Autonomy for Nurses." The findings revealed that nurses' individual (such as age, gender, educational background) and professional (such as years of experience and patient load) characteristics significantly influenced both their attitudes toward students and their level of professional autonomy ($p<0.001$). Furthermore, a strong and positive correlation was found between the two variables ($r=0.857$, $p<0.001$). Specifically, nurses who were younger, male, had postgraduate education, less clinical experience, and a higher patient workload reported higher levels of autonomy and more positive attitudes toward students. The results indicate that professional autonomy facilitates nurses' willingness to adopt educational roles and contributes to more positive relationships with students. Accordingly, it is recommended that policies and training programs be developed to strengthen nurses' professional autonomy and enhance the quality of clinical education.

Keywords: Nursing student, clinical practice, professional autonomy, attitude, nursing education.

GİRİŞ

Hemşirelik öğrencilerinin klinik uygulama ortamındaki deneyimleri, mesleki kimlik gelişimi ve öğrenme motivasyonu açısından kritik öneme sahiptir. Klinik uygulama sırasında personel özellikle hemşirelerin öğrencilere yönelik tutumları, öğrenme ortamının kalitesini doğrudan etkilemekte ve öğrencilerin mesleki gelişim süreçleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Destekleyici, işbirlikçi ve rehberlik odaklı tutumlar, öğrencilerin özgüvenini, öğrenme motivasyonunu ve mesleki aidiyet duygusunu artırırken; baskıcı, dışlayıcı veya ilgisiz tutumların, öğrencilerin mesleki doyumunu, pratik becerilerinin gelişimini ve mesleğe bakış açılarını olumsuz etkileyebileceği araştırmalarla gösterilmiştir (Erden, 2024; Koldestam et al., 2024). Ayrıca, Türkiye'de yapılan nicel çalışmalar, hemşirelik öğrencilerinin sağlık profesyonellerinden aldıkları destek ve iletişim kalitesinin, klinik öğrenme deneyimlerine olan tutumlarını olumlu yönde etkilediğini saptamıştır (Aydın et al., 2017; Kaplan et al., 2025). Örneğin, klinik ortamlarda hemşirelerle iyi iletişim kuran öğrencilerin olumlu tutuma sahip olma olasılığı daha yüksektir (Kınas et al., 2025).

Hemşirelerin tutumlarını etkileyen faktörlerden biri de profesyonel otonomi düzeyidir. Profesyonel otonomi; hemşirenin klinik kararlarında bağımsız hareket edebilme, mesleki yargısını kullanabilme ve uygulamalarını yönlendirme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Türk et al., 2021). Ayrıca, otonomi hem bireysel hem de mesleğin toplumsal statüsünü etkileyen önemli bir bileşen olarak görülmektedir (Erbil & Pamuk, 2023; Shohani & Zamanzadeh, 2017; Türk et al., 2021). Türkiye'de hemşirelerin profesyonel otonomileri incelendiğinde, yalnızca küçük bir oranın hemşirelerin gerçekten otonomiye sahip olduğunu düşündüğü ve otonominin kısıtlayıcı faktörler arasında, hekim bağımlılığı ve hasta sayısının yoğunluğu gibi unsurların öne çıktığı bildirilmiştir (Baykara & Şahinoğlu, 2014). Uluslararası literatürde, hemşirelerin profesyonel otonomileri üzerinde eğitimin, mesleki deneyimin ve kurumsal kültürün etkili olduğu vurgulanmıştır (Pursio et al., 2021). Özellikle kritik bakım alanlarında yapılan çalışmalarda, hemşirelerin hasta bakım kararlarında genel olarak orta düzeyde otonomiye sahip oldukları; oysa birim operasyonu ve idari kararlarda daha kısıtlı bir yetki alanına sahip oldukları tespit edilmiştir (Alruwaili & Abuadas, 2023). Ayrıca, eğitim düzeyi yüksek ve mesleki deneyimi fazla hemşirelerde otonomi düzeyinin daha yüksek olduğu da gösterilmiştir.

Bu bağlamda, hemşirelerin profesyonel otonomi düzeylerinin, hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları üzerinde nasıl bir etkisi olduğunun incelenmesi hem akademik hem de uygulamalı açıdan önem arz etmektedir. Profesyonel otonomi düzeyi yüksek olan hemşirelerin, klinik uygulamalarda daha bağımsız kararlar alabildikleri, bakım planlarını bireysel sorumlulukla yönetebildikleri ve uygulamalarının sonuçlarına sahip çıkabildikleri bilinmektedir. Bu yetkinlik, aynı zamanda eğitimsel rolleri üstlenme, öğrencilere rehberlik etme ve klinik karar verme süreçlerine öğrencileri etkin biçimde dâhil etme eğilimlerini de artırabilir (Pursio et al., 2021; Türk et al., 2021).

Otonomi düzeyi düşük olan hemşireler ise genellikle görev tanımları dışına çıkmaktan kaçınmakta, eğitici rol üstlenmekte isteksiz davranmakta ve klinik sorumlulukları paylaşma konusunda çekimser kalabilmektedir. Bu durum, öğrencilere yönelik dışlayıcı, ilgisiz ya da yönlendirici olmayan tutumların gelişmesine neden olabilmektedir (Poronsky, 2012; Pursio et al., 2021). Dolayısıyla, profesyonel otonominin yalnızca bireysel bir mesleki özellik değil, aynı zamanda eğitici bir yaklaşımın da belirleyicisi olduğu söylenebilir. Bu perspektifle bakıldığında, klinik uygulama sürecinde görev yapan hemşirelerin öğrencilere yönelik tutumlarının belirlenmesi, bu tutumların profesyonel otonomi ile olan ilişkilerinin ortaya konulması, hem hemşirelik eğitiminin kalitesini artırmak hem de klinik öğrenme ortamlarının niteliğini geliştirmek açısından önemli katkılar sunacaktır. Aynı zamanda bu bulgular, hemşirelik eğitim kurumlarına ve klinik uygulama alanlarındaki yöneticilere, profesyonel gelişimi destekleyici stratejiler geliştirme konusunda yol gösterici olabilir. Bu çalışmanın amacı, hemşirelerin klinik uygulama sırasında hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumlarını belirlemek ve bu tutumlarda profesyonel otonominin rolünü tanımlayıcı bir şekilde ortaya koymaktır.

Araştırma Soruları

1. Hemşirelerin klinik uygulama sürecinde hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları nasıldır?
2. Hemşirelerin profesyonel otonomi düzeyleri nedir?
3. Hemşirelerin demografik ve mesleki özellikleri profesyonel otonomi düzeylerini etkiler mi?
4. Hemşirelerin profesyonel otonomi düzeyleri ile hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Tasarımı

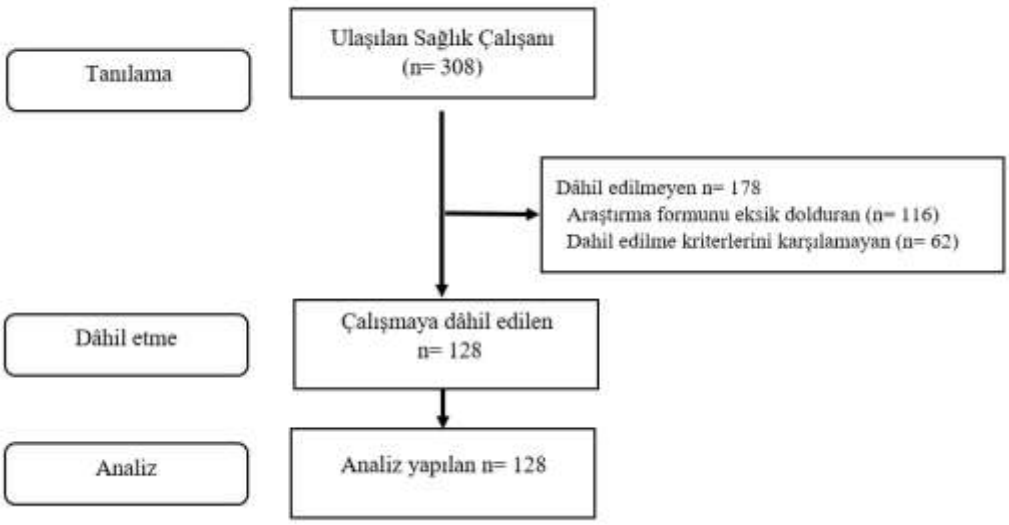
Bu araştırma, hemşirelerin profesyonel otonomi düzeyleri ile hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlayan tanımlayıcı ve ilişkisel bir çalışmadır.

2.2. Araştırma Yeri ve Zamanı

Araştırma, Türkiye'nin Kayseri ilinde görev yapan hemşireler ile çevrim içi ortamda gerçekleştirilmiştir. Veri toplama süreci Mayıs 2025 ile Temmuz 2025 tarihleri arasında yürütülmüştür.

2.3. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, Kayseri ilindeki çeşitli sağlık kurumlarında görev yapan klinik hemşireler oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem seçimi yapılmaksızın evrenin tamamına ulaşılması amaçlanmıştır. Veri toplama süreci sonunda G*Power programı kullanılarak post-hoc güç analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde, "Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği" puan ortalaması esas alınmış ve etki büyüklüğü 1.97 olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, n=128 ve alfa=0.05 düzeyinde yapılan hesaplamada çalışmanın istatistiksel gücü %99 olarak bulunmuştur. Örneklem büyüklüğünün çalışma için yeterli olduğu belirlendikten sonra veri toplama süreci sonlandırılmıştır. Altı aydan kısa süredir görev yapan hemşireler ile veri toplama formunu eksik dolduran katılımcılar çalışma dışında bırakılmıştır. Araştırma sürecine ilişkin akış diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma akış diyagramı

2.4. Veri Toplama Araçları

Veriler, üç bölümden oluşan çevrim içi anket formu aracılığıyla toplanmıştır.

Tanımlayıcı Özelikler Bilgi Formu: Hemşirelerin demografik ve mesleki özelliklerini (yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, mesleki deneyim süresi, çalışılan birim vb.) belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği: Bu ölçek, Kaplan ve çalışma arkadaşları tarafından 2025 yılında geliştirilmiştir (Kaplan et al., 2025). Toplam 22 maddeden ve beş alt boyuttan oluşan ölçek, beşli Likert tipi ile yapılandırılmıştır ve her madde 1 ile 5 arasında puanlanmaktadır. Ölçekte ters maddeye yer verilmemiştir. Alt boyutlara göre puan aralıkları şu şekildedir: Birinci faktörde en düşük puan 4, en yüksek puan 20; ikinci faktörde 5 ile 25; üçüncü faktörde 4 ile 20; dördüncü faktörde 5 ile 25; beşinci faktörde ise 4 ile 20 arasında değişmektedir. Ölçek genelinde alınabilecek toplam puanlar 22 ile 110 arasında değişmekte olup, yüksek puanlar hemşirelerin klinik uygulamalarda hemşirelik öğrencilerine yönelik daha olumlu tutumlar sergilediğini ifade etmektedir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısı Cronbach alfa 0.90 olarak bulunmuşken, bu araştırmada söz konusu değer 0.99 olarak hesaplanmıştır.

Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği: Bu ölçek, 2016 yılında Asakura ve arkadaşları tarafından Japonya'da geliştirilmiştir (Asakura et al., 2016). Türkçeye uyarlama çalışması ve geçerlik-güvenirlik analizleri ise Şimşek ve Ceylan tarafından 2022 yılında gerçekleştirilmiştir (Şimşek & Ceylan, 2021). Ölçek, toplam 18 maddeden oluşmakta olup "iş ile ilgili bağımsızlık", "otonom klinik kararlar" ve "çalışma koşulları üzerinde kontrol" olmak üzere üç alt boyut içermektedir. Her bir madde, "Kesinlikle katılmıyorum"dan "Kesinlikle katılıyorum"a kadar derecelendirilen beşli Likert tipi puanlama sistemiyle değerlendirilmektedir. Ölçekten elde edilen yüksek puanlar, hemşirelerin profesyonel otonomiye ilişkin daha özgürlükçü bir tutuma sahip olduğunu; düşük puanlar ise daha sınırlayıcı bir yaklaşımı benimsediklerini göstermektedir. Ölçekten alınabilecek toplam puan 18 ile 90 arasında değişmektedir. Şimşek ve Ceylan'ın çalışmasında ölçeğin iç tutarlılık katsayısı Cronbach alfa 0.81 olarak bulunmuşken, bu araştırmada söz konusu değer 0.99 olarak hesaplanmıştır.

2.5. Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci çevrim içi olarak yürütülmüştür. Katılımcılardan gönüllü ve bilgilendirilmiş onam alınarak çalışmaya dâhil edilmişlerdir. Veri toplama formu Google Form ve WhatsApp üzerinden oluşturulup hemşirelere iletilmiştir. Google Form'da "Aydınlatılmış Gönüllü Olur Formu" onay kutucuğunun işaretlenmesi zorunlu kılınmıştır. Hemşirelerin sadece bir kez yanıt verebilmeleri için her IP adresi başına bir cevap sınırlılığı getirilmiştir.

2.6. Verilerin Analizi

Toplanan veriler, SPSS 24.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma) ile katılımcıların sosyo-demografik özellikleri ve ölçek puanlarının dağılımı belirlenmiştir. Verilerin normalliği Skewness ve kurtosis değerleri (+1 - -1) ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Bağımsız Örneklem t testi, Mann Whitney-U testi kullanıldı. Üç ve daha fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında ise Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Ayrıca, Pearson korelasyon analizi ile hemşirelerin profesyonel otonomi düzeyleri ile öğrencilere yönelik tutum puanları arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak kabul edilmiştir.

2.7. Etik Yönü

Bu araştırmanın yürütülmesi için gerekli etik izin, Kayseri Üniversitesi Etik Kurulundan (Onay No: 2025/63) alınmıştır. Araştırma, Helsinki Bildirgesi'nin etik ilkelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara araştırmanın amacı ve içeriği hakkında bilgi verilmiş, katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı ve istedikleri zaman çalışmadan çekilebilecekleri belirtilmiştir. Anketler çevrim içi ortamda anonim olarak doldurulmuş ve kişisel bilgiler gizlilik prensiplerine uygun şekilde korunmuştur.

3. BULGULAR

Hemşirelerin tanımlayıcı özellikleri ve ölçek toplam puan karşılaştırmaları Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada yer alan hemşirelerin %52,3'ü 35 yaş ve altı, %79.7'si kadın, %59,4'ü evli, %74,2'si lisans mezunu, %57,8'i 10 yıl ve altı mesleki çalışma süresine sahip, %81,3'ü vardiyalı çalışmakta, %71,1'i hastada 48 saat ve altı çalışmakta ve %41,4'ü 11 ve üstü hastaya bakmakla sorumludur. Ayrıca, Araştırma bulgularına göre, hemşirelerin yaş, cinsiyet, eğitim durumu, mesleki deneyimi, çalışma şekli, haftalık çalışma süresi ve ortalama bakılan hasta sayısı gibi çeşitli demografik ve mesleki özelliklerinin, hem hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları hem de profesyonel otonomi düzeyleri üzerinde anlamlı farklılıklar yarattığı belirlenmiştir ($p<0.001$). Yaşı 35 ve altı olan hemşirelerin hem öğrencilere yönelik tutumları (89,40±13,80) hem de profesyonel otonomi düzeyleri (78,04±6,84), 35 yaş üstü hemşirelere göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Erkek hemşireler kadınlara kıyasla daha yüksek tutum (87,53±13,65) ve otonomi puanlarına (78,23±7,16) sahiptir. Eğitim düzeyi arttıkça da tutum ve otonomi düzeylerinde artış gözlenmiş; lisansüstü eğitime sahip hemşirelerin puanları lisans mezunlarına göre anlamlı şekilde daha yüksektir. Mesleki çalışma süresi 10 yıl ve altında olan hemşirelerin hemşirelik öğrencilerine yönelik tutum (88,01±14,76) ve otonomi düzeyleri (77,67±6,72), daha uzun süredir çalışanlara göre daha yüksektir. Vardiyalı çalışan hemşirelerin sürekli gündüz çalışanlara kıyasla daha yüksek tutum (78,95±21,11) ve otonomi (68,98±16,92) puanlarına sahip olduğu saptanmıştır. Haftalık çalışma süresi 48 saatin üzerinde olan hemşirelerin hem öğrencilere yönelik tutumları (90,86±12,15) hem de otonomi düzeyleri (76,18±10,17), 48 saat ve altı çalışanlara göre anlamlı olarak daha yüksektir. Ayrıca, ortalama bakılan hasta sayısı arttıkça hem tutum hem de otonomi puanlarının da anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir; ≥11 hasta bakan hemşirelerin puanları (87,49±13,18 ve 74,22±11,59), 6-10 ve ≤5 hasta bakanlara göre daha yüksektir. Ancak medeni durum değişkeni, her iki ölçekte de anlamlı bir fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Bu sonuçlar, hemşirelerin bireysel ve mesleki özelliklerinin öğrencilere yaklaşım ve mesleki özerklik algısı üzerinde önemli rol oynadığını göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Hemşirelerin tanımlayıcı özellikleri ile ölçekler arasındaki ilişki

		Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği		**Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği**	
	n(%)	**Ort±SD**	**Test**	**Ort±SD**	**Test**
Yaş					
≤35	67(52,3)	89,40±13,80	U=11,114	78,04±6,84	U=11,632
>35	61(47,7)	56,78±19,18	**p<0.001**	50,67±17,88	**p<0.001**
Cinsiyet					
Kadın	102(79,7)	70,37±23,93	t=-3,508	61,62±19,70	t=-4,216
Erkek	26(20,3)	87,53±13,65	**p=0.001**	78,23±7,16	**p<0.001**
Medeni durum					
Bekar	52(40,6)	72,98±25,35	t=-0,353	65,05±19,68	t=0,028
Evli	76(59,4)	74,46±21,83	p=0,725	64,96±18,77	p=0,978
Eğitim durumu					
Lisans	95(74,2)	69,04±2,57	t=-4,235	60,20±19,60	t=-5,326
Lisansüstü	33(25,8)	87,72±15,62	**p<0.001**	78,81±7,05	**p<0.001**
Mesleki çalışma süresi(yıl)					
≤10	74(57,8)	88,01±14,76	U=132,26	77,67±6,72	U=197,05
>11	54(42,2)	54,46±18,20	**p<0.001**	47,62±16,66	**p<0.001**
Çalışma şekli					

Sürekli gündüz	24(18,8)	51,79±19,02	t=-5,781	47,75±18,56	t=-5,441
Vardiyalı	104(81,3)	78,95±21,11	**p<0.001**	68,98±16,92	**p<0.001**
Haftalık çalışma süresi(saat)					
≤48	91(71,1)	66,94±23,15	t=-5,950	60,45±19,98	t=-4,548
>48	37(28,9)	90,86±12,15	**p<0.001**	76,18±10,17	**p<0.001**
Ortalama bakılan hasta sayısı					
≤5	27(21,1)	47,03±13,70	F=46,501	45,37±15,25	F=29,987
6-10	48(37,5)	73,89±23,25	**p<0.001**	65,85±19,68	**p<0.001**
≥11	53(41,4)	87,49±13,18		74,22±11,59	

t: Independent Sample t-Test, U: Mann-Whitney U test, F: One-Way ANOVA

Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği ve Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği toplam puan ortalamaları ve Cronbach Alpha değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği puan ortalaması 73,85±23,24 ve Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği puan ortalaması 65,00±19,07 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Ölçeklerin ortalama puanları ve alfa değerleri

Scale	Madde sayısı	Ort±SD	Alfa
Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği	22	73,85±23,24	.99
Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği	18	65,00±19,07	.99

Hemşirelerin ölçeklerden almış olduğu puanlar arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Ölçekler arası korelasyon analizi

	(1)	(2)
Hemşirelerin Klinik Uygulama Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Tutum Ölçeği (1)	1	
Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği (2)	0,857**	1

(**) p<0.001

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hemşirelerin bireysel ve mesleki özelliklerinin, hem hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumları hem de profesyonel otonomi düzeyleri üzerinde anlamlı etkiler yarattığı görülmüş, ayrıca bu iki değişken arasında yüksek düzeyde anlamlı ve pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (r=0.857, p<0.001). Bu sonuç, hemşirelerin profesyonel otonomi düzeylerinin öğrencilerle kurdukları etkileşimde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle yaşı 35 ve altı olan, erkek cinsiyette, lisansüstü eğitim almış, ≤10 yıl deneyimli, vardiyalı çalışan, haftalık 48 saatin üzerinde çalışan ve ortalama ≥11 hasta bakan hemşirelerin hem profesyonel otonomi düzeyleri hem de hemşirelik öğrencilerine yönelik tutum puanları anlamlı biçimde daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, hemşirelerin mesleki otonomilerinin ve iş yüküyle baş etme becerilerinin, klinik öğretim süreçlerinde daha olumlu tutumlar sergilemelerine katkı sağladığını düşündürmektedir.

Literatürde profesyonel otonomi, hemşirelerin bağımsız karar verme, sorumluluk alma ve mesleki kimliğini gerçekleştirme düzeyi olarak tanımlanmakta ve bireyin mesleki doyumu, hasta bakım kalitesi ve ekip içi

etkileşimi gibi pek çok alanda belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (Mrayyan et al., 2024; Pursio et al., 2021). Çalışmamızda elde edilen güçlü korelasyon, bu kapsamda değerlendirildiğinde anlamlıdır; profesyonel özerkliği yüksek olan hemşirelerin, öğrencilere karşı daha rehberlik edici, destekleyici ve kapsayıcı tutumlar geliştirdikleri görülmektedir. Bu bulgu, profesyonel kimliği gelişmiş bireylerin meslektaş yetiştirme sorumluluğunu daha bilinçli ve pozitif bir şekilde üstlendiğini göstermektedir (Alruwaili & Abuadas, 2023; Alshammari & Alenezi, 2023).

Ayrıca, eğitim düzeyinin yükselmesiyle birlikte hemşirelerin tutum ve otonomi puanlarının arttığı görülmüştür. Bu durum, bilgi temelli uygulamaların, klinik karar alma becerilerinin ve eleştirel düşünmenin gelişmesiyle birlikte hem mesleki bağımsızlık hem de öğretici rolünün güçlendiğini göstermektedir (Erikmen & Vatan, 2019). Öte yandan mesleki deneyimin artmasıyla birlikte tutum ve otonomi puanlarında düşüş gözlenmesi, klinikte yaşanan iş yükü, tükenmişlik ve motivasyon kaybı gibi etkenlerle açıklanabilir (Al Sabei et al., 2020). Genç hemşirelerin ise öğrencilere daha yakın yaşta olmaları, güncel eğitim modellerine aşina olmaları ve yeniliklere daha açık olmaları nedeniyle daha olumlu tutumlar geliştirmeleri mümkündür.

Cinsiyete göre fark ise erkek hemşirelerin otonomi ve tutum puanlarının daha yüksek olması şeklinde ortaya çıkmıştır. Bu durum, cinsiyet rollerinin iş ortamındaki etkilerini yansıtmakta olup, bazı kültürel yapılarda erkek hemşirelerin daha çok liderlik ve karar verme konumlarında yer almalarıyla ilişkilendirilebilir (Baduge et al., 2024). Vardiyalı çalışan ve daha fazla hastaya bakan hemşirelerin otonomi ve tutum puanlarının daha yüksek olması, bu bireylerin hemşirelik rolünü daha aktif biçimde deneyimlediğini ve karar alma süreçlerinde daha fazla sorumluluk üstlendiğini düşündürmektedir. Nitekim bazı araştırmalar, yoğun klinik deneyimin profesyonel özerkliği geliştirdiğini ve hemşirelerin klinik öğretimde daha etkili roller üstlenmesine katkı sağladığını bildirmektedir (Al Sabei et al., 2020; Pursio et al., 2021).

Sonuç olarak, bu çalışma hemşirelerin profesyonel otonomi düzeylerinin, hemşirelik öğrencilerine yönelik tutumlarını etkilediğini ortaya koymuştur. Profesyonel otonominin gelişmesi, yalnızca bireysel mesleki güçlenmeyi değil, aynı zamanda meslektaş yetiştirme sürecinde olumlu tutumların benimsenmesini de sağlamaktadır. Bu bulgular doğrultusunda hemşirelerin profesyonel gelişimlerinin desteklenmesi, klinik rehberlik rollerinin güçlendirilmesi ve yapılandırılmış mentörlük sistemlerinin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Al Sabei, S. D., Labrague, L. J., Miner Ross, A., Karkada, S., Albashayreh, A., Al Masroori, F., & Al Hashmi, N. (2020). Nursing work environment, turnover intention, job burnout, and quality of care: The moderating role of job satisfaction. Journal of nursing scholarship, 52(1), 95-104.

Alruwaili, M. M., & Abuadas, F. H. (2023). Professional autonomy among nurses in Saudi Arabian critical care units. BMC nursing, 22(1), 224.

Alshammari, M. H., & Alenezi, A. (2023). Nursing workforce competencies and job satisfaction: the role of technology integration, self-efficacy, social support, and prior experience. BMC nursing, 22(1), 308.

Asakura, K., Satoh, M., & Watanabe, I. (2016). The development of the attitude toward professional autonomy scale for nurses in Japan. Psychological reports, 119(3), 761-782.

Aydın, Y. D., Orak, N. Ş., Gürkan, A., Aslan, G., & Demir, F. (2017). Hemşirelik öğrencilerinin klinik eğitimleri sırasında hemşirelerden aldığı desteğin değerlendirilmesi. JAREN, 3(3), 109-115.

Baduge, M. S. D. S. P., Garth, B., Boyd, L., Ward, K., Joseph, K., Proimos, J., & Teede, H. J. (2024). Barriers to advancing women nurses in healthcare leadership: a systematic review and meta-synthesis. EClinicalMedicine, 67.

Baykara, Z. G., & Şahinoğlu, S. (2014). An evaluation of nurses' professional autonomy in Turkey. Nursing Ethics, 21(4), 447-460.

Erbil, N., & Pamuk, T. (2023). Relationship between professional attitude and compassion among nurses. Journal of clinical nursing, 32(15-16), 4795-4805.

Erden, D. (2024). Do nursing students' attitudes to clinical practice training affect the levels of vocational motivation? Work, 79(1), 381-391.

Erikmen, E., & Vatan, F. (2019). Hemşirelerin bireysel ve mesleki otonomilerinin incelenmesi. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 2(6), 141-152.

Kaplan, A., Kaplan, Ö., Özdemir, C., Emir, B., & Baykan, N. (2025). Developing an instrument to measure nurses' attitudes towards nursing students during clinical practice: A quantitative study. Nurse Education Today, 145, 106488.

Kınas, S. B., Bilgiç, Ş., & Gürdoğan, E. P. (2025). The Relationship Between Nursing Students' Communication Skills and Their Attitudes Toward Clinical Practice: A Descriptive and Correlational Study. Mediterranean Nursing and Midwifery.

Koldestam, M., Rolander, B., Broström, A., Lindqvist, G., & Knutsson, S. (2024). Undergraduate nursing student's attitudes to learning during clinical practice in different semesters when using a conceptual learning model grounded in a caritative caring perspective–A cross-sectional study. Scandinavian Journal of Caring Sciences, 38(2), 294-305.

Mrayyan, M. T., Abu Khait, A., Rababa, M., Algunmeeyn, A., Al-Rawashdeh, S., AL-Atiyyat, N., Rababa, M., Abu Saraya, A., & Al-Rjoub, S. (2024). Professional Autonomy in nursing: A concept analysis. Sage Open, 14(4), 21582440241302129.

Poronsky, C. B. (2012). A literature review of mentoring for RN-to-FNP transition. Journal of Nursing Education, 51(11), 623-631.

Pursio, K., Kankkunen, P., Sanner-Stiehr, E., & Kvist, T. (2021). Professional autonomy in nursing: An integrative review. Journal of nursing management, 29(6), 1565-1577.

Shohani, M., & Zamanzadeh, V. (2017). Nurses' attitude towards professionalization and factors influencing it. Journal of caring sciences, 6(4), 345.

Şimşek, S., & Ceylan, B. (2021). Hemşireler İçin Profesyonel Otonomiye Yönelik Tutum Ölçeği Türkçe Geçerlilik Ve Güvenirliği. Acibadem Saglik Bilimleri Dergisi, 12(2).

Türk, G., Karagözoğlu, Ş., Adana, F., & Ülkü, H. H. (2021). Autonomy levels and professional attitudes of nurse educators. Florence Nightingale Journal of Nursing, 29(1), 22.

EKOFEMİNİST PERSPEKTİFTEN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SPOR

Dr. Öğr. Üyesi, Sabiha Gizem ENGİN[1] / Arş. Gör. Dr., Kadir ÇALIŞKAN[2]
[1] Yozgat Bozok Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, s.gizemengin@gmail.com, 0000-0003-0898-8474
[2] Bitlis Eren Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, kcaliskan@beu.edu.tr, 0000-0001-7794-5991

Özet

Ekofeminizm, doğa ve kadın üzerindeki baskı ve sömürünün birbirine bağlı olduğunu savunan, feminizm ile çevre hareketini birleştiren disiplinlerarası bir yaklaşımdır. Bu perspektif, patriarkal sistemlerin hem doğayı hem de kadınları aynı temel üzerinde tahakküm altına aldığını vurgular. Ekofeminizmin teorik temeli, kadınların doğayla kurduğu derin bağa dayanırken, günümüzde toplumsal cinsiyet eşitliği ve çevresel adalet mücadelelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle spor alanında kadınların ekofeminist bilinçle çevre dostu davranışları benimsemesi ve yaygınlaştırması, sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamaktadır. Spor, geniş kitlelere ulaşabilen etkili bir platform olarak çevresel farkındalığın artırılmasında önemli bir araçtır. Araştırmalar göstermektedir ki, kadın sporcular çevreye karşı daha duyarlı ve sorumlu tutumlar sergilemekte, bu da ekofeminist teorinin pratiğe yansıması olarak değerlendirilebilir. Kadınların spor kulüplerindeki liderlik rolleri, çevre dostu uygulamaların yaygınlaşmasını ve sürdürülebilirlik politikalarının benimsenmesini hızlandırmaktadır. Bu bağlamda ekofeminizm, spor ekosisteminde toplumsal cinsiyet perspektifini çevresel sürdürülebilirlik ile bütünleştiren yenilikçi bir yaklaşımdır. Türkiye'de kadınların doğayı koruma mücadeleleri, özellikle yerel alanlarda ekofeminizmin canlı örnekleri olarak öne çıkmaktadır. Kadınların hem saha içinde hem de toplumsal alanda çevresel anlamda öncülük ederek toplumsal dönüşüme katkısı, sporun sosyal ve kültürel etkileriyle birleştiğinde, sürdürülebilir bir gelecek için güçlü bir dinamik oluşturur. Bu çalışma, ekofeminist perspektifin spor alanındaki yansımalarını inceleyerek, kadın sporcuların çevresel liderlik potansiyelini ve sürdürülebilirlikteki rollerini vurgulamaktadır. Sporun sosyal boyutları ile ekolojik krizlere karşı mücadeleyi birleştiren bu kesişimsel analiz, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada yeni stratejilerin geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ekofeminizm, Spor, Sürdürülebilirlik, Toplumsal cinsiyet.

ECOFEMINIST PERSPECTIVE ON SUSTAINABILITY AND SPORT

Asst. Prof. Sabiha Gizem Engin[1] / Research Assistant Dr. Kadir Çalışkan[2]
[1]Yozgat Bozok University, Faculty of Sports Sciences, s.gizemengin@gmail.com, 0000-0003-0898-8474
[2]Bitlis Eren University, Faculty of Sports Sciences, kcaliskan@beu.edu.tr, 0000-0001-7794-5991

Abstract

Ecofeminism is an interdisciplinary approach that argues the oppression and exploitation of nature and women are interconnected, merging feminism with environmental movements. This perspective emphasizes that patriarchal systems exert domination over both nature and women on a common foundation. The theoretical basis of ecofeminism rests on the profound connection women have with nature, while today it plays a significant role in struggles for gender equality and environmental justice. Particularly in the field of sport, the adoption and promotion of ecofeminist consciousness by women contributes to sustainability goals. Sport is an effective platform with a wide-reaching audience for raising environmental awareness. Research indicates that female athletes exhibit more sensitive and responsible attitudes towards the environment, which can be regarded as a practical reflection of ecofeminist theory. Women leadership roles in sports clubs accelerate the spread of eco-friendly practices and the adoption of sustainability policies. In this context, ecofeminism represents an innovative approach that integrates a gender perspective into environmental sustainability within the sports ecosystem. In Turkey, women's struggles to protect nature, especially in local contexts, stand out as vivid examples of ecofeminism. The environmental leadership of women both on the field and in society, when combined with the social and cultural impacts of sport, creates a powerful dynamic for a sustainable future. This study examines the reflections of the ecofeminist perspective in the field of sport, highlighting female athletes' potential for environmental leadership and their roles in sustainability. This intersectional analysis, which merges the social dimensions of sport with the fight against ecological crises, will enable the development of new strategies to achieve sustainable development goals.

Keywords: Ecofeminism, Sport, Sustainability, Gender.

1. FEMİNİZMDEN EKOFEMİNİZME TARİHSEL SÜREÇ

Feminizm, kadınların toplumsal, siyasal, hukuki ve ekonomik alanlardaki eşitsizliklere karşı 18. yüzyılın sonlarından itibaren başlattığı mücadeleyle şekillenen köklü bir ideoloji ve toplumsal harekettir (Taş, 2016). Aydınlanma dönemiyle birlikte kadınların hak arayışı da önemli bir ivme kazanmış ve 19. yüzyıl ortalarından itibaren eşitlikçi taleplerle toplumsal yapı üzerinde radikal dönüşümler başlatmıştır (Donovan, 2012). Feminizm, ataerkil düzenin kadınlar üzerindeki tahakkümünü ortadan kaldırmayı ve cinsiyet temelli ayrımcılığın tüm biçimlerine karşı durmayı hedeflerken, tarihsel süreçte farklı düşünce ve pratik geleneği içinde evrimleşmiştir (Mellor, 1997). Modern feminist hareket, genellikle dört ana "dalga" etrafında incelenmektedir: Birinci dalga (19. yüzyıl-sonu ve 20. yüzyıl-başı) kadınlara hukuki hakların, özellikle oy hakkının kazandırılmasıyla; ikinci dalga (1960–1980) toplumsal cinsiyet rolleri ve kültürel eşitlikle; üçüncü dalga (1990'lar–2000'ler) çoklu kimlikler ve kesişimsellikle; dördüncü dalga (2010'lar ve sonrası) ise dijital aktivizm, beden politikaları ve kapsayıcılıkla karakterize edilmektedir (Taş, 2016).

Tüm bu dalgalar ortak bir zeminde ataerkil toplumsal yapıya ve eşitsizliğe karşı dururken, zamanla çevre hareketiyle de etkileşime geçmiştir. Ekofeminizm, 1970'li yılların ortasında ikinci ve üçüncü dalga feminizmin yükselişi, yeşil hareketin ivmesi ve toplumsal ekoloji perspektifi ile birlikte bir düşünce sistemi ve hareket olarak ortaya çıkmıştır (Elçi, 2023; Özdemir & Aydemir, 2019). Terim ilk kez Fransız feminist Françoise d'Eaubonne tarafından "Le Féminisme ou la Mort" (Feminizm ya da Ölüm, 1974) adlı eserinde kullanılmış; doğa ve kadın üzerindeki sömürü ve baskının aynı ataerkil düzenin ürünü olduğunu savunmuştur (D'Eaubonne, 1974). Ekofeminizmin temel argümanı, kadınların doğayla kurduğu derin bağ ve toplumsal deneyimlerinin, çevresel krizlerin ve sürdürülebilirlik mücadelelerinin merkezine alınması gerektiğidir (Donovan, 2012; Mellor, 1997). Özellikle kültürel ekofeminizm, doğa ile kadını besleyici, yaratıcı ve yaşamı sürdürme kapasitesine sahip iki özne olarak görürken; sosyalist ekofeminizm, ekolojik ve toplumsal adaletsizliğin kapitalist sistemde pekiştirildiğini ileri sürmektedir (Plumwood, 2002).

Ekofeminizm, kadın hakları mücadelesini çevreyle bütünleştirip, hem doğa hem de kadınlar üzerindeki tahakkümün tarihsel, toplumsal ve ekonomi-politik boyutlarını sorgular (Üskül Engin, 2017). Kadınların deneyimi ve bakış açısı ekofeminist teorilerde merkezi bir öneme sahiptir, bu bağlamda feminist ekoloji; kendi özgün etik, adalet ve sürdürülebilirlik ilkelerini geliştirmiştir (Plumwood, 2002). Bu yaklaşımda, toplumsal cinsiyet eşitliği ve çevresel adalet arasındaki ilişki ve kesişimsellik, ekolojik krizlere karşı mücadelede yeni politikalar ve stratejiler üretilmesini mümkün kılabilir (Donovan, 2012; Mellor, 1997). Ekofeminist teori, kadının ve doğanın birlikte özgürleşmesini hedeflerken, küresel çapta özellikle yerel hareketlerde kadınların çevreyi koruma rolünü vurgular (Üskül Engin, 2017). Ekofeminizmin Türkiye'deki gelişimi de köylü kadınların yerel ekosistemlerdeki öncülüğü, sürdürülebilirlik mücadeleleri ve tabandan toplumsal değişime katkıları üzerinden şekillenmektedir (Üskül Engin, 2017).

Ekofeminizm patriyarkal tahakkümün kadınlara ve doğaya yönelik çift yönlü baskısını analiz eden, çevre mücadelesini toplumsal cinsiyetle kesiştiren bütüncül bir yaklaşımdır (Donovan, 2012; Mellor, 1997). Bu teori, sürdürülebilir kalkınma, çevresel adalet ve toplumsal dönüşüm hedeflerine ulaşmak için feminist bakış açısıyla yeni stratejiler geliştirilmesine zemin oluşturmakta; toplumsal hareketlerin ve akademik çalışmaların yönünü belirlemektedir (Üskül Engin, 2017).

2. EKOFEMİNİZM VE SPORUN KESİŞİMSEL NOKTALARI

Ekofeminizm teori ve pratiğinde, toplumsal cinsiyet eşitliği ile çevresel adalet arasındaki bağ spor alanında giderek daha fazla görünürlük kazanmaktadır. Özellikle doğa ile kadın arasındaki metaforik ve politik bağlantı, sporun hem ekolojik sürdürülebilirlik hem de toplumsal eşitlik vurgusu açısından güçlü bir platforma dönüşmesini sağlamaktadır (McCullough vd., 2020; Cohen, 2015). Kadın sporcuların ve kadın liderlerin

çevresel konulardaki duyarlılığı, spor organizasyonlarının sosyal sorumluluk ve sürdürülebilirlik stratejilerinde belirleyici niteliktedir.

Ekofeminist perspektife göre kadınlar, sporun doğayla ve toplumla olan ilişkisinde etik bakım, az tüketim ve çevresel farkındalık vurgularının yaygınlaştırılmasında model niteliğindedir (Haynes, 2008). Kadınların bakım ve doğa ile kurduğu sembolik ilişki, ekolojik spor etkinliklerinin tasarımında cinsiyet temelli özgün bakış açıları kazandırmaktadır (Swim vd., 2019; Perkins, 2013). Buna karşılık, çevre dostu pratiklerin spor kültüründe hâlâ "feminen" ve dolayısıyla ekonomik değeri düşük görünmesi gibi toplumsal önyargılar, ekofeminizmin aşması gereken zorluklardır (Swim & Geiger, 2018).

Bu ön yargılarla kadın ve feminenlik hala ötekileştirilirken Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (2016) toplumsal cinsiyet eşitliğinin çevresel hedeflere ulaşmada ön koşul olduğunu vurgulamıştır. Spor federasyonları ve uluslararası organizasyonlar, cinsiyet eşitliğini kurumsal politikalarında giderek ön plana çıkarmaktadır (Tjoa & Tjoa, 2016). Ancak gerçek uygulamada, eşit ücret, erişim ve medya görünürlüğü gibi yapısal sorunlar hâlen aşılmaya çalışılmaktadır. Norveç, İtalya ve ABD kadın futbolu örneklerinde olduğu gibi yasal ve ekonomik reformlar toplumsal dönüşümün kilit unsurlarıdır (Yiapanas, 2025).

Saha araştırmaları, sosyo-ekonomik ve kültürel olarak kır/kent, sınıf, etnisite gibi değişkenlerin ekofeminist spor pratiklerinin yaygınlaşmasında belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır (Prakash vd., 2024; Hayhurst vd., 2021). Fransa ve Kuzey ülkeleri gibi farklı yerel odaklarda kadınların çevresel spor hareketlerindeki temsil ve aktivizminin karmaşıklığı incelenmektedir (Hayhurst vd., 2021). Ekofeminizm temelli spor programları, genç kadınları güçlendirirken; kültürel çeşitlilik ve toplumsal katılım ile ekolojik sürdürülebilirliği bir araya getirmektedir.

3. KADIN LİDERLİĞİ, SPOR VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Kadın liderlerin spor alanındaki varlığı, sadece toplumsal cinsiyet eşitliği açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilir spor yönetimi ve sosyal sorumluluk bağlamında da önemli katkılar sunmaktadır (Lotfy vd., 2023). Kadınların liderlik rollerinde artması, spor organizasyonlarının daha kapsayıcı, yenilikçi ve sürdürülebilir politikalar geliştirmesine olanak tanır (Samal & Dash, 2024). Bu kapsamda, kadın liderlerin süreçlere daha çok farklı perspektif ve bakış açısı getirdiği, karar mekanizmalarının çeşitlenmesine ve dinamikliğine katkı sağladığı belirlenmiştir (Jost, 2024).

Kadın liderlik gelişiminde karşılaşılan temel engellerden biri ataerkil yapılar ve kültürel önyargılardır. Ancak bu zorluklar, kadınların dirençli, dayanışmacı ve ilişki temelli liderlik becerileri sayesinde aşılabilmektedir (Stone vd., 2024). Spor alanında kadın liderler, sadece örgütsel düzeyde değil, toplumsal düzeyde de sürdürülebilirliği destekleyen sosyal değişim hareketlerine öncülük etmektedir (Mancera, 2025).

Dijitalleşme ve sosyal medya, kadın sporcuların ve liderlerin sürdürülebilirlik ve sosyal sorumluluk temalı mesajlarını geniş kitlelere ulaştırmasında kritik bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Mancera, 2025). Dünyanın önde gelen kadın sporcuları, dijital platformlarda çevre koruma, sosyal adalet ve toplumsal cinsiyet eşitliği gibi konularda aktif rol almakta ve bu sayede sporun sosyal etkisini artırmaktadır (Mancera, 2025).

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler) ve diğer uluslararası çerçeveler, kadınların spor yönetiminde ve liderlik pozisyonlarında yer almasının toplumsal sürdürülebilirlik açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır (UNESCO, 2024). Kadınların spor alanındaki liderlik oranının artması, sporun kapsayıcı, adil ve çevresel etkileri azaltan bir yapıya dönüşümünü hızlandırmaktadır (Samal & Dash, 2024; Jost, 2024).

Son yıllarda yapılan sistematik incelemeler, kadın liderlerin çevresel sürdürülebilirlik bağlamında daha sosyal, etik temelli ve paydaş odaklı kararlar aldığını göstermektedir (Stone vd., 2024; Lotfy vd., 2023). Bu liderlik

tarzı, çevresel sorunların ve toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin eş zamanlı olarak ele alınması ile sürdürülebilir kalkınmanın somut adımlarla ilerlemesini sağlamaktadır. Kadınların liderlik ettiği spor organizasyonlarında, enerji verimliliği, atık yönetimi ve topluluk katılımı gibi sürdürülebilirlik stratejileri daha etkin uygulanmaktadır (Mancera, 2025).

Bununla birlikte, kadınların spor liderliği alanındaki görünürlüğü ve erişimi hâlâ birçok bölgede sınırlıdır. Spor federasyonları ve kulüpler, kadın liderliği artırmak için mentorluk programları, eğitim fırsatları ve pozitif ayrımcılık politikaları gibi stratejiler geliştirmektedir (Jost, 2024; UNESCO, 2024). Kadın liderlik modelleri, genç kadınların spor alanında aktif katılımı ve sürdürülebilirlik bilincinin artırılması için örnek teşkil etmekte ve uzun vadeli sosyal dönüşümün temel aktörleri olmaktadır (Mancera, 2025; Lotfy vd., 2023).

Genel olarak literatür, kadın liderliğinin sporun sürdürülebilirliği için kritik bir bileşen olduğunu, toplumsal cinsiyet eşitliği ile çevresel hedeflerin birlikte ilerlemesi gerektiğini göstermektedir. Bu açıdan, kadınların spor alanındaki liderlik pozisyonlarının artırılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir stratejik adımdır (Samal vd., 2024; Stone vd., 2024).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekofeminizm perspektifi, spor alanında toplumsal cinsiyet eşitliği ile çevresel sürdürülebilirliğin kesişimini anlamaya ve uygulamaya yönelik güçlü bir teorik ve pratik çerçeve sunmaktadır. Bu yaklaşım, kadınların doğa ve ekoloji ile kurdukları derin bağın hem çevresel krizlerin çözümünde hem de sürdürülebilir spor kültürünün inşasında kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Sporun toplumsal etkisiyle birleşen ekofeminist bilinç, kadın sporcuların çevresel liderlik potansiyelini güçlendirmekte, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için yeni stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Kadınların spor kulüplerinde ve organizasyonlarında giderek artan liderlik rolleri, çevre dostu politikaların benimsenmesini hızlandırmakta ve sporun sosyal sorumluluk alanındaki etkisini artırmaktadır.

Bununla birlikte, spor alanında kadın liderliği ve ekofeminizm pratiğinin daha etkin ve yaygın hale gelmesi için belirli yapısal ve kültürel engellerin aşılması gerekmektedir. Mevcut ataerkil ve geleneksel bakış açıları, kadınların spor alanındaki liderlik imkanlarını ve çevresel katkılarını sınırlamakta, çevresel konuların cinsiyetle ilişkilendirilmesi bazen yanlış anlamalara yol açmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir ve kapsayıcı bir spor ekosistemi kurmak için çok boyutlu ve somut politikalar geliştirilmelidir.

Bu bağlamda önerilen somut adımlar şunlardır:

- Kadın Liderlik Programları ve Mentorluk: Spor kulüpleri, federasyonlar ve ulusal kuruluşlar tarafından kadın sporcular ve spor yöneticileri için düzenli eğitim, liderlik geliştirme ve mentorluk programları hayata geçirilmelidir. Bu programlar, kadınların teknik, yönetsel ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarında bilgi ve becerilerini artırmayı hedeflemelidir.
- Çevresel Sürdürülebilirlik Politikalarının Entegrasyonu: Spor organizasyonlarının yönetim süreçlerine çevresel sürdürülebilirlik hedefleri açıkça entegre edilmelidir. Enerji tasarrufu, atık yönetimi, su kullanımı gibi alanlarda ölçülebilir göstergeler geliştirilmeli ve performans raporlaması yapılmalıdır. Kadın liderlerin bu süreçlerde söz hakkı ve karar alma mekanizmalarında aktif yer almaları teşvik edilmelidir.
- Toplumsal Cinsiyet ve Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması: Sporcular, antrenörler ve taraftarlar arasında toplumsal cinsiyet eşitliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularında bilinç artırıcı çalışmalar düzenlenmelidir. Medya, eğitim kurumları ve spor organizasyonları iş birliğiyle farkındalık kampanyaları ve eğitim programları yaygınlaştırılmalıdır.

- Yasal Düzenlemeler ve Teşvikler: Devletler ve spor yönetimleri, kadın liderliği ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarında ilerlemeyi teşvik eden yasal düzenlemeler yapmalıdır. Kadınların spor organizasyonlarında eşit temsiliyetini sağlamak adına kotasyon uygulamaları düşünülebilir. Çevre dostu projelere ve sürdürülebilir spor tesislerine finansal destekler artırılmalıdır.
- Araştırma ve İzleme Mekanizmaları: Spor ve ekofeminizm alanındaki uygulamaların etkinliği düzenli olarak bilimsel araştırmalarla değerlendirilmelidir. Kadın liderlerin çevresel sürdürülebilirlik performansına dair veri tabanları oluşturulmalı, politika ve uygulamalar bu analizlere dayanarak iyileştirilmelidir.
- Yerel ve Küresel İş Birlikleri: Spor kulüpleri, çevre örgütleri, kadın hakları ve sürdürülebilirlik alanındaki STK'lar ile daha fazla iş birliği yapılmalıdır. Özellikle yerel topluluklarda kadınların çevresel liderliği artıracak projeler desteklenmeli, uluslararası platformlarda deneyim paylaşımı ve ortak stratejiler geliştirilmelidir.

Sonuç olarak, ekofeminizm ve sporun kesişiminde yaratıcı ve kapsayıcı politikalar geliştirmek, sürdürülebilir bir gelecek için kadınların spor alanındaki liderlik potansiyelini açığa çıkarmakla mümkündür. Bu hedefe ulaşmak için önerilen somut adımların tüm paydaşlar; devlet, spor kurumları, sivil toplum, medya ve akademi tarafından eşgüdümlü bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Böylelikle, hem toplumsal cinsiyet eşitliği sağlanacak hem de spor çevresel sürdürülebilir kalkınma hedefine güçlü katkılar sunacaktır.

KAYNAKLAR

Cohen, M. G. (2015). Gendered emissions: counting greenhouse gas emissions by gender and why it matters. *Working in a warming world*, 59-82.

D'Eaubonne, F. (1974). *Le Féminisme ou la Mort.* Paris: Editons Anthropos.

Donovan, J. (2012). *Feminist theory: The intellectual traditions*. Bloomsbury Publishing USA. http://dx.doi.org/10.4148/2334-4415.1013

Elçi, D. Ö. Ekofeminizmin Mitolojik Temelleri: Ana/Doğa/Bereket Tanrıçaları ile Kurulan Bağ. *Ardahan Üniversitesi İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi Belgü Dergisi*, (Özel Sayı), 84-94.

Hayhurst, L. M., Thorpe, H., & Chawansky, M. (2021). Introducing sport, gender and development: A critical intersection. In *Sport, Gender and Development: Intersections, Innovations and Future Trajectories* (pp. 1-32). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/9781838678630

Haynes, R. P. (2008). Marti Kheel, nature ethics. An ecofeminist perspective. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, *21*(5), 469. https://doi.org/10.1007/s10806-008-9113-x

Jost, P. (2024). *Breaking Barriers: Gender Equality in European Sports Leadership: A comparative case study of Ireland and Germany* (Master's thesis, University of Twente).

Lotfy, C., Bennani, Y. B., & Cornet, A. (2023). A meta-analysis of women professional evolution in sports leadership. *Problems and Perspectives in Management*, *21*(4), 38-51. https://dx.doi.org/10.21511/ppm.21(4).2023.04

Mancera, R. T. (2025). Female leadership for sustainability: green, cultural and social impact of the world's best sportswomen. *European Public & Social Innovation Review*, *10*, 1-22. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1361

McCullough, B. P., Orr, M., & Kellison, T. (2020). Sport ecology: Conceptualizing an emerging subdiscipline within sport management. *Journal of Sport Management*, *34*(6), 509-520. https://doi.org/10.1123/jsm.2019-0294

Mellor, M. (1997). *Feminism and ecology: An introduction*. NYU Press.

Özdemir, H., & Aydemir, D. (2019). Ekolojik yaklaşımlı feminizm/ekofeminizm üzerine genel bir değerlendirme: Kavramsal analizi, tarihi süreci ve türleri. *Akdeniz Kadın Çalışmaları ve Toplumsal Cinsiyet Dergisi*, *2*(2), 261-278.

Perkins, P. E. (2013). "Environmental activism and gender," Chapters, in: Deborah M. Figart & Tonia L. Warnecke (ed.), Handbook of Research on Gender and Economic Life, chapter 31, pages 504-521, Edward Elgar Publishing.

Plumwood, V. (2002). *Feminism and the Mastery of Nature*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203006757

Prakash, A., Engheepi, V., & Sinha, S. (2024). Intersecting pathways: Eco-feminist perspectives on intersectionality, water management, and responsible tourism for gender-inclusive community development. *Current Research in Environmental Sustainability*, *7*, 100254. https://doi.org/10.1016/j.crsust.2024.100254

Samal, R., & Dash, M. (2024, November). Women's participation and gender equality in sustainable ecotourism: A bibliometric analysis. In *Women's Studies International Forum* (Vol. 107, p. 102993). Pergamon. https://doi.org/10.1016/j.wsif.2024.102993

Stone, M., Chapman, P., Khasnis, U., & Collins, D. (2024). Firsts in their field: the perceptions of women who have led the way. *Frontiers in Sports and Active Living*, *6*, 1417406. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1417406

Swim, J. K., & Geiger, N. (2018). The gendered nature of stereotypes about climate change opinion groups. *Group Processes & Intergroup Relations*, **21**(3), 438-456. https://doi.org/10.1177/1368430217747406

Swim, J. K., Gillis, A. J., & Hamaty, K. J. (2019). Gender bending and gender conformity: The social consequences of engaging in feminine and masculine pro-environmental behaviors. *Sex Roles: A Journal of Research*. https://doi.org.ezaccess.libraries.psu.edu/10.1007/s11199-019-01061-9.

Taş, G. (2016). Feminizm üzerine genel bir değerlendirme: Kavramsal analizi, tarihsel süreçleri ve dönüşümleri. *Akademik hassasiyetler*, *3*(5).

Tjoa, A.M., Tjoa, S. (2016). The Role of ICT to Achieve the UN Sustainable Development Goals (SDG). In: Mata, F., Pont, A. (eds) ICT for Promoting Human Development and Protecting the Environment. WITFOR 2016. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 481. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44447-5_1

UNESCO. (2024). Women and Girls' Access to Sport Still Lagging Far Behind. UNESCO Reports. https://www.unesco.org/en/articles/unesco-report-women-and-girls-access-sport-still-lagging-far-behind

Üskül Engin, Z. Ö. (2017). *Ekolojik Kriz Etik ve Hukuk*. İstanbul, Filiz Kitapevi.

Yiapanas, G. (2025). Addressing gender inequalities in European football: Key dimensions and strategies. Insight. *Sports Science*, *7*(1), 711. https://doi.org/10.18282/iss711

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI: JİGSAW TEKNİĞİ

Öğr. Gör. Dr. Sümeyye AKÇOBAN
ORCID: 0000-0002-7533-8140
sumeyyea2016@gmail.com
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Hatay, Türkiye
Doç.Dr. Betül TOSUN
ORCID: 0000-0002-4505-5887
tosunbetul@gmail.com
Hacettepe Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Ankara, Türkiye

Özet

Hemşirelik eğitimi, yalnızca bilgi aktarımına dayalı geleneksel yöntemlerle sınırlı kalmamalı; öğrencilerin düşünme, sorgulama, karar verme, iletişim kurma ve ekip içinde etkili bir şekilde çalışabilme becerilerini de geliştirmeyi hedeflemelidir. Bu noktada aktif ve iş birlikli öğrenme yöntemleri, hemşirelik eğitiminin kalitesini artıran önemli yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Öğrenciyi pasif bir bilgi alıcısından çıkarıp sürece aktif bir katılımcı olarak dahil eden bu yöntemler, öğrenmenin kalıcılığını artırmakta, sorumluluk duygusunu geliştirmekte ve eleştirel düşünmeyi teşvik etmektedir. Bu yöntemlerden biri olan Jigsaw (Yap-Boz) Tekniği, yapılandırılmış ve sistematik bir şekilde uygulandığında oldukça etkili sonuçlar vermektedir. Bu teknikte öğrenciler önce "ana gruplara" ayrılır, ardından her öğrenciye bir konunun alt başlığı verilerek "uzman gruplarda" detaylı çalışma yapılır. Daha sonra öğrenciler kendi ana gruplarına dönerek öğrendiklerini arkadaşlarına aktarır. Bu süreç, öğrencilerin hem bireysel hem de grup sorumluluğunu deneyimlemelerine olanak tanır. Jigsaw tekniği, iletişim becerilerini geliştirir, özgüven kazandırır ve öğrenme sürecine aktif katılımı destekler. Hemşirelik eğitimi gibi bilgi ve uygulamanın iç içe geçtiği alanlarda etkili ve anlamlı bir öğrenme ortamı sağlar.

Anahtar Kelimeler: Jigsaw tekniği, Hemşirelik Eğitimi, İşbirlikçi Öğrenme, Aktif Öğrenme, Problem Çözme

Abstract

Nursing education should not be limited to traditional methods based solely on knowledge transmission; it must also aim to develop students' skills in thinking, questioning, decision-making, communication, and effective teamwork. At this point, active and collaborative learning methods are among the key approaches that enhance the quality of nursing education. These methods transform students from passive recipients of information into active participants in the learning process, increasing the permanence of knowledge, fostering a sense of responsibility, and encouraging critical thinking. One of the most effective techniques among these is the Jigsaw Technique, which, when applied in a structured and systematic way, yields highly positive outcomes. In this method, students are first divided into "home groups." Each student is assigned a subtopic of the main subject and joins an "expert group" to study it in detail. Afterward, they return to their home groups to teach their peers what they have learned. This process allows students to experience both individual and group responsibility. The Jigsaw technique promotes communication skills, builds self-confidence, and encourages active participation in learning. In disciplines like nursing, where knowledge and practice are closely intertwined, it provides an effective and meaningful learning environment.

Keywords: Jigsaw Technique, Nursing Education, Collaborative Learning, Active Learning, Problem Solving

Giriş

Çağımızda bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler; bilginin üretilmesi, aktarılması ve kullanılmasına yönelik her alanda değişim yaşanmasına neden olmuştur. Meydana gelen değişim bütün disiplinlerde olduğu gibi hemşirelik mesleğini de etkilemiştir (Martzoukou et al., 2024).

Sağlık alanının yapı taşlarından olan hemşirelik mesleği tüm bu yeniliklerden etkilenen önemli grubu oluşturmaktadır. Bu nedenle değişimlere uyum sağlayan ve kaliteli bakım sunabilen profesyonel hemşirelere duyulan gereksinim her geçen gün artmaktadır. Profesyonel hemşirelerin üstlendikleri rol ve sorumluluklarını gerçekleştirirken sürekli öğrenme ve entelektüel yetenekleri sürdürmeleri gereklidir (Ozkan & Uslusoy, 2024). Dolayısıyla profesyonelliğe katkı sağlayacak; hemşirelik eğitimi niteliği, öğrenme şekilleri ve modelleri son zamanlarda tartışılan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Lisans eğitiminde hemşirelik öğrencilerinin ezbere dayalı bir eğitim yerine aktif olarak öğrenme-öğretme sürecine katılmalarını sağlayacak eğitim programları önemli bir adım olarak görülmektedir (Aydin & Ince, 2023 ;Ozkan & Uslusoy, 2024). Hemşirelik öğrencilerinin, optimal hasta bakımında önemli klinik kararlar almak ve didaktik eğitimden edindikleri bilgileri uygulamaya aktarmaları için öğretim yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Hemşirelik eğitimi pedagojisini optimize etmek ve geleceğin hemşirelerini mesleğe hazırlamak için yenilikçi öğretim stratejileri gereklidir (Njie-Carr et al., 2017).

Hemşirelik eğitiminde son yıllarda en önemli aktif öğrenme yöntemi olarak gösterilen iş birlikli öğrenme yenilikçi öğretim modelleri arasında gösterilmektedir. İşbirlikli öğrenme, hemşirelik öğrencilerine işbirliğini öğrenme ve uygulama fırsatları sunarak öğrencilerin mesleki bilgi ve beceri performansının yanı sıra akademik başarısını arttırmada, problem çözme, eleştirel düşünme ve kişilerarası becerilerini geliştirerek kaliteli sağlık hizmetinin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır (Karasu et al., 2020). Hem hemşirelik hem de diğer bilimlerde öğrenim gören öğrencilerle yapılan farklı çalışmalar, işbirlikli öğrenmenin öğrencilerin başarı düzeylerini arttırdığını kendi düşüncelerini açıklama ve başkalarının düşüncelerini de dikkatini alma olanağı sağladığı için kritik düşünme ve problem çözme becerilerini, kavrama ve hatırlama düzeylerini, öğrenme motivasyonlarını ve sosyal becerilerini arttırdığını ortaya koymaktadır (Keramati & Gillies, 2023 ;Dong et al., 2021).

İşbirlikli öğrenme modeli içerisinde çeşitli eğitim tekniklerini içermektedir. Jigsaw tekniği bu model içerisinde yer alan aktif öğrenme metodu ve yenilikçi yaklaşım olarak göze çarpmaktadır (Dağlı et al., 2025). Bu teknik, çalışılacak konunun gruptaki öğrenci sayısı kadar bölüme ayrılması ve aynı konuyu öğrenmeye çalışan öğrencilerden "uzmanlık grupları" oluşturulmasıyla gerçekleştirilir. Daha sonra bu öğrencilerin kendi gruplarına dönerek uzmanlaştıkları konunun bölümünü gruptaki arkadaşlarına anlatmaları ilkesine dayanır. Akranlarla yarışmak veya bağımsız çalışmak yerine işbirliği içinde çalışmak öğrencilerin yüksek benlik saygısı geliştirmelerini sağlamaktadır (Keramati & Gillies, 2023 ;Dağlı et al., 2025).

Aktif Öğrenme Yaklaşımları ve Hemşirelik Eğitimi

Günümüzde hızla değişen sağlık teknolojisi hemşirelik eğitiminde geleneksel öğretim yöntemlerinin ötesine geçmeyi gerekli kılmaktadır. Özellikle hemşirelik gibi insan odaklı ve uygulaması yoğun bir meslekte, bu durum daha da ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerin yalnızca bilgiyle donatılması değil, bu bilgiyi etkili ve güvenli bir şekilde kullanabilmesi de önemlidir (Ozkan & Uslusoy, 2024). Bu nedenle hemşirelik eğitiminde aktif öğrenme yöntemlerinin kullanımı, çağdaş eğitim anlayışının vazgeçilmez bir parçası olarak görülmelidir. Öğrencilerin yalnızca bilgiye sahip olmaları değil, aynı zamanda bilgiyi anlamlandırmaları, uygulamaları, eleştirel biçimde değerlendirmeleri ve klinik kararlar alabilmeleri beklenmektedir. Bu gereklilik, hemşirelik eğitiminde öğrenci merkezli, katılımcı ve etkileşime dayalı öğretim stratejilerinin kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Aktif öğrenme yaklaşımı bu bağlamda önemli bir yer tutmaktadır (Yağmur & Dikmen, 2017; Nurse-Clarke et al., 2022).

Aktif öğrenme, öğrencinin öğrenme sürecine etkin biçimde katılımını esas alan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda öğrenci, bilgiyi pasif bir şekilde alan değil; sorgulayan, tartışan, uygulayan ve üreten bir birey olarak konumlandırılır. Öğretim süreci yalnızca ders anlatımıyla sınırlı kalmaz; grup çalışmaları, tartışmalar, vaka analizleri, simülasyonlar, problem temelli öğrenme ve işbirlikli öğrenme gibi çeşitli etkileşimli yöntemlerle desteklenir. Bu yöntemler sayesinde öğrenciler bilgiye doğrudan ulaşmanın yanı sıra, onu yapılandırma ve yeni durumlara aktarma becerisi kazanırlar (Ghezzi et al., 2021 ;Song & Park, 2021).

Hemşirelik eğitiminde aktif öğrenme yaklaşımlarının kullanılması, öğrencilerin mesleki yeterliliklerini geliştirmede önemli katkılar sağlamaktadır. Öğrenciler, özellikle klinik uygulamalarda karşılaşabilecekleri karmaşık durumlarla başa çıkabilmek için çok boyutlu düşünme, hızlı ve etkili karar verebilme, iletişim kurabilme ve takım çalışmasına uyum sağlama gibi becerilere ihtiyaç duyarlar. Aktif öğrenme teknikleri, bu becerilerin gelişimine katkıda bulunarak, öğrencinin teorik bilgiyi uygulamaya dönüştürebilmesini kolaylaştırır (Kalu et al., 2023).

Araştırmalar, aktif öğrenme tekniklerinin hem akademik başarıyı hem de öğrenci memnuniyetini artırdığını göstermektedir. Ayrıca bu tekniklerin, öğrencilerin öğrenmeye karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediği, öğrenilen bilgilerin kalıcılığını sağladığı ve öğrencilerin özgüvenini artırdığı belirtilmektedir (Shohani et al., 2023 ;Yiin & Chern, 2023).

Jigsaw (Birleştirme) Tekniğinin Kuramsal Temelleri

Eğitimde etkili öğrenme ortamlarının oluşturulmasında işbirlikli öğrenme yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu yaklaşımlar içerisinde yer alan Jigsaw (birleştirme) tekniği, öğrencilerin karşılıklı etkileşim yoluyla öğrenmelerini destekleyen güçlü bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Jigsaw tekniği, bireysel sorumluluk, grup içi bağımlılık ve birlikte öğrenme ilkelerine dayalı bir yapı sunar. Bu teknik, öğrencilerin sadece bilgi edinmesini değil; aynı zamanda bilgi üretmesini, başkalarına öğretmesini ve birlikte öğrenme sürecinde aktif rol almasını teşvik eder (Dağlı et al., 2025).

Jigsaw tekniği, ilk kez 1978 yılında Elliot Aronson tarafından geliştirilmiştir. Aronson, bu yöntemi farklı kökenlere sahip öğrenciler arasında önyargıyı azaltmak ve iş birliğini artırmak amacıyla ortaya koymuştur. Öğrencilerin birbirlerinin öğrenme sürecine katkıda bulunmalarını sağlayan bu yapı, zamanla çeşitli eğitim kademelerinde ve disiplinlerde etkili bir öğretim stratejisi olarak benimsenmiştir (Ozkan & Uslusoy, 2024 ;Chopra et al., 2023).

Teknik, yapılandırmacı öğrenme kuramı ve sosyal etkileşim temelli öğrenme yaklaşımlarına dayanmaktadır. Yapılandırmacı kurama göre, öğrenme süreci öğrencinin aktif katılımı ve deneyim yoluyla bilgi inşasıyla gerçekleşir. Jigsaw yöntemi, öğrencilerin bir konunun parçalarını bireysel olarak öğrenmesini ve ardından bu parçaları birleştirerek grup arkadaşlarına aktarmasını sağladığı için yapılandırmacı öğrenmenin temel ilkeleriyle örtüşmektedir. Bu süreçte öğrenciler hem öğrenen hem de öğreten rollerini üstlenirler. Bu da bilginin pekişmesini, aktarılmasını ve anlamlı hale gelmesini sağlar (Usman et al., 2022).

Ayrıca Jigsaw tekniği, Vygotsky'nin sosyal gelişim kuramıyla da yakından ilişkilidir. Vygotsky, bireylerin öğrenmesinde sosyal etkileşimin ve kültürel bağlamın belirleyici rol oynadığını savunur. Özellikle "yakınsak gelişim alanı" kavramı, öğrencilerin birbirlerinden öğrenmeleriyle ilgili süreci açıklamada önemlidir. Jigsaw uygulamalarında, uzman gruplarında gerçekleştirilen tartışmalar ve bilgi aktarımı süreci bu kuramsal temelin pratiğe yansımasıdır (Chopra et al., 2023).

Jigsaw tekniği ayrıca öğrenciler arasında olumlu karşılıklı bağımlılık yaratır. Her bireyin bir parça bilgiye sahip olması ve bu bilginin grup başarısı için gerekli olması, öğrenciler arasında sorumluluk duygusunu ve birlikte başarma isteğini artırır. Bu yapı hem bilişsel hem de duyuşsal hedeflere ulaşmada etkilidir. Öğrenciler yalnızca

bilgi edinmekle kalmaz, aynı zamanda empati, saygı, dinleme ve etkili iletişim gibi sosyal becerileri de geliştirirler (Abdallah et al., 2022 ;Usman et al., 2022).

Sonuç olarak, Jigsaw tekniği, güçlü kuramsal temellere sahip bir öğrenme stratejisi olarak hem akademik başarıyı desteklemekte hem de öğrenciler arasında işbirliği, sorumluluk ve iletişim becerilerini geliştirmektedir. Bu yönleriyle, özellikle çok yönlü beceriler gerektiren hemşirelik gibi uygulamalı disiplinlerde etkili bir öğretim yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (Ozkan & Uslusoy, 2024).

Jigsaw Tekniğinin Uygulama Süreci

Jigsaw tekniği, öğrencilerin birlikte çalışarak bir konunun bütününü oluşturdukları, yapılandırılmış bir işbirlikli öğrenme yöntemidir. Bu teknik, öğrencilerin hem bireysel sorumluluk almalarını hem de grup başarısına katkı sağlamalarını teşvik eder. Etkili bir şekilde uygulanabilmesi için sürecin belli adımlar doğrultusunda planlanması ve yürütülmesi gereklidir (Abdallah et al., 2022).

Jigsaw yönteminin uygulanması, öncelikle eğitmenin konuyu uygun alt başlıklara ayırmasıyla başlar. Her bir alt başlık, bir öğrencinin sorumluluğunda olacak şekilde planlanır. Sınıf, eşit sayıda öğrenciden oluşan küçük gruplara bölünür. Her grupta yer alan öğrencilerden biri, belirlenen alt başlıklardan birini öğrenmek ve daha sonra grup arkadaşlarına öğretmekle görevlendirilir. Bu bağlamda her öğrenci, grubun tamamlayıcı bir parçası haline gelir (Fathy Amr et al., 2024).

İkinci aşamada, aynı alt başlıktan sorumlu olan öğrenciler bir araya gelerek "uzman grupları" oluştururlar. Bu gruplarda öğrenciler kendi alt başlıkları üzerinde çalışır, bilgi toplar, anlamaya ve açıklamaya yönelik hazırlık yaparlar. Uzman gruplarında yapılan bu hazırlık, öğrencilerin konuyu yeterli düzeyde öğrenmeleri ve kendi gruplarına doğru şekilde aktarmaları açısından kritik öneme sahiptir (Altınay, 2024).

Uzman gruplarında yeterli çalışmayı tamamlayan öğrenciler, başlangıçta oluşturulan ana gruplarına geri dönerler. Her öğrenci, uzmanı olduğu alt başlığı kendi grup arkadaşlarına öğretir. Bu süreçte öğrenciler, birbirlerinin öğreticisi olur ve konunun tüm parçaları grup içinde paylaşılmış olur. Eğitmen, bu aşamada grupları gözlemleyerek yönlendirici rol üstlenir, gerektiğinde açıklamalar yapar veya destek sağlar (Fathy Amr et al., 2024).

Son aşamada eğitmen, tüm sınıfın konuyu ne ölçüde öğrendiğini değerlendirmek amacıyla kısa testler, grup sunumları, yansıtıcı yazılımlar veya sözlü paylaşımlar gibi çeşitli ölçme araçları kullanabilir. Değerlendirme süreci hem bireysel başarıyı hem de grup içi katkıyı yansıtacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu, öğrencilerin sadece kendi öğrenmelerinden değil, arkadaşlarının öğrenmesinden de sorumlu olmalarını sağlar. Jigsaw tekniğinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, öğrencilerin grup çalışmasına hazır olmaları, açık iletişim kurabilmeleri ve sorumluluk almaya istekli olmaları önemlidir. Ayrıca öğretmenin süreci iyi yapılandırması, zaman yönetimini doğru yapması ve öğrencilerin etkin katılımını sağlamaya yönelik stratejiler geliştirmesi gerekmektedir (Altınay, 2024).

Sonuç olarak, Jigsaw tekniği, öğrenmenin aktif ve katılımcı bir süreç olmasını sağlar. Öğrenciler yalnızca bilgi edinmekle kalmaz, aynı zamanda öğretme sürecine katılarak bilgiyi daha kalıcı hale getirirler. Bu yönüyle teknik hem akademik başarıyı artırmakta hem de öğrenciler arası etkileşimi, empatiyi ve işbirliğini güçlendirmektedir. Özellikle hemşirelik gibi meslek gruplarında, bu beceriler mesleki yeterlilikle doğrudan ilişkilidir (Aydin & Ince, 2023 ;Lin et al., 2025).

Jigsaw Tekniğinin Hemşirelik Eğitiminde Kullanım Alanları

Hemşirelik eğitimi, yalnızca teorik bilginin aktarılmasıyla sınırlı kalmayan, aynı zamanda klinik becerilerin, etik duyarlılığın, iletişim yetkinliğinin ve ekip çalışması gibi çok boyutlu becerilerin kazandırılmasını amaçlayan kapsamlı bir süreçtir. Bu çok yönlü yapı, öğretim yöntemlerinin de çeşitlendirilmesini zorunlu

kılmaktadır. Jigsaw tekniği, bu bağlamda hemşirelik eğitiminde çeşitli alanlarda etkili bir şekilde uygulanabilen yenilikçi ve işbirlikli bir öğrenme stratejisidir (Zhang & Cui, 2018)

Jigsaw yöntemi, özellikle karmaşık kavramların öğretiminde ve bilgi parçalarının bir bütün halinde yapılandırılması gereken konularda başarıyla kullanılmaktadır. Hemşirelikte anatomi, fizyoloji, farmakoloji gibi temel bilim konularının öğrenilmesinde; öğrencilerin bir sistemin parçalarını farklı gruplarda öğrenip daha sonra bilgileri birleştirerek sistemin bütününü anlamaları sağlanabilir. Bu sayede öğrenciler hem aktif öğrenme sürecine katılmış olur hem de bilgiyi anlamlı bir şekilde yapılandırma imkânı elde eder (Darabi et al., 2024).

Ayrıca Jigsaw tekniği, mesleki derslerde klinik karar verme süreçlerinin öğretiminde de etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Örneğin bir hastalık vakası farklı yönleriyle alt başlıklara ayrılarak (tanı, belirtiler, tedavi süreci, hemşirelik girişimleri, hasta eğitimi vb.) öğrencilere dağıtılabilir. Öğrenciler uzman gruplarda konularını derinlemesine inceleyip daha sonra ana gruplarına dönerek vaka çözümünü hep birlikte gerçekleştirebilirler. Bu yaklaşım, öğrencilerin klinik bakış açısı geliştirmelerine ve problem çözme becerilerini artırmalarına katkı sağlar (Altınay, 2024).

İletişim becerileri, etik karar verme, hasta güvenliği ve ekip içi işbirliği gibi davranışsal ve duyuşsal becerilerin kazandırılmasında da Jigsaw tekniği etkin olarak kullanılabilir. Bu tür konuların farklı yönlerinin öğrenciler tarafından araştırılıp paylaşılması, öğrencilerin bakış açısını genişletir ve konulara bütüncül bir anlayışla yaklaşmalarını destekler. Ayrıca öğrencilerin birbirinden öğrenmesi, mesleki empati, hoşgörü ve dinleme becerilerini geliştirmelerine de katkı sağlar (Jeppu et al., 2023).

Jigsaw tekniği, uzaktan eğitim süreçlerinde de başarıyla uygulanabilir. Özellikle pandemi süreciyle birlikte dijital öğrenme ortamlarının yaygınlaşması, işbirlikli öğrenme yöntemlerinin çevrim içi versiyonlarının geliştirilmesine olanak tanımıştır. Çevrim içi platformlar üzerinden yapılan Jigsaw uygulamaları, öğrencilere farklı ortamlarda öğrenme fırsatı sunarken etkileşimi ve katılımı da artırmaktadır (Haftador et al., 2021).

Sonuç olarak, Jigsaw tekniği hemşirelik eğitiminin birçok alanında etkili bir şekilde kullanılabilen, öğrencilerin hem bilişsel hem de sosyal becerilerini geliştiren bir öğretim yöntemidir. Öğrencilerin öğrenmeye aktif olarak katılmalarını sağlayan bu yöntem, mesleki yeterliliğin yanı sıra ekip çalışması ve iletişim gibi temel hemşirelik becerilerinin gelişimine de önemli katkılar sunmaktadır. Bu yönleriyle Jigsaw tekniği, çağdaş hemşirelik eğitiminin önemli araçlarından biri olarak değerlendirilmelidir (Jeppu et al., 2023 ;Zhang & Cui, 2018 ;Haftador et al., 2021).

Jigsaw Tekniğinin Hemşirelik Öğrencilerine Katkıları

Hemşirelik eğitimi, yalnızca bilgi aktarımını değil; aynı zamanda öğrencilerin düşünme, karar verme, iletişim kurma ve işbirliği yapma gibi birçok temel beceriyi edinmesini hedefleyen bir süreçtir. Bu çok boyutlu hedefler doğrultusunda Jigsaw (birleştirme) tekniği, hemşirelik öğrencilerine çeşitli alanlarda önemli katkılar sunan etkili bir aktif öğrenme yöntemidir. Bu katkılar, öğrencilerin hem akademik gelişimlerini hem de mesleki yetkinliklerini desteklemektedir (Zhang & Cui, 2018 ;Altınay, 2024).

Öncelikle Jigsaw tekniği, öğrencilerin derinlemesine öğrenme düzeyini artırarak kalıcı bilgi edinmelerini sağlar. Öğrenciler, bir konunun yalnızca dinleyicisi değil; aynı zamanda araştırıcısı, yorumlayıcısı ve aktarıcısı konumuna geçerler. Bu süreçte bilgiye ulaşma, anlamlandırma ve öğretme sorumluluğu öğrencinin kendisine ait olduğu için öğrenme süreci daha aktif ve anlamlı hale gelir. Özellikle hemşirelik gibi bilgi yoğun ve uygulama odaklı bir alanda, bu tarz bir öğrenme süreci bilgi kalıcılığı açısından büyük önem taşır (Filiz et al., 2017).

Jigsaw tekniği aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunur. Her öğrenci bir konunun belirli bir yönünü derinlemesine incelediği ve grup arkadaşlarına aktardığı için analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel süreçler devreye girer. Öğrenciler, farklı

perspektiflerden gelen bilgileri bir araya getirerek daha kapsamlı ve çok yönlü bir bakış açısı kazanırlar. Bu da klinik karar verme süreçlerinde ihtiyaç duyulan çok boyutlu düşünme yetisini destekler (Usman et al., 2022 ;Chopra et al., 2023).

Bununla birlikte, Jigsaw yöntemi öğrenciler arasında etkili iletişim ve sosyal etkileşim becerilerinin gelişimine olanak tanır. Grup içinde yapılan bilgi paylaşımı, dinleme, düşünceyi açıkça ifade etme, karşılıklı saygı ve empati gibi becerilerin doğal bir biçimde gelişmesine katkı sağlar. Bu beceriler, hem mesleki yaşamda hem de hasta bakım süreçlerinde etkin bir iletişim kurabilmenin temel taşlarını oluşturur (Jeppu et al., 2023).

Jigsaw uygulamaları, öğrencilerin özgüvenlerini artırma açısından da destekleyicidir. Kendi alanında uzmanlaşan bir öğrencinin grup arkadaşlarına bilgi aktarması, kendine olan güvenini pekiştirir. Ayrıca öğrencilerin farklı roller üstlenmesi, sorumluluk alması ve birlikte başarma duygusunu deneyimlemesi, mesleki motivasyonlarını da olumlu yönde etkiler. Diğer yandan, Jigsaw tekniği öğrenciler arasında akran öğrenmesini teşvik ederek öğrenme sürecini daha doğal ve etkileşimli bir hale getirir. Öğrenciler, arkadaşlarının açıklamalarıyla kavramları daha kolay anlayabilir, çekinmeden soru sorabilir ve işbirliği içinde öğrenme sürecini sürdürebilirler. Bu durum öğrenme ortamında daha güvenli ve destekleyici bir atmosferin oluşmasına katkıda bulunur (Boumerzoug, 2023).

Sonuç olarak, Jigsaw tekniği hemşirelik öğrencilerine bilişsel, duyuşsal ve sosyal boyutlarda çok yönlü katkılar sunar. Akademik başarı, eleştirel düşünme, iletişim ve takım çalışması gibi mesleki yaşama doğrudan yansıyan becerilerin gelişimini destekleyen bu yöntem, hemşirelik eğitiminde nitelikli bir öğrenme ortamı oluşturmak için önemli bir araçtır (Dağlı et al., 2025 ;Usman et al., 2022 ;Filiz et al., 2017).

Jigsaw Tekniğinin Etkililiğine Yönelik Araştırma Bulguları

Jigsaw (birleştirme) tekniği, son yıllarda sağlık bilimleri ve özellikle hemşirelik eğitimi alanında sıkça araştırılan ve etkinliği farklı boyutlarıyla değerlendirilen bir öğretim yöntemidir. Yapılan bilimsel çalışmalar, bu tekniğin öğrencilerin akademik başarılarını, iletişim becerilerini, öğrenmeye yönelik tutumlarını ve sosyal etkileşimlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Jigsaw tekniğinin etkililiğine yönelik bulgular, hem kuramsal dayanaklarını hem de uygulamadaki başarısını destekler niteliktedir (Dağlı et al., 2025 ;Abdallah et al., 2022; Farrag et al., 2022 ;Ozkan & Uslusoy, 2024).

Pek çok araştırma, Jigsaw yönteminin öğrencilerin akademik başarı düzeylerini artırdığını ortaya koymuştur. Bu yöntemde öğrenciler, kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları gibi grup arkadaşlarının öğrenmesine de katkıda bulunmak zorunda olduklarından, bilgiyi daha etkin biçimde içselleştirirler. Hemşirelik öğrencileriyle yapılan çalışmalarda, Jigsaw uygulamaları sonrasında öğrencilerin konuya dair bilgi düzeylerinde anlamlı artışlar olduğu saptanmıştır. Özellikle kompleks ve çok bileşenli konuların öğretiminde, Jigsaw yöntemi öğrencilerin konular arası ilişki kurma ve bilgiyi bütüncül olarak kavrama becerilerini geliştirmektedir (Ziyai & Dikmen, 2022 ;Kumar et al., 2023 ;Koçak, 2024).

Jigsaw tekniğinin, öğrencilerin iletişim, liderlik ve işbirliği becerilerini geliştirmede de etkili olduğu gösterilmiştir. İşbirlikli çalışma ortamları, öğrencilerin birbirlerini aktif olarak dinlemesini, fikirlerini açık ve net bir şekilde ifade etmesini ve ortak bir sonuca ulaşmak için karşılıklı etkileşim içinde olmasını gerektirir. Araştırmalar, bu sürecin öğrencilerin sosyal becerilerini güçlendirdiğini, grup içinde sorumluluk alma ve liderlik etme eğilimlerini artırdığını belirtmektedir. Özellikle hemşirelik gibi ekip çalışmasının temel olduğu bir meslek alanında bu becerilerin geliştirilmesi, mesleki hazırlık açısından büyük önem taşımaktadır (Silva et al., 2023 ;Darabi et al., 2024).

Öğrencilerin öğrenme motivasyonu ve tutumları açısından da Jigsaw yönteminin olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Katılımcı ve öğrenci merkezli yapısı sayesinde öğrenciler kendilerini öğrenme sürecine daha ait hissetmekte ve derse karşı ilgi düzeyleri artmaktadır. Bu durum, özellikle geleneksel anlatım yöntemlerinin

yetersiz kaldığı durumlarda, öğrencilerin derse aktif katılımını sağlayarak öğrenme sürecini daha dinamik hale getirmektedir (Abobaker et al., 2023).

Jigsaw tekniğine yönelik bazı çalışmalar, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinde de gelişme gözlendiğini ortaya koymuştur. Farklı bilgi parçalarını bir araya getirerek bütüncül anlamlar çıkarmaya çalışan öğrenciler, analitik düşünme ve değerlendirme süreçlerini daha etkin kullanmaktadır. Bu beceriler, klinik karar verme süreçlerinde hemşirelerin ihtiyaç duyduğu temel zihinsel yetkinlikler arasında yer almaktadır (Aydin & Ince, 2023 ;Abdallah et al., 2022).

Ayrıca, Jigsaw uygulamalarının öğrenciler arasında pozitif sosyal ilişkiler ve empati gelişimi sağladığı, önyargıları azalttığı ve kapsayıcı bir öğrenme ortamı oluşturduğu da literatürde sıkça vurgulanan bulgular arasındadır. Özellikle farklı altyapılardan gelen öğrencilerin bir arada çalıştığı sınıf ortamlarında, bu teknik sosyal uyum ve grup bütünlüğünü artırıcı bir etki göstermektedir (Cochon Drouet et al., 2023 ;Abdallah et al., 2022).

Sonuç olarak, Jigsaw tekniğiyle ilgili yapılan araştırmalar, bu yöntemin hem bilişsel hem de duyuşsal alanlarda öğrenciler üzerinde çok boyutlu ve olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, hemşirelik eğitiminde öğrenci merkezli ve etkileşimli öğretim yöntemlerinin önemini bir kez daha vurgulamakta ve Jigsaw ’un etkili bir pedagojik araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Sanaie et al., 2019 ;Dağlı et al., 2025).

Sonuç ve Öneriler

Hemşirelik eğitiminde Jigsaw tekniği, diğer öğretim yöntemleriyle desteklenerek daha yaygın bir şekilde kullanılmalıdır. Özellikle klinik beceri derslerinde ve hasta bakımını içeren derslerde Jigsaw uygulamaları, öğrencilerin bilgiye daha etkin bir şekilde yaklaşmalarını sağlayacaktır. Jigsaw tekniği, hemşirelik eğitimi için önemli bir öğretim aracıdır. Bu teknik, öğrencilerin sadece akademik bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda sosyal ve mesleki becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır. Hemşirelik eğitiminde bu tekniğin daha yaygın bir şekilde kullanılmasının, eğitim kalitesini artıracağı ve öğrencilerin mesleki yeterliliklerini güçlendireceği düşünülmektedir. Hemşirelik eğitimi veren kurumların, aktif öğrenme yöntemlerine olan ilgiyi artırarak bu tür yenilikçi yaklaşımları müfredatlarına dahil etmeleri, geleceğin nitelikli hemşirelerinin yetişmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

Abdallah, M., Mordy, A.-, Sabry, S. S., & Mahmoud, A. A. (2022). Effect of Cooperative Jigsaw Learning Strategy on Community Nursing Students' Attitude and Achievement. *International Egyptian Journal of Nursing Sciences and Research*, *2*(2), 487–500. https://doi.org/10.21608/EJNSR.2022.212558

Abobaker, R. M., Alamri, M. S., Alshaery, B., & Hamdan-Mansour, A. (2023). Impact of Jigsaw Cooperative Learning Strategy on academic achievement and opinion among Nursing Students. *Journal of Holistic Nursing And Midwifery*, *33*(1), 43–51. https://doi.org/10.32598/JHNM.33.1.2344

Altınay, F. N. (2024). *The effect of online jigsaw-flipped classroom teaching methods in teaching the nursing process on students' knowledge levels, diagnosis skills and attitudes towards diagnoses*. University of Health Sciences.

Aydin, A. G., & Ince, S. (2023). The effect of Jigsaw technique on nursing students' psychomotor skill levels and academic achievement: A quasi-experimental study. *Nurse Education in Practice*, *73*, 103821. https://doi.org/10.1016/J.NEPR.2023.103821

Boumerzoug, N. (2023). *Designing a Jigsaw-Based Syllabus to Promote Introverts' Speaking Performance The Case of Master One Students of English at Biskra Univers*.

Chopra, D., Kwatra, G., Bhandari, B., Sidhu, J. K., Rai, J., & Tripathi, C. D. (2023). Jigsaw Classroom: Perceptions of Students and Teachers. *Medical Science Educator*, *33*(4), 853–859. https://doi.org/10.1007/S40670-023-01805-Z/TABLES/3

Cochon Drouet, O., Lentillon-Kaestner, V., & Margas, N. (2023). Effects of the Jigsaw method on student educational outcomes: systematic review and meta-analyses. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1216437. https://doi.org/10.3389/FPSYG.2023.1216437/XML/NLM

Dağlı, E., Reyhan, F. A., & Kırca, A. Ş. (2025). Effectiveness of training for student midwives with jigsaw technique on respectful maternity care: A randomized controlled experimental study. *Nurse Education in Practice*, *85*, 104381. https://doi.org/10.1016/J.NEPR.2025.104381

Darabi, F., Karimian, Z., & Rohban, A. (2024). Putting the pieces together: comparing the effect of jigsaw cooperative learning and lecture on public health students' knowledge, performance, and satisfaction. *Interactive Learning Environments*. https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2351157;SUBPAGE:STRING:FULL

Dong, Y., Yin, H., Du, S., & Wang, A. (2021). The effects of flipped classroom characterized by situational and collaborative learning in a community nursing course: A quasi-experimental design. *Nurse Education Today*, *105*, 105037. https://doi.org/10.1016/J.NEDT.2021.105037

Farrag, R., Ahmed, S., & Gouda Nasr, E. S. (2022). Jigsaw Cooperative Learning Strategy: An Effective Tool for Improving Maternity Nursing Students' Achievement, Retention and Self Confidence. *Ejhc.Journals.Ekb.Eg*, *13*(1), 1920–1933.

Fathy Amr, E., tag Mohamed Mohamed, A., Mohamed Ahmed Ayed, M., & Gamal El Gharieb Mohammed El-Berdan, A. (2024). Effectiveness of Jigsaw Teaching Technique on Surgical Nursing Students' Satisfaction and their Academic Achievements. *Egyptian Journal of Health Care*, *15*(3), 104–118. https://doi.org/10.21608/EJHC.2024.356049

Filiz, N. Y., Dikmen, & Yurdanur. (2017). Hemşirelik Eğitiminde Aktif Öğrenme Yöntemlerinin Kullanımı: Jigsaw Tekniği. *Journal of Human Rhythm*, *3*(3), 145–150.

Ghezzi, J. F. S. A., Higa, E. de F. R., Lemes, M. A., & Marin, M. J. S. (2021). Strategies of active learning methodologies in nursing education: an integrative literature review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, *74*(1), e20200130. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0130

Haftador, A. M., Shirazi, F., & Mohebbi, Z. (2021). Online class or flipped-jigsaw learning? Which one promotes academic motivation during the COVID-19 pandemic? *BMC Medical Education*, *21*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/S12909-021-02929-9/TABLES/2

Jeppu, A. K., Kumar, K. A., & Sethi, A. (2023). 'We work together as a group': implications of jigsaw cooperative learning. *BMC Medical Education*, *23*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/S12909-023-04734-Y/TABLES/3

Kalu, F., Wolsey, C., & Enghiad, P. (2023). Undergraduate nursing students' perceptions of active learning strategies: A focus group study. *Nurse Education Today*, *131*, 105986. https://doi.org/10.1016/J.NEDT.2023.105986

Karasu, F., Arapaci, R., Öztürk Çopur, E., Hüseyin ÇAM, H., & Üniversitesi, A. (2020). Hemşirelik Eğitiminde İşbirlikli Öğrenme Modeli. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, *8*(3), 973–988. https://doi.org/10.33715/inonusaglik.746735

Keramati, M. R., & Gillies, R. M. (2023). Perceptions of nursing students on the effect of cooperative learning on academic achievement and learning environment. *Interactive Learning Environments*, *31*(10), 6724–6734. https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2043388

Koçak, D. (2024). Effect of the Jigsaw Technique on Achievement and Attitude in Teaching Statistics to Nursing Students: An Experimental Study. *Nurse Educator*.

Kumar, C. S. V., Kalasuramath, S., Reddy, S. J., & Reddy, R. S. N. (2023). Jigsaw: A Step toward Co-Operative Learning among Medical and Nursing Students. *Archives of Medicine and Health Sciences*, *11*(1), 25–31. https://doi.org/10.4103/AMHS.AMHS_1_23

Lin, C. C., Han, C. Y., Huang, Y. L., & Chen, L. C. (2025). Constructing learning confidence through jigsaw, concept maps and group cooperative learning: A qualitative study. *Nurse Education in Practice*, *82*, 104239. https://doi.org/10.1016/J.NEPR.2024.104239

Martzoukou, K., Luders, E. S., Mair, J., Kostagiolas, P., Johnson, N., Work, F., & Fulton, C. (2024). A cross-sectional study of discipline-based self-perceived digital literacy competencies of nursing students. *Journal of Advanced Nursing*, *80*(2), 656–672. https://doi.org/10.1111/JAN.15801

Njie-Carr, V. P. S., Ludeman, E., Lee, M. C., Dordunoo, D., Trocky, N. M., & Jenkins, L. S. (2017). An Integrative Review of Flipped Classroom Teaching Models in Nursing Education. *Journal of Professional Nursing*, *33*(2), 133–144. https://doi.org/10.1016/J.PROFNURS.2016.07.001

Nurse-Clarke, N., Acevedo, B. H., Tesoro, M., Lundy, T., Clifton, M., & Mathew, M. (2022). Active Learning Strategies to Enhance Student Success. *Journal of Nursing Education*, *61*(3), 167. https://doi.org/10.3928/01484834-20220109-05;SUBPAGE:STRING:FULL

Ozkan, S., & Uslusoy, E. C. (2024). Outcomes of jigsaw technique in nurse education: A systematic review and meta-analysis. *Nurse Education in Practice*, *75*, 103902. https://doi.org/10.1016/J.NEPR.2024.103902

Sanaie, N., Vasli, P., Sedighi, L., & Sadeghi, B. (2019). Comparing the effect of lecture and Jigsaw teaching strategies on the nursing students' self-regulated learning and academic motivation: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today*, *79*, 35–40. https://doi.org/10.1016/J.NEDT.2019.05.022

Shohani, M., Bastami, M., Gheshlaghi, L. A., & Nasrollahi, A. (2023). Nursing student's satisfaction with two

methods of CBL and lecture-based learning. *BMC Medical Education*, *23*(1), 1–5. https://doi.org/10.1186/S12909-023-04028-3/TABLES/2

Silva, H., Lopes, J., Morais, E., & Dominguez, C. (2023). Fostering Critical and Creative Thinking through the Cooperative Learning Jigsaw and Group Investigation. *International Journal of Instruction*, *16*(3), 261–282.

Song, C. E., & Park, H. (2021). Active learning in e-learning programs for evidence-based nursing in academic settings: A scoping review. *Journal of Continuing Education in Nursing*, *52*(9), 407–412. https://doi.org/10.3928/00220124-20210804-05,

Usman, M., Degeng, I. N. S., Utaya, S., & Kuswandi, D. (2022). The Influence of JIGSAW Learning Model and Discovery Learning on Learning Discipline and Learning Outcomes. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *12*(2), 166–178. https://doi.org/10.47750/pegegog.12.02.17

Yağmur, F. H., & Dikmen, Y. (2017). *Hemşirelik Eğitiminde Aktif Öğrenme Yöntemlerinin Kullanımı: Jigsaw Tekniği*. Journal of Human Rhythm. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/345025

Yiin, S. J., & Chern, C. L. (2023). The effects of an active learning mechanism on cognitive load and learning achievement: A new approach for pharmacology teaching to Taiwanese nursing students. *Nurse Education Today*, *124*, 105756. https://doi.org/10.1016/J.NEDT.2023.105756

Zhang, J., & Cui, Q. (2018). Collaborative Learning in Higher Nursing Education: A Systematic Review. *Journal of Professional Nursing*, *34*(5), 378–388. https://doi.org/10.1016/J.PROFNURS.2018.07.007

Ziyai, N. Y., & Dikmen, Y. (2022). The Effect of the Jigsaw Technique on the Knowledge and Skills of Nursing Students. *Bangladesh Journal of Medical Science*, *21*(4), 820–824. https://doi.org/10.3329/BJMS.V21I4.60257

HEMATOLOJİK MALİGNİTESİ OLAN HASTALARIN MANEVİ YÖNELİM VE ÖLÜM KAYGILARI ÜZERİNDE YALNIZLIĞIN ARACI ROLÜNÜN İNCELENMESİ

Dr.Öğr.Üy., Esma Özmaya[1], Doç.dr,, Beyza Erkoç[2], Doç.dr., Sude Hatun Aktimur[3], Dr.Öğr.Üy., Eda Türe[4]
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Psikiyatri Hemşireliği (uzmanlık alanı), ozmayaesma@gmail.com, Orcıd: 0000-0003-0932-4012
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmet (uzmanlık alanı), beyzahatipoglu@windowslive.com, Orcıd: 0000-0002-0035-6782
Samsun Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Hematoloji onkoloji (uzmanlık alanı), sudehatun@yahoo.com, Orcıd: 0000-0002-7468-1721
Samsun Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Aile Hekimliği (uzmanlık alanı), dr.eda_ture@hotmail.com, Orcıd: 0000-0003-0124-8721

Özet

Bu araştırmada hematolojik malignitesi olan hastalarda manevi yönelim ve ölüm kaygısı üzerinde yalnızlığın aracı rolü incelenmiştir. Araştırma bir üniversite hastanesinin hematoloji kliniğinde tedavi alan hastalar ile yürütülmüştür. Araştırmanın örneklemini 2024 yılı içerisinde tedavi alan, araştırmaya katılmayı kabul eden 266 hasta oluşturmaktadır. Veriler sosyodemografik bilgi formu, Manevi Yönelim Ölçeği, Ölüm Kaygısı Ölçeği, Ucla Yalnızlık Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir. Verilerin analizinde ise SPSS Statistics 22 ve Process macro V4.2 uygulamaları kullanılmıştır. Analizler sonucunda ölüm kaygısı ile yalnızlık arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki varken ($r=0,242$, $p<0,01$), manevi yönelim ile anlamlı ilişki yoktur ($r=-0,024$, $p>0,05$). Aynı zamanda yalnızlık ile manevi yönelim arasında negatif yönlü anlamlı ilişki vardır ($r=-0,207$, $p<0,01$). Manevi yönelimin ölüm kaygısı üzerindeki toplam etkisi ($B=-0,03$, $p>0,05$) ve doğrudan etkisi ($B=0,04$, $p>0,05$) ise anlamlı değildir. Bununla birlikte manevi yönelimin yalnızlık aracılığıyla ölüm kaygısı üzerindeki dolaylı etkisi anlamlıdır ($B=-0,07$, %95 GA[-0,13 – -0,02]). Ayrıca manevi yönelim yalnızlığı negatif yönde yordarken ($B=-0,15$, $p<0,001$), yalnızlık ölüm kaygısını pozitif yönde yordamaktadır ($B=0,45$, $p<0,001$). Araştırma sonucuna göre yalnızlığın manevi yönelimi ve ölüm kaygısını doğrudan yada dolaylı olarak etkilediği görülmektedir. Bu yüzden bu hassas grup ile çalışan uzmanların hastaların ruhsal kaygılarını azaltabilmeleri için bireylerin manevi yönelimlerine destek olmaları ve yalnızlık duyguları üzerinde çalışmaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hematolojik Maligniteler, Yalnızlık, Manevi Yönelim, Ölüm Kaygısı

THE ROLE OF LONELİNESS AS A MEDİATOR İN SPİRİTUAL ORİENTATİON AND DEATH ANXİETY İN PATİENTS WİTH HEMATOLOGİCAL MALİGNANCİES

Asist.Prof.dr, Esma Özmaya[1], Assosc.Prof.dr,Beyza Erkoç[2], Assosc.Prof.dr, Sude Hatun Aktimur[3], Assist. Prof.dr, Eda Türe[4]
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Psychiatric nursing (field of expertise), ozmayaesma@gmail.com, Orcıd: 0000-0003-0932-4012
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Social Work (field of expertise), beyzahatipoglu@windowslive.com, Orcıd: 0000-0002-0035-6782
Samsun University, Faculty of Medicine, Hematology oncology (field of expertise), sudehatun@yahoo.com, Orcıd: 0000-0002-7468-1721
Samsun University, Faculty of Medicine, Family medicine (field of expertise), dr.eda_ture@hotmail.com, Orcıd: 0000-0003-0124-8721

Abstract

This study investigated the mediating role of loneliness on spiritual orientation and death anxiety in patients with hematological malignancies.The study was conducted with patients treated at a university hospital's hematology clinic. The sample consisted of 266 patients treated in 2024 and agreed to participate in the study. Data were collected using sociodemographic information forms, such as the Spiritual Orientation Scale, the Death Anxiety Scale, and the UCLA Loneliness Scale. Data analysis was performed using SPSS Statistics 22 and the Process Macro V4.2 application.The results of the analyses revealed a positive and significant relationship between death anxiety and loneliness ($r=0.242$, $p<0.01$). At the same time, there was no significant relationship between spiritual orientation and death anxiety ($r=-0.024$, $p>0.05$). Additionally, there was a negative and significant relationship between loneliness and spiritual orientation ($r=-0.207$, $p<0.01$). The total effect of spiritual orientation on death anxiety ($B = -0.03$, $p > 0.05$) and its direct effect ($B = 0.04$, $p > 0.05$) are not significant. However, the indirect effect of spiritual orientation on death anxiety through loneliness is significant ($B = -0.07$, 95% CI [-0.13, -0.02]). Additionally, spiritual orientation negatively predicts loneliness ($B = -0.15$, $p < 0.001$), while loneliness positively predicts death anxiety ($B = 0.45$, $p < 0.001$).According to the research results, loneliness directly or indirectly affects spiritual orientation and death anxiety. Therefore, it is recommended that professionals working with this sensitive group support individuals' spiritual orientation and address their feelings of loneliness to help reduce their psychological anxiety.

Keywords: Hematological Malignancies, Loneliness, Spiritual Orientation, Death Anxiety

SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKÂ İLE KAYNAK TAHSİSİNİN OPTİMİZASYONU

Doç. Dr. Nurten TERKES
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu, nterkes@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-1644-8382

Özet

Sağlık hizmetlerinde artan hasta yoğunluğu, yaşlanan nüfus, kronik hastalıkların yaygınlaşması ve maliyetlerdeki yükseliş, kaynakların etkin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda yapay zekâ, sağlık kurumlarında kaynak tahsisini optimize etmek ve operasyonel verimliliği artırmak için güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu derleme çalışmasında, son yıllarda yayımlanan araştırmalar incelenmiş ve yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanım alanları değerlendirilmiştir. Bulgular, yapay zekâ tabanlı algoritmaların hasta yatış süresini tahmin etmede, klinik dokümantasyonu otomatikleştirmede, randevu planlamasını optimize etmede ve tedarik zincirini yönetmede etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapay zekâ, acil durumlarda kaynakların adil dağılımını destekleyerek kriz yönetimini kolaylaştırmakta ve kişiselleştirilmiş tedavi planları ile hasta sonuçlarını iyileştirmektedir. Bununla birlikte, veri gizliliği ve güvenliği, algoritmik önyargı, yüksek maliyetler ve sağlık çalışanlarının sınırlı yapay zekâ okuryazarlığı uygulamanın önünde önemli engellerdir. Sonuç olarak, yapay zekânın sağlık hizmetlerinde dönüştürücü bir potansiyele sahip olduğu, ancak etik, hukuki ve altyapısal sorunların aşılması gerektiği söylenebilir. Gelecekte multidisipliner işbirlikleri, kapsamlı düzenlemeler ve eğitim programları ile yapay zekânın güvenilir ve sürdürülebilir biçimde sağlık sistemlerine entegre edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, kaynak tahsisi, sağlık yönetimi, verimlilik.

OPTIMIZING RESOURCE ALLOCATION IN HEALTHCARE THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Assoc. Prof. Nurten TERKES
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu, nterkes@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-1644-8382

Abstract

Healthcare systems are increasingly challenged by rising patient demand, an aging population, the growing prevalence of chronic diseases, and escalating costs, all of which necessitate more efficient resource utilization. In this context, artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful tool to optimize resource allocation and enhance operational efficiency in healthcare institutions. This review study examined studies published last years, focusing on the applications of AI in healthcare resource management. The findings demonstrate that AI-based algorithms are effective in predicting patient length of stay, automating clinical documentation, optimizing appointment scheduling, and managing supply chains. Furthermore, AI supports equitable distribution of resources in emergency situations, improves crisis response, and enables personalized treatment planning that enhances patient outcomes while reducing unnecessary costs. Nevertheless, significant barriers remain, including concerns about data privacy and security, algorithmic bias, high implementation costs, and limited AI literacy among healthcare professionals. In conclusion, AI holds transformative potential in healthcare, but addressing ethical, legal, and infrastructural challenges is essential for its sustainable implementation. Future directions should emphasize multidisciplinary collaboration, comprehensive regulations, and targeted training programs to ensure the responsible and reliable integration of AI into healthcare systems.

Keywords: Artificial intelligence, resource allocation, healthcare management, efficiency.

GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinin giderek karmaşıklaşması, sınırlı kaynakların etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Özellikle artan yaşlı nüfus, kronik hastalıkların prevalansındaki yükseliş ve sağlık maliyetlerindeki artış, kaynak tahsisini sağlık yönetiminin temel sorunlarından biri hâline getirmiştir (Jiang et al., 2017; Topol, 2019). Bu bağlamda yapay zekâ (YZ), sağlık hizmetlerinde karar destek mekanizmalarının güçlendirilmesi, kaynakların daha adil ve verimli dağıtılması ve hasta bakımının iyileştirilmesi açısından önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Alnsour, Johnson, Albizri, & Harfouch, 2023).

YZ, büyük veri analitiği ve makine öğrenmesi algoritmaları sayesinde hastane yatış sürelerinin öngörülmesi, klinik iş yükünün dengelenmesi, acil durumlarda kaynak yönetiminin kolaylaştırılması ve tedarik zincirlerinin optimize edilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Whig, Dutta, Yathiraju, & Sharma, 2024; Suryawanshi, Bhoyar, Kanyal, & Sabale, 2025). Özellikle hasta yoğunluğunun yüksek olduğu dönemlerde, YZ tabanlı tahmin modelleri sağlık profesyonellerine operasyonel esneklik kazandırmakta ve kapasite planlamasını kolaylaştırmaktadır (Rajkomar et al., 2018).

Bununla birlikte YZ'nin sağlık hizmetlerinde yaygınlaşması etik, yasal ve teknik zorlukları da beraberinde getirmektedir. Veri gizliliği, algoritmik önyargı, şeffaflık eksikliği ve hasta mahremiyetinin korunması, bu teknolojilerin sağlık yönetiminde sürdürülebilir ve güvenilir bir biçimde uygulanabilmesi için çözülmesi gereken kritik sorunlardır (Elgin & Elgin, 2024; Sorkhi & Pourasghar, 2024). Ayrıca, altyapı maliyetleri ve sağlık çalışanlarının YZ okuryazarlığı da dikkate alınması gereken faktörler arasındadır (Zakiuddin, Dhale, & Fulzele, 2024).

Sonuç olarak, YZ'nin sağlık hizmetlerinde kaynak tahsisini optimize etme potansiyeli oldukça yüksektir. Ancak bu potansiyelin hasta merkezli, etik ve adil bir yaklaşımla hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu derleme, sağlık hizmetlerinde YZ'nin kaynak tahsisine yönelik mevcut uygulamalarını, faydalarını, sınırlılıklarını ve geleceğe yönelik perspektiflerini incelemeyi amaçlamaktadır.

Literatür Taraması

Yapay Zekânın Sağlık Hizmetlerinde Kaynak Tahsisine Katkısı

Son yıllarda sağlık hizmetlerinde yapay zekâ (YZ) kullanımı, operasyonel verimliliği artırmak ve sınırlı kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamak amacıyla hızla yaygınlaşmıştır. Özellikle yatış süresinin öngörülmesi, hasta akışının yönetilmesi ve acil durum planlamasında YZ tabanlı tahmin modelleri önemli katkılar sunmaktadır (Alnsour, Johnson, Albizri, & Harfouch, 2023). Bu modeller, hasta yoğunluğunu ve tedavi süreçlerini önceden tahmin ederek, sağlık kuruluşlarının kapasite planlamasını kolaylaştırmakta ve kaynak kullanımında etkinliği artırmaktadır (Rajkomar et al., 2018).

Operasyonel Verimlilik ve Tedarik Zinciri Yönetimi

YZ teknolojileri, sadece hasta bakımına yönelik değil, aynı zamanda sağlık kurumlarının operasyonel süreçlerinde de kritik rol oynamaktadır. Rutin idari işlerin otomatikleştirilmesi, klinik dokümantasyon süreçlerinin hızlandırılması ve personel çalışma çizelgelerinin optimize edilmesi, sağlık çalışanlarının daha fazla hasta bakımına odaklanmasına olanak tanımaktadır (Whig, Dutta, Yathiraju, & Sharma, 2024). Ayrıca, tedarik zinciri yönetiminde yapay zekâ destekli algoritmalar stok yönetimini iyileştirmekte, tıbbi malzeme ve ilaçların zamanında erişimini sağlamaktadır (Suryawanshi, Bhoyar, Kanyal, & Sabale, 2025).

Acil Durum ve Afet Yönetimi

Afet ve kriz dönemlerinde sağlık kaynaklarının etkin yönetimi büyük önem taşımaktadır. YZ tabanlı sistemler, acil durum senaryolarında kaynak dağılımını optimize ederek sağlık personeli ve tıbbi malzemelerin doğru

yerlere yönlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu tür teknolojiler, salgın hastalıklar gibi olağanüstü durumlarda hem hızlı karar alma hem de etik açıdan adil kaynak dağılımını mümkün kılmaktadır (Topol, 2019).

Kişiselleştirilmiş Tedavi ve Hasta Merkezli Yaklaşım

YZ'nin bir diğer önemli katkısı kişiselleştirilmiş tedavi planlarının geliştirilmesidir. Hastaların klinik geçmişi, genetik profili ve yaşam tarzı gibi faktörler dikkate alınarak geliştirilen algoritmalar, tedavilerin daha etkin ve maliyet-etkin olmasını sağlamaktadır (Jiang et al., 2017). Böylece hem hasta memnuniyeti artmakta hem de sağlık kaynaklarının gereksiz kullanımının önüne geçilmektedir.

Etik ve Hukuki Sınırlılıklar

YZ'nin sağlık alanında giderek yaygınlaşması, etik ve hukuki açıdan yeni tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Algoritmik önyargılar, veri gizliliği ihlalleri ve şeffaf olmayan karar süreçleri, YZ'nin güvenilirliğini ve benimsenmesini zorlaştırmaktadır (Elgin & Elgin, 2024). Ayrıca, sağlık çalışanlarının YZ'ye yönelik bilgi eksikliği ve kurumların yüksek maliyetli teknoloji yatırımları da uygulamada karşılaşılan engeller arasında yer almaktadır (Sorkhi & Pourasghar, 2024; Zakiuddin, Dhale, & Fulzele, 2024).

Geleceğe Yönelik Perspektifler

Mevcut literatür, YZ'nin sağlık hizmetlerinde kaynak tahsisini dönüştürücü bir güç olarak öne çıkardığını göstermektedir. Ancak bu teknolojilerin hasta merkezli, etik değerlere duyarlı ve şeffaf biçimde uygulanması, gelecekteki başarının temel belirleyicisi olacaktır. Uluslararası düzeyde geliştirilecek yasal düzenlemeler, etik kılavuzlar ve sağlık çalışanlarına yönelik eğitim programları, YZ'nin sağlık sistemine entegrasyonunu daha sürdürülebilir hâle getirebilir (Suryawanshi et al., 2025; Whig et al., 2024).

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu derlemede elde edilen bulgular, yapay zekânın (YZ) sağlık hizmetlerinde kaynak tahsisini optimize etmede güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde, özellikle makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmalarının hasta yatış süresi öngörüsü, hasta akış yönetimi ve operasyonel verimliliğin artırılması gibi konularda etkili olduğu vurgulanmaktadır (Alnsour, Johnson, Albizri, & Harfouch, 2023; Rajkomar et al., 2018). Çalışmamızda ulaşılan sonuçlar, Jiang ve ark. (2017) tarafından rapor edilen "kişiselleştirilmiş tedavi planlarının kaynak kullanımını azaltarak hasta sonuçlarını iyileştirdiği" bulgusuyla da uyumludur.

YZ'nin sağladığı faydalar arasında, idari iş yükünü azaltması ve sağlık profesyonellerinin klinik hizmetlere daha fazla odaklanabilmesine imkân tanıması öne çıkmaktadır. Whig ve ark. (2024) ile Suryawanshi ve ark. (2025), bu yönüyle YZ'nin sağlık kurumlarının maliyetlerini düşürdüğünü ve verimliliği artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Topol (2019), salgın ve afet gibi olağanüstü durumlarda YZ tabanlı simülasyonların hem hızlı hem de etik açıdan adil kaynak dağılımı sağladığını vurgulamıştır. Bu bulgu, çalışmamızda elde edilen "YZ'nin acil durum yönetiminde kritik rol üstlendiği" sonucunu desteklemektedir.

Bununla birlikte, YZ'nin sağlık hizmetlerinde uygulanması bazı sınırlılıklar ve riskler de taşımaktadır. Elgin ve Elgin (2024) algoritmik önyargılar, veri gizliliği ve şeffaf olmayan karar süreçlerini en önemli etik zorluklar olarak tanımlarken; Sorkhi ve Pourasghar (2024), kurumlarda yeterli altyapı ve insan kaynağı eksikliğinin önemli engeller arasında olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde, yüksek teknoloji maliyetleri ve sağlık çalışanlarının YZ okuryazarlığının sınırlı olması uygulamayı kısıtlayan faktörler arasında değerlendirilmiştir.

Genel olarak, bulgular YZ'nin sağlık hizmetlerinde etkin ve adil kaynak tahsisi için bir fırsat sunduğunu, ancak bu fırsatların tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için etik, yasal ve operasyonel bariyerlerin aşılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç

Yapay zekâ, sağlık hizmetlerinde kaynak tahsisini optimize etmede dönüştürücü bir potansiyele sahiptir. Hasta yoğunluğu tahmininden tedarik zinciri yönetimine, acil durum planlamasından kişiselleştirilmiş tedaviye kadar geniş bir yelpazede sağlık kurumlarına katkı sağlamaktadır. İncelenen çalışmalar, YZ'nin hem maliyet etkinliğini artırdığını hem de hasta bakım kalitesini geliştirdiğini göstermektedir. Ancak, bu teknolojilerin yaygın ve sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesi için veri gizliliği, algoritmik önyargı, şeffaflık, altyapı eksiklikleri ve maliyet gibi sorunların çözülmesi zorunludur.

Öneriler

Etik ve Hukuki Düzenlemeler: YZ'nin sağlık hizmetlerinde güvenilir biçimde kullanılabilmesi için uluslararası standartlarda veri gizliliği, şeffaflık ve algoritmik adalet ilkelerini içeren düzenlemeler geliştirilmelidir.

Altyapı ve Yatırım: Sağlık kurumları, YZ sistemlerini destekleyecek güçlü bilişim altyapısına yatırım yapmalı; donanım ve yazılım eksiklikleri giderilmelidir.

Eğitim ve Kapasite Geliştirme: Sağlık çalışanlarının YZ okuryazarlığını artırmaya yönelik eğitim programları uygulanmalıdır. Bu sayede teknolojinin etkin ve güvenli kullanımına olanak sağlanabilir.

Çok Disiplinli İşbirliği: Sağlık profesyonelleri, veri bilimciler, etik uzmanları ve politika yapıcılar arasında işbirliği artırılarak daha kapsayıcı ve sürdürülebilir YZ çözümleri geliştirilmelidir.

Araştırma ve Uygulama Dengesi: YZ uygulamalarının yalnızca teknik değil, klinik ve etik açıdan da değerlendirilmesi için disiplinler arası araştırmalar desteklenmelidir.

Eşitlik Odaklı Yaklaşım: YZ'nin mevcut sağlık eşitsizliklerini derinleştirmemesi için algoritmaların önyargısız veri setleri ile geliştirilmesi ve her gruba eşit erişim sağlanması önceliklendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Alnsour, Y., Johnson, M., Albizri, A., & Harfouch, A. (2023). Predicting patient length of stay using artificial intelligence to assist healthcare professionals in resource planning and scheduling decisions. *Journal of Global Information Management.* https://doi.org/10.4018/JGIM

Elgin, C. Y., & Elgin, C. (2024). Ethical implications of AI-driven clinical decision support systems on healthcare resource allocation: A qualitative study of healthcare professionals' perspectives. *BMC Medical Ethics, 25*(1), 34. https://doi.org/10.1186/s12910-024-00912-1

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H. H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., … Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Annals of Translational Medicine, 6*(5), 63. https://doi.org/10.21037/atm.2018.12.23

Rajkomar, A., Oren, E., Chen, K., Dai, A. M., Hajaj, N., Hardt, M., … Dean, J. (2018). Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *NPJ Digital Medicine, 1*(1), 18. https://doi.org/10.1038/s41746-018-0029-1

Sorkhi, A., & Pourasghar, F. (2024). Artificial intelligence application in healthcare management: A review of challenges. *International Journal of Healthcare Technology and Management, 23*(2), 112–128. https://doi.org/10.1504/IJHTM.2024.129876

Suryawanshi, V., Bhoyar, V., Kanyal, D., & Sabale, S. (2025). The role of AI in enhancing hospital operational efficiency and patient care. *Multidisciplinary Reviews, 8*(2), 55–67. https://doi.org/10.1080/xxxxxx

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine, 25*(1), 44–56. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7

Whig, P., Dutta, P. K., Yathiraju, N., & Sharma, S. (2024). Transforming healthcare operations with generative AI: Optimizing resource allocation, workflow management, and predictive analytics. In *Studies in Systems, Decision and Control* (pp. 155–170). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-xxxx-x

Zakiuddin, K. S., Dhale, S. A., & Fulzele, P. F. (2024). Implementation of AI in healthcare challenges and potential. *AIP Conference Proceedings, 2601,* 020018. https://doi.org/10.1063/5.0163457

POLİKİSTİK OVER SENDROMU TANISI ALAN KADINLARDA SOSYO-DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER, KLİNİK BELİRTİLER VE SAĞLIK ALGISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Nurten TERKES[1]/ Dr. Öğr. Üyesi Sabriye UÇAN YAMAÇ[2]/Ebe Kübra SÖNMEZ[3]/Ebe Ebru ERDOĞAN[4]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu, nterkes@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-1644-8382

[2] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu, suyamac@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-3932-8017

[3] Özel Ege Umut Hastanesi/ Doğumhane, kubrasonmez15@gmail.com

[4] ebru7052@gmail.com

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, polikistik over sendromu (PKOS) tanısı alan kadınlarda sosyo-demografik özellikleri, klinik belirtileri ve sağlık algılarını tanımlamaktır.

Yöntem: Tanımlayıcı ve kesitsel tipteki bu araştırma, bir devlet hastanesine başvuran ve PKOS tanısı almış 119 kadın ile yürütülmüştür. Veriler, literatür doğrultusunda araştırmacılar tarafından geliştirilen Bireysel Tanılama Formu aracılığıyla yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Formda sosyo-demografik bilgiler, hastalık öyküsü, klinik belirtiler ve sağlık algısı ile ilgili sorular yer almıştır. Veriler SPSS 22.0 paket programına aktarılmış ve analizlerde yalnızca tanımlayıcı istatistikler (sayı, yüzde, ortalama ve standart sapma) kullanılmıştır.

Bulgular: Katılımcıların yaş ortalaması 28.47±8.45 yıl, beden kitle indeksi ortalaması ise 25.98±7.69 olarak bulunmuştur. Kadınların %50.4'ü bekar, %43.7'si lisans mezunudur. Kronik hastalıklar arasında obezite (%18.5) ve diyabet (%17.7) öne çıkmıştır. Belirtiler incelendiğinde adet düzensizliği %54.6, tüylenme %71.4, saç dökülmesi %51.3, akne %39.5 ve yorgunluk %69.8 oranında rapor edilmiştir. Katılımcıların yaklaşık yarısı (%49.6) sağlık durumlarının geçen yıla kıyasla kötüleştiğini belirtmiştir.

Sonuç: Bu bulgular, PKOS'un yalnızca fizyolojik değil aynı zamanda bireylerin sağlık algısını da olumsuz yönde etkileyen çok yönlü bir sendrom olduğunu göstermektedir. PKOS yönetiminde medikal yaklaşımların yanı sıra yaşam tarzı değişiklikleri (diyet, egzersiz, kilo yönetimi) ve psikososyal destek programlarının entegre edilmesi, semptom yükünü azaltarak kadınların genel sağlık algılarında iyileşme sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Polikistik Over Sendromu, Klinik Belirtiler, Sağlık Algısı, Sosyo-demografik Özellikler

EVALUATION OF SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS, CLINICAL SYMPTOMS, AND HEALTH PERCEPTIONS OF WOMEN DIAGNOSED WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

Asoc. Prof. Nurten TERKES[1]/ Asist. Prof. Sabriye UÇAN YAMAÇ[2]/Kübra SÖNMEZ[3]/Ebru ERDOĞAN[4]
[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu, nterkes@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-1644-8382
[2] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu, suyamac@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-3932-8017
[3] Özel Ege Umut Hastanesi/ Doğumhane, kubrasonmez15@gmail.com
[4] ebru7052@gmail.com

Abstract

Aim: The aim of this study was to describe the socio-demographic characteristics, clinical manifestations, and health perceptions of women diagnosed with polycystic ovary syndrome (PCOS).

Method: This descriptive and cross-sectional study was conducted with 119 women who had been diagnosed with PCOS and admitted to a state hospital. Data were collected through face-to-face interviews using an Individual Identification Form developed by the researchers based on the literature. The form included questions on socio-demographic information, medical history, clinical symptoms, and self-reported health perceptions. The collected data were analyzed using descriptive statistics, including frequencies, percentages, means, and standard deviations, to provide an overview of the participants' characteristics and experiences.

Results: The mean age of the participants was 28.47±8.45 years, and the mean body mass index (BMI) was 25.98±7.69, indicating that most were in the overweight range. Nearly half of the women were single (50.4%) and 43.7% were university graduates. Comorbidities were also common, with obesity present in 18.5% and diabetes in 17.7%. The most frequent symptoms were menstrual irregularity (54.6%), hirsutism (71.4%), hair loss (51.3%), acne (39.5%), and fatigue (69.8%). Almost half of the participants (49.6%) reported that their general health status had worsened compared to the previous year.

Conclusion: The findings indicate that PCOS symptoms are highly prevalent and have a negative impact on women's perceived health. This highlights the need for comprehensive management strategies, including medical treatment, lifestyle modifications, and psychosocial support, to reduce the symptom burden and improve overall health outcomes in women with PCOS.

Keywords: Polycystic Ovary Syndrome, Clinical Symptoms, Health Perception, Socio-demographic Characteristics

GİRİŞ

Polikistik over sendromu (PKOS), üreme çağındaki kadınların yaklaşık %6–15'ini etkileyen, multifaktöriyel etyolojiye sahip en yaygın endokrin bozukluklardan biridir (Teede et al., 2020). Oligo/anovulasyon, hiperandrojenizm ve polikistik over morfolojisi ile karakterize olan bu sendrom; hormonal dengesizliklerin yanı sıra insülin direnci, metabolik sendrom, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler risk faktörleriyle de ilişkilidir (Ding et al., 2021). PKOS'un klinik belirtileri arasında adet düzensizliği, hirsutizm, akne, obezite, infertilite ve psikolojik sorunlar (anksiyete, depresyon, düşük özsaygı) yer almaktadır (Li et al., 2020).

PKOS yalnızca fizyolojik değil aynı zamanda psikososyal etkileriyle de kadınların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle beden imajı, üreme sağlığı ve kronik hastalık riski konusundaki endişeler yaşam doyumunu azaltmakta ve ruhsal sağlık sorunlarını artırmaktadır (Barry et al., 2020). Dünya Sağlık Örgütü yaşam kalitesini, bireylerin kendi sağlık durumlarını, beklenti ve değerleri bağlamında algılama biçimi olarak tanımlamaktadır (WHOQOL Group, 2020). Bu açıdan değerlendirildiğinde, PKOS tanısı alan kadınlarda yaşam kalitesi düzeylerinin ve bu düzeyleri etkileyen sosyo-demografik faktörlerin belirlenmesi hem hemşirelik hem de sağlık yönetimi açısından önemli bir gerekliliktir. Bu çalışmanın amacı, polikistik over sendromu tanısı alan kadınlarda yaşam kalitesi düzeylerinin belirlenmesi ve bu düzeylere etki eden sosyo-demografik faktörlerin incelenmesidir.

2. YÖNTEM

Araştırma Tasarımı

Bu araştırma, polikistik over sendromu (PKOS) tanısı almış kadınların sosyo-demografik özelliklerini, klinik belirtilerini ve sağlık algılarını tanımlamak amacıyla yapılmış tanımlayıcı ve kesitsel nitelikte bir çalışmadır. Çalışmanın kesitsel yapısı, verilerin belirli bir zaman diliminde toplanarak mevcut durumun ortaya konmasını sağlamıştır.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, bir ilçe hastanesinin Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniği'ne başvuran PKOS tanısı almış tüm kadınlar oluşturmuştur. Örnekleme dahil edilme kriterleri; 18 yaş ve üzerinde olmak, hekim tarafından PKOS tanısı almış olmak ve araştırmaya katılmayı gönüllü olarak kabul etmektir. Çalışmaya toplam 119 kadın katılmıştır. Bu sayı, örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla %95 güven aralığı ve %5 hata payı dikkate alınarak hesaplanmış ve yeterli görülmüştür. Çalışmaya katılmayı reddeden veya görüşme sırasında formu tamamlamayan bireyler örneklem dışında bırakılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Veri toplamada, araştırmacılar tarafından güncel literatür doğrultusunda hazırlanan Bireysel Tanılama Formu kullanılmıştır. Form üç ana bölümden oluşmaktadır:

Sosyo-demografik özellikler: Yaş, medeni durum, eğitim düzeyi, meslek, çocuk sahibi olma durumu gibi değişkenler,

Klinik özellikler: PKOS ile ilişkili belirtiler (adet düzensizliği, tüylenme, saç dökülmesi, akne, yorgunluk, obezite yakınması), kronik hastalık öyküsü, sürekli ilaç kullanımı, ailede PKOS öyküsü,

Sağlık algısı: Katılımcıların son bir yıl içerisindeki genel sağlık durumlarını ve mevcut sağlıklarını değerlendirmeye yönelik öznel ifadeler.

Formun kapsam geçerliliği için alan uzmanlarının görüşleri alınmış, anlaşılır ve uygulanabilir olması için ön uygulama yapılmıştır.

Veri Toplama Yöntemi

Veriler, araştırmacılar tarafından katılımcılarla yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Görüşmeler hastane polikliniğinde uygun bir odada, katılımcının mahremiyetini koruyacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her görüşme yaklaşık 15–20 dakika sürmüş ve gönüllülük esasına dayalı olarak yapılmıştır. Katılımcılara çalışmanın amacı açıklanmış, gizlilik ilkesi vurgulanmış ve sözlü/onamları alınmıştır.

Veri Analizi

Toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve SPSS 22.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır: Kategorik veriler sayı (n) ve yüzde (%) ile, Sürekli değişkenler ise ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (SS) değerleri ile özetlenmiştir.

Etik Onam

Araştırmanın yürütülmesi için Etik kurul onayı (01.02.2023-GO-2023/81) ve katılımcılardan gerekli izinler alınmış ve çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara araştırmanın amacı, süresi ve içerikleri açıklanmış, gizlilik ilkesine uyulacağı belirtilmiştir.

3. BULGULAR

Sosyodemografik özelliklere bakıldığında; katılımcıların %50.4'ünün bekar, %49.6'sının evli olduğu, yaklaşık yarısının (%49.6) ev hanımı, %45.4'ünün öğrenci olduğu saptanmıştır. Eğitim düzeyi açısından incelendiğinde, %43.7'sinin lisans mezunu olduğu görülmektedir. Katılımcıların %63.9'unda başka kronik bir hastalık bulunmazken, %18.5'inde obezite, %17.7'sinde diyabet mevcuttur. Ayrıca, %36.1'inin düzenli ilaç kullandığı belirlenmiştir. Aile öyküsünde PKOS tanısı olan bireylerin oranı %27.7'dir (Tablo 1).

Table 1 Katılımcıların Sosyodemografik Verileri

Değişkenler	***n***	***%***
Çocuğu olma durumu		
Hayır	60	50.42
Evet	59	49.58
Medeni durumu		
Bekar	60	50.42
Evli	59	49.58
Eğitim durumu		
Ortaokul mezunu	27	22.69
Lise mezunu	40	33.61
Lisans mezunu	52	43.70
Mesleği		
Ev hanımı	59	49.58
Öğrenci	54	45.38
İşçi	6	5.04
Menstural döngünün başlama yaşı		
10	6	5.04
12	45	37.82
13	42	35.29

14	20	16.81
15	6	5.04
Başka kronik hastalığının varlığı		
Başka bir kronik hastalığı yok	76	63.87
Obezite	22	18.49
Şeker	21	17.65
Sürekli kullanılan ilaç varlığı		
Hayır	76	63.87
Evet	43	36.13
Ailede PIKOS tanısı konulmuş birinin varlığı		
Evet	33	27.73
Hayır	86	72.27

Çalışmaya katılan 119 bireyin yaş ortalaması **28.47±8.45** olup, katılımcıların büyük çoğunluğunun genç erişkin yaş grubunda olduğu görülmektedir. Katılımcıların beden kitle indeksi (BKI) ortalaması **25.98±7.69** olup, bu değer Dünya Sağlık Örgütü sınıflamasına göre "fazla kilolu" grubuna karşılık gelmektedir. Tanı süresinin ortalama **2.55±0.95 yıl**olduğu, katılımcıların ortalama gebelik sayısının **1.22±1.38**, doğum sayısının **0.87±1.11**, düşük sayısının ise **0.35±0.77**olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Table 2. Sürekli Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	***M***	***SD***	***n***	***SE*$_M$**	**Min**	**Max**	**Skewness**	**Kurtosis**
Yaşı	28.47	8.45	119	0.77	20.00	41.00	0.58	-1.57
BKI	25.98	7.69	119	0.71	16.90	42.08	1.23	0.15
Tanı Süresi	2.55	0.95	119	0.09	1.00	5.00	0.51	0.52
Gebelik sayısı	1.22	1.38	119	0.13	0.00	3.00	0.43	-1.69
Doğum sayısı	0.87	1.11	119	0.10	0.00	3.00	1.08	-0.26
Düşük sayısı	0.35	0.77	119	0.07	0.00	2.00	1.70	0.88

Belirtiler değerlendirildiğinde, katılımcıların %54.6'sında adet düzensizliği, %71.4'ünde tüylenme, %51.3'ünde saç dökülmesi, %39.5'inde akne, %69.8'inde yorgunluk ve %46.2'sinde obezite yakınması olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular PKOS'un en sık görülen klinik belirtileriyle uyumludur (Tablo 3).

Table 3. PKOS ile ilişkili belirtilere ilişkin değişkenlerin dağılımı

Değişkenler	***n***	***%***
Adet Düzensizliği		
Evet	65	54.62
Hayır	54	45.38
Tüylenme		
Evet	85	71.43
Hayır	34	28.57
Hormon Düzensizliği		
Evet	37	31.09
Hayır	82	68.91
Saç Dökülmesi		
Evet	61	51.26
Hayır	58	48.74
Akne		
Evet	47	39.50
Hayır	72	60.50
Yorgunluk		
Evet	83	69.75
Hayır	36	30.25
Şişmanlık		
Evet	55	46.22
Hayır	64	53.78

Katılımcıların sağlık algısı incelendiğinde, %49.6'sı son bir yıl içindeki sağlık durumunu geçen yıla göre "biraz daha kötü" olarak değerlendirmiştir. Genel sağlık durumunu tanımlama şekli ise %46.2 ile "orta" düzeyde, %38.7 ile "iyi" ve %15.1 ile "çok iyi" şeklindedir (Tablo 4).

Table 4. Katılımcıların sağlık algısı ile ilgili değişkenler

Değişkenler	***n***	***%***
Son bir yıl içindeki genel sağlık durumu		
Hemen hemen aynı	30	25.21
Geçen seneden çok daha iyi	12	10.08
Geçen seneden biraz daha kötü	59	49.58
Geçen seneden biraz daha iyi	18	15.13
Genel olarak genel sağlık durumunu tanımlama şekli		
İyi	46	38.66
Orta	55	46.22
Çok iyi	18	15.13

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada PKOS tanısı almış 119 kadının sosyo-demografik özellikleri, klinik belirtileri ve sağlık algıları tanımlanmıştır. Katılımcıların yaş ortalamasının **28.47±8.45**, beden kitle indeksi ortalamasının ise **25.98±7.69** olduğu belirlenmiştir. Bu değerler, PKOS'un genç erişkin yaş grubunda yoğunlaştığını ve fazla kiloluluk eğiliminin yaygın olduğunu göstermektedir. Nitekim katılımcıların yaklaşık beşte birinde obezite (%18.5) ve diyabet (%17.7) bulunması, PKOS'un metabolik risklerle yakından ilişkili olduğunu desteklemektedir (Teede et al., 2020; Ding et al., 2021).

Çalışmada en sık görülen belirtiler tüylenme (%71.4), yorgunluk (%69.8) ve adet düzensizliği (%54.6) olmuştur. Bu sonuçlar, PKOS'un temel klinik özellikleriyle uyumlu olup literatürde de benzer oranlarda bildirilmektedir (Li et al., 2020). Özellikle hirsutizm ve kilo sorunlarının, kadınların beden imajı ve ruhsal durumlarını olumsuz etkilediği; anksiyete ve depresyon riskini artırdığı önceki çalışmalarda da vurgulanmaktadır (Barry et al., 2020; Dybciak et al., 2023).

Katılımcıların %49.6'sı sağlık durumlarının geçen yıla göre kötüleştiğini ifade etmiştir. Bu bulgu, PKOS'un yalnızca klinik bulgularla değil, kadınların öznel sağlık algılarıyla da yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, depresyon ve kaygı bozukluklarının PKOS'lu kadınlarda daha sık görüldüğü ve sağlık algısını olumsuz etkilediği meta-analizlerde de ortaya konmuştur (Dybciak et al., 2023).

Ailede PKOS öyküsü %27.7 olarak saptanmıştır. Bu oran, sendromun genetik yatkınlığına işaret eden bulgularla örtüşmektedir (Dapas et al., 2022). Dolayısıyla aile bireylerinin bilgilendirilmesi ve riskli gruplarda erken farkındalığın sağlanması önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, PKOS tanısı almış kadınlarda klinik semptomların yüksek sıklıkta görüldüğü ve sağlık algısının olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Multidisipliner yaklaşımlar, yaşam tarzı düzenlemeleri ve psikososyal destek hizmetleri PKOS yönetiminde etkin sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayabilir.

Çalışmaya yönelik verilebilecek önerileri göz önüne alındığında, PKOS yönetiminde yalnızca farmakolojik tedaviler değil, yaşam tarzı değişiklikleri (dengeli beslenme, düzenli egzersiz, kilo kontrolü) ve psikososyal destek programları da öncelikli olmalıdır (Ee et al., 2021). Sağlık profesyonelleri, PKOS'lu kadınların sağlık algısını olumsuz etkileyen semptomların farkında olmalı ve danışmanlık süreçlerinde bu konulara odaklanmalıdır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, farklı yaş gruplarında PKOS'un klinik özelliklerini ve sağlık algısını karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi önerilmektedir. Ayrıca depresyon, anksiyete ve yaşam doyumu gibi psikososyal değişkenlerin de dahil edildiği daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Barry, J. A., Kuczmierczyk, A. R., & Hardiman, P. J. (2020). Anxiety and depression in polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. Human Reproduction, 35(2), 465–479. https://doi.org/10.1093/humrep/dez256

Dapas, M., Sisk, R., Legro, R. S., Urbanek, M., & Hayes, M. G. (2022). Deconstructing a syndrome: Genomic insights into polycystic ovary syndrome. Trends in Endocrinology & Metabolism, 33(5), 319–329. https://doi.org/10.1016/j.tem.2022.03.003

Ding, T., Hardiman, P. J., Petersen, I., Wang, F. F., Qu, F., & Baio, G. (2021). The prevalence of polycystic ovary syndrome in reproductive-aged women: A systematic review and meta-analysis. Human Reproduction, 36(6), 1645–1657. https://doi.org/10.1093/humrep/deab098

Dokras, A., Saini, S., Gibson-Helm, M., Schulkin, J., & Cooney, L. (2016). Weight loss and lowering androgens predict improvements in quality of life in women with polycystic ovary syndrome. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 101(8), 2966–2974. https://doi.org/10.1210/jc.2016-1896

Dybciak, P., Walczak, K., & Jasińska, A. (2023). Depression and anxiety in women with polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. BMC Psychiatry, 23(1), 510. https://doi.org/10.1186/s12888-023-05010-5

Ee, C., Anderson, D., Moran, L., & Costello, M. (2021). Providing lifestyle advice to women with polycystic ovary syndrome: A practical guide for GPs. Australian Journal of General Practice, 50(11), 789–793. https://doi.org/10.31128/AJGP-03-21-5892

Li, R., Zhang, Q., Yang, D., Li, S., Lu, S., Wu, X., & Wang, X. (2020). Prevalence of polycystic ovary syndrome in women in China: A large community-based study. Human Reproduction, 35(7), 1637–1646. https://doi.org/10.1093/humrep/deaa093

Moghadam, Z. B., Fereidooni, B., & Najmabadi, K. M. (2020). Psychometric properties of the PCOSQ-50: A specific instrument to assess health-related quality of life in women with polycystic ovary syndrome. BMC Women's Health, 20, 97. https://doi.org/10.1186/s12905-020-00956-4

Teede, H. J., Misso, M. L., Costello, M. F., Dokras, A., Laven, J., Moran, L., ... & International PCOS Network. (2020). International evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. Human Reproduction, 35(9), 1959–2002. https://doi.org/10.1093/humrep/deaa138

WHOQOL Group. (2020). The World Health Organization Quality of Life (WHOQOL)-BREF. World Health Organization. https://www.who.int/tools/whoqol

FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ CHİA (*SALVIA HISPANICA*) TOHUMLARINDA ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Osman GEDİK[1], Yüksek Mühendis Nurdan Gül KÖRÜK[2], Mühendis Selim ATALAR[3], Gül YETİŞGİN[4]

[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ogedik@ksu.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-4816-3154

[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, nurdangulkrk@gmail.com, ORCID NO: 0000-0001-8825-9604

[3]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, selimatalar2001@gmail.com, ORCID NO:0009-0008-6162-7153

[4]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, gulyetisgin968@gmail.com, ORCID NO: 0009-0009-4817-7693

Özet

Çimlenme ve fide gelişimi bitkinin ömründeki ilk ve en önemli aşamalardandır. Tohum çimlenmesi ve fide gelişimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarının chia (*Salvia hispanica*) tohumlarının çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri Bölümünde Tıbbi Aromatik bitkiler laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada 8 farklı tuz konsantrasyonu (kotnrol(0), 2 g/L, 4 g/L, 6g/L, 8 g/L, 10 g/L, 12g/L, 14g/L) ve ticari olarak temin edilen chia tohumları kullanılmıştır. Tohumların ekileceği 12 cm'lik petrilerin tabanlarını kaplayacak şekilde kurutma kağıtları kesilerek yerleştirilip ekime hazır hale getirilmiştir. Chia tohumlarını steril edildikten sonra hazırlanan petrilere her konsantrasyondan 10 ml eklenerek 30 adet tohum olacak şekilde ekilmiştir. Ekimi yapılan petriler iklimlendirme kabininde 14000 lüx ışık, 24 °C sıcaklık, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneme kurulduğundan itibaren 14 gün boyunca incelenip 14. gün sonunda ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler ve analizler sonucunda; çimlenme oranı %71.66- 92.50 aralığında değişmekte olup, en düşük çimlenme oranı 10g/L dozunda gözlemlenmiştir. Plumula uzunluğunda en yüksek değer kontrol dozundan elde edilirken en düşük değer ise en yüksek doz olan 10g/L dozundan elde edilmiştir. Radikula uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı benzer şekilde en yüksek değerler kontrol uygulamasında gözlemlenirken en düşük değerler ise uygulanan en yüksek dozda meydana geldiği gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonucunda artan tuz stresinin chia tohumlarında çimlenme ve fide gelişimi üzerine olumsuz etkilere yol açtığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimlendirme, tuz stresi, chia, *Salvia hispanica*

EFFECT OF DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS ON GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT IN CHIA (*SALVIA HISPANICA*) SEEDS

Assoc. Prof. Dr. Osman GEDIK[1], MSc. Engineer Nurdan Gül KÖRÜK[2], Engineer Selim ATALAR[3], Engineer Gül YETİŞGİN[4]

[1]Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, ogedik@ksu.edu.tr, ORCID number: 0000-0002-4816-3154

[2] Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, nurdangulkrk@gmail.com, ORCID number: 0000-0001-8825-9604

[3]Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, selimatalar2001@gmail.com, ORCID number: 0009-0008-6162-7153

[4]Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, gulyetisgin968@gmail.com, ORCID number: 0009-0009-4817-7693

Abstract

Germination and seedling development are the first and most important stages in a plant's life cycle. There are many factors that affect seed germination and seedling development. In this study, the effects of different salt concentrations on the germination and early seedling development of chia (*Salvia hispanica*) seeds were investigated. The research was conducted in the Medicinal and Aromatic Plants Laboratory in the Field Crops Department of Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture. Eight different salt concentrations (control(0), 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L, 8 g/L, 10 g/L, 12 g/L, 14 g/L) and commercially obtained chia seeds were used in the study. Blotting papers were cut to cover the bottoms of 12 cm petri dishes in which the seeds would be sown, and placed and prepared for sowing. After sterilizing the chia seeds, 10 ml of each concentration were added to the prepared petri dishes and 30 seeds were sown. The planted petri dishes were placed in a climate chamber with 14000 lux, 24 °C, and 12 hours of light and 12 hours of darkness. The experiment was observed for 14 days from its establishment, and measurements were taken at the end of the 14th day. As a result of the measurements and analyses, the germination rate ranged from 71.66 to 92.50%, with the lowest germination rate observed at the 10 g/L dose. The highest value for plumule length was obtained from the control dose, while the lowest value was obtained from the highest dose of 10 g/L. Similarly, the highest values for radicle length, seedling length, seedling fresh weight, and seedling dry weight were observed in the control treatment, while the lowest values occurred at the highest dose. As a result of the study, it was determined that increased salt stress had negative effects on germination and seedling development in chia seeds.

Keywords: Germination, salt stress, chia, *Salvia hispanica*

GİRİŞ

Tuzluluk, kurak ve yarı kurak iklime sahip yerlerde önemli bir tehlikedir ve küresel gıda üretiminde önemli bir sınırlayıcı faktördür (Ahmed et al., 2020; Tolay, 2021). Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki çölleşme ve yüksek buharlaşma oranı toprak ve suyun hızla tuzlanmasına neden olmaktadır. Bu durum topraktaki tuz oranını yükseltmektedir (Bensidhoum ve Nabti, 2021). Toprak tuzluluğu kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde özellikle drenaj eksikliği olan alanlarda ortaya çıkmaktadır. Tedbir alınmadığı ve hala sulamanın yapılması durumunda tuzlanma çok daha hızlı bir şekilde kendini göstermektedir. Sulamayla toprakta çözünebilir tuzlar, kapilarite ile yukarı hareket etmekte ve toprakta birikmektedir. Sulamanın yanlış yapılması, yeterli drenajın olmaması veya sulama suyunda yüksek miktarda eriyebilir tuzların bulunması tuzlanmanın diğer nedenleri arasında yer almaktadır (Savran ve Deliboran, 2015). Tuzluluk ayrıca toprağın fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini de değiştirir. Su kıtlığına neden olan osmotik stres ve iyonların birikmesinden kaynaklanan iyonik etki bitkiler üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Karabay et al., 2021). Toprakta bulunan tuz oranının artması kök bölgesinde osmotik basıncın artmasına sebep olmakta, böylece tohumun çimlenme sırasında ve bitkinin büyüme aşamalarında su alımını azaltmakta veya engellemektedir (Essa, 2002; Sadeghian ve Yavari, 2004). Tuza duyarlı bitkiler, tuzlu ortamlarda kontrolsüz bir iyon alımı yapmaktadır. Bu bitkiler, alınan yüksek orandaki tuzu saklayacak özelleşmiş kısımları olmadığından, bitkinin zarar görmesine neden olmaktadır. Bu zarar osmotik bir stress olmayıp, daha çok iyon toksisitesinden meydana gelmektedir. İkinci tuzluluk stresi ise öncelikle köklerde meydana gelmekte, fakat büyümedeki sınırlamalar ve toksisite belirtileri daha çok sürgünlerde görülmektedir. Tuzluluk stresi bitkilerde iç ve dış bölümlerin birlikte etkileri sonucu kendisini göstermektedir (Savran ve Deliboran, 2015). Birçok bitki tuzluluğa duyarlı olduğundan, tuz içeriğindeki artış verim kaybına neden olur. Çevrede bulunan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak, verimdeki azalma %10 ile %50 arasında değişmektedir (Godoy et al., 2021). *Salvia hispanica* L. (Chia bitkisi), Güney Amerika'da Lamiaceae familyasının (Lu ve Foo, 2002) yaygın bir şekilde yetiştiği Kuzey Guatemala'ya has bir bitkidir (Muñoz ve ark., 2013). Chia tohumu M.Ö. 3500 yıllarından beri yiyecek olarak kullanılmaya başlanmış ve M.Ö. 1500 ile 900 yılları arasında Orta Meksika'da temel bir ürün olarak önem kazanmıştır (Derici Eker, 2024). Genellikle tek yıllık olarak yetiştirilen bu bitki (Ali ve ark., 2012) belirgin bir koku özelliğine sahip olup özellikle yaprakları, tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Çimlenme ve fide gelişimi bitkinin ömründeki ilk ve en önemli aşamalardandır. Tohumun çimlenmesini ve fide gelişimini etkileyen birçok faktör vardır. Yapılan bu araştırmada chia (*Salvia hispanica*) bitkisinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişi üzerine etkisi incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Yürütülen bu çalışmada ticari olarak temin edilen chia (*Salvia hispanica*) tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Deneme Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait Tıbbi ve Aromatik Bitkiler laboratuvarında yapılmıştır. Bu çalışmada ticari olarak temin edilen chia tohumları ve 8 farklı tuz konsantrasyonu (kotnrol(0), 2 g/L, 4 g/L, 6g/L, 8 g/L, 10 g/L, 12g/L, 14g/L) kullanılmıştır. Tuz stresini *Salvia hispanica* tohumları üzerinde çimlenme ve fide gelişimine etkileri gözlemlenmiştir. Kullanılan tohumlar, %5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile sterilize edilip ardından, 12 cm çapındaki petrilerin tabanına iki adet kurutma kağıdı yerleştirilmiş ve her petriye, hazırlanan dozlardan 10 ml ekime hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan petrilere 30 adet steril edilmiş tohum ekilmiştir. Yapılan deneme 14000 lüx ışık, 24 °C sıcaklık, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olarak ayarlanmış iklimlendirme kabinine 14 gün boyunca gözlemlenmek üzere yerleştirilmiştir. On dördüncü günün sonunda ölçümler alınmıştır. Çimlenme yüzdesini belirlemek için, on dördüncü günde çimlenen tohum sayısı, toplam tohum sayısına oranlanarak yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Fidelerin uzunluğunu belirlemek için her tekrardan on dördüncü günde rastgele seçilen 10 fide uzunluğu kumpasla ölçülerek mm olarak kaydedilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan bu araştırmada hazırlanan sekiz farklı tuz konsantrasyonunun chia (*Salvia hispanica*) tohumlarının çimlenme, fide gelişimi ve stres tolerans indeksi üzerine etkisi gözlemlenmiştir. Denemede uygulanan, 12g/L ve 14g/L tuz konsantrasyonlarında normal çimlenme ve fide gelişimi görülmediği için bu konsantrasyonlar değerlendirilmeye alınmamıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1: Farklı tuz konsantrasyonlarının chia tohumunun çimlenme oranı, radikula uzunluğu, plumula uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ağırlık, fide kuru ağırlık, vigor indeks ve Stres tolerans indeksine ait ortalama değerler

Dozlar (g/L)	ÇO (%)	PU (mm)	RU (mm)	FU (mm)	FYA (g)	FKA (g)	VI	RU/PU	STI
Kontrol	92.50 a	47.50 a	14.32 a	61.83 a	0.14 a	0.0041 c	5719.79 a	0.30 f	100.00 a
2	85.83 a	18.70 b	13.24 b	31.94 b	0.11 b	0.006 a	2743.13 b	0.71 e	77.16 b
4	89.16 a	11.96 c	13.08 b	25.05 c	0.07 c	0.0042 c	2233.15 c	1.09 c	51.06 c
6	86.66 a	8.59 d	11.86 c	20.46 d	0.06 d	0.0053 b	1777.27 d	1.38 a	43.20 d
8	75.00 b	6.72 e	8.60 d	15.32 e	0.04 e	0.0042 c	1151.43 e	1.27 b	30.60 e
10	71.66 b	5.43 e	4.74 e	10.18 f	0.02 f	0.003 d	730.40 f	0.87 d	20.08 f
LSD (0.05)	7.20**	1.67**	0.95**	1.89**	0.007**	0.0005**	233.86**	0.08**	4.06**
VK	5.72	6.72	5.76	4.58	6.23	6.81	6.48	5.74	5.02

ÇO: Çimlenme oranı, PU: Plumula uzunluğu, RU: Radikula uzunluğu, FU: Fide uzunluğu, FYA: Fide yaş ağırlık, FKA: Fide kuru ağırlık, VI: Vigor indeks, RU/PU: Radikula/Plumula oranı, STI: Stres tolerans indeksi

3.1. Çimlenme Oranı (%)

Yapılan çalışmada uygulanan tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Farklı tuz konsantrasyonlarında yetiştirilen Chia tohumlarında çimlenme oranı %71.66-92.50 arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme oranı %92.50 ile kontrol grubundan elde edilirken en düşük oran ise %71.66 ile 10 g/L dozundan elde edilmiştir. Artan tuz dozlarının çimle oranına olumsuz etkisi olduğu görülmüştür. Bayat vd. (2022), ekmeklik buğdayda farklı tuz dozlarının çimlenme ve fide gelişimini incelemek amacıyla yürütmüş oldukları çalışmada, artan tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranında düşüşe neden olduğu sonucuna varmışlardır. Çamlıca ve Yaldız (2017), yürütmüş oldukları çalışmada *Ocimum basilicum* bitkisinin tuz stresi altında çimlenme ve fide gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada en düşük çimlenme 240 mM (%16.67) NaCl doz uygulamasından elde edilirken, en yüksek çimlenme kontrol (%98.23) uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Arslan ve Aydınoğlu (2018), mürdümük bitkisi üzerine yürütmüş oldukları çalışmada tuz konsantrasyonlarındaki artış çimlenme oranını düşürdüğünü ancak %85.00'in altına düşürmediğini bildirmiştir.

3.2. Plumula Uzunluğu (mm)

Uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenmiş chia tohumlarında plumula uzunluğu üzerinde istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Plumula uzunluğunun 5.43-47.50 mm arasında olduğu ve en yüksek plumula uzunluğu kontrol uygulamasından 47.50 mm, en düşük plumula uzunluğu ise en yüksek doz olan 10

g/L dozundan 5.43 mm olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre artan tuz konsantrasyonlarının plumula uzunluğuna olumsuz yönde bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Uslu ve Ulcay (2023*), Origanum onites* üzerine yürütmüş oldukları çalışmada sapçık uzunluğu 1.73-11.21 mm arasında değiştiğini, artan tuz dozlarının sapçık uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir. Arslan ve Aydınoğlu (2018), yapmış oldukları çalışmada plumula uzunluğunun 12.55 ile 77.74 mm arasında belirlemişler ve artan tuz dozlarının plumula uzunluğuna olumsuz yönde etki ettiğini bildirmişlerdir.

3.3. Radikula Uzunluğu (mm)

Chia tohumuna uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının radikula uzunluğuna üzerine istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1). Uygulama sonucunda radikula uzunluğu en yüksek 14.32 mm, en düşük 4.32 mm şeklinde gözlemlenmiştir. En yüksek değer kontrol gurubundan elde edilirken en düşük değer 10 g/L ile en yüksek dozdan elde edilmiştir. Artan tuz dozlarının radikula uzunluğunda giderek ciddi bir düşüşe neden olduğu sonucuna varılmıştır. Okcu (2020), yemlik börülcede yapmış olduğu çalışmada uygulanan tuz dozlarındaki artışın radikula uzunluğunda olumsuz yönde etkisi olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Beyazçiçek ve Yılmaz (2020), yapmış oldukları çalışmada en yüksek radikula uzunluğu 23.4 mm ile kontrol grubundan, en düşük radikula uzunluğu ise 4.5 mm ile 400 mM tuz konsantrasyonundan elde edildiğini gözlemlemişlerdir. Arslan ve Aydınoğlu (2018), mürdümük çeşitlerinde farklı tuzluluk seviyeleri uygulamalarında en yüksek kök uzunluğu kontrol (77.74 mm) grubunda, en düşük kök uzunluğu ise 150 mM (12.55 mm) tuz uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir

3.4. Fide Uzunluğu (mm)

Yapılan bu çalışmada çimlenen chia bitkisinin fide uzunluğu üzerine farklı tuz konsantrasyonları istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. En yüksek değer 61.83 mm ile kontrol dozundan elde edilirken en düşük değer ise 10.18 mm ile en yüksek doz olan 10 g/L dozundan elde edilmiştir (Tablo 1). Yapılan ölçümler sonucunda artan tuz konsantrasyonları fide uzunluğunu olumsuz yönde etkilemektedir. Akça ve Tan (2019), yürütmüş oldukları çalışmada en yüksek fide uzunluğunu kontrol grubundan elde ederken, en düşük fide uzunluğunu 500 mM dozundan elde etmişler ve artan tuz dozlarının fide uzunluğuna olumsuz yönde etki ettiğini belirtmişlerdir.

3.5. Fide Yaş Ağırlık (g)

Yapılan çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen chia bitkisinde fide yaş ağırlığından alınan ölçümlerde 0.02 g ile 0.14 g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek değer (0.14 g) kontrol grubundan elde edilirken en düşük değer (0.02 g) ise en yüksek doz olan 10 g/L dozundan elde edilmiştir. Yapılan araştırmada artan tuz seviyelerinin fide yaş ağırlığı üzerinde olumsuz yönde etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Beyazçiçek ve Yılmaz (2020), kinoa bitkisinde yapmış oldukları çalışmada bitki yaş ağırlığı değerlerinin 0.008-0.016 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ertekin vd. (2017), yürütmüş oldukları çalışmada uygulamış oldukları farklı tuz konsantrasyonları yaygın fiğ çeşitlerinde yaş ağırlığı değerlerinin 0.081-0.021 g arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

3.6. Fide Kuru Ağırlık (g)

Farklı tuz konsantrasyonlarında yetiştirilen chia'da fide kuru ağırlıkları incelendiğinde 0.0029 g ile 0.0059 g arasında olduğu görülmüştür. En yüksek değer 2 g/L dozundan elde edilirken en düşük değer ise 10 g/L dozundan elde edilmiştir. Alınan gözlemler sonucu ilk dozda artış görünürken artan tuz konsantrasyonu fide kuru ağırlığında olumsuz etkiye neden olduğu görülmüştür. El Sabagh vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada tuz konsantrasyonlarındaki artışın fide kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Uslu ve Gedik (2020), bazı fiğ türleri üzerine yapmış oldukları çalışmada artan tuz konsantrasyonlarının fide kuru ağırlığında düşüşe neden olduğunu gözlemlemişlerdir.

3.7. Vigor İndeksi

Vigor indeks tohumların çimlenme ve fide gelişimi sırasında canlılığını ve performans seviyesini gösteren bir değerdir. Uygulanan tuz konsantrasyonlarının vigor indeksi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek vigor indeksi kontrol (5719.79) uygulamasından, en düşük değer ise 10 g/l (1005.69) dozundan elde edilmiştir. Benzer şekilde Uslu ve Gedik (2020), yürütmüş oldukları bu çalışmada artan tuz konsantrasyonlarının vigor indeksi değerinde önemli ölçüde düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

3.8. Radikula/ Plumula Oranı

Yapılan bu çalışmada radikula/plumula oranına bakıldığında 0.30 ve 1.38 arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Tablo1). En yüksek değer 6 g/L dozundan elde edilirken en düşük değer ise kontrol dozundan elde edilmiştir. Bazı stres faktörleri bitkinin kök bölgesinde bulunan sudan tam olarak faydalanamamasına sebep olmaktadır. Bundan dolayı artan stres koşulları belirli bir oranda kök uzunluğunun artışına sebep olmaktadır. Bu stres faktörlerinin aşırı artışı ise bitki ve kök gelişimini olumsuz etkilemektedir.

3.9. Stres Tolerans İndeksi

Çimlendirilen chia tohumlarında uygulanan tuz konsantrasyonları arasında stres tolerans indeksi bakımından %1 düzeyinde istatistiki farklılıklar olduğu görülmüştür. Yapılan uygulamada stres tolerans indeksi incelendiğinde en yüksek elde edilen sonuç 100.00 ile kontrol dozundan elde edilirken en düşük sonuç ise en yüksek doz olan 10 g/L dozundan 20.08 şeklinde gözlemlenmiştir. El Sabagh vd. (2015), yürütmüş oldukları çalışmada tuz tolerans indeksini artan dozların olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Kusvuran et al. (2014) yapmış oldukları çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin tuz toleransı endeksleri üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Tuz konsantrasyonları arttıkça çeşitlerin tuz tolerans indeksleri azaldığının sonucuna varmışlardır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada günümüzde özellikle gıda sektöründe çok yaygın olan chia bitkisinde tuz stresinin çimlenme ve fide gelişimini nasıl etkilediği incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere bakıldığında tuz konsantrasyonlarındaki artış chia tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada 12 g/L ve üzerindeki dozda çimlenmenin neredeyse tamamen engellediği gözlemlenmiştir. İncelenen parametrelerde fide kuru ağırlığı hariç diğer ölçümlerde kontrol grubu en yüksek sonuçlar verirken en düşük sonuçları da 10 g/L ile en yüksek dozdan elde edilmiştir. Yapılan araştırmadan çıkan sonuç itibariyle chia bitkisinin tuza karşı toleransının düşük olduğu ve bu sebeple üreticilerin tolerans düşüklüğünü göz önünde bulundurmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Arslan, M., & Aydınoğlu, B. (2018). Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükde (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, *7*(1), 49-54.

Bensidhoum, L., & Nabti, E. H. (2021). Role of Cystoseira mediterranea extracts (Sauv.) in the Alleviation of salt stress adverse effect and enhancement of some *Hordeum vulgare* L.(barley) growth parameters. SN Applied Sciences, 3(1), 116.

Beyazçiçek, H., & Yılmaz, Ş. (2020). Bazı yabancı orjinli kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 25(2), 159-168.

Çamlıca, M., & Yaldız, G. (2017). Effect of salt stress on seed germination, shoot and root length in basil (*Ocimum basilicum*). International Journal of Secondary Metabolite, 4(3, Special Issue 1), 69-76.

Eker, E. (2025). Chia (*Salvia hispanica* L.) Geçmişten Günümüze: Tarihsel Yolculuğu ve Sağlığa Etkileri. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 15(1), 55-68.

El Sabagh, A., Omar, A., Saneoka, H., & Barutçular, C. (2015). Physiological performance of soybean germination and seedling growth under salinity stress. Dicle University Institute of Natural Applied Science Journal, 4(1), 6-15.

Ertekin, İ., Yılmaz, Ş., Atak, M., Can, E., & Çeliktaş, N. (2017). Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2), 10-18.

Essa, T. A. (2002). Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. Journal of Agronomy and Crop science, 188(2), 86-93.

Godoy, F., Olivos-Hernández, K., Stange, C., & Handford, M. (2021). Abiotic stress in crop species: Improving tolerance by applying plant metabolites. Plants. 2021; 10: 186.

Karabay, U., Toptas, A., Yanik, J., & Aktas, L. (2021). Does biochar alleviate salt stress impact on growth of salt-sensitive crop common bean. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 52(5), 456-469.

Kusvuran, A., Nazlı, R. I., & Kusvuran, S. (2014). Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) varieties. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 7(2), 8–12.

Lu, Y., & Foo, L. Y. (2002). Polyphenolics of Salvia—a review. Phytochemistry, 59(2), 117-140.

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2013). Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food. Food reviews international, 29(4), 394-408.

Okcu, M. (2020). Yemlik börülce (*Vigna Unguiculata* L. Walp)'de tuzluluk stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Journal of the Institute of Science and Technology, 10(1), 669-676.

Sadeghian, S. Y., & Yavari, N. (2004). Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. Journal of Agronomy and Crop Science, 190(2), 138-144.

Tan, M., & Akçay, E. (2019). Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde kök ve sürgün gelişmesine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(3), 292–298.

Tolay, I. (2024). Seed priming and soil application of Zinc improved yield and shoot Zn concentration of corn (*Zea mays* L.). Journal of King Saud University-Science, 36(10), 103433.

Turcios, A. E., Papenbrock, J., & Tränkner, M. (2021). Potassium, an important element to improve water use efficiency and growth parameters in quinoa (*Chenopodium quinoa*) under saline conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 207(4), 618-630.

Uslu, Ö. S., & Gedik, O. (2020). Bazı fiğ (*Vicia* sp.) çeşitlerinin tuzluluğa karşı toleransı üzerine bir araştırma. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 2(2), 1-10.

Uslu, T., & Ulcay, S. (2023). Farklı tuz konsantrasyonlarının *Origanum onites* L.(izmir kekiği) bitkisinin çimlenmesi üzerine etkileri. Ejons International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 7(3), 380-392.

Deliboran, A., & Savran, Ş. (2015). Toprak tuzluluğu ve tuzluluğa bitkilerin dayanım mekanizmaları. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1), 57-61.

KURAKLIK STRESİNİN (PEG-6000) REYHANDA (*OCIMUM BASILICUM* L.) ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Osman GEDİK[1], Yüksek Mühendis Nurdan Gül KÖRÜK[2], Mühendis Selim ATALAR[3]
1Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ogedik@ksu.edu.tr,
ORCID NO: 0000-0002-4816-3154
2Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, nurdangulkrk@gmail.com,
ORCID NO: 0000-0001-8825-9604
3Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, selimatalar2001@gmail.com,
ORCID NO:0009-0008-6162-7153

Özet

Tıbbi bitkilerden biri olan reyhan fenolik bileşenler bakımından oldukça zengin bir bitkidir. Reyhan bitkisi de diğer tüm bitkiler gibi çevresel kuraklık stresinden etkilenmektedir. Yürütülen bu çalışmada; farklı kuraklık seviyelerinin reyhan tohumlarında çimlenme oranı, fide uzunluğu, plumula ve radikula uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı, vigor indeksi, radikula / plumula uzunluğu gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait Tıbbi ve Aromatik Bitkiler laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada kuraklık 8 farklı kuraklık seviyeleri (kontrol (0), 4 g/L, 8 g/L, 12 g/L, 16 g/L, 18 g/L, 22 g/L, 24 g/L) PEG-6000 kullanılarak oluşturulmuştur. Çimlenmede kullanılan reyhan tohum örnekleri ise Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesindeki yerel üreticilerden temin edilmiştir. Çimlendirme denemesi için gerekli ön hazırlıkları yapılarak tohumlar çimlendirme kabinine yerleştirilmiştir. Deneme kurulduktan iki hafta sonrasında ölçümler alınmıştır. Yapılan ölçüm sonuçlarından bazılarına bakıldığında; çimlenme oranı %81.75-95.83 aralığında olup en yüksek değerler 8 g/L uygulamasından, plumula uzunluğunda kontrol uygulamasından, en yüksek radikula/ plumula uzunluğu değeri ise 12 g/L ve 16 g/L uygulamasından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık stresi, *Ocimum bacilicum*, reyhan, çimlenme

EFFECT OF DROUGHT STRESS (PEG-6000) ON GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT IN BASIL (*OCIMUM BASILICUM* L.)

Assoc. Prof. Dr. Osman GEDIK[1], MSc. Engineer Nurdan Gül KÖRÜK[2], Engineer Selim ATALAR[3]
[1]Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, ogedik@ksu.edu.tr, ORCID number: 0000-0002-4816-3154
[2]Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, nurdangulkrk@gmail.com, ORCID number: 0000-0001-8825-9604
[3]Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Field Crops, selimatalar2001@gmail.com, ORCID number: 0009-0008-6162-7153Abstract

Abstract

Basil, one of the medicinal plants, is very rich in phenolic compounds. Like all plants, basil is affected by environmental drought stress. In this study, parameters such as germination rate, seedling length, plumule and radicle length, seedling fresh and dry weight, vigor index, and radicle/plumule length in basil seeds under different drought levels were investigated. The study was conducted in the Medicinal and Aromatic Plants Laboratory of the Field Crops Department of Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture. Drought conditions were induced in the study using PEG-6000 at 8 different drought levels (control (0), 4 g/L, 8 g/L, 12 g/L, 16 g/L, 18 g/L, 22 g/L, 24 g/L). Basil seed samples used in germination were supplied by local producers in the Elbistan district of Kahramanmaraş province. After the necessary preliminary preparations for the germination experiment, the seeds were placed in the germination cabinet. Measurements were taken two weeks after the experiment was established. Some of the measurement results show that the germination rate ranged from 81.75% to 95.83%, with the highest values obtained from the 8 g/L application and the control application for plumule length, while the highest radicle/plumule length values were obtained from the 12 g/L and 16 g/L applications.

Keywords: Drought stress, *Ocimum bacilicum*, basil, germination

GİRİŞ

Kuraklık stresi, dünyada tarımsal verimlilik için en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Fotosentez aktivitesi, verim, bitki büyümesi, hücre gelişimi ve sekonder metabolitler, stres seviyesi açısından kuraklık stresinden etkilenir (Anjum vd., 2011). Kuraklık, tarımsal üretim alanlarını büyük oranda kısıtlayan önemli çevresel faktörlerden biridir. Son yıllarda artan iklim değişiklikleriyle birlikte kuraklık stresi önem kazanmıştır (Bousba vd.2021). Kuraklık bitkinin çimlenme dönemi, fide büyümesi gibi tüm gelişme dönemlerinde etkilidir. Bu etki kuraklığın oranına, şiddetine ve strese maruz bırakılma süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Turgut ve Karadaş, 2008). Tohumların çimlenebilmesi ve gelişmesi için ağırlıklarının %50'si kadar suyu bünyesine alması gerekmektedir. Bu dönemde aşırı nem ve su eksikliği gelişmeyi olumsuz etkilemektedir (Çırak ve Esendal, 2006). Tohum çimlenmesi, bitkinin yaşam döngüsündeki en önemli aşamalardan biridir ve mevcut çevreye oldukça duyarlıdır. Tuz ve kuraklık stresi gibi abiyotik faktörler, tohum çimlenmesini ve fide büyümesini sınırlayan en önemli iki abiyotik strestir. Abiyotik stres koşulları bitkilerin hayatta kalmasını, biyokütle birikimini ve verimi olumsuz etkiler (Shitole ve Dhumal, 2012). Bitkinin kuraklık stresine karşı en savunmasız olduğu dönemler çimlenme, çıkış ve fide dönmeleridir. Bu dönemlerde kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde verim kayıpları ve bitkide ölümlere sebep olabiilir (Erol vd. 2023). Su stresi, çimlenme ve fide büyüme oranını ve yüzdesini azaltarak etki eder (Macar, 2008). Kuraklık sadece çimlenme oranlarını belirlemede değil aynı zamanda fide gelişimi üzerine olan etkileride önemli bir rol oynamaktadır (Macar, 2008). Bu stres türü, dünya çapında tarımsal verimliliği etkileyen en önemli çevresel streslerden biridir ve önemli verim düşüşlerine yol açabilir (Toosı, vd .2014). Bazı araştırmacılar, çimlenme başarısızlığının temel nedeninin, çimlenme ortamında oluşan kuraklığın yüksek ozmotik potansiyeli nedeniyle tohum su alımının engellenmesi olduğunu belirtmişlerdir (Sayar vd., 2010). Polietilen glikol 6000 (PEG-6000) kimyasalı laboratuvar şartlarında çevresel kuraklığı canlandırılması amacıyla çoğunlukla kullanılan ve bitki hücrelerinde ozmotik stresi oluşturması yanı sıra toksisiteye neden olmadan ozmotik stres oluşturmak için çözünen madde olarak bulunmuştur (Albaşavat vd. 2023). PEG 6000'in kuraklık stresini taklit ettiği ve ozmotik stres nedeniyle bitkilerin su potansiyelinin düşmesine neden olduğu bulunmuştur (Ahmad vd. 2020).

Reyhan (*Ocimum basilicum* L.), kökeni Afrika, Hindistan ve Güney Asya'nın diğer ülkelerindeki tropik ve subtropik bölgelerin sıcak bölgelerinde yayılış göstermektedir. Uçucu yağ üretimi, taze yenilebilir özellikleri, süs amaçlı kullanımı, parfümeri ve kozmetik sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Zheljazkov vd., 2008, Kwee ve Niemeyer, 2011; Sevindik vd. 2021). *O. basilicum*'un yaprakları ve çiçekli kısımları, spazm çözücü, aromatik, gaz giderici, sindirimi kolaylaştırıcı, süt artırıcı, midevi ve tonik olarak tıbbi kullanım açısından büyük önem taşır. Haricen akne, koku kaybı, böcek sokmaları, yılan ısırıkları ve cilt enfeksiyonlarının tedavisinde uygulandığı bilinmektedir. *O. basilicum*'un uçucu yağı, çeşitli hastalıkları tedavi etmek için halk ilacı olarak kullanılmıştır (Marwat vd. 2011). *O. basilicum* yaklaşık 80-100 cm boyunda, tek yıllık ve dik gelişen otsu yapıda olan önemli bir aromatik bitkidir (Srivastava, 2018; Günay, 2025). *Lamiaceae* familyasında olan *Ocimum* türlerine Türkiye'de halk arasında fesleğen ya da reyhan adı ile bilinmektedir (Baytop, 1999). *Ocimum* cinsine ait türlerin uçucu yağı, kafur, sitral, öjenol, geraniol, linalool, linalil asetat ve metil kavikol açısından zengindir (Rawat vd. 2016). Reyhan Türkiye'de doğal olarak yayılış göstermemektedir. Özellikle Batı ve Güney Anadolu'da üretimi yapılmaktadır. Türler arasında *Ocimum basilicum* L. yüksek oranda morfolojik, kimyasal çeşitlilik ve varyasyonu vardır. Bundan dolayı pek çok alt sınıf ve varyetelere sahiptir. Doğu ve İç Anadolu'nun bazı illerinde mor renkli olan türleri daha fazla bilinir ve "reyhan" adı verilmektedir. Batı illerinde yeşil renkli varyetelere sahip olan uluslararası literatürde 'sweet basil' olarak tanınan, fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) olarak isimlendirilmektedir (Telci vd., 2005; Noory, 2025). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan iller; Mardin, Elazığ, Hatay, Denizli, İstanbul ve Kahramanmaraş'tır (Topalov 1962; Simon *et al*. 1999; Ürüşan, 2024). Bitkinin genetik yapısına ve yetiştirildiği bölgeye göre uçucu yağ oranları %0.26-1.71 arasında değişim gösterebilmektedir (Telci, 2005; Wierdak, 2013; Özgen ve Arslan, 2014; Kaya ve İnan, 2017).

Reyhan bitkisinin gelişim aşamaları arasında, çimlenme ve fide gelişim dönemleri, strese en hassas dönemler olduğundan dolayı bu bitkinin kuraklık stresinde çimlenmesi, çıkışı ve fide gelişim evrelerinde dayanaklılığının artırılması, önemli bir unsur olarak bilinmektedir (Hacan, 2024). Araştırmada reyhan bitkisinde kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişi üzerine etkisi incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Çalışmada kullanılan tohum materyali Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinden temin edilmiştir. Deney Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait Tıbbi ve Aromatik Bitkiler laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada bir yerel reyhan popülasyonuna ait tohum ve 8 farklı PEG-6000 konsantrasyonu (0 (kontrol), 4 g/L, 8 g/L, 12 g/L, 16 g/L, 18 g/L, 22 g/L, 24 g/L) kullanılmış ve kuraklığın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Tohumlar, %5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile sterilize edildikten sonra, 12 cm çapındaki petrilerin tabanına iki adet kurutma kağıdı yerleştirilmiş ve her petriye, hazırlanan dozlardan 10 ml eklenmiştir. Her tekrarda ise petrilere 30 tohum eklenmiştir. Çimlenme denemesi 14000 lüx ışık, 24 °C sıcaklık, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olarak ayarlanmış iklimlendirme kabinine yerleştirilmiştir. Deneme kurulduktan iki hafta sonra ölçümler alınmıştır. Çimlenme Yüzdesini belirlemek için, on dördüncü günde çimlenen tohum sayısı, toplam tohum sayısına oranlanarak yüzde (%) olarak hesaplandı. Fidelerin uzunluğunu belirlemek için her tekrardan on dördüncü günde rastgele seçilen 10 fide uzunluğu kumpasla ölçülerek mm olarak yazıldı.

3. BULGULAR

Denemede sekiz farklı PEG-6000 uygulamalarının *Ocimum basilicum* tohumlarında fide gelişimine etkisi belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada uygulanan 22 g/l ve 24 g/l PEG-6000 uygulamalarında yeterli çimlenme ve fide gelişimi görülmemiştir.

Farklı PEG-6000 uygulamalarının çimlenme oranı, plumula, radikula ve fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, vigor indeksi ve radikula/plumula uzunğuna etkisi incelendiğinde, çimlenme oranı %5 düzeyinde önemli bulunurken, plumula, radikula uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı, vigor indeksi ve radikula/plumula uzunluğu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 1. Farklı PEG-6000 uygulamalarının reyhan tohumunun çimlenme oranı, radikula uzunluğu, plumula uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ağırlık, fide kuru ağırlık, vigor indeks ve radikula uzunluğu/plumula uzunluğuna ait ortalama değerler

Dozlar (g/L)	ÇO (%)	PU (mm)	RU (mm)	FU (mm)	FYA (g)	FKA (g)	VI	RU/PU
Kontrol	90.00 ab	33.56 a	17.87 bc	47.42 a	0.155 bc	0.0053 d	4268.56 ab	0.53 cd
4	81.75 c	31.26 ab	19.85 a	45.16 a	0.151 c	0.0046 d	3680.62 c	0.63 ab
8	95.83 a	30.00 bc	17.08 c	46.01 a	0.128 d	0.0048 d	4413.13 a	0.57 bc
12	85.00 bc	27.51 c	18.71 ab	47.75 a	0.129 d	0.0090 c	4061.57 b	0.68 a
16	88.33abc	19.78 d	12.83 d	47.92 a	0.169 b	0.0271 b	4231.76 ab	0.65 a
18	83.58 bc	14.49 e	6.93 e	27.89 b	0.235 a	0.0475 a	2327.52 d	0.47 d
LSD (0.05)	8.02*	2.55**	1.22**	3.51**	0.017**	0.002**	339.95**	0.07**
VK	6.08	6.49	5.21	5.34	7.08	9.99	5.88	7.95

ÇO: Çimlenme oranı, PU: Plumula uzunluğu, RU: Radikula uzunluğu, FU: Fide uzunluğu, FYA: Fide yaş ağırlık, FKA: Fide kuru ağırlık, VI: Vigor indeks, RU/PU: Radikula/Plumula oranı

3.1. Çimlenme oranı (%)

Çimlenen tohum sayısı, toplam tohum sayısına oranlanarak bulunup çimlenme yüzdesi Tablo 1'de verilmiştir. Çimlenme oranı %81.75-95.83 arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme oranı değer %95.83 ile 8 g/L PEG-6000 uygulamasından, en düşük oran ise %81.75 ile 4 g/L uygulamasından elde edilmiştir. Yılmaz ve Kısakürek (2020), farklı çavdar otu çeşitlerinde uygulanan 5 farklı peg-6000 dozuyla yürütmüş oldukları çalışmada çimlenme oranı %0.0-75.5 arasında değiştiğini bununla birlikte artan kuraklık stresine bağlı olarak çimlenme oranında azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Okçu ve vd. (2005), farklı PEG-6000 uygulamalarının bezelye bitkisi üzerine etiklerini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada çimlenme yüzdesi %5.0-100 arasında değiştiğini bildirmişleridir. Artan konsantrasyonlarda çimlenme oranında düşüş gözlemlemişlerdir. Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015), yonca çeşitlerinde uygulanan farklı PEG-6000 dozlarının çimlenme özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, çimlenme oranı % 0-99.50 arasında değişmiştir. Balkan ve Gençtan (2013), farklı PEG-6000 uygulamalarının buğday çeşitleri üzerine ettiklerini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, ortalama çimlenme oranı değerleri %27.50-96.72 arasında değiştiğini bu durumun osmotik basınç artışının çimlenme ortamındaki suyun tutulma gücünü arttırarak tohumların çimlenme için gereksinim duyduğu suyu çekmesini engellemesinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Hacan vd. (2024), *Ocimum basilicum* tohumlarında beş farklı polietilen glikol dozu kullanarak çimlenmeye etkisini araştırdıkları çalışmada, çimlenme oranı değerleri %41.8-61.1 arasında değiştiğini en yüksek değerin kontrol uygulamasından en düşük değerin ise %10 PEG uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Shitole ve Dhumal (2012), sinemaki tohumlarında altı farklı PEG dozu uygulanarak yürütülen çalışmada, çimlenme oranı %41.42-74.32 arasında değiştiğini en yüksek çimlenme oranı kontrol uygulamasından en düşük çimlenme oranı ise en yüksek PEG uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

3.2. Plumula uzunluğu (mm)

Tablo 1'de görüldüğü üzere elde edilen sonuçları incelediğimizde en yüksen plumula uzunluğu 33.56 mm ile kontrol uygulamasından, en düşük plumula uzunluğu ise 14.49 mm ile 18 g/l dozundan elde edilmiştir. Artan kuraklık stresine bağlı olarak plumula uzunluğu dozların artışıyla birlikte azalmıştır. Yılmaz ve Kısakürek (2020), plumula uzunluğunun ortalama değerleri incelendiğinde 00.00- 73.31 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Kuraklık stresindeki artış sap uzunluğunda azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir yürüttüğümüz çalışma ile benzerlik göstermektedir. Okçu vd. (2005), *Pisum sativum* türü üzerinde yürüttükleri çalışmada plumula uzunluğu 0.00-5.04 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015), *Medicago sativa* L. üzerinde yürüttükleri çalışmadan sapçık uzunluğunu 0- 43.24 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kuraklık stresinin yoncada çeşitlere bağlı olarak sapçık uzunluğunda önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olduğu ve bazı çeşitlerde kuraklığın ilk seviyelerinin sapçık gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Shitole ve Dhumal (2012), *Cassıa angustıfoıa* üzerine yürüttükleri çalışmada en yüksek plumu uzunluğu 5.90 cm ile kontrol uygulamasından, en düşük plumula uzunluğu ize 0.86 cm ile en yüksek PEG dozundan elde edildiğini bildirmişlerdir.

3.3.Radikula uzunluğu (mm)

Kök uzunluğunda artan kuraklık stresine bağlı olarak 4 g/l uygulamasında artış gözlemlenirken, 16 g/l ve 18 g/l dozlarında kök uzunluğunda azalma görülmektedir. Yılmaz ve Kısakürek (2020), radikula uzunluğu artan peg-6000 dozlarında 00.00-37.25 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kuraklık stresindeki artış kök uzunluğunda önce artışa sonra azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Okçu vd. (2005), uyguladıkları 5 farklı PEG konsantrasyonlarından elde ettikleri radikula uzunlukları 0.00-13.99 cm arasında değişmiş ve yükselen

PEG uygulamalarında kök uzunluğunun azaldığı hatta kök gelişimi görülmediğini bildirmiştir. Balkan ve Gençtan (2013), ortalama kök uzunluğu 9.47-137.71 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015), artan PEG-6000 dozlarının kökçük uzunluklarına etkisine bakıldığında değerler 0-54.45 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı kuraklık seviyelerinin kökçük uzunluğunda değişen oranlarda artış ya da azalışlara neden olduğu birçok araştırıcı tarafından da belirtilmiştir. Shitole ve Dhumal (2012), en yüksek kök uzunluğu kontrol (2.50 cm), en düşük kök uzunluğu ise -2 bar (0.43 cm) PEG uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

3.4. Fide uzunluğu (mm)

Fide uzunluğu değerlerini incelediğimizde en yüksek değerler aynı grupta yer alan kontrol (47.42 mm), 4 g/l (45.16 mm), 8 g/l (46.01 mm), 12g/l (47.75 mm), 16 g/l (47.92 mm) dozlarından elde edilirken, en düşük değer ise 27.89 mm ile 18 g/l PEG-6000 uygulamasından elde edilmiştir. Balkan ve Gençtan (2013), PEG-6000 konsantrasyonlarının fide uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde değerler 114.92-136.76 mm arasında değiştiğini, fide uzunluğundaki azalışın osmotik basınç artışı karşısında alınan su miktarındaki azalma nedeniyle faaliyetlerin kısıtlanması ve yavaşlamasından kaynaklanmış olabildiğini bildirmişlerdir. Hacan vd. (2024). *Ocimum basilicum* L. tohumlarının en düşük değer 0.30 cm ile %10 PEG uygulamasından, en yüksek fide uzunluğu ise 1.6 cm ile kontrol uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

3.5. Fide Yaş Ağırlık (g)

Farklı PEG-6000 uygulamalarında yetiştirilen reyhan bitkisinde fide yaş ağırlığı değerleri 0.128-0.235 g arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek fide yaş ağırlığı 0.235 g ile 18 g/l uygulamasından, en düşük fide yaş ağırlığı ise istatistiki olarak aynı grupta yer alan 8 g/l (0.128 g) ve 12 g/l (0.129 g) uygulamasından elde edilmiştir. Shitole ve Dhumal (2012), yaş ağırlığı değeri 0.14-0.05 g arasında değişmiş en yüksek değer 0.14 g ile kontrol uygulamasından, en düşük fide yaş ağırlığı ise 0.05 g ile en yüksek PEG uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Hacan (2023), *Ocimum basilicum* bitkisi tohumları üzerine yürüttüğü çalışmasında ortalama fide yaş ağırlığı değerleri 0.0044-0.0143 mg/bitki arasında değiştiğini, en yüksek değer kontrol uygulamasından elde edilirken en düşük değer ise %5 PEG uygulamasından elde ettiğini bildirmiştir.

3.6. Fide Kuru Ağırlık (g)

Uygulanan PEG-6000 dozlarının *Ocimum basilicum* türüne ait fide kuru ağırlıklarını incelediğimizde en yüksek değer 0.0475 g ile 18 g/l uygulamasından, en düşük değer ise 0.0090 g ile 12 g/l uygulamasından elde edilmiştir. Shitole ve Dhumal (2012), en yüksek kuru ağırlığı 0.029 g ile kontrol uygulamasından, en düşük kuru ağırlık ise 0.007 g ile -2 bar PEG uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Hacan (2023), fide kuru ağırlığı değerleri 0.001-0.003 arasında değiştiğini bildirmiştir.

3.7. Vigor indeksi

Tablo 1'de *Ocimum basilicum* tohumlarının farklı PEG-6000 dozlarının vigor indeksi değerleri 2327.52-4413.13 arasında değişmiştir. En yüksek vigor indeksi değeri 8 g/l uygulamasından elde edilirken, en düşük değer ise 18 g/l uygulamasından elde edilmiştir. Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015), yürüttükleri çalışmada, vigor indeksi değerleri 0.00-43.79 arasında değişmiştir. Stresin artmasına bağlı olarak vigor indeksinde önemli azalmalar ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Bilgili vd. (2019), bazı ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme ve fide büyüme dönemlerinde kuraklık stresine karşı tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, genotiplerin vigor indeksi, PEG dozları arttıkça azaldığını bildirmişlerdir. Shitole ve Dhumal (2012), vigor indeksi değeri 53.43-624.28 arasında değişmiş, en yüksek vigor indeksi kontrol uygulamasından en düşük değer ise en yüksek PEG uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

3.8. Radikula/ Plumula Uzunluğu

Radikula/plumula değeri incelendiğinde ise en yüksek değer istatistiki olarak aynı grupta yer alan 12 g/l (0.68) ve 16 g/l (0.65) dozlarından elde edilirken, en düşük değer ise 18 g/l (0.47) dozundan elde edilmiştir. Khodarahmpour (2011), kuraklık stresinin *Zea mays* L. melezlerinde etkilerini inceledikleri çalışmada PEG çözeltisinin ozmotik potansiyelinin azalmasıyla kök/sürgün uzunluğu oranının arttığını bildirmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen bulgular sonucunda, reyhan (*Ocimum basilicum* L.) tohumlarının abiyotik stres koşullarına farklı tepkiler verdiği tespit edilmiştir. Farklı kuraklık stresinin bitki gelişimini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Çimlenme oranı değerleri %81.75- 95.83 arasında değişmiştir uygulanan PEG-6000 dozları arttıkça çimlenme oranında düşüş gözlemlenmiştir. Plumula, radikula ve fide uzunluğu değerleri en yüksek dozlarda en düşük değerleri vermiştir. Yüksek PEG-6000 konsantrasyonlarının ise bitki gelişimini olumsuz etkilediği görülmektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda su noksanlığının çimlenme ve özellikle fide gelişiminde önemli bir yer tuttuğu ve eğer reyhan tarımı yapılacaksa sulama imkanını kesinlikle göz önünde bulundurulması gerektiği öne çıkmaktadır**.**

KAYNAKLAR

Ahmad, M. A., Javed, R., Adeel, M., Rizwan, M., & Yang, Y. (2020). PEG 6000-stimulated drought stress improves the attributes of in vitro growth, steviol glycosides production, and antioxidant activities in Stevia rebaudiana Bertoni. *Plants*, *9*(11), 1552.

Albaşavat, L., Akay, H., Öztürk, E., & Sezer, İ. (2023). Tohum büyüklüğü ve PEG kaynaklı ozmotik stresin tane sorgumda çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, *7*(2), 407-422.

Anjum, S. A., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, *6*(9), 2026–2032.

Balkan, A., & Gençtan, T. (2013). Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *10*(2), 44-52.

Baytop, T. (1999). "Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün)". 2. Baskı Nobel Tıp Kitapevleri.

Bousba, R., Bounar, R., Sedrati, N., Lakhal, R., Hamla, C., & Rached-Kanouni, M. (2021). Effects of osmotic stress induced by polyethylene glycol (peg) 6000 and mannitol on seed germination and seedling growth of durum wheat. *Journal of Bioresource Management*, *8*(3), 6.

Budaklı Çarpıcı, E., & Erdel, B. (2015). Bazı Yonca Çeşitlerinde (*Medicago Sativa* L.) Kuraklık Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi. *Derim*, *32*(2), 201-210.

Çırak, C., & Esendal, E. (2006). Soyada kuraklık stresi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *21*(2), 231-237.

Erol, S., Karabağ, T., & Çarpıcı, E. B. (2023). Bazı şeker sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *37*(2), 425-437.

Günay, E. (2025). Seleksiyon Islahı İle Uçucu Yağ Ve Sitral Verimi Yüksek Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Hatlarının Geliştirilmesi, Verim Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Doktora Tezi. s104.

Hacan, M. (2023). Farklı Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Özelliklerini Etkileyen Polietilen Glikol Dozlarının Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü**.** Yüksek Lisans Tezi. 42s.

Kaya, A., & İnan, M. (2017). Tuz (NaCl) stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *21*(3), 332-342.

Khodarahmpour, Z. (2011). Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids. *African Journal of Biotechnology*, *10*(79), 18222-18227.

Kwee, E. M., & Niemeyer, E. D. (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, *128*(4), 1044–1050.

Macar K.T., 2008. Effects of Water Deficit Induced by PEG and NaCl on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars and Lines at Early Seedling Stages. G.U. Journal of Science 22(1):5-14.

Marwat, S. K., Khan, M. S., Ghulam, S., Anwar, N., Mustafa, G., & Usman, K. (2011). Phytochemical constituents and pharmacological activities of sweet Basil-*Ocimum basilicum* L.(Lamiaceae). *Asian Journal of Chemistry*, *23*(9), 3773.

Noory, A. (2025). Çanakkale ekolojik koşullarında farklı reyhan (O*cimum basilicum* L.) genotiplerinin verim ve tarımsal performanslarının belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. s80.

Okçu, G., Kaya, M. D., & Atak, M. (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish journal of agriculture and forestry*, *29*(4), 237-242.

Rawat, R., Tiwari, V., Negi, K.S. (2016). "A comparative study of morphological and anatomical structures of four *Ocimum* species in Uttarakhand India", Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 6, 1-6.

Sayar, R., Bchini, H., Mosbahi, M., & Khemira, H. (2010). Response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) growth to salt and drought stresses. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 46 (2), 54-63.

Sevindik, B., Sevindik, O., & Selli, S. (2022). Effect of drought stress induced by PEG 6000 on *Ocimum basilicum* L. aroma profile. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(6), e15948.

Sevindik, B., Sevindik, O., & Selli, S. (2022). Effect of drought stress induced by PEG 6000 on *Ocimum basilicum* L. aroma profile. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(6), e15948.

Shitole, S. M., & Dhumal, K. N. (2012). Effect of water stress by polyethylene glycol 6000 and sodium chloride on seed germination and seedling growth of *Cassia angustifolia*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, *3*(2), 528.

Toosi, A. F., Baki Bakar, B. B., & Azizi, M. (2014). Effect of drought stress by using PEG 6000 on germination and early seedling growth of Brassica juncea Var. Ensabi.

Ürüşan, Z. (2024), Farklı gelişme dönemleri ve azot seviyelerinin fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) 'in verim, uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. s 236.

Yılmaz, M. B., & Kısakürek, Ş. (2020). Tuz ve PEG kaynaklı kuraklık stresinin çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde fide gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, *25*(3), 360-369.

ARBUSKÜLER MİKORİZAL FUNGUS (AMF) SPORLARI: TOPRAKTA KALICILIK, KÖK İNFEKSİYONU VE İZOLASYON YÖNTEMLERİ ÜZERİNE DERLEME

Dr. Öğr. Üyesi Emel ATMACA[1]
[1]Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Kampüs/Konya/TÜRKİYE
ekaraarslan@selcuk.edu.tr 0000-0002-2049-2423

Özet

Arbusküler mikorizal mantarlar (AMF), bitki kökleri ile simbiyotik ilişkiler kurarak bitki besin alımını artıran ve toprak ekosistemlerinde kritik rol oynayan mantarlardır. Bu mantarların başlıca topraktaki propagülü sporlardır. Sporların morfolojisi, renk ve boyut çeşitliliği, toprakta kalıcılık süreleri ve bitki köklerine giriş mekanizmaları literatürde detaylı olarak incelenmiştir. AMF sporları toprakta aylar hatta yıllar boyunca canlı kalabilir ve kökler ile kurdukları ilişkide özel kimyasal sinyallere yanıt vererek germinasyon ve intraradikal gelişim süreçlerini başlatır. Topraktan spor izolasyonunda en yaygın yöntem Islak Eleme (wet-sieving & decanting) yöntemidir. Bu yöntemin avantajları: basitliği ve yaygın kabul görmüş olması, dezavantajları ise küçük sporların kaybı ve canlılık bilgisini doğrudan vermemesidir. Bunun dışında sukroz santrifügasyonu, trap kültürleri, monoksenik kök kültürleri ve moleküler yöntemler gibi alternatif teknikler kullanılır. Her yöntemin avantaj ve sınırlamaları, çalışmanın amacına ve toprak koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu derleme, AMF sporlarının biyolojisi, kök enfeksiyonu mekanizmaları ve izolasyon yöntemleri üzerine kapsamlı bir bakış sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arbusküler mikorizal fungus (AMF), spor, ıslak eleme, trap kültürü, canlılık.

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGAL (AMF) SPORES: A REVIEW ON SOIL PERSISTENCE, ROOT INFECTION, AND ISOLATION METHODS

[1]Selcuk University Agriculture Faculty Soil Science and Plant Nutrition Department Campus/Konya/TÜRKİYE ekaraarslan@selcuk.edu.tr 0000-0002-2049-2423

Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) form symbiotic relationships with plant roots, enhancing nutrient uptake and playing a key role in soil ecosystems. Their main soil propagules are spores, whose morphology, color, size diversity, soil persistence, and root infection mechanisms have been extensively studied. AMF spores can remain viable in the soil for months to years and respond to host-derived chemical signals, initiating germination and intraradical development. The most common method for extracting spores from soil is wet-sieving & decanting, which is simple and widely accepted, but may lose small spores and does not provide direct information on spore viability. Alternative approaches include sucrose centrifugation, trap cultures, monoxenic root cultures, and molecular techniques. Each method has specific advantages and limitations depending on the research goal and soil conditions. This review provides a comprehensive overview of AMF spore biology, root infection mechanisms, and isolation methods.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), spores, wet-sieving, trap culture, viability

1. GİRİŞ

Arbusküler mikorizal mantarlar (AMF), karasal ekosistemlerde çoğu bitki türü ile simbiyotik ilişkiler kuran zorunlu simbiyontlardır (Smith ve Read, 2008; Parniske, 2008). Bu ilişkiler, bitkilerin mineral besin alımını artırmak, stres toleransını desteklemek ve toprak sağlığını iyileştirmek gibi önemli ekolojik ve tarımsal işlevleri içerir Rillig ve Mummey, 2006; Oehl ve ark., 2003). AMF'nin topraktaki ana propagülü sporlardır. Sporlar, mantarın yaşam döngüsünde kritik rol oynar hem bitki köklerine yayılımı sağlar hem de taksonomik ve ekolojik araştırmalarda temel materyal olarak kullanılır (Schenck ve Pérez, 1990; Walker ve Trappe, 1993).
Topraktan AMF sporlarının izole edilmesi, morfolojik tanımlama, inokulum üretimi ve ekolojik çalışmalar için gereklidir. En yaygın kullanılan yöntem "Islak Eleme" (wet-sieving & decanting) (Gerdeman ve Nicolson, 1963) yöntemidir. Bunun yanında sukroz santrifügasyonu (Jenkins, 1964), trap kültürleri (INVAM), monoksenik kök kültürleri (Bécard ve Fortin, 1988) ve moleküler yöntemler (Carini ve ark., 2016) gibi alternatif teknikler de geliştirilmiştir. Her metodun avantajları ve sınırlamaları, çalışmanın amacına ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişir (Brundrett et al., 1996; Mosse ve Jones, 1968).

Bu derlemede, AMF sporlarının biyolojisi, morfolojisi, toprakta kalıcılıkları, kök enfeksiyonu mekanizmaları ve izolasyon yöntemleri akademik bir perspektifle ele alınacaktır.

2. AMF Sporlarının Biyolojisi ve Morfolojisi

2.1. Sporların genel yapısı ve oluşumu

AMF sporları, mantarın toprakta ve bazen konukçu bitki köklerinde bulunan çok çekirdekli ve kalın duvarlı dayanıklı propagülleridir (Smith ve Read, 2008). Sporlar, hiflerden türeyen uç yapılar ile oluşur ve hem ekstraradikal (toprakta) hem de bazı türlerde intraradikal (kök içinde) olarak bulunabilir (Walker ve Trappe, 1993). Spor duvarları birden fazla katmandan oluşur ve kalınlık, yapı ve pigmentasyon gibi özellikler, türlerin tanımlanmasında önemli karakterlerdir (Schenck ve Pérez, 1990).

2.2. Şekil, renk ve yüzey özellikleri

- **Şekil:** Sporlar genellikle küresel veya ovaldir. Bazı cinsler (örneğin *Gigaspora* ve *Scutellospora*) daha büyük ve belirgin yüzey yapılarıyla tanınır (Walker ve Trappe, 1993).
- **Renk:** Hyalin (şeffaf), beyaz-krem, sarı, turuncu veya kahverengi tonları gösterir. Pigmentasyon, spor duvarının kalınlığı ve kimyasal bileşimine bağlıdır (Schenck ve Pérez, 1990; Brundrett ve ark., 1996).
- **Yüzey:** Düz, pürüzlü veya dikenli olabilir. Sporları bağlayan subtending hifler (spora bağlı hifal yapı) de taksonomik değerlendirmede önemlidir (köşke ve Gemma, 1989).

2.3. Boyut aralığı

AMF sporları türler arasında geniş boyut aralığı gösterir; çoğu tür 20–400 µm çapındadır, bazı *Gigaspora* türleri 1 mm'ye kadar büyüyebilir (Smith ve Read, 2008; Schenck ve Pérez, 1990). Spor boyutu, izolasyon ve morfolojik tanımlama için kullanılan elek boyutlarının seçimini doğrudan etkiler (Gerdeman ve Nicolson, 1963).

2.4. Toprakta kalıcılık ve canlılık

AMF sporları toprakta aylar hatta yıllar boyunca canlı kalabilir (Oehl ve ark., 2003; Rillig ve Mummey, 2006). Canlılık süresi, tür, toprak tipi, nem, sıcaklık, pH, organik madde ve topraktaki diğer mikroorganizmaların etkisiyle değişir (Smith ve Read, 2008). Canlılık tayini için en güvenilir yöntem germinasyon testidir; ayrıca metabolik aktiviteyi gösteren tetrazolium (MTT) boyama gibi vital boyalar da kullanılabilir (An ve Hendrix, 1988; Meier ve Charvat, 1993).

2.5. Kök infeksiyonu mekanizması

AMF sporları, bitki kökleri ile karşılaştığında özel kimyasal sinyallere yanıt verir. Bitki köklerinden salgılanan strigolactone ve flavonoidler, sporları germinasyona ve hiflerin dallanmasına teşvik eder (Akiyama ve ark., 2005; Besserer ve ark., 2006). Spor germinasyonunu takiben hifler kök yüzeyine yönelir, hyphopodium veya appresoryum benzeri yapılar oluşturur ve epidermisi geçerek arbuskül oluşumunu sağlar (Bécard ve Fortin, 1988). Bu yapı, karbon-fosfor değişiminin gerçekleştiği ana bölgedir (Smith ve Read, 2008). Bazı türlerde intraradikal sporlar gelişebilir (Walker ve Trappe, 1993).

3. Topraktan İzolasyon Yöntemleri

AMF sporlarının topraktan izolasyonu, morfolojik tanımlama, inokulum üretimi ve ekolojik çalışmalar için kritik bir adımdır (Brundrett ve ark., 1996). Toprak örneklerinden sporların güvenilir biçimde ayrılması hem fiziksel hem de biyolojik olarak uygun yöntemlerin seçimine bağlıdır. Bu bölümde en yaygın yöntem olan ıslak eleme (wet-sieving & decanting) ile diğer alternatif teknikler ele alınacaktır.

3.1. Islak Eleme (Wet-Sieving & Decanting)

Islak eleme yöntemi, Gerdemann ve Nicolson (1963) tarafından geliştirilmiş ve günümüzde AMF spor izolasyonunda standart bir protokol olarak kabul edilmiştir. Yöntemin temel prensibi, toprağın su ile dispersiyona uğratılması, kaba partiküllerin uzaklaştırılması ve uygun elek boyutları ile sporların süzülmesidir

Protokolün adımları:

a. Toprak örneği alınır ve kaba parçacıklar (≥2 mm) elenir.
b. Toprak suya aktarılır ve karıştırılarak sporların serbest kalması sağlanır.
c. Süspansiyon, üst elekten daha ince elekler üzerinden geçirilir (örneğin 500, 250, 125, 45 µm).
d. Elekten geçen fraksiyonlar birleştirilir; temizleme için gerekirse sukroz santrifügasyonu (şekerle santrifüj etme) uygulanır.
e. İzole edilen sporlar stereo-mikroskop altında sayılır, morfolojik inceleme veya inokulum üretimi için toplanır.

Bu metodun avantajları: basit ve ekonomik olması ve her türlü laboratuvar altyapısında uygulanabilir olmasıdır. Ayrıca, taksonomik çalışmalar ve inokulüm üretimi için yaygın kabul görmüş bir yöntemdir (Smith ve Read, 2008). Metodun dezavantajları ise: küçük sporların (<45 µm) kaybı, toprak tipine duyarlı olması ve kil - organik madde yoğunluğu yüksek topraklarda verimin düşmesidir. Ayrıca sadece fiziksel sporların varlığını ortaya koyar; canlılık bilgisi sağlamaz. Mekanik işlem veya yüksek yoğunluk flotasyonu da bazı spor türlerine zarar verebilir (Mosse ve Jones, 1968; Tommerup, 1982).

3.2. Alternatif Yöntemler

3.2.1. Sukroz Santrifügasyonu (Şekerle santrifüj etme)

Wet-sieving sonrası veya birlikte kullanılır. Şeker çözeltisi ile santrifüj yapılır; düşük yoğunluklu partiküller çökerken sporlar üst fazda toplanır. Bu yöntem, daha temiz spor örnekleri sağlar, ancak yüksek osmotik basınç bazı fragil sporları bozabilir (Jenkins, 1964; Mosse ve Jones, 1968).

3.2.2. Trap Kültürler

Topraktaki seyrek sporların veya canlı propagüllerin çoğaltılması için kullanılır. Toprak veya kök parçaları steril substrata gömülür ve uygun host bitkiler ile inkübe edilir. Birkaç hafta ile aylar içinde yeni sporlar oluşur. Trap kültürleri, canlı ve infektif AMF türlerini izolasyon için etkin bir yöntemdir (INVAM).

3.2.3. Monoksenik Kök-Organ Kültürleri

Steril kök organları (örneğin Ri-T-DNA taşıyan havuç kök hatları) üzerinde tek spordan çoğaltma yapılabilir. Monosporik kültürler, taksonomi ve saf inokulum üretimi için uygundur, ancak teknik gereksinimi yüksektir ve süre alır (Bécard ve Fortin, 1988).

3.2.4. Moleküler Yöntemler

Toprak veya köklerden DNA çıkarılarak yapılan PCR, qPCR ve metabarcoding çalışmaları, AMF topluluklarını hızlı ve detaylı analiz etme imkânı sağlar (Carini ve ark., 2016). Avantajı yüksek taksonomik çözünürlük ve düşük bollukta türlerin tespitini sağlamak iken, dezavantajı canlı/ölü ayrımı yapamamasıdır (relic DNA problemi). RNA-temelli veya PMA-destekli yöntemlerle bu sınırlılık kısmen aşılabilir.

3.2.5. Ultrasonik Modifikasyonlar

Islak eleme veya santrifügasyon adımlarına ultrasonik titreşim eklenerek yapışkan veya kil ağırlıklı topraklarda sporların ayrılması artırılabilir. Ancak ultrasonik güç çok yüksek olursa sporlar zarar görebilir; optimizasyon gereklidir (Tommerup, 1982).

3.2.6. Canlılık ve İnfektivite Testleri

- **Germinasyon testleri:** Sporlardan kök veya uygun substratta germinasyon gözlenir (An ve Hendrix, 1988).
- **Vital boyama:** MTT veya tetrazolium boyalar ile metabolik aktivite gösterilir (Meier ve Charvat, 1993).
- **MPN (Most Probable Number):** Çeşitli dilüsyon ve konukçu bitki replikaları ile topraktaki infektif propagül sayısı tahmin edilir (Brundrett ve ark., 1996).

Karşılaştırma yapılacak olunursa; ıslak eleme ve sukroz santrifügasyonu fiziksel spor izolasyonu için uygundur; trap kültürleri ve MPN, canlılık ve infektiviteyi gösterir; moleküler yöntemler ise hızlı ve çok örnekli topluluk analizine uygundur. Her metodun avantaj ve sınırlılıkları, araştırmanın amacına ve toprak tipine göre değişmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Arbusküler mikorizal mantarlar (AMF) toprak ekosistemlerinde ve bitki köklerinde hayati roller üstlenen zorunlu simbiyontlardır. AMF sporları, mantarın topraktaki başlıca propagülleri olarak hem taksonomik çalışmalarda hem de inokulum üretiminde temel materyal sağlar. Sporların morfolojisi, boyutu, rengi ve yüzey özellikleri türlerin tanımlanmasında kritik öneme sahiptir. Toprakta kalıcılık süreleri, çevresel koşullar ve toprak tipi gibi faktörlere bağlı olarak değişir ve sporlar aylar hatta yıllar boyunca canlı kalabilir. Bitki köklerine giriş süreci, presimbiyotik sinyallerin alınması, spor germinasyonu, hifal yönlenme ve arbuskül oluşumu ile gerçekleşir; bu süreç AMF'nin simbiyotik işlevlerini başlatır. Topraktan spor izolasyonu için en yaygın yöntem "Islak Eleme" (wet-sieving & decanting) olup, basit, ekonomik ve taksonomik çalışmalar için standart bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ancak küçük sporların kaybı, toprak tipine duyarlılık ve canlılık bilgisi vermemesi gibi sınırlamaları vardır. Şeker ile santrifüj, trap kültür, monoksenik kök-organ kültür, ultrasonik modifikasyonlar ve moleküler yaklaşımlar gibi alternatif yöntemler, farklı araştırma amaçlarına göre ek avantajlar sunar. Özellikle trap kültürleri ve MPN biyotestleri, canlılık ve infektivite bilgisini sağlar; moleküler teknikler ise topluluk çeşitliliği ve düşük bollukta tür tespitinde yüksek duyarlılık sunar. Araştırmacılar, çalışmanın amacına, toprak özelliklerine ve laboratuvar altyapısına uygun yöntemleri seçmeli, mümkünse birden fazla yöntemi kombin ederek sonuçların güvenilirliğini artırmalıdır. AMF sporlarının biyolojisi ve

izolasyon tekniklerine dair bu derlemenin hem temel araştırmalar hem de tarımsal uygulamalarda metodolojik rehberlik sağlaması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

Akiyama, K., Matsuzaki, K.-I., & Hayashi, H. (2005). Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature,* 435, 824–827.

An, Z. Q., & Hendrix, J. W. (1988). Determining viability of Endogonaceous spores with a vital stain. *Mycologia,* 80(2), 259–261.

Bécard, G., & Fortin, J. A. (1988). Early events of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation on Ri T-DNA transformed roots. *New Phytologist,* 108(2), 211–218.

Besserer, A., Puech-Pagès, V., Kiefer, P., Gomez-Roldan, V., Jauneau, A., Roy, S., ... Séjalon-Delmas, N. (2006). Strigolactones stimulate arbuscular mycorrhizal fungi by activating mitochondria. *PLoS Biology,* 4(7), e226.

Brundrett, M. C., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research.

Carini, P., Marsden, P. J., Leff, J. W., Morgan, E. E., Strickland, M. S., & Fierer, N. (2016). Relic DNA is abundant in soil and obscures estimates of soil microbial diversity. *Nature Microbiology,* 2, 16242.

Gerdemann, J. W., & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society,* 46(2), 235–244.

INVAM (International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi). (t.y.). Trap culture ve kültür metodları: prosedürler ve sıkça sorulan sorular. http://invam.wvu.edu

Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter,* 48, 692.

Koske, R. E., & Gemma, J. N. (1989). A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research,* 92(2), 486–488.

Meier, R., & Charvat, I. (1993). Reassessment of tetrazolium bromide as a viability stain for spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *American Journal of Botany,* 80(9), 1007–1015.

Mosse, B., & Jones, G. W. (1968). Separation of *Endogone* spores from organic soil debris by differential sedimentation on gelatin columns. *Transactions of the British Mycological Society,* 51(4), 609–616.

Oehl, F., Sieverding, E., Mäder, P., Dubois, D., Ineichen, K., & Boller, T. (2003). Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia,* 138(4), 574–583.

Parniske, M. (2008). Arbuscular mycorrhiza: The mother of plant root symbioses. *Nature Reviews Microbiology,* 6(10), 763–775.

Schenck, N. C., & Pérez, Y. (1990). *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi* (3rd ed.). University of Florida (INVAM). [Taksonomi & spor morfolojisi için temel rehber].

Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). Academic Press. [Kapsamlı monograf].

Tommerup, I. C. (1982). Improved methods for the extraction of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi from soil. *Transactions of the British Mycological Society,* 79(2), 275–281.

Walker, C., & Trappe, J. M. (1993). *The ecology and evolution of mycorrhizal fungi*. Springer-Verlag.

DESIGN AND PROTOTYPE PRODUCTION OF REVERSING PARK ASSISTANT FOR DOUBLE-AXLE AGRICULTURAL TRAILER

Recep Ali OĞUZGÖKSU[1]/ Assoc. Prof. Dr. Ali Yavuz ŞEFLEK[2]
[1]Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Selcuk University, Konya, Turkiye. ralioguzgoksu@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-9240-347X
[2]Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Agriculture Faculty, Selcuk University,
Konya, Turkiye. seflek@selcuk.edu.tr
https://orcid.org/0000-0003-1009-6635

Abstract

In this study, the design, analysis, and prototype production of a reverse parking assistant system were carried out to improve the reversing capability of double-axle agricultural trailers. The system partially prevents the jackknifing of the agricultural trailers turntable axle mechanism during reversing by moving the drawbar linearly. Additionally, to enhance maneuverability during reversing, the fixed rear axle system was converted into a steerable system using a hydraulic double-acting cylinder. Experiments were conducted with five different trials: U1 (testing the standard turntable axle agricultural trailer), U2 (testing the rear-steering and free-turntable system), U3 (testing the rear-steering and restricted-turntable system), U4 (testing the rear-steering, movable drawbar, and free-turntable system), and U5 (testing the rear-steering, movable drawbar, and restricted-turntable system). Each test was performed three times by three different operators (OP1, OP2, OP3). In the experiments, during the U1 trials, the agricultural trailer's turntable axle mechanism was free, causing jackknifing for all operators during reverse maneuvers. Consequently, the average parking time for the U1 trials was 223 seconds, the longest among all trials. In the U2 trials, the experiments were carried out in an average of 98 seconds, and the agricultural trailer was parked in the designated parking space with minimal maneuvering, thanks to the rear-steering axle. In the experiments conducted with the U3 trials, due to the restricted turntable, the front axle of the agricultural trailer was forced to slide during reverse maneuvers. Therefore, the reverse parking process was completed in an average of 133 seconds. In the experiments conducted with the U4 trials, due to the linear movement of the tractor drawbar, when the front turntable axle mechanism of the agricultural trailer began to jackknife during reversing, the tractor drawbar was moved to prevent the jackknifing. The experiments in the U4 trials were carried out in an average of 128 seconds. In the U5 trials, due to the movable tractor drawbar, jackknifing and sliding of the agricultural trailer's front turntable axle mechanism were prevented during reverse maneuvers, and the reverse parking process was completed in an average of 102 seconds.

Key words: Agricultural trailer, reverse parking, tractor drawbar

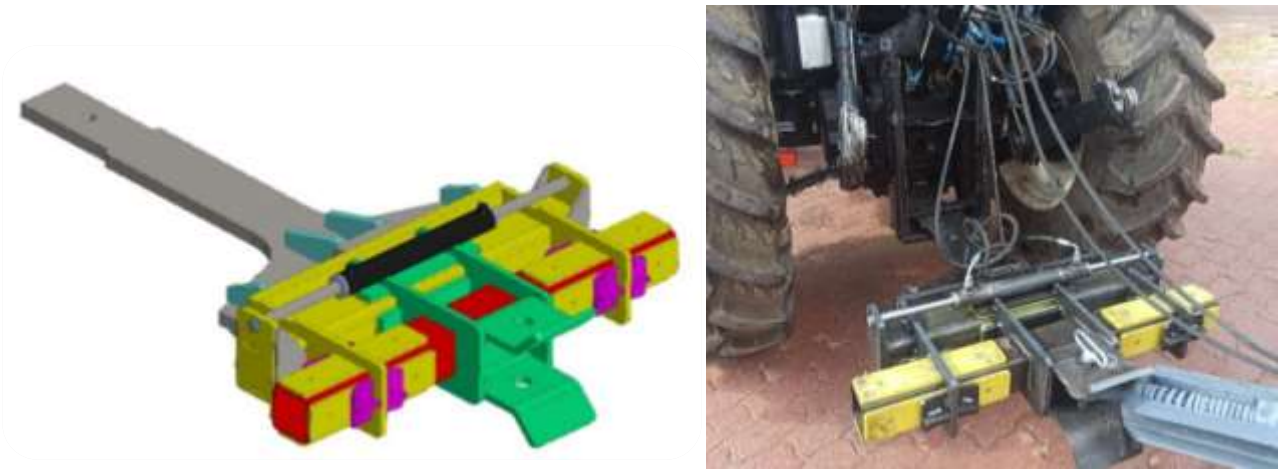
1. INTRODUCTION

The agriculture sector continues to be one of the main sources of livelihood worldwide. The sustainability and efficiency of agricultural production are directly related to technological developments and mechanization levels. In this sense, the effective use of agricultural mechanization tools contributes to accelerating production processes, reducing costs, and increasing labor productivity. Agricultural trailers, on the other hand, are used for transportation processes among these mechanization tools. Therefore, agricultural trailers stand out as an important component of agricultural mechanization. Agricultural trailers are generally rubber-tired, one- or two-axle agricultural transport trailers used to carry loads in agriculture, equipped with a drawbar for towing by a tractor and a braking system that affects the wheels on at least one axle. Agricultural trailers are classified into different categories according to their area and method of use (Deligönül, 1986; Koyuncu, 1992; Saral, 1992). Agricultural trailers are classified into different categories based on their application areas and usage methods (Deligönül, 1986; Koyuncu, 1992; Saral, 1980). A single-axle agricultural trailer has three support points: two rear wheels and one tractor hitch. It is easy to turn with a tractor in narrow farmyards. Since torsion is low, closed profiles can be used on the roof. Its structure is simpler and cheaper. However, it carrying capacity is limited. It is difficult to park in the field. It loads the rear axle of the tractor excessively (due to the vertical load on the hitch point). Double-axle farm trailers have high carried capacities. They have a wider load-bearing surface for the same load capacity (important for products with low bulk densities). They are easy to park in the field when moving forward. They are easier to maneuver manually. They can easily be attached to the tractor's hitch system. However, tractor maneuvering, especially reversing, is difficult, and cornering safety is low. The chassis requires the use of outward-facing profiles to resist torsion (Deligönül, 1986).

In this study, the design, analysis, and prototype production of a reverse maneuvering assistant system were carried out to increase the reverse maneuvering capability of double-axle agricultural trailers. The system prevents the agricultural trailer's turning mechanism from jackknifing to a certain extent during reverse maneuvering by moving the drawbar linearly. Additionally, to increase maneuvering efficiency during reversing, the fixed rear axle system has been converted into a system with steering capability using a hydraulic double-acting cylinder.

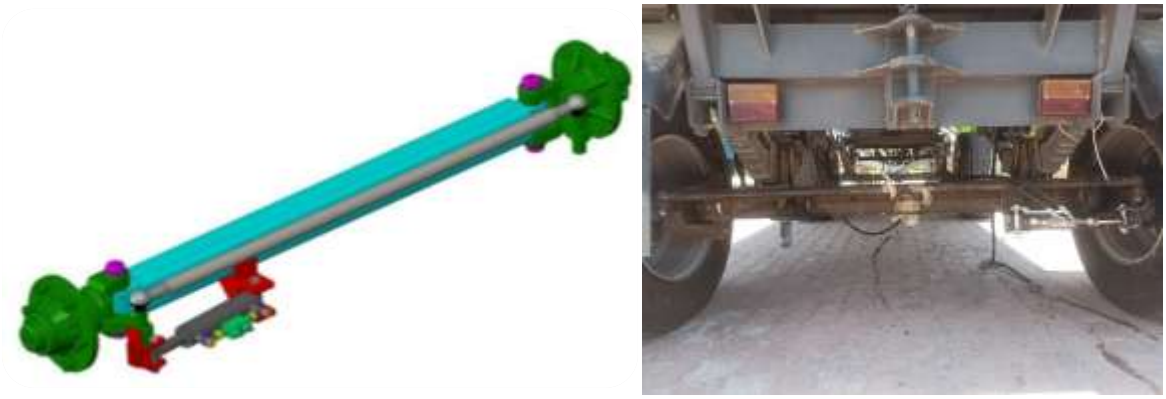
2. MATERIAL and METHOD

The CAD design of the reverse parking assistant system was created using the SOLIDWORKS software, while the structural analyses were performed using the ANSYS software. The Finite Element Method (FEM) is a numerical analysis method used to analyze complex structures. This method divides complex structures into smaller and simpler elements called mesh structures and mathematically defines the behavior of each element. It attempts to predict the behavior of the overall structure by bringing these elements together in matrix form. All these operations are performed in specialized software and applications (Duran, 2023). CAD design is divided into small parts to enable the formation of matrix forms. This division is performed by algorithms in analysis programs. There are different forms in geometric shapes such as triangles and quadrilaterals. These structures are called mesh structures. The corner points of these polygons are called node points. Mathematical calculations are performed according to these node points (Eymard and Gallouët, 2010). Following the design and design verification, prototypes were produced for the reverse maneuver parking assistant (Figure 1), which will move the drawbar linearly, the hydraulically driven rear axle (Figure 2), and the mechanism that will limit the front steering axle system (Figure 3).



(a) **(b)**

Figure 1. Reverse maneuvering parking assistant (a) CAD model, (b) System prototype



(a) **(b)**

Figure 2. Hydraulically driven rear axle, (a) CAD model, (b) prototype



Figure 3. Restriction mechanism of front steering axle

The trials of the maneuvering assistant, designed to facilitate the reverse maneuvering of two-axle agricultural trailers, were conducted at the Agricultural Machinery Application Workshop of Prof. Dr. Şinasi YETKİN at

the Faculty of Agriculture, Selçuk University. The drawbar on the tractor was removed and the reverse parking assistant was installed. Then, the parking area for the agricultural trailer and the area where the tractor would begin maneuvering were determined (Figure 4). Subsequently, five different applications were determined for reverse maneuvering, and the test arrangements for evaluating reverse maneuvering performance are detailed in Table 1. For each of the identified applications, three operators performed three repetitions, and the parking times in the specified parking area were recorded using a stopwatch.

Table 1. Trials to assess reverse maneuvering performance

Trials	Specification
U1	Testing the standard turntable axle agricultural trailer
U2	Testing the rear-steering system (free turntable mechanism)
U3	Testing the rear-steering system (restricted turntable mechanism)
U4	Testing the rear-steering, movable drawbar, and free turntable system
U5	Testing the rear-steering, movable drawbar, and restricted turntable system



Figure 4. Reverse maneuvering parking lot

3. RESULTS

This study covers the design, analysis, production, and testing of a reverse parking assistant system for two-axle agricultural trailers.

In the tests conducted, in the U1 trials, due to the free rotation of the agricultural vehicle's turning mechanism, the turning mechanism jackknifed in all operators during reverse maneuvering and parking. Therefore, the test periods for the U1 trials were longer than those for other trials. In the tests conducted in the U2 trials, the reverse parking time was 98 seconds on average, making it the application with the shortest reverse parking time among the other trials. However, depending on the operator's experience, jackknifing of the agricultural vehicle's rotating mechanism could not be prevented in the tests conducted by OP2 and OP3. In the U3 trials, due to the restricted **turntable** axle mechanism, during reverse parking, the front axle of the agricultural vehicle was forced to skid (drifting on the tires) and cut the pin of the restricting mechanism. To prevent this, the maneuver angles were kept wider, and forward-reverse maneuvers were performed when the restriction mechanism pin reached the end of the specified angle. In the U4 trials, as the tractor drawbar moved linearly, the agricultural trailer's turntable axle mechanism began to jackknife. Jackknifing was prevented by moving the tractor drawbar. Furthermore, the linear movement of the drawbar allowed the agricultural trailer's front turntable axle mechanism to achieve an angle of 4°. This provided an additional angle to the rear steering axle.

In the U5 trials, as it was in the U3 trials, the turntable axle mechanism was tested to a limited extent. However, due to the movable drawbar, both dragging and the restriction pin being forced to cut were prevented. This allowed parking by reversing at narrower angles. In all tests conducted, jackknifing could not be prevented in the U1, U2, and U3 trials. All studies in the literature have focused on preventing jackknifing. In the U4 and U5 trials, however, jackknifing was prevented and the reverse maneuver was performed because the drawbar was movable. However, controlling both the hydraulic piston that moves the drawbar linearly and the hydraulic piston used to steer the rear axle simultaneously and synchronously during the reverse maneuver created difficulties, and as a result, the U4 and U5 trials took longer than U2. All tests were performed on flat ground. Although the time measurements for the U2 trials were lower than the others, it was determined that it would not be an effective solution as it could not prevent jackknifing when parameters such as slope, ground conditions, axle load, and tire type were taken into account. Table 2 below shows the measurement times for the tests.

In tests conducted under the same conditions by each operator, in the U1 trials, OP1 averaged 198 seconds, OP2 averaged 231 seconds, and OP3 averaged 242 seconds to reverse into the designated parking space. OP1 completed the parking maneuver in the shortest time, averaging 198 seconds, by best utilizing the standard steering system. In the U2 trials, OP1 averaged 76 seconds, OP2 averaged 110 seconds, and OP3 averaged 109 seconds to reverse park into the designated parking space. OP1 achieved the parking maneuver in the shortest time, 76 seconds, by best utilizing the rear-wheel steering and free-turning steering system. In the U3 trials, OP1 averaged 103 seconds, OP2 averaged 150 seconds, and OP3 averaged 150 seconds to park in the designated parking space by performing a reverse maneuver. The operator who performed the parking maneuver in the shortest time, 103 seconds, by performing a reverse maneuver and best utilizing the steering system with restricted rear axle steering and turning, was OP1. In the U4 trials, OP1 averaged 94 seconds, OP2 averaged 134 seconds, and OP3 averaged 156 seconds to park in the designated parking space by performing a reverse maneuver. The operator who performed the parking maneuver in the shortest time, 94 seconds, by performing a reverse maneuver and making the best use of the steering system with restricted rear axle steering and turning, was OP1. In the U5 trials, OP1 parked in the designated parking space by reversing in 82 seconds, OP2 in an average of 124 seconds, and OP3 in an average of 102 seconds. The operator who performed the parking maneuver in the shortest time, 82 seconds, by reversing and best utilizing the steering system with restricted rear axle steering and turning, was OP1.

Table 2. Reversing durations of operators for each trial

TRIALS	OPERATORS	AVERAGE DURATIONS (s)
U1	OP1	198
	OP2	231
	OP3	242
U2	OP1	76
	OP2	110
	OP3	109
U3	OP1	103
	OP2	150
	OP3	150
U4	OP1	94
	OP2	134
	OP3	156
U5	OP1	82
	OP2	124
	OP3	102

4. RECOMMENDATIONS

In this study, the movement of the tractor's drawbar and rear axle is controlled by the operator from inside the tractor cab. In addition, the turntable's restriction mechanism is mechanically connected. In future studies, the system could be made automation-controlled, allowing the drawbar and rear swivel axle to be automatically adjusted during reverse maneuvers and the turntable to be automatically restricted and released, making the system much more useful and economical.

With increasing fuel costs, the use of agricultural trailers with high tonnage carrying capacity as an alternative to prevent soil compaction caused by heavy transport vehicles such as trucks and trailers in agricultural fields is recommended. However, to overcome the difficulties in the reverse maneuvering capability of these vehicles, it is recommended to conduct studies on the design and integration of rear steering and movable drawbar systems.

The continuous advancement of technology plays an important role in the design of agricultural tools and machinery. However, growing agricultural lands and livestock operations lead to an increase in the capacity of machinery used in agriculture and the development of the technologies used in these machines. Increased transport capacity of double-axle agricultural trailers brings about some difficulties. These disadvantages include restricted maneuverability, difficulties in parking agricultural vehicles, and jackknifing caused by the pressure exerted on the soil by the high tonnage. To mitigate these disadvantages, a rear steering and reverse maneuvering parking assistant that prevents jackknifing problems was developed. Present system allows operations to be carried out without the time loss associated with trailer parking. This also has the advantage of significantly reducing fuel consumption. In future work, new systems can be developed that integrate electronic angle sensors into the tractor's front steering system, allowing the rear steering and reverse maneuver parking assistant to work together in a coordinated fashion.

***This study was derived from master thesis of Recep Ali OĞUZGÖKSU**

REFERENCES

Deligönül, F. (1986). *TM-403 taşıma ve iletim tekniği* (Ç. Ü. Z. Fakültesi, Ed.) http://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/8192/Description

Duran, R. S. (2023). *Geleneksel ve Izgara Yüzey Uygulanmış Namlunun Modal Analiz Karşılaştırması ve Performans Analizi* Necmettin Erbakan University (Turkey)].

Eymard, R., & Gallouët, T. (2010). Finite volume method. *Scholarpedia*, *5*(6), 9835.

Koyuncu, T. (1992). *Bir dingilli tarım arabalarında çarpma fren etkinliğinin artırılması üzerinde bir araştırma* Ankara Universitesi (Turkey)].

Saral, A. (1980). İki Dingilli Tarım Arabalarının Yapısal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma (Basılmamış Doçentlik Tezi). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü*.

HAYVAN YEMLERİNDE MİKROPLASTİK KONTAMİNASYONU: KAYNAKLAR, YAYILIM VE POTANSİYEL ETKİLER

Dr. Öğr. Üyesi. Mehmet ÇETİN[1]
1Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, mehmetcetin63@harran.edu.tr, ORCID 0000-0002-2895-3618

Özet

Mikroplastik (MP) ve nanoplastik (NP) kirliliği, hayvan besleme ve gıda güvenliği açısından giderek artan bir endişe kaynağıdır. Bu partiküller, hayvanların sindirim sistemine girdiğinde sadece bağırsaklarda kalpmayıp, biyotranslokasyon yoluya dalak ve karaciğer gibi organlara yerleşerek iltihaplanmaya ve doku sertleşmesine neden olabilir. Bu durum, hayvan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkiler yapmaktadır. Araştırmalar, MP/NP'lerin bağırsak sağlığı üzerinde zararlı etkileri ortaya koymaktadır. Bu parçacıklar, bağırsak mikrobiyotasında faydalı bakterilen azalmasına ve zararlı bakterilerin çoğalmasına yol açarak bağırsak dengesini bozmaktadır. Ayrıca, antioksidan savunma mekanizmalarını zayıflatarak oksidatif stresi artırmaktadır. Bağışıklık sistemiyle doğrudan etkileşime giren MP/NP'ler, proinflamatuvar sitokinlerin üretimini tetikleyerek kronik iltihaplanma sürecini başlatabilir. Yem üretim süreçlerinde hammadde kontrolü, pelet ve ekstrüzyon hatlarında düşük sürtünmeli işlemler, uygun paketleme-lojistik yöntemleri kontaminasyonu en aza indirmek için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, hayvanların bu toksik etkilere karşı direncini artırmak amacıyla probiyotik/prebiyotik gibi mikrobiyota modülasyonu sağlayan takviyeler ve antioksidan destekler önerilmektedir. Mikroplastiklerin kimyasal yapısının belirlenmesinde ise FTIR, Raman, Py-GC/MS, TED-GC/MS gibi ileri analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler, plastik türlerinin ve içerdiği kimyasal katkı maddelerinin doğru bir şekilde teşhis edilmesini sağlar. Bu derleme, MP/NP maruziyetinin farmakokinetik ve toksikolojik etkilerini, bağırsak-mikrobiyota eksenindeki bozulmaları ve iltihaplanmaya yol açan mekanizmaları bütüncül bir bakış ile ele alarak, risk değerlendirmesi ve yönetimi için güncel ve kritik bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, Nanoplastik, Sindirim sistemi, bağırsak mikroorganizmaları, Gıda Güvenliği

MİCROPLASTİC CONTAMİNATİON İN ANİMAL FEED: SOURCES, SPREAD, AND POTENTİAL EFFECTS

Assistant Professor Dr. Mehmet ÇETİN[1]
[1] Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science,
mehmetcetin63@harran.edu.tr, **ORCID 0000-0002-2895-3618**

Abstract

This review summarizes the multifaceted impacts of microplastic (MP) and nanoplastic (NP) contamination in animal feeds. These particles pose a growing concern for animal nutrition and food safety. They can be absorbed from the gastrointestinal system and undergo biotranslocation, leading to inflammatory and fibrotic outcomes in organs like the spleen and liver. The presence of MPs/NPs has been linked to an increase in harmful bacteria in the gut microbiota, a disruption in short-chain fatty acid balance, and a depletion of antioxidant defense mechanisms, resulting in increased oxidative stress. Furthermore, MP/NP particles interact with the gut epithelium, stimulating the immune system and increasing the production of pro-inflammatory cytokines, such as TNF-α. Potential strategies to mitigate these toxic effects include improving raw material control during feed production, using low-friction processes in pellet and extrusion lines, ensuring proper packaging and logistics, and supplementing animal diets with probiotics/prebiotics and antioxidants to modulate the microbiota. For chemical analysis, methods such as FTIR, Raman, Py-GC/MS, and TED-GC/MS are used to identify polymer types and additives. This review offers a holistic perspective on the pharmacokinetic and toxicological effects of MP/NP exposure, focusing on the gut-microbiota axis, oxidative stress, and inflammatory consequences. It provides current data crucial for effective risk assessment and management in the animal feed industry.

Keywords: Microplastics, Nanoplastics, Gastrointestinal system, Gut microbiota, Food safety

1. GİRİŞ

1.1 Mikroplastiklerin Tanımı, Boyutları ve Kaynakları

Mikroplastikler, genellikle 1 µm ile 5 mm arasında değişen boyutlarda, suda çözünmeyen sentetik polimer parçacıklarıdır (Frias & Nash, 2019). Kökenlerine göre primer ve sekonder olarak sınıflandırılırlar: primer mikroplastikler, başlangıçtan itibaren küçük boyutlarda üretilmiş mikroboncuklar veya plastik peletlerdir; sekonder mikroplastikler ise daha büyük plastiklerin çevresel süreçler (UV ışınımı, mekanik aşınma) sonucunda parçalanmasıyla oluşur (Hartmann et al., 2019; GESAMP, 2019).

Mikroplastiklerin en yaygın kaynakları arasında kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinde kullanılan mikroboncuklar, tek kullanımlık ambalajlar, tekstiller (sentetik lifler), lastik aşınması, yol tozu, inşaat malzemeleri ve endüstriyel plastik granülleri saymak mümkündür (Andrady, 2017; Browne et al., 2011; Boucher and Friot, 2017). Mikroplastik yükünün yaklaşık %80–90'ı karasal kaynaklı atıklardan (plastik poşet, şişe, kozmetik ürünleri), %10–20'si ise deniz bazlı atıklardan (balıkçılık ekipmanları, gemi atıkları) oluşmaktadır (GESAMP, 2019).

1.2 Mikroplastiklerin Çevresel Yayılımı ve Tarımsal Ekosistemlere Girişi

Mikroplastikler, sucul ortamlarda olduğu kadar karasal ortamlarda da yaygın olarak bulunurlar; tarım toprakları bu parçacıkların birikim alanı haline gelmiştir (Bello, et al, 2025; Chen et al, 2025). Araştırmalar, mikroplastiklerin dünya genelinde tarım topraklarında kilogram başına onlarca parçacık yoğunluğundan**,** bazı endüstriyel alanlarda yüzbinlerce parçacık yoğunluğuna kadar geniş bir spektrum göstermektedir (Büks and Kaupenjohann, 2020; Raza et al. 2022). Tarımsal ekosistemlerde mikroplastiklerin birincil kaynakları arasında; plastik malç filmleri ve sera örtülerinin ayrışması, arıtılmış kanalizasyon çamuru (biosolids), arıtılmamış atık suyla sulama, atık alanlarından sızma, atmosferde biriken partiküller ve geleneksel plastik ambalaj atıkları gibi unsurlar yer almaktadır (Chen et al, 2025; Mohasin et al. 2025)

Plastik malç filmlerinin UV ışınları, ısı değişimleri ve mekanik etkileşimlerle parçalanması, mikroplastiklerin toprak içerisine sürüklenmesine yol açarak tarım alanlarında yüksek MP birikimine neden olmaktadır (Chen et al, 2025, Büks & Kaupenjohann, 2020). Evsel ve endüstriyel kaynaklı sentetik lifler içeren kanalizasyon çamuru; organik gübre ya da kompost uygulamaları yoluyla topraklara aktarılarak, MP liflerin tarım sistemlerine nüfuz etmesine neden olmaktadır (Chen et al, 2025, Raza et al. 2022). Atmosferik taşınım ve yağış yoluyla havadan düşen mikroplastikler, bulaşmanın temel bileşenlerindendir. Bu parçacıklar, yaprak yüzeylerine yapışarak ya da doğrudan toprak yüzeyine düşerek bitki sistemlerine giriş sağlayabilirler (Chen et al, 2025).

2. YEM VE YEM HAMMADDELERİNDE MİKROPLASTİK BİRİKİMİ

Mikroplastikler, hayvan yemlerinde iki temel risk oluşturmaktadır. Fiziksel olarak sindirim sisteminde tahriş, mukozada hasar ve geçirgenlik bozukluklarına; kimyasal olarak ise plastik monomerleri, ftalatlar, BPA, ağır metaller ve kalıcı organik kirleticileri (POPs) taşıyarak toksisiteye yol açarlar (Jin et al., 2021; Prata et al., 2019a). Bu toksik etkiler ruminantlarda işkembede birikerek sindirimi olumsuz etkilerken (García et al., 2022), kanatlılarda besin emilimini bozduğu ve antioksidan savunmayı zayıflattığı bildirilmektedir (Huang et al., 2021).

Mikroplastikler çevrede yaygın olup atmosfer, su, toprak ve yem hammaddeleri aracılığıyla hayvan besleme zincirine girmektedir. Balık unu, soya küspesi gibi katkılar üretim aşamasında kontaminasyona maruz kalabilir; bu parçacıklar et, süt ve yumurta yoluyla insanlara da taşınabilir (Barboza et al., 2018). Bu nedenle mikroplastiklerin yem hijyeni kapsamında ele alınması kritik öneme sahiptir.

Yemlerde MP varlığı, besin kalitesi ve güvenliği açısından dikkate alınmalıdır. Plastik ambalajlar, üretim ekipmanları, katkı maddeleri, silaj filmleri ve çevresel kaynaklar (hava, su, toprak) başlıca bulaşma yollarıdır. Tarımsal sistemlerde biriken mikroplastikler tahıl, baklagil, yağlı tohum ve yem bitkileri aracılığıyla; silaj, saman, küspe ve karma yemlerde doğrudan tespit edilmektedir (Li et al., 2021; Wu et al., 2022).

Üretimden tüketime kadar her aşama kontaminasyon riski taşır. Tarımda plastik malç ve sulama suları, hasat ve depolamada kullanılan balya ipleri ve torbalar, yem işleme ve paketleme materyalleri bulaşmanın temel kaynaklarıdır (Kutralam-Muniasamy et al., 2020). Bu zincir, çözümün bütüncül yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Çeşitli yemlerde yapılan analizlerde balık ununda 210–1154 adet/kg, tavuk yeminde 90–330 adet/kg, Tilapia yeminde 600–2150 adet/kg MP bulunmuştur (Jeyasanta et al., 2024; Siddique et al., 2025). On farklı ülkeden toplanan ticari balık yemlerinde ortalama 1130 MP/kg tespit edilmiş; en yaygın polimerlerin PET, PA, PMMA, PU, PS ve PP olduğu, %85'inin fiber formda bulunduğu ve ağır metallerle birlikte görüldüğü bildirilmiştir (Devi et al., 2024). Balık unu, soya küspesi, tavuk yan ürünleri ve kepek türevlerinde de mikroplastikler saptanmış; özellikle tavuk yan ürünlerinde 2–3 adet/g düzeyine ulaştığı, paketleme materyallerinin önemli bir kaynak olduğu belirtilmiştir (Mohsen et al., 2024).

3. MİKROPLASTİKLERİN HAYVAN BESLEMEDE ETKİLERİ

3.1.1. Çiftlik Hayvanlarında Birikim ve Dokusal Etkiler

Ruminantların et, karaciğer ve işkembesinde MP parçacıkları tespit edilmiştir. İran'da yapılan bir çalışmada sığır etinde 0,19 adet/g düzeyinde bulunmuş, en yaygın polimerlerin naylon ve fiber olduğu bildirilmiştir (Bahrani et al., 2023). Uzun süreli maruziyetin ruminantlarda dokularda birikime ve toksisiteye yol açabileceği belirtilmektedir (Su et al., 2025). Deneysel çalışmalarda MP ve NP'lerin böbrek ve dalakta inflamasyon, fibrozis, oksidatif stres, apoptoz ve hormonal bozuklukları oluşturduğu rapor edilmiştir (Jeong et al., 2024; Nahiduzzaman et al., 2025). Bu durum hayvansal ürünlerin güvenliği açısından risk taşımaktadır.

3.1.2. Sindirim Sistemi ve Emilim Mekanizmaları

Sindirim sistemi mikroplastiklerin temel giriş yoludur. <150 µm partiküller mukus bariyerini geçebilirken nano ölçekte translokasyon olasılığı daha yüksektir (Bruno et al., 2024). Mikroplastikler yalnızca kendi katkı maddelerini değil, yüzeylerine bağlı pestisit ve ağır metalleri de taşıyarak toksisiteyi artırabilir (Peters et al., 2022). Emilim mekanizmaları arasında M-hücre endositozu, parasellüler sızıntı ve enterosit endositozu öne çıkmaktadır (Ramsperger et al., 2023). Tavuk ve kemirgenlerde MP maruziyeti bağırsak mikrobiyotasında disbiyozis, SCFA değişimleri, bariyer bozulması ve immün dengesizliklere yol açmaktadır (Eichinger et al., 2024).

3.1.3. Doku Birikimi ve Sistemik Etkiler

Bağırsak epiteline ulaşan mikroplastikler NF-κB yolunu aktive ederek oksidatif stres ve inflamasyonu artırmakta, occludin gibi bariyer proteinlerini zayıflatmaktadır (Covello et al., 2024). Küçük boyutlu partiküller portal dolaşım üzerinden karaciğere taşınarak lipid ve glukoz metabolizmasını bozabilmektedir (Zhou et al., 2025). Kanatlılarda polistiren maruziyeti kas büyümesini artırsa da et kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır (Chen et al., 2023). Piyasadan alınan kırmızı etlerde küçük boyutlu mikroplastikler rapor edilmiştir (Visentin et al., 2024).

3.1.4. Doz, Partikül Özellikleri ve Kombine Toksisite

Toksik etkinin şiddeti maruziyet dozu, polimer tipi ve parçacık boyutuna bağlıdır. Küçük ve pozitif yüklü partiküller daha yüksek toksisite göstermektedir (Viana et al., 2025). Ayrıca mikroplastikler ağır metal ve

pestisit adsorplayarak kombine toksisite oluşturur; örneğin Cd ile birlikte bağırsak ve karaciğer inflamasyonunu artırdığı gösterilmiştir (Fan et al., 2025).

3.1.5. Yem Zinciri, Hayvan Besleme ve Gıda Güvenliği

Et, süt ve yumurta gibi ürünlerde MP kalıntısı gıda güvenliği açısından önemli bir risk faktörüdür (Aardema et al., 2024). Yem zincirindeki başlıca kaynaklar balık unu, yan ürünler, peletleme ve paketleme süreçleridir (Osman et al., 2023). Kanatlılarda maruziyet ürün kalitesini düşürmekte ve insanlara geçiş riskini artırmaktadır (Chen et al., 2023). Bu durum One Health yaklaşımıyla değerlendirilmelidir.

3.2. Mikroplastiklerin Besin Emilimi ve Bağırsak-Karaciğer Üzerine Etkileri

3.2.1. Besin Emilimi ve Bariyer Fonksiyonları

MP ve NP'ler bağırsak mukusuna bağlanarak occludin'i zayıflatmakta, geçirgenliği artırmaktadır. <150 μm ve nano boyutlu parçacıklar mukus tabakasını daha kolay aşmaktadır. Bu durum aminoasit, şeker ve mineral emilimini azaltabilir (Covello et al., 2024). Mikrobiyota bozulması ise SCFA ve safra asidi metabolizmasını etkileyerek yağda eriyen vitamin emilimini olumsuz etkilemektedir (Sofield et al., 2024).

3.2.2. Oksidatif Stres ve Hücresel Hasar

MP maruziyetiyle ROS artışı, lipid peroksidasyonu ve DNA hasarı meydana gelmekte; antioksidan sistemler (SOD, CAT, GSH) tükenmektedir (Kadac-Czapska et al., 2024). Bu süreç bağırsak bariyer bozulmasına, apoptoza ve karaciğer metabolik stresine yol açar. Kanatlılarda kas kalitesinde kayıplar rapor edilmiştir (Xu et al., 2025).

3.2.3. Mikrobiyota ve Metabolik Dengesizlikler

Maruziyet mikrobiyota çeşitliliğini azaltmakta, patobiontları artırmakta ve metabolik bozulmalara neden olmaktadır. Tavuklarda büyüme performansı ve antioksidan kapasite düşmektedir (Sofield et al., 2024). Zou ve ark. (2023) çevresel MP maruziyetinin mikrobiyota ve metabolomda binlerce değişime yol açtığını göstermiştir.

3.2.4. Bağışıklık ve İnflamasyon Yanıtı

Mikroplastikler LPS'nin dolaşıma geçişini kolaylaştırarak NF-κB aktivasyonu ve sitokin artışına (TNF-α, IL-6, IL-1β) neden olur. Bu süreç dalak ve karaciğerde inflamatuvar ve fibrotik yanıtlara yol açmaktadır (Jeong et al., 2024). Kanatlılarda bağışıklık fonksiyonu zayıflayarak üretim kayıpları gözlenmiştir (Gao et al., 2025).

3.2.5. Partikül Özellikleri ve Toksisite

Toksisite, partikül boyutu, şekil ve yüzey yüküne göre değişir. Fiber partiküller fiziksel stres yaparken küçük küresel ve nano partiküller hücre içine kolay girerek oksidatif stres ve inflamasyonu artırır (DeLoid et al., 2024).

3.2.6. Hayvansal Üretim ve Risk Yönetimi

Mikroplastikler, yemden yararlanmayı ve büyüme performansını olumsuz etkiler. Disbiyozis ve bariyer bozulması tavuklarda besin emilimini azaltmakta, karaciğer lipid metabolizmasını bozmakta ve kalite kaybına yol açmaktadır (Zou et al., 2023). Önleme için hammadde kontrolü, hijyenik işleme-paketleme ve probiyotik/antioksidan destekleri önerilmektedir (Naeem et al., 2025).

4. HAYVANSAL ÜRÜNLERDE MİKROPLASTİK KALINTI RİSKİ

4.1. Gıda Zinciri Yoluyla Taşınma

Mikroplastikler (<5 mm), çevre aracılığıyla tarımsal döngülere girerek akuakültür ve balıkçılık ürünleri üzerinden insanlara ulaşmaktadır. Son yıllarda et, süt ve yumurta gibi kara kökenli gıdalarda da MP varlığına dair bulgular artmıştır. Ancak maruziyetin boyutu ve biyoyararlanma oranları belirsizliğini korumakta, mevcut veriler insan sağlığı riskini değerlendirmede yetersiz kalmaktadır (Garrido Gamarro & Constanzo, 2022; EFSA, 2016).

4.2. Hayvansal Gıdalarda Mikroplastik Varlığı

Deniz ürünleri, insan maruziyetinin en çok belgelenmiş kaynağıdır (Alberghini et al., 2022). Süt ve süt ürünlerinde MP parçacıkları saptanmış, kaynağın genellikle işleme hattı ve ekipman kontaminasyonu olduğu bildirilmiştir (Başaran et al., 2023). Yumurta örneklerinde de MP varlığı raporlanmış; olası kaynakların yem, su, kümes tozu ve paketleme olduğu belirtilmiştir (Liu et al., 2022). Kırmızı et ve işlenmiş ürünlerdeki bulgular ise yenidir (Visentin et al., 2024).

4.3. Gıda Güvenliği ve Düzenleyici Yaklaşım

Mevcut bulgular, gıdalarda saptanan düzeylerin doğrudan ciddi bir sağlık riski oluşturmadığını; ancak analitik standart eksikliği, biyoyararlanma ve nanoskaladaki partiküller konusunda bilgi boşlukları olduğunu göstermektedir. EFSA (European Food Safety Authority) toksisite verilerinin yetersizliğini, FDA (Food and Drug Administration) MP/NP varlığının tek başına risk anlamına gelmediğini, WHO (World Health Organization) ise mevcut kanıtlarla halk sağlığı riskini düşük olarak değerlendirmiştir (EFSA, 2016; FDA, 2024; WHO, 2019).

4.4. Sindirim Sonrası İnsan Sağlığına Etkiler

İnsan dokularında MP varlığına dair bulgular artsa da sonuçlar heterojendir. Mekanizmalar arasında epitel bariyer etkilenmesi, inflamasyon, oksidatif stres, mikrobiyota değişiklikleri ve endokrin bozucu taşınımı öne çıkmaktadır (Chartres et al., 2024; Wang et al., 2024; Yun et al., 2024). Ancak standardizasyon, maruziyet ölçümü ve <1 µm nanoplastiklerin değerlendirilmesi hâlen yetersizdir (EFSA, 2021). Yemden ürüne "carry-over" oranları, biyobirikim ve uzun dönemli etkiler net değildir (Garrido Gamarro & Constanzo, 2022; Udovicki et al., 2022).

4.5. Öncelikli Araştırma Alanları ve Çıkarımlar

Deniz ürünleri hâlen en güvenilir maruziyet kaynağıdır; kara kökenli gıdalardaki bulgular ise çoğunlukla proses kaynaklıdır (Alberghini et al., 2022; Başaran et al., 2023). Düzenleyici kurumlar riskin abartılmamasını, ancak maruziyet azaltıcı önlemlerin desteklenmesini önermektedir (EFSA, 2016; FDA, 2024; WHO, 2019). Gelecekte metodolojik standardizasyon, nanoplastik analizi, yemden ürüne geçiş oranları ve uzun dönemli insan kohort çalışmalarına öncelik verilmelidir (EFSA, 2021).

5. ÇÖZÜM VE ÖNLEYİCİ YAKLAŞIMLAR

5.1. Yem Zincirinde Kontrol ve İzleme Stratejileri

Mikroplastik kontaminasyonunu önlemede en önemli adım, yem zincirinin tüm aşamalarında (hammadde, depolama, işleme, paketleme, nakliye) risk analizlerinin yapılmasıdır. Özellikle balık unu, soya küspesi ve kanatlı yan ürünleri kritik kaynaklar olup, balık ununda daha yüksek parçacık yükü rapor edilmiştir (Mohsen et al., 2024). HACCP temelli kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, ISO/TR 21960 standartlarına uygun

periyodik ölçümler ve GMP+ kapsamında tedarik zinciri izlenebilirliği bu sürecin temel unsurlarıdır (Coradi et al., 2013; Wiesner et al., 2021; FAO, 2023a).

5.2. Plastik Kullanımının Azaltılması ve Geri Dönüşüm

Plastik kullanımını sınırlamak, kontaminasyon riskini düşürmede etkili bir yaklaşımdır. Kağıt bazlı torbalar, biyoplastikler (PLA, PHA) ve güvenli tek kullanımlık ambalajlar tercih edilebilir (Pham et al., 2023). Yem fabrikalarında plastik atıkların düzenli ayrıştırılması ve lisanslı geri dönüşüm tesislerine yönlendirilmesi önemlidir (UNEP, 2022). Ayrıca işleme ekipmanında paslanmaz çelik, alüminyum veya seramik kaplamaların kullanımı da riski azaltmaktadır.

5.3. Araştırma Boşlukları ve Gelecek Çalışmalar

Yem–hayvan–hayvansal ürün zincirinde mikroplastiklerin biyoyararlanımı, birikimi ve geçiş mekanizmaları konusunda bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. İşaretli polimerlerle yapılan çalışmalar, oral emilim ve doku birikimi potansiyelini ortaya koymuştur (Shelver et al., 2024). Yeni ekstraksiyon protokolleri yem kaynaklı yüklerin değerlendirilmesinde kullanılmakta olsa da, metodolojik farklılıklar standardizasyon ihtiyacını artırmaktadır (Kwon et al., 2020; Patrucco et al., 2024). Özellikle <1 µm boyutundaki nanoplastiklerin tespiti, toksisite mekanizmaları ve mikrobiyota üzerine uzun dönemli etkileri öncelikli araştırma alanlarıdır (Li et al., 2024). Ayrıca biyoplastiklerin paketleme ve ekipmanlarda dayanıklılık, maliyet ve güvenlik açısından performanslarının değerlendirilmesi sürdürülebilir çözümler için gereklidir.

6. MİKROPLASTİKLERİN TESPİTİ VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

6.1. Örnek Hazırlama ve Ön İşlemler

Mikroplastiklerin doğru şekilde tespiti için organik matrisin uzaklaştırılması gerekir. Enzimatik sindirim (proteaz, lipaz, selülaz, kitinaz) polimerleri bozmadan organik yapıları parçalayarak FTIR veya Raman öncesi yüksek geri kazanım sağlar (Masura et al., 2015; Rani et al., 2023). Kimyasal sindirim (H_2O_2, Fenton, alkali/asit) hızlı olmakla birlikte bazı polimerlerde yüzey değişikliklerine yol açabilir. Yoğunluk ayırma ($ZnCl_2$, NaI) >1.4 g/cm³ yoğunluktaki fraksiyonları ayırırken, Nile Red boyama partikülleri floresan altında görünür kılarak hızlı tarama ve yarı-otomatik sayım sağlar (Shruti et al., 2022; Prasad et al., 2024).

6.2. Mikroskopi Tabanlı Yöntemler

Mikroskopi, partikül morfolojisi ve dağılımının incelenmesinde temel yöntemdir. Stereo mikroskop, 100–300 µm partiküllerin hızlı görsel analizinde etkilidir ancak kimyasal bilgi vermez. SEM ise yüzey morfolojisini ayrıntılı gösterir, lif/film tanısında faydalıdır; EDS ile element analizi yapılsa bile polimer türü belirlenemez ve hazırlık süreci uzundur (Olivatto et al., 2024).

6.3. Spektroskopi ve Kütle Spektrometrisi

Polimer doğrulamada en yaygın yöntem spektroskopidir. Mikro-FTIR, 10–20 µm partikülleri kütüphane eşleştirmesiyle tanımlar, ancak matris kalıntıları sonucu etkileyebilir. Mikro-Raman, 1–5 µm partiküllerde avantajlıdır fakat floresans ve lazer ısınması sınırlayıcıdır. Kütle spektrometrisi (Py-GC/MS, TED-GC/MS), polimer bileşenlerini kütlece nicel belirler; parçacık sayısı ve boyutu hakkında bilgi vermez ancak toplam polimer yükü ve katkı maddelerini doğru saptar (Seeley et al., 2023; Kwon et al., 2025).

6.4. Standardizasyon ve Zorluklar

Analizlerde standardizasyon eksikliği önemli bir sorun olup aynı örnek farklı laboratuvarlarda farklı sonuç verebilmektedir (Canga et al., 2024). µ-FTIR'in alt sınırı 10–20 µm olduğundan nanoplastikler (<1 µm) için standart yöntem bulunmamaktadır (EFSA, 2016). Laboratuvar kontaminasyonu da ciddi bir risk oluşturur; bu

nedenle blank'lerin kullanımı, uygun önlük, cam ekipman ve temiz hava kabini kritik önlemlerdir. Nile Red gibi hızlı tarama yöntemleri tek başına yeterli değildir; kimyasal doğrulama şarttır. Ayrıca sertifikalı referans materyal ve kalibrasyon standartlarının eksikliği de metodolojik sınırlılık yapmaktadır (ISO/TR 21960:2020; Sharma et al., 2024).

7. MEVZUAT, POLİTİKA VE ÖNLEME STRATEJİLERİ

7.1. Mevcut Düzenlemeler

Mikroplastik kirliliği, çevre, gıda güvenliği ve hayvan beslemede uluslararası düzeyde önemli bir politika konusu olmuştur. AB, 2023'te kabul edilen REACH Tüzüğü ile kozmetik, parıltı ve deterjanlarda kasten kullanılan mikroplastiklerin kullanımını sınırlamıştır (Commission Regulation (EU) 2023/2055). EFSA (2016), yem ve gıda zincirinde mikroplastik risklerinin toksikolojik verilerinin yetersiz olduğunu, ihtiyatlı yaklaşım çerçevesinde önleyici tedbirler alınmasını önermiştir. FAO (2021) ise üye ülkelere kirlilik izleme programları kurulmasını tavsiye etmiştir. Türkiye'de mikroplastiğe özel mevzuat bulunmamakla birlikte, Türk Gıda Kodeksi Yem Hijyeni Yönetmeliği (2011) yemlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirleticilerden arındırılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, Tek Kullanımlık Plastiklerin Azaltılma Stratejisi MP oluşumunu sınırlamayı hedeflemektedir.

7.2. Yem Üretiminde Plastik Kirliliğinin Azaltılması

MP maruziyetini azaltmanın kritik adımı, yem üretim zincirinde plastik kaynaklı kontaminasyonu kontrol etmektir. Hammadde tedarikinde plastik ambalajları azaltmak ve dökme taşıma sistemlerini teşvik etmek önemlidir; örneğin vakumlu taşıma sistemleri plastik kullanımını düşürür ve lojistik sürdürülebilirliği artırır (Gültekin & Deste, 2021). Konveyör bantlarda aşınmaya dayanıklı metal veya gıda uyumlu malzemeler tercih edilerek üretim sırasında parçacık salınımı azaltılabilir (Corradini et al., 2019). Kuru temizlik veya düşük basınçlı hava kullanımı parçacık kopmalarını önler (Shruti & Kutralam-Muniasamy, 2022). Ayrıca FTIR ve Raman spektroskopi ile üretim sürecinde düzenli kalite kontrol, MP varlığının izlenmesini sağlar.

7.3. Alternatif Malzemeler ve Hijyen Stratejileri

Biyobozunur ambalajlar, plastik kirliliğinin azaltılmasında giderek önem kazanmaktadır. Nişasta bazlı ve PLA temelli biyopolimerler, geleneksel plastiklere alternatif olarak toprak kökenli kontaminasyonu azaltmada umut vericidir (Barragán et al., 2016; Huerta-Lwanga et al., 2021). Hammadde girişinden son ürüne kadar izlenebilirlik zinciri oluşturmak, kontaminasyon kaynaklarını hızlı tespit etmeyi sağlar. Yem fabrikası çalışanlarının MP kirliliği konusunda eğitilmesi ve denetim sıklığının artırılması, teknik önlemlerle birleştiğinde MP kontaminasyonunu azaltmada etkili bir çerçeve sunar (Prata et al., 2020).

8. BİLİMSEL LİTERATÜRDEKİ AÇIKLAR

8.1. Hayvan Yemlerindeki Mikroplastiklere İlişkin Veri Eksiklikleri

Mevcut literatürde hayvan yemlerinde mikroplastiklerin tür, boyut ve konsantrasyonlarına ilişkin veriler sınırlıdır. Bunun temel nedeni, numune alma, ön arıtım ve ölçüm protokollerinin standardize olmamasıdır. Özellikle <100 µm ve nanoplastik fraksiyonunda veri eksikliği dikkat çekmektedir; çünkü FTIR (~10–20 µm) ve Raman (~1–5 µm) nanoskalayı kapsamamaktadır (Tsochatzis et al., 2024). Yem zincirinin farklı aşamalarında kontaminasyon kaynakları tanımlansa da, yaygın tarama verileri ve coğrafi veya ürün bazlı haritalar eksiktir; bu durum çiftlik hayvanlarında maruziyetin boyutunu netleştirmeyi zorlaştırmaktadır (Khan et al., 2024; Lackner et al., 2024).

8.2. Yemden Hayvana ve Hayvandan İnsana Geçişin Belirsizlikleri

Mikroplastiklerin yemden hayvana ve oradan insana geçişi nicel olarak yeterince incelenmemiştir. EFSA, mikro ve nanoplastiklerin toksikokinetiğine ilişkin verilerin yetersiz olduğunu, bu nedenle insan sağlığı riskinin belirsiz kaldığını raporlamaktadır (EFSA, 2016). Kantitatif "carry-over" çalışmalarının sayısı çok azdır ve geçişin ürün türü, hayvan türü ve işleme koşullarına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir. Yumurta, süt ve ette geniş örnekli saha verileri mevcut değildir. FDA, gıdalardaki mikro/nanoplastik varlığını kabul etmekle birlikte miktar ve risk değerlendirmesinin sınırlı olduğunu vurgulamaktadır (Mamun et al., 2024; FDA, 2024).

8.3. Uzun Dönemli Deneysel Çalışmalardaki Yetersizlikler

Mikroplastiklerin hayvanlar üzerindeki etkilerini değerlendiren deneyler genellikle kısa süreli, yüksek doz ve model polimer (PS mikroboncuk) kullanılarak yapılmaktadır. Gerçekçi maruziyet senaryolarını temsil eden kronik, düşük doz protokolleri sınırlıdır. Özellikle kanatlı ve ruminantlarda performans, üreme ve ürün kalitesi üzerindeki uzun dönem etkilerin incelendiği çok-merkezli araştırmalara ihtiyaç vardır (Jeong et al., 2024). Son çalışmalar, oksidatif stres, inflamasyon, bağırsak bariyer bozulmaları ve mikrobiyota değişimlerini göstermektedir; ancak doz-yanıt ilişkisi, eşik değerler ve etkilerin geri döndürülebilirliği konusunda veri boşlukları mevcuttur (Aardema et al., 2024; Abd El-Hack et al., 2025).

9. ÖNERİLER VE SONUÇ

9.1. Yem Zincirinde Önleme Stratejileri

Mikroplastik kirliliğinin önlenmesi, yem zincirinin hammadde temininden dağıtıma kadar tüm aşamalarını kapsayan bütüncül stratejiler gerektirir. Hasat sonrası plastik örtüler ve depolama malzemeleri kontaminasyon açısından kritik öneme sahiptir (Huerta-Lwanga et al., 2022). İşleme hatlarında kullanılan malzemeler mekanik aşınma ve plastik yüzeylerin yaşlanmasıyla partikül salınımını artırır; bu nedenle paslanmaz çelik, sert kauçuk kaplamalar ve metal bağlantılar tercih edilmelidir. Düzenli bakım ve hijyen protokolleri, laboratuvar ve ekipman kontaminasyonunu sınırlamada önemlidir (Jones et al., 2024; Matavos-Aramyan et al., 2024). Plastik atıkların geri dönüşümü ve tek kullanımlık plastiklerin azaltılması da kritik önlemlerdir (FAO, 2023b).

9.2. İzleme ve Kontrol Mekanizmaları

Yem sanayisinde mikroplastik kirliliğinin düzenli kontrolü için zorunlu analiz ve raporlama sistemleri kurulmalıdır. µ-FTIR, µ-Raman ve Py-GC/MS gibi analitik tekniklerin standart protokollerle entegrasyonu, hem polimer tipleri hem de konsantrasyonların güvenilir şekilde raporlanmasını sağlar (Prata et al., 2019b; Sharma et al., 2024a). Bu izleme programları, hammadde ve üretim kaynaklı kontaminasyonun hızlı tespitinde kritik araçtır.

9.3. Gelecekteki Araştırma Öncelikleri

Mikroplastiklerin yem zincirindeki etkilerini anlamak için multidisipliner ve kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır. Farklı yem türleri ve coğrafi bölgelerde mikroplastiklerin tür, boyut ve konsantrasyon haritalamasının yapılması önemlidir (Khan et al., 2024). Yem–hayvan–ürün zincirinde carry-over oranlarının belirlenmesi için saha ve laboratuvar çalışmaları artırılmalıdır (EFSA, 2021). Ayrıca farklı polimer tipleri ve nano boyuttaki fraksiyonların düşük doz maruziyette oksidatif stres, inflamasyon, bağırsak bariyer fonksiyonu ve mikrobiyota üzerindeki etkileri araştırılmalıdır (Huang et al., 2025). Mikroplastiklerin ağır metaller ve pestisitlerle etkileşimleri, çok faktörlü deneylerle incelenmelidir (Ullah et al., 2025; Fred-Ahmadu et al., 2024).

9.4. Politika ve Uygulama Önerileri

Politika düzeyinde AB, FAO ve EFSA rehberliğinde Türkiye'ye özgü mikroplastik mevzuatı hazırlanmalıdır. Yem sanayisi için "Mikroplastik Risk Yönetim Planı" zorunlu hale getirilmeli. Araştırma kurumları, sanayi ve

politika yapıcılar arasında iş birliği, teknoloji yatırımları ve mevzuat uyumu desteklenmeli (FAO, 2023b; EFSA, 2021).

SONUÇ

Mikroplastik ve nanoplastik maruziyeti, hayvan besleme sistemlerinde bağırsak bariyer bütünlüğünü bozarak, oksidatif stres ve inflamatuvar yanıtları artırmakta; bağırsak mikrobiyotasında patobiont artışı ve SCFA dengesizlikleri ile birlikte büyüme performansı ve antioksidan kapasiteyi olumsuz etkilemektedir. Yüzey yükü ve kimyasal özellikler, epitel etkileşimini ve immün tanınmayı değiştirerek TLR/NF-κB yolunu aktive etmekte, TNF-α, IL-6 ve IL-1β gibi proinflamatuvar sitokinlerin üretimini artırmaktadır. Risk azaltma stratejileri arasında hammadde kontrolü, pelet ve ekstrüzyon hatlarında düşük abrazyonlu prosesler, uygun paketleme ve lojistik uygulamaları ile mikrobiyota modülasyonu ve antioksidan takviyeler öne çıkmaktadır. FTIR, Raman ve kütle spektrometrisi tabanlı yöntemler (Py-GC/MS, TED-GC/MS), polimer tipleri ve katkı maddelerinin belirlenmesinde güçlü araçlar sağlasa da, parçacık boyutu ve sayısı hakkında sınırlı bilgi sunmaktadır. Bu derleme, MP/NP maruziyetinin toksikokinetik ve toksikodinamik etkilerini bütüncül olarak ele alarak, hem hayvan sağlığı hem de gıda güvenliği açısından olası risklerin anlaşılmasına ve etkili önlemlerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

Aardema, H., Vethaak, A. D., Kamstra, J. H., ... J. (2024). Farm animals as a critical link between environmental and human health impacts of micro-and nanoplastics. Microplastics and Nanoplastics, 4(1), 5. doi:10.1186/s43591-024-00082-w

Abd El-Hack, M. E., Ashour, E. A., AlMalki, F., ... S. (2025). Harmful impacts of microplastic pollution on poultry and biodegradation techniques using microorganisms for consumer health protection: A review. Poultry science, 104(1), 104456. doi:10.1016/j.psj.2024.104456

Alberghini, L., Truant, A., Santonicola, S., ... V. (2022). Microplastics in fish and fishery products and risks for human health: A review. International journal of environmental research and public health, 20(1), 789. doi: 10.3390/ijerph20010789

Andrady, A. L. (2017). The plastic in microplastics: A review. Marine Pollution Bulletin, 119(1), 12–22. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.01.082

Bahrani, F., Mohammadi, A., Dobaradaran, S., ... A. (2023). Accumulation of microplastics in edible tissues of livestock (cow and sheep). PREPRINT (Version 1) available at Research Square doi:10.21203/rs.3.rs-3356113/v1

Barboza, L. G. A., Vethaak, A. D., Lavorante, B. R., ... L. (2018). Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. Marine Pollution Bulletin, 133, 336–348. doi:10.1016/j.marpolbul.2018.05.047

Barragán, V., Pelacho, A. M., Martin-Closas, L., ... E. (2016). Degradation of agricultural biodegradable plastics in the soil under laboratory conditions. Chemosphere, 144, 433–439.

Başaran, B., Özçifçi, Z., Akcay, H. T., ... Ü. (2023). Microplastics in branded milk: Dietary exposure and risk assessment. Journal of Food Composition and Analysis, 123, 105611. doi:10.1016/j.jfca.2023.105611

Bello, F. A., Folorunsho, A. B., Chia, R. W., ... S. A. (2025). Microplastics in agricultural soils: sources, impacts on soil organisms, plants, and humans. Environmental Monitoring and Assessment, 21;197(4): 448. doi: 10.1007/s10661-025-13874-1. PMID: 40116958.

Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., ... R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: sources and sinks. Environmental science & technology, 45(21), 9175-9179.

Bruno, A., Dovizio, M., Milillo, C., ... P. (2024). Orally ingested micro-and nano-plastics: a hidden driver of inflammatory bowel disease and colorectal cancer. Cancers, 16(17),3079. doi:10.3390/cancers16173079

Boucher, J., & Friot, D. (2017). Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources. Gland, Switzerland: IUCN.
Büks, F., & Kaupenjohann, M. (2020). Global concentrations of microplastic in soils. A Review. SOIL, 6(2): 649–662, doi:10.5194/soil-6-649-2020
Canga, E. M., Gowen, A., & Xu, J. L. (2024). Assessing the inconsistency of microplastic measurements in foods and beverages. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23(2), e13315. doi:10.1111/1541-4337.13315
Chartres, N., Cooper, C. B., Bland, G., ... T. J. (2024). Effects of microplastic exposure on human digestive, reproductive, and respiratory health: a rapid systematic review. Environmental Science & Technology, 58(52), 22843-22864. doi: 10.1021/acs.est.3c09524
Chen, J., Chen, G., Peng, H., ... W. (2023). Microplastic exposure induces muscle growth but reduces meat quality and muscle physiological function in chickens. Science of The Total Environment, 882, 163305. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.163305
Chen, Z., Carter, L. J., Banwart, S. A., ... P. (2025). Microplastics in Soil–Plant Systems: Current Knowledge, Research Gaps, and Future Directions for Agricultural Sustainability. Agronomy, 15(7), 1519.
Choi, H., Kaneko, S., Suzuki, Y., ... Y. (2024). Size-Dependent Internalization of Microplastics and Nanoplastics Using In Vitro Model of the Human Intestine—Contribution of Each Cell in the Tri-Culture Models. Nanomaterials, 14(17), 1435. doi:10.3390/nano14171435
Commission Regulation (EU) 2023/2055 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH) regarding synthetic polymer microparticles. Official Journal of the European Union, L 238/67. Retrieved from
Coradi, P. C., de Lacerda Filho, A. F., & Chaves, J. B. P. (2013). Identification of the critical control points in a feed mill: a case study. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, 7(1). doi:10.3895/S1981-36862013000100010
Corradini, F., Meza, P., Eguiluz, R., ... V. (2019). Evidence of microplastic accumulation in agricultural soils from sewage sludge disposal. Science of the Total Environment, 671, 411–420. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.03.368
Covello, C., Di Vincenzo, F., Cammarota, G., ... M. (2024). Micro (nano) plastics and their potential impact on human gut health: a narrative review. Current issues in molecular biology, 46(3), 2658-2677. doi:10.3390/cimb46030168
DeLoid, G. M., Yang, Z., Bazina, L., ... P. (2024). Mechanisms of ingested polystyrene micro-nanoplastics (MNPs) uptake and translocation in an in vitro tri-culture small intestinal epithelium. Journal of hazardous materials, 473, 134706. doi:10.1016/j.jhazmat.2024.134706
Devi, S. S., Jayan, S., & Kumar, A. B. (2024). Microplastic assessment in aquaculture feeds: Analyzing polymer variability across commercial fishfeeds from three continents. Journal of Hazardous Materials, 479, PMID:39213766 doi:10.1016/j.jhazmat.2024.135621
EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. EFSA Journal, 14(6), e04501.
EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2021). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. EFSA Journal, 19(8), e06785.
Eichinger, J., Tretola, M., Seifert, J., ... D. (2024). interactions between microplastics and the gastrointestinal microbiome. Italian Journal of Animal Science, 23(1), 1044-1056. doi:10.1080/1828051X.2024.2377642
EFSA (2021). EFSA Scientific Colloquium 25–A coordinated approach to assess the human health risks of micro-and nanoplastics in food. EFSA Supporting Publications, 18(8), 6815E. doi:10.2903/sp.efsa.2021.EN-6815

Fan, R., Tian, W., Qin, C., ... S. (2025). Polystyrene Microplastics and Cadmium Drive the Gut-Liver Axis Through the TLR4/MyD88/NF-κB Signaling Pathway to Cause Toxic Effects on Broilers. Toxics, 13(4), 248. doi:10.3390/toxics13040248
FAO, (2021). Microplastics in food commodities: A risk profile. Rome: FAO. doi:10.4060/cb4508en
FAO, (2023b). Assessment of agricultural plastics and their sustainability: A call for action. Rome: FAO. doi:10.4060/cc8639en
FAO, (2023a). Microplastics in food and feed: Safety evaluation and management. Rome: FAO. doi:10.4060/cc4679en
FDA, (2024). Microplastics and nanoplastics in foods. Retrieved August 18, 2025, from https://www.fda.gov/food/environmental-contaminants-food/microplastics-and-nanoplastics-foods
Fred-Ahmadu, O. H., Alarima, C. I., Ofoegbu, R. U., ... O. (2024). Microplastics and chemical contamination in aquaculture: Current status and future perspectives. Environmental Sciences Europe, 36(1), 64. doi:10.1186/s12302-024-00995-6
Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. Marine Pollution Bulletin, 138, 145–147.
Gao, T., Jiang, Y., Han, Y., ... Y. (2025). Intestinal microplastic debris, flora dysbiosis, and insidious combined hazards across diverse aquatic and terrestrial organisms. Journal of Advanced Research. doi:10.1016/j.jare.2025.06.074.
García, A. L., Mendoza-Díaz, A., & Ledesma, J. C. (2022). Ruminant livestock as a pathway for microplastics to enter the human food chain. Environmental Pollution, 300, 118958. doi:10.1016/j.envpol.2022.118958
Garrido Gamarro, E., & Constanzo, V. (2022). Microplastics in food commodities: A food safety review on human exposure through dietary sources. ,
GESAMP (2019). Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean. Reports and Studies No. 99. International Maritime Organization. IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UNDP/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.
Gültekin, S., & Deste, M. (2021). Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirlik uygulamaları ve Malatya ili örneği. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 4(2), 321-342. doi:10.33712/mana.958669
Hartmann, N. B., Huffer, T., Thompson, R. C., ... M. (2019). Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris. Environmental Science & Technology, 53(3), 1039–1047.
Huang, J., Zhang, J., Zhang, X., ... H. (2021). Effect of microplastics on egg production and quality in laying hens. Poultry Science, 100(10), 101386. doi:10.1016/j.psj.2021.101386
Huang, X., Lu, B., Liu, H., ... Y. (2025). Ecotoxicological impacts of microplastics to gut microbiota: Response mechanism, challenges and environmental sustainability-A review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 302, 118748. doi:10.1016/j.ecoenv.2025.118748
Huerta-Lwanga, E., Gertsen, H., Gooren, H., ... V. (2021). Is the polylactic acid fiber in green compost a risk for soil health? Environmental Research, 194, 110693.
Huerta-Lwanga, E., Beriot, N., Corradini, F., ... V. (2022). Review of microplastic sources, transport pathways and correlations with other soil stressors: A journey from agricultural sites into the environment. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 9(20).
Jeong, E., Kim, H., & An, Y. J. (2024). Animal exposure to microplastics and health effects: A review. Current Opinion in Environmental Science & Health, 39, 100629. doi:10.1016/j.coesh.2024.100629
Jeyasanta, I., Sathish, M. N., Patterson, J., ... L. (2024). Microplastics contamination in commercial fish meal and feed: a major concern in the cultured organisms. Chemosphere, 363, 142832. PMID: 39002652 doi:10.1016/j.chemosphere.2024

Jones, N. R., Hanvey, J., McIlwraith, H., ... P. (2024). Identifying laboratory sources of microplastic and minimising contamination for reliable quantification. Water Research, 251, 120117. doi:10.1016/j.watres.2024.120117

Jin, Y., Lu, L., Tu, W., ... Z. (2021). Impacts of polystyrene microplastic on the gut barrier, microbiota and metabolism of mice. Science of The Total Environment, 649, 308–317. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.08.353

Kadac-Czapska, K., Ośko, J., Knez, E., ... M. (2024). Microplastics and oxidative stress—current problems and prospects. Antioxidants 13 (5), 579. doi:10.3390/antiox13050579

Khan, A., Qadeer, A., Wajid, A., ... P. (2024). Microplastics in animal nutrition: Occurrence, spread, and hazard in animals. Journal of Agriculture and Food Research, 17, 101258. doi:10.1016/j.jafr.2024.101258

Krause, S., Ouellet, V., Allen, D., ... I. (2024). The potential of micro-and nanoplastics to exacerbate the health impacts and global burden of non-communicable diseases. Cell Reports Medicine, 5(6). doi:10.1016/j.xcrm.2024.101581

Kutralam-Muniasamy, G., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., ... V. C. (2020). An overview of microplastics in the agroecosystem. Science of The Total Environment, 729, 139031. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139031

Kwon, J.-H., Kim, J.-W., Pham, T. D., ... J. (2020). Microplastics in Food: A Review on Analytical Methods and Challenges. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(18), 6710. doi:10.3390/ijerph17186710

Kwon, J., Kim, H., Siddiqui, M. Z., ... Y. M. (2025). A comprehensive pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry analysis for the assessment of microplastics in various salts. Food Chemistry, 467, 142193. doi:10.1016/j.foodchem.2024.142193

Lackner, M., & Branka, M. (2024). Microplastics in farmed animals—A review. Microplastics, 3(4), 559-588.

Li, J., et al. (2024). Effects of microplastics on gut microbiota and metabolic health in farm animals. Frontiers in Veterinary Science, 11, 1428735.

Li, J., Liu, H., & Chen, J. P. (2021). Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. Water Research, 196, 116843. doi:10.1016/j.watres.2021.116843

Li, Y., Tao, L., Wang, Q., ... M. (2023). Potential health impact of microplastics: a review of environmental distribution, human exposure, and toxic effects. Environment & Health, 1(4), 249-257. doi:10.1021/envhealth.3c00052

Liu, Q., Chen, Z., Chen, Y., ... Y. (2022). Microplastics contamination in eggs: Detection, occurrence and status. Food Chemistry, 397, 133771. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133771

Mamun, T. I. (2024). From feed to food: Unveiling the widespread impact of microplastics on animal and human health. New Microbes and New Infections, 62, 101461. doi:10.1016/j.nmni.2024.101461

Martínez, K. P., da Silva, V. H., Andersen, T. J., ... J. (2023). Improved separation and quantification method for microplastic analysis in sediment: A fine-grained matrix from Arctic Greenland. Marine Pollution Bulletin, 196, 115574.

Masura, J., Baker, J. E., Foster, G. D., ... C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48). NOAA Marine Debris Program.

Matavos-Aramyan, S., Popescu, T., & van der Meulen, H. (2024). Addressing the microplastic crisis: A multifaceted approach for sustainable solutions. Science of the Total Environment, 927, 171702. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.171702

Mohasin M, Habib K, Rao PS, Ahmad M, Siddiqui S. Microplastics in agricultural soils: sources, impacts, and mitigation strategies. Environ Monit Assess. 2025 May 27;197(6):684. doi: 10.1007/s10661-025-14114-2. PMID: 40423852.

Mohsen, M., Su, F., Lin, J., ... C. (2024). Microplastic Contamination in Aquafeed Ingredients Used as Protein and Carbohydrate Sources. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 113(4), 41. PMID:39306604 doi:10.1007/s00128-024-03952-4

Naeem, M., & Bourassa, D. (2025). Probiotics in poultry: Unlocking productivity through microbiome modulation and gut health. Microorganisms, 13(2), 257. doi:10.3390/microorganisms13020257

Nahiduzzaman, F. N. U., Rahman, M. Z., Akhi, M. A. J., ... M. A. (2025). Potential Biological Impacts of Microplastics and Nanoplastics on Farm Animals: Global Perspectives with Insights from Bangladesh. Animals, 15(10), 1394. doi: 10.3390/ani15101394. PMID: 40427269; PMCID: PMC12108168.

Olivatto, G. P., Ando, R. A., Fernandes, R. F., ... V. L. (2024). A critical comparison of the main characterization techniques for microplastics identification in an accelerated aging laboratory experiment. OAE Publishing Inc. doi:10.20517/wecn.2023.69

Osman, A. I., Hosny, M., Eltaweil, A. S., ... K. A. (2023). Microplastic sources, formation, toxicity and remediation: a review. Environmental Chemistry Letters, 21(4), 2129-2169. doi: 10.1007/s10311-023-01593-3

Patrucco, S. G., Rivoira, L., Bruzzoniti, M. C., ... S. (2024). Development and application of a novel extraction protocol for the monitoring of microplastic contamination in widely consumed ruminant feeds. Science of the Total Environment, 947, 174493. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.174493

Peters, R., de Jong, N., de Haan, L., ... H. (2022). Release and intestinal translocation of chemicals associated with microplastics in an in vitro human gastrointestinal digestion model. Microplastics and Nanoplastics, 2(1), 3. doi:10.1186/s43591-021-00022-y

Prasad, S., Bennett, A., & Triantafyllou, M. (2024). Characterization of Nile red-stained microplastics through fluorescence spectroscopy. Journal of Marine Science and Engineering, 12(8), 1403. doi:10.3390/jmse12081403

Prata, J. C., Silva, A. L. P., Da Costa, J. P., Mouneyrac, C., Walker, T. R., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019a). Solutions and integrated strategies for the control and mitigation of plastic and microplastic pollution. International journal of environmental research and public health, 16(13), 2411. doi:10.3390/ijerph16132411

Prata, J. C., Da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019b). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 110, 150-159. doi:10.1016/j.trac.2018.10.029

Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., ... T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. Science of The Total Environment, 702, 134455. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134455

Ramsperger, A. F., Bergamaschi, E., Panizzolo, M., ... C. (2023). Nano-and microplastics: a comprehensive review on their exposure routes, translocation, and fate in humans. NanoImpact, 29, 100441.

Rani, M., Ducoli, S., Depero, L. E., ... S. (2023). A complete guide to extraction methods of microplastics from complex environmental matrices. Molecules, 28(15), 5710. doi: 10.3390/molecules28155710

Rauert, C., Charlton, N., Bagley, A., ... K. V. (2025). Assessing the efficacy of pyrolysis–gas chromatography–mass spectrometry for nanoplastic and microplastic analysis in human blood. Environmental Science & Technology, 59(4), 1984-1994. doi:10.1021/acs.est.4c12599

Raza, M., Lee, J. Y., & Cha, J. (2022). Microplastics in soil and freshwater: Understanding sources, distribution, potential impacts, and regulations for management. Science Progress, 105(3), 00368504221126676. doi: 10.1177/00368504221126676

Rossi, S., Montanari, A., & Degli Esposti, M. (2023). Biodegradable mulching films in agriculture: Impacts on soil microbial communities and soil quality. Science of the Total Environment, 857, 159477. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.159477

Schymanski, D., Oßmann, B. E., Benismail, N., ... N. P. (2021). Analysis of microplastics in drinking water and other clean water samples with micro-Raman and micro-infrared spectroscopy: minimum requirements and best practice guidelines. Analytical and bioanalytical chemistry, 413(24), 5969-5994. doi:10.1007/s00216-021-03498-y

Seeley, M. E., & Lynch, J. M. (2023). Previous successes and untapped potential of pyrolysis–GC/MS for the analysis of plastic pollution. Analytical and bioanalytical chemistry, 415(15), 2873-2890. doi: 10.1007/s00216-023-04671-1

Sharma, P., & Vidyarthi, V. K. (2024). Impact of microplastic intake via poultry products: Environmental toxicity and human health. Journal of Hazardous Materials Advances, 14, 100426. doi:10.1016/j.hazadv.2024.100426

Sharma, N., Kumar, V., Vimal, S., Umesh, M., Chakraborty, P., Thazeem, B., Sarojini, S., Sharma, P., Pasrija, R., & Barceló, D. (2024a). Microplastic residues in clinical samples: A retrospection on sources, entry routes, detection methods and human toxicity. Trends in Analytical Chemistry, 173, 117618. doi:10.1016/j.trac.2024.117618.

Sharma, P., Sharma, P., & Abhishek, K. (2024). Sampling, separation, and characterization methodology for quantification of microplastic from the environment. Journal of Hazardous Materials Advances, 14, 100416. doi:10.1016/j.hazadv.2024.100416

Shelver, W. L., McGarvey, A. M., & Billey, L. O. (2024). Disposition of [^{14}C]-polystyrene microplastics after oral administration to lactating sheep. Food Additives & Contaminants: Part A, 41, 1132–1143. doi: 10.1080/19440049.2024.2379382

Shopova, S., Sieg, H., & Braeuning, A. (2020). Risk assessment and toxicological research on micro- and nanoplastics after oral exposure via food products. EFSA Journal, 18(Suppl. 1), e181102.

Shruti, V. C., & Kutralam-Muniasamy, G. (2022). Microplastic pollution in agricultural soils: Emerging issues and potential impacts on crop productivity. Environmental Pollution, 303, 119114.

Shruti, V. C., Pérez-Guevara, F., Roy, P. D., ... G. (2022). Analyzing microplastics with Nile Red: Emerging trends, challenges, and prospects. Journal of hazardous materials, 423, 127171.

Siddique, M. A. M., Tahsin, T., & Das, K. (2025). Microplastic contamination in commercial tilapia feeds: lessons from a developing country. Aquaculture International, 33(3), 190.

Snekkevik, V. K., Cole, M., Gomiero, A., ... A. L. (2024). Beyond the food on your plate: Investigating sources of microplastic contamination in home kitchens. Heliyon, 10(15). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e35022

Sofield, C. E., Anderton, R. S., & Gorecki, A. M. (2024). Mind over microplastics: exploring microplastic-induced gut disruption and gut-brain-axis consequences. Current issues in molecular biology, 46(5), 4186-4202. doi:10.3390/cimb46050256

Su, M., Gan, S., Gao, R., ... J. (2025). Toxicity Mechanisms of Microplastic and Its Effects on Ruminant Production: A Review. Biomolecules, 15(4), 462. doi:10.3390/biom15040462

Süssmann, J., Fischer, E. K., Hildebrandt, L., ... J. (2024). Nile red staining for rapid screening of plastic-suspect particles in edible seafood tissues. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 416(14), 3459-3471. doi: 10.1007/s00216-024-05296-8

Toussaint, B., Raffael, B., Angers-Loustau, A., ... T. P. (2019). Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain. Food Additives & Contaminants: Part A, 36(5), 639–673. doi:10.1080/19440049.2019.1583381

T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2011). Türk Gıda Kodeksi Yem Hijyeni Yönetmeliği. Resmî Gazete, 27 Aralık 2011, Sayı: 28155.

Tsochatzis, E. D., Gika, H., Theodoridis, G., ... M. (2024). Microplastics and nanoplastics: Exposure and toxicological effects require important analysis considerations. Heliyon, 10(11). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e32261

Udovicki, B., Andjelkovic, M., Cirkovic-Velickovic, T., ... A. (2022). Microplastics in food: scoping review on health effects, occurrence, and human exposure. International Journal of Food Contamination, 9(1), 7. doi:10.1186/s40550-022-00093-6

Ullah, F., Khan, M., & Ali, S. (2025). Toxicological complexity of microplastics in terrestrial ecosystems: Mechanistic insights and risk assessment challenges. Science of the Total Environment, 938, 173562. doi:10.1016/j.scitotenv.2025.173562

UNEP. (2022). Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy. United Nations Environment Programme.

Urli, S., Corte Pause, F., Crociati, M., ... G. (2023). Impact of microplastics and nanoplastics on livestock health: An emerging risk for reproductive efficiency. Animals, 13(7), 1132. doi: 10.3390/ani13071132

Viana, M., Tonin, F. S., & Ladeira, C. (2025). Assessing the Impact of Nanoplastics in Biological Systems: Systematic Review of In Vitro Animal Studies. Journal of Xenobiotics, 15(3), 75. doi:10.3390/jox15030075

Visentin, E., Niero, G., Benetti, F., ... M. (2024). Preliminary characterization of microplastics in beef hamburgers. Meat Science, 217, 109626. doi:10.1016/j.meatsci.2024.109626

von Friesen, L. W., Granberg, M. E., Hassellöv, M., ... K. (2019). An efficient and gentle enzymatic digestion protocol for the extraction of microplastics from bivalve tissue. Marine Pollution Bulletin, 142, 129–134. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.03.016

Wang, T., Yi, Z., Liu, X., ... S. (2024). Multimodal detection and analysis of microplastics in human thrombi from multiple anatomically distinct sites. EBioMedicine, 103.

Wei, M., Gao, Y., Chen, H., ... Z. (2022). Biodegradation of polylactic acid in agricultural soil: The role of microbial communities. Journal of Hazardous Materials, 426, 127799.

Wiesner, Y., Altmann, K., & Braun, U. (2021). Determination of microplastic mass content by thermal extraction desorption gas chromatography–mass spectrometry. Journal of Chromatography A, 1637, 461846.

World Health Organization. (2019). Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization.

Wu, P., Huang, J., Zheng, Y., ... H. (2022). Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics in agricultural soils: A critical review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 52(7), 803–837. doi:10.1080/10643389.2020.1855141

Wu, P., Wu, X., Huang, Q., ... M. (2023). Mass spectrometry-based multimodal approaches for the identification and quantification analysis of microplastics in food matrix. Frontiers in Nutrition, 10, 1163823. doi:10.3389/fnut.2023.1163823

Xu, J., Zhang, Q., Wang, Y., ... H. (2025). Polyethylene microplastics impair chicken growth through gut microbiota-induced hepatic fatty acid metabolism dysfunction. Journal of Hazardous Materials, 493(12):138335. doi:10.1016/j.jhazmat.2025.138335

Yue, S., Chen, S., Zhang, Y., ... T. (2025). Emerging threat of environmental microplastics: A comprehensive analysis of hepatic metabolic dysregulation and hepatocellular damage. International Journal of Molecular Medicine, 56(4), 144. doi:10.3892/ijmm.2025.5584

Yun, X., Liang, L., Tian, J., ... L. (2024). Raman-guided exploration of placental microplastic exposure: Unraveling the polymeric tapestry and assessing developmental implications. Journal of Hazardous Materials, 477, 135271. doi:10.1016/j.jhazmat.2024.135271

Pham, T. Q., Longing, S., & Siebecker, M. G. (2023). Consumption and degradation of different consumer plastics by mealworms (Tenebrio molitor): Effects of plastic type, time, and mealworm origin. Journal of Cleaner Production, 403, 136842. doi:10.1016/j.jclepro.2023.136842

Zhou, L., Ran, L., He, Y., ... Y. (2025). Mechanisms of microplastics on gastrointestinal injury and liver metabolism disorder. Molecular Medicine Reports, 31(4), 98. doi: 10.3892/mmr.2025.13463

Zou, W., Lu, S., Wang, J., ... K. (2023). Environmental microplastic exposure changes gut microbiota in chickens. Animals, 13(15), 2503. doi: 10.3390/ani13152503

ZİRAİ MÜCADELEDE BİTKİ ALLELOPATİSİNİN KULLANIM OLANAKLARI

Doçent Pervin ERDOĞAN
ORCID: 0000-0001-5553-4876
E-Posta: pervinerdogan@sivas.edu.tr
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Entomoloji, Sivas, TÜRKİYE

Özet

Allelopati, bir organizmanın diğer organizmaların büyümesini, hayatta kalmasını, gelişimini ve üremesini etkileyen biyokimyasallar ürettiği yaygın bir biyolojik olaydır. Bu biyokimyasallar allelokimyasallar olarak bilinir ve hedef organizmalar üzerinde yararlı veya zararlı etkilere sahiptir. Bitki allelopatisi alıcı ve verici bitkiler arasındaki etkileşim biçimlerinden biridir ve olumlu etkiler gösterir. Sürdürülebilir tarımsal kalkınmayı sağlamak için, bitki büyümesini ve gelişimini düzenlemek ve allelopatik yüksek toksisisteyi önlemek amacıyla allelopatik bitkilerin uyarıcı/engelleyici etkisinden yararlanan yetiştirme sistemlerini kullanmak önemlidir. Allelokimyasallar potansiyel olarak büyüme düzenleyiciler, herbisitler, böcek öldürücüler ve antimikrobiyal bitki koruma ürünleri olarak kullanılabilir. Tarımda allelopati ve allelokimyasallarla ilgili yönetim uygulamalarının tanımı büyük önem arzetmektedir. Allelokimyasalların etki şekli ve allelopatinin fizyolojik mekanizmaları, allelopati tarafından uygulanan ekolojik mekanizmaların mikroorganizmalar ve ekolojik çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi allelopoatiden faydalanmak açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Tarımda Bitki Alelopatisinin Yönetimi, Ekim Sistemlerinin Düzenlenmesi, Samanla malçlama, Çevre Dostu Tarım Kimyasalları ve Mikrobiyal Pestisitlerin Geliştirilmesi başlıklarında toplanabilir.

Anahtar Kelimeler: Allelopati, etki, mücadele

Abstract

Allelopathy is a common biological phenomenon in which one organism produces biochemicals that affect the growth, survival, development, and reproduction of other organisms. These biochemicals are known as allelochemicals and have beneficial or harmful effects on target organisms. Plant allelopathy is one of the forms of interaction between recipient and donor plants and has positive effects. In order to ensure sustainable agricultural development, it is important to use cultivation systems that utilize the stimulatory/inhibitory effects of allelopathic plants to regulate plant growth and development and prevent high allelopathic toxicity. Allelochemicals can potentially be used as growth regulators, herbicides, insecticides, and antimicrobial plant protection products. The definition of management practices related to allelopathy and allelochemicals in agriculture is of great importance. The mode of action of allelochemicals and the physiological mechanisms of allelopathy, as well as the evaluation of the effects of ecological mechanisms applied by allelopathy on microorganisms and the ecological environment, are considered important in terms of benefiting from allelopathy.

Key words: Allelopathy, effect, control

GİRİŞ

Allelopati, kimyasal ekolojinin bir alt dalıdır ve bitkiler veya mikroorganizmalar tarafından üretilen kimyasalların doğal topluluklarda veya tarımsal sistemlerde diğer bitkilerin ve mikroorganizmaların büyümesi, gelişimi ve dağılımı üzerindeki etkilerini inceler (Einhellig, 1995). Allelopati çalışmaları 1970'lerde artmış ve 1990'ların ortalarından itibaren hızlı bir gelişme göstererek son yıllarda botanik, ekoloji, tarım bilimi, toprak bilimi, bahçecilik ve diğer araştırma alanlarında popüler bir konu haline gelmiştir. Allelopatik etkileşim, bitki toplulukları içindeki türlerin dağılımı ve bolluğuna katkıda bulunan önemli faktörlerden biri olabilir ve istilacı bitkilerin başarısında önemli bir rol oynayabilir (Chou, 1999; Mallik, 2003; Field ve ark., 2006; Inderji ve ark., 2006; Zheng ve ark., 2015), Zheng ve ark., 2015), su sümbülü (*Eichhornia crassipes* Mart.Solms) benekli knapweed (*Centaurea tobe* L. ssp. micranthos) (Broeckling ve Vivanco, 2008) ve sarımsak hardalı (*Alliaria petiolata* M. Bieb) (Vaughn ve Berhow, 1999) gibi türler bu bitkilere örnek olarak gösterilebilir. Allelopati, tarımda sürekli ekim engellerinin dolaylı nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir. Allelopati üzerine yapılan derinlemesine araştırmanın bir sonucu olarak, allelopati ve allelokimyasalların uygulanmasını içeren tarımsal üretim yönetimi ve ekolojik restorasyon stratejileri gelişmektedir. Bu incelemenin temel amaçları, tarımsal üretimde allelopati uygulamasına ilişkin sonuçları sunmak, bitki allelopatisinin altında yatan fizyolojik ve ekolojik mekanizmaları vurgulamak, allelopatinin toprak mikroorganizmaları üzerindeki etkisini açıklamak ve ileri araştırmalar için kilit noktaları tartışmaktır. Bu inceleme, bitki allelopatisinin temel mekanizmalarını ve etkilerini ele almaktadır.

Allelopati ve Allelokimyasallar

Allelopati tanımı ilk olarak 1937 yılında Molisch tarafından bir bitkiden diğerine aktarılan biyokimyasal maddelerin doğrudan ve dolaylı olarak neden olduğu tüm etkileri belirtmek için kullanılmıştır (Molisch, 1937). Neredeyse yarım asır sonra, bitki alemindeki tüm allelokimyasalların kabul edilen hedefleri arasında algler, mantarlar ve çeşitli mikroorganizmalar yer almaktadır. Bu terim, Rice (1984) tarafından "bir bitkinin (mikroorganizmalar dahil) (1984) tarafından "bir bitkinin (mikroorganizmalar dahil) çevreye kaçan kimyasal bileşiklerin üretimi yoluyla başka bir bitkiye doğrudan veya dolaylı olarak zararlı veya yararlı herhangi bir etki" olarak tanımlanmıştır (Rice, 1984). 1996 yılında, Uluslararası Allelopati Derneği, allelopati tanımını, bitkiler, mikroorganizmalar, virüsler ve mantarlar tarafından üretilen ikincil metabolitlerin, tarımsal ve biyolojik sistemlerin büyümesini ve gelişimini etkileyen herhangi bir süreci kapsayacak şekilde genişletmiştir. Ek olarak, allelopatik donör ve alıcı hayvanları da içermelidir (Kong ve Hu, 2001). Allelokimyasallar, esas olarak bitkilerin ikincil metabolitleri veya mikropların ayrışma ürünleri olarak üretilen besin değeri olmayan maddelerdir. Allelopati, bitkilerin birbirlerini etkileme mekanizmasıdır. Allelokimyasallar, bitkilerin birbirlerini etkileme mekanizmasının aktif aracılarıdır. Allelokimyasallar çeşitli kimyasal ailelerden oluşur ve kimyasal benzerliklerine göre aşağıdaki 14 kategoriye ayrılır (Rice, 1974): suda çözünen organik asitler, düz zincirli alkoller, alifatik aldehitler ve ketonlar; basit doymamış laktonlar; uzun zincirli yağ asitleri ve poliasetilenler, fenoller, benzoik asit ve türevleri; sinamik asit ve türevleri; kumarin; flavonoidler; tanenler; terpenoidler ve steroidler; amino asitler ve peptitler; alkaloidler ve siyanohidrinler; sülfür ve glukozinolatlar; ve pürinler ve nükleozitler. Bitki büyüme düzenleyicileri, salisilik asit, gibberellik asit ve etilen dahil, aynı zamanda allelokimyasallar olarak kabul edilir. Therapid son yıllarda analiz teknolojisindeki ilerlemeler, çok az miktarda bulunan tüm aelokimyasalları izole edip tanımlamayı ve bu moleküllerin sofistike yapısal analizlerini gerçekleştirmeyi mümkün kılmıştır.

Tarımda Bitki Alelopatisinin Yönetimi

Allelopati doğal bir ekolojik fenomendir. Antik çağlardan beri tarımda bilinmekte ve kullanılmaktadır (Zeng, 2008, 2014). Allelokimyasallar bitki çimlenmesini ve büyümesini teşvik edebilir veya engelleyebilir ve su ve toprakta düşük fitotoksik kalıntı miktarlarına sahip mahsullerin gelişimine izin verebilir, böylece atık su arıtma

ve geri dönüşümünü kolaylaştırır (Macias ve ark., 2003; Zeng ve ark., 2008). Sentetik herbisitlerin yerine kullanılabilecek uygun bir alternatiftir, çünkü allelokimyasalların hiçbirinde kalıntı veya toksik etki yoktur, ancak birçok allelokimyasalın etkinliği ve özgüllüğü sınırlıdır (Bhadoria, 2011). Allelopati araştırmalarının temel amaçları arasında, gözlemlenen allelopatik etkilerin tarımsal üretime uygulanması, kimyasal pestisitlerin kullanımının ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliğinin azaltılması ve tarımsal üretim ile ekolojik sistemlerin sürdürülebilir gelişimi için etkili yöntemlerin sağlanması yer almaktadır (Macias ve ark., 2003; Jabranen, 2015). Tarımda allelopatik bitkilerin kullanımı şu anda örneğin, bitki rotasyonlarının bileşenleri olarak, karışık ekimde, örtü bitkisi veya yeşil gübre olarak gerçekleştirilmektedir (Cheema ve Khaliq, 2000; Yildirim and Guvenc, 2005; Iqbal ve ark., 2007). Pakistan'da mahsul üretiminde allelopati uygulamaları son yıllarda başarılı örnekler oluşturmaktadır (Cheema ve ark., 2013). Yabani otların, zararlı böceklerin, bitki hastalıklarının çevre dostu bir şekilde kontrol edilmesi, tarım arazilerinde azotun korunması ve allelo kimyasallara dayalı yeni tarım kimyasallarının sentezi yoluyla bitki verimliliğinin ve çevre korumanın iyileştirilmesine yönelik allelopati uygulamaları, allelopati araştırmalarıyla uğraşan bilim adamlarının büyük ilgisini çekmiştir.

Ekim Sistemlerinin Düzenlenmesi

Rekabet, ekili bitkiler ve komşu bitkiler arasındaki etkileşimin ana biçimlerinden biridir (Inderjit ve Moral, 1997; Xiong ve ark., 2005; An ve ark., 2013). Allelopati, bitkilere sınırlı kaynaklar için rekabet etme avantajı sağlayan kimyasal bir mekanizmadır (Singhetal., 1999; Gioria and Osborne, 2014). Bu mekanizma, bitkilerin diğer bitkilerle etkileşime girerek birbirlerini etkilemesi ile ilgilidir. Bitkilerin yabani otları bastırma yeteneği, mahsul allelopati ve rekabet gücü ile belirlenir. Mahsul allelopati, tarladaki yabani otları kontrol etmek, allelopatik yüksek toksisiteyi hafifletmek ve allelopatik mahsuller arasındaki inhibe edici etkiyi azaltmak için etkili bir şekilde kullanılabilir. Bu çalışmada, bu amaçla, mahsul allelopati ve rekabet gücü arasındaki ilişkiyi belirlemek için bir dizi deney gerçekleştirilmiştir (John ve ark., 2010; Farooq ve ark., 2013; Andrew ve ark., 2015). Toprağın kullanım oranını iyileştirmek ve makul ürün rotasyonu ve karışık ekim sistemleri kurarak toprağın yıllık verimini artırmak amaçlanmıştır. Örneğin, Odeyemietal (2013) *Chromolaena odorata* (L.) (Asteraceae) altında bitki paraziti nematodların göreceli bolluğu ve popülasyon baskılanmasını 2 yıl boyunca yapılan bir tarla çalışmasında rapor etmiş ve *C. odorata* ile çalı nadasının, güneybatı Nijerya'da mahsul üretiminde nematod zararlılarının yönetiminde entegre bir yönetim uygulaması haline gelebileceğini öne sürmüştür. Gelişmekte olan ülkelerdeki çiftçiler arasında, arazi kaynaklarını en üst düzeye çıkarmak ve tek ürün kaybı riskini azaltmak için yaygın bir uygulama olan karışık ekim metodu uygulanmaktadır. Yabani ot popülasyon yoğunluğu ve biyokütle üretimi, ürün rotasyonu ve karma ekim sistemleri kullanılarak önemli ölçüde azaltılabilir Jabran ve ark., 2015). Sorgum (*Sorghum bicolor* L.), susam (*Sesamum indicum* L.) ve soya fasulyesi (*Glycine max* L.) pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tarlasında birlikte yetiştirildiğinde daha fazla net fayda sağladı ve mor fındık otu (*Cyperus rotundus* L.) iki yıllık bir deneyde pamukla karşılaştırıldığında üzerinde önemli bir engelleyici etki yarattığı belirlenmiştir (Iqbal ve ark., 2007). Son zamanlarda Wang ve ark. (2015) patlıcan/sarımsak ikili ekim sisteminin, daha güçlü patlıcan büyümesi ve daha yüksek verim sağlamak için faydalı bir yetiştirme uygulaması olduğunu bildirmiştir. Ancak, farklı türler arasındaki allelopati promontory veya inhibe edici etkilere neden olabilir. Farooq ve ark. (2014), tütün (*Nicotiana tabacum* L.) ile dönüşümlü olarak yetiştirildiğinde, mısırın (*Zea mays* L.) yerleşimi ve büyümesinin, maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) ile karşılaştırıldığında iyileştiğini, buna karşılık maş fasulyesinin yerleşimi ve büyümesinin baskılanmış olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle, mahsullerin allelopatik özelliği ekim rotasyonu, karma ekim ve sap malçlamada dikkate alınmalıdır (Xuan ve ark., 2005; Cheng ve ark., 2011; Cheng and Xu, 2013).

Samanla malçlama

Geleneksel olmayan tarımda, herbisit kullanarak yabani ot kontrolü sadece pahalı bir uygulama olmakla kalmaz, aynı zamanda çevreye de zararlıdır. Bu nedenle, geleneksel olmayan tarımda yabani ot kontrolü için alternatif yöntemler uygulamak gereklidir. Allelopati uygulamaları, örneğin saman malçlama, sürdürülebilir yabani ot yönetimi sağlar (Jabran ve ark., 2015) ve tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkisini daha da azaltır (Cheema ve Khaliq, 2000; Cheema ve ark., 2004). Allelopatik bitkileri yer örtücü türler olarak kullanmak, çevre dostu bir seçenek sunar (Dhima ve ark., 2006; Moraes ve ark., 2009; Wang ve ark., 2013). Ayrışan samanlardan elde edilen tarım kimyasalları, tarım arazilerinde yabani otların büyümesini engeller ve zararlı böcek ve hastalıkların görülme sıklığını azaltır. Ayrıca, saman malç toprağın organik madde içeriğini iyileştirebilir ve toprak verimliliğini artırabilir. Ancak, toprağın C:N oranını artırarak olumsuz etkileri de olabilir. Araştırmalar, yeşil buğday (*Triticum aestivum* L.) samanın mısır (*Zea mays* L.) ve soya fasulyesi tarlalarında *Ipomoea* otlarının büyümesini engellediğini ve böylece herbisit kullanım ihtiyacını azalttığını göstermiştir. Çavdar (*Secale cereale* L.) malçlaması, birçok sorunlu tarımsal ot ve geniş yapraklı yabani otların çimlenmesini ve büyümesini önemli ölçüde azaltmış olduğu ortaya konulmuştur. Tabaglio ve ark. (2008), yabani otlar üzerindeki allelopatik inhibisyon etkilerinin, malçlama için kullanılan farklı buğday saman çeşitleri arasında farklılık gösterdiğini bulmuşlardır. Xuanetal (2005), 1–2 ton/ha allelopatik bitki materyali uygulamasının yabani ot biyokütlesini yaklaşık %70 oranında azaltabileceği ve pirinç (*Oryza sativa* L.) verimini 1998–2003 yılları arasında kontrol gruplarına kıyasla yaklaşık %20 oranında artırabileceği sonucuna varmıştır.

Çevre Dostu Tarım Kimyasalları ve Mikrobiyal Pestisitlerin Geliştirilmesi

Negatif allelopatik etkileri olan allelokimyasallar, yabani otlara ve otçullara karşı bitki savunma mekanizmalarının önemli bileşenleridir. Çevre dostu pestisitler ve bitki büyüme düzenleyicileri üretimi için allelokimyasalları modifiye eden teknoloji, tarım üretiminin etkin yönetimini sağlar ve allelokimyasalların oldukça yüksek bozunabilirliği nedeniyle toprakta çok az çevresel sorun yaratır (Bhadoria, 2011; Ihsan ve ark., 2015). Uddinetal (2014) *Sorghum bicolor* (L.) kök salgılarında bulunan hidrofobik bir bileşik olan sorgoleone'nin, ıslak toz formülasyonundan sonra yabani ot büyümesini engellemede daha etkili olduğunu, ancak mahsul türlerinin buna toleranslı olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada, *Sorghum bicolor*'un kök salgılarında bulunan bir bileşik olan sorgoleone'nin, ıslak toz formasyonundan sonra yabani ot büyümesini engellemede daha etkili olduğu ve mahsul türlerinin buna toleranslı olduğu ortaya konmuştur. Bazı mikroorganizmalar sorgoleonu karbon kaynağı olarak kullanabilirler. Sorgoleon toprakta CO2'ye tam bir bozunma yoluyla mineralize edilebilir, ancak molekülün farklı kimyasal grupları eşit şekilde mineralize edilmez. Bu çalışmada, sorgoleonun biyolojik bozunması ve mineralizasyonu, biyolojik bozunma ve mineralizasyonun farklı aşamalarında farklı mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir (Gimsing ve ark., 2009). Güçlü yabani ot bastırma özelliği formüle edilmiş sorgoleon, yabani ot yönetimi için etkili, doğal ve çevre dostu bir yaklaşım olarak ilgiyi artırdı. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), bitkiler üzerinde olumlu etkiler sağlayan çok çeşitli yararlı bakterileri içerir. Bu etkiler arasında indüklenmiş sistemik direnç (ISR) uyandırma, bitki büyümesini teşvik etme ve bitki patojenlerinin neden olduğu hastalıklara karşı duyarlılığı azaltma sayılabilir (Kloepper ve ark., 2004). Allelopatik bakteriler, PGPR özellikleri ve allelopatik yabani otlara karşı aktivite gösteren bakteri karışımlarında aynı işlevi yerine getirebilir, bu da allelopatik yabani otların duyarlı bitkiler üzerinde yarattığı inhibe edici etkiyi azaltır (Kremer, 2006; Mishra ve Nautiyal, 2012). Tarlalarda yabani otların büyümesini engellemek için allelopatik bitki materyallerinden üretilmiş bazı organik herbisitler veya bitki büyüme inhibitörleri bulunmaktadır (Guillon, 2003; Ogata ve ark., 2008). Ogata ve ark. (2008), çam (*Pinus* L.), hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) veya Japon sediri (*Cryptomeria japonica* D.Don) ve bambu (Bambusoideae; Poaceae) sirke karışımından elde edilen bileşenlerin karışımından oluşan bir tür herbisit üretmiştir. (Bambusoideae; Poaceae) sirke karışımından oluşan bir tür herbisit üretmişlerdir. Bu, pirinç tarlalarında bitki allopatiyi kullanmanın pratik bir yolu olarak kabul edilmektedir.

4. SONUÇ

Allelopati, eski çağlardan beri tarımda bilinmekte ve kullanılmaktadır; ancak, modern tarımda tanınması ve kullanımı çok sınırlıdır. Allelopati, uygun tarım sistemlerinin araştırılmasında, yabancı otların, hastalıkların ve böceklerin mücadelesinde, sürekli ekim engellerinin hafifletilmesinde ve allelopatik külttürel yetiştiriciliğinde önemli bir rol oynar. Ayrıca, allelokimyasallar çevre dostu herbisitler, fungisitler, insektisitler ve bitki büyüme düzenleyicileri olarak işlev görebilir ve sürdürülebilir tarımda büyük değer taşıyabilir. Çevre dostu herbisitler olarak allelokimyasallar on yıllardır denenmiş olsa da piyasada allelokimyasallardan elde edilen çok az sayıda doğal herbisit bulunmaktadır. Ancak, doğal ürün herbisitleri test eden birkaç araştırma bulunmaktadır. Organik tarım ve çevre korumaya verilen önemin artmasıyla birlikte, allelopati araştırmalarına da ilgi artmıştır ve allelopatinin fizyolojik ve ekolojik mekanizmaları giderek aydınlatılmaktadır. Ayrıca, ilgili moleküler mekanizmaların araştırılmasında da ilerleme kaydedilmiştir. Allelopati, dünya çapında tarımsal üretimde yaygın olarak uygulanabilmesi için daha fazla araştırma gerektirdiği açıktır.

KAYNAKLAR

An, Y., Ma, Y. Q., and Shui, J. F. (2013). Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) plants and switch grass residuer educethe biomass and density of associated weeds. Acta Agric. Scand. 63, 107–113. doi: 10.1080/09064710.2012.729605

Andrew, I. K. S., Storkey, J., and Sparkes, D. L. (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. Weed Res. 55, 239–248. doi: 10.1111/wre.12137

Bhadoria, P. (2011). Allelopathy: a natural way towards weed management. Am. J. Exp. Agric. 1, 7–20.

Broeckling, C. D., and Vivanco, J. M. (2008). A selective, sensitive, and rapid in-field assay for soil catechin, an allelochemical of *Centaurea maculosa*. Soil Biol. Biochem. 40, 1189–1196. doi: 10.1016/j.soilbio.2007. 12.013

Cheng,Z.H.,Wang,C.H.,Xiao,X.M.,andKhan,M.A.(2011).Allelopathi ceffects of decomposing garlic stalk on some vegetable crops. Afric. J. Biotechnol. 10, 15514–15520

Cheng, Z. H., and Xu, P. (2013). Lily (*Lilium* spp.) root exudates exhibit different allelopathies on four vegetable crops. Acta Agric. Scand. 63, 169–175. doi: 10.1080/09064710.2012.734323

Cheema, Z. A., and Khaliq, A. (2000). Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. Agric. Ecosyst. Environ. 79, 105–112. doi: 10.1016/S0167-8809(99)00140-1

Cheema, Z., Farooq, M., and Khaliq, A. (2013). "Application of allelopathy in crop production: success story from Pakistan," in Allelopathy, eds Z. A. Cheema, M. Farooq, and A. Wahid (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Press), 113–143.

Cheema, Z. A., Khaliq, A., and Saeed, S. (2004). Weed control in maize (Zea mays L.) through sorghum allelopathy. J. Sustain. Agric. 23, 73–86. doi: 10.1300/J064v23n04_07

Chou, C. H. (1999). Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. Crit. Rev. Plant Sci. 18, 609–636. doi: 10.1016/S0735-2689 (99)00393-7

Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Eleftherohorinos, I. G., and Lithourgidis, A. S. (2006). Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. Crop. Sci. 46, 345–352. doi: 10.2135/cropsci2005-0186

Einhellig, F. A. (1995). "Allelopathy-current status and future goals," in Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications, eds A. Inderjit, K. M. M. Dakshini, and F. A. Einhellig (Washington, DC: American Chemical Society Press), 1–24.

Farooq, M., Bajwa, A. A., Cheema, S. A., and Cheema, Z. A. (2013). Application of allelopathy in crop production. Int. J. Agric. Biol. 15, 1367–1378 doi: 10.1007/978-3-642-30595-5_6

Field, B., Jordan, F., and Osbourn, A. (2006). First encounters–deployment of defence-related natural products by plants. New Phytol. 172, 193–207. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01863.x

Gioria, M., and Osborne, B. A. (2014). Resource competition in plant invasions: emerging patterns and research needs. Front. Plant Sci. 5:501. doi: 10.3389/fpls.2014.00501
Gimsing, A. L., Baelum, J., Dayan, F. E., Locke, M. A., Sejero, L. H., and Jacobsen, C. S. (2009). Mineralization of the allelochemical sorgoleone in soil. Chemosphere 76, 1041–1047. doi: 10.1016/j.chemosphere.2009.04.048
Guillon, M. (2003). Herbicidal Composition Comprising an Allelopathic Substance and Method of use Thereof. European patent No 1110456. Nogueres, France: European Patent Office.
Hagan, D. L., Jose, S., and Lin, C. H. (2013). Allelopathic exudates of cogongrass (*Imperata cylindrica*): implications for the performance of native pine savanna plant species in the southeastern US. J. Chem. Ecol. 39, 312–322. doi: 10.1007/s10886-013-0241-z
Han, X., Cheng, Z. H., Meng, H.W.,Yang, X. L., and Ahmad, I. (2013). Allelopathic effect of decomposed garlic (*Allium Sativum* L.) stalk on lettuce (L. Sativa Var. Crispa L.). Pak. J. Bot. 45, 225–233.
Ihsan, M. Z., Khaliq, A., Mahmood,A.,Naeem,M.,El-Nakhlawy, F., and Alghabari, F. (2015). Field evaluation of allelopathic plant extracts alongside herbicides on weed management indices and weed-crop regression analysis in maize. Weed Biol. Manag. 15, 78–86. doi: 10.1111/wbm.12070
Inderjit, and del Moral, R. (1997). Is separating resource competition from allelopathy realistic? Bot. Rev. 63, 221–230.
Iqbal, J., Cheema, Z. A., and An, M. (2007). Intercropping of field crops in cotton for the management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). Plant Soil 300, 163–171. doi: 10.1007/s11104-007-9400-8
Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., and Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop. Prot. 72, 57–65. doi: 10.1016/j.cropro.2015.03.004
John, J., Shirmila, J., Sarada, S., and Anu, S. (2010). Role of Allelopathy in vegetables crops production. Allelopathy J. 25, 275–311.
Kremer, R. J. (2006). "The role of allelopathic bacteria in weed management," in Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases, eds X.
Kloepper, J. W., Leong, J., Teintze, M., and Schroth, M. N. (1980). Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. Nature 286, 885–886. doi: 10.1038/286885a0
Kong, C. H., and Hu, F. (2001). Allelopathy and its Application. Beijing: Chinese agricultural press.
Liebman, M., and Dyck, E. (1993). Crop-rotation and intercropping strategies for weed management. Ecol. Appl. 3, 92–122. doi: 10.2307/1941795
Macias, F. A., Marin, D., Oliveros-Bastidas, A., Varela, R. M., Simonet, A. M.,
Mallik, A. U. (2003). Conifer regeneration problems in boreal and temperate forests with ericaceous understory: Role of disturbance, seedbed limitation, and keystone species change. Crit. Rev. Plant Sci. 22, 341–366. doi: 10.1080/713610860
Mishra,S.,and Nautiyal,C.S.(2012). Reducing the allelopathic effect of *Parthenium hysterophorus* L. on wheat (Triticum aestivum L.) by Pseudomonas putida. Plant Growth Regul. 66, 155–165. doi: 10.1007/s10725-011-9639-1
Molisch, H. (1937). Der Einfluss Einer Pflanze Auf Die Andere-allelopathie. Jena: Fischer.
Moraes, P. V. D., Agostinetto, D., Vignolo, G. K., Santos, L. S., and Panozzo, L. E. (2009). Cover crop management and weed control in corn. Planta Daninha 27, 289–296. doi: 10.1590/S0100-83582009000200011
Narwal, S. S. (2000). Weed management in rice: wheat rotation by allelopathy. Crit. Rev. Plant Sci. 19, 249–266. doi: 10.1016/S0735-2689(00)80004-0
Odeyemi, I. S., Afolami, S. O., and Adigun, J. A. (2013). Plant parasitic nematode relative abundance and population suppression under Chromolaena odorata (Asteraceae) fallow. Int. J. Pest. Manage 59, 79–88. doi: 10.1080/09670874.2013.766776

Ogata, T., Hamachi, M., and Nishi, K. (2008). Organic Herbicide for Paddy Field. Japan patent No 2008050329. Tokyo: Japan Patent Office.
Rice, E. L. (1974). Allelopathy. New York: Academic Press.
Singh, H. P., Batish, D. R., and Kohli, R. K. (1999). Autotoxicity: concept, organisms, and ecological significance. Crit. Rev. Plant Sci. 18, 757–772. doi: 10.1080/07352689991309478
Yildirim, E., and Guvenc, I. (2005). Intercropping based on cauliflower: more productive, profitable and highly sustainable. Eur. J. Agron. 22, 11–18. doi: 10.1016/j.eja.2003.11.003
Tabaglio, V., Gavazzi, C., Schulz, M., and Marocco, A. (2008). Alternative weed control using the allelopathic effect of natural benzoxazinoids from rye mulch. Agron Sustain Dev. 28, 397–401. doi: 10.1051/agro:2008004
Uddin, M. R., Park, S. U., Dayan, F. E., and Pyon, J. Y. (2014). Herbicidal activity of formulated sorgoleone, a natural product of sorghum root exudate. Pest. Manag. Sci. 70, 252–257. doi: 10.1002/ps.3550
Xiong, J., Lin, W., Zhou, J., Wu, M., Chen, X., He, H., ve ark. (2005). Allelopathy and resources competition of rice under different nitrogen supplies. Chin. J. Appl. Ecol. 16, 885–889.
Xuan, T. D., Shinkichi, T., Khanh, T. D., and Min, C. I. (2005). Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: an overview. Crop Prot 24, 197–206. doi: 10.1016/j.cropro.2004.08.004
Vaughn,S.F.,andBerhow,M.A.(1999).Allelochemicals isolated from tissue soft he invasive weed garlic mustard (*Alliaria petiolata*). J. Chem. Ecol. 25, 2495–2504. doi: 10.1023/A:1020874124645
Wang, M., Wu, C., Cheng, Z., and Meng, H. (2015). Growth and physiological changes in continuously cropped eggplant (Solanum melongena L.) upon relay intercropping with garlic (*Allium sativum* L.). Front. Plant Sci. 6:262. doi: 10.3389/fpls.2015.00262
Zhang,H.,Mallik, A., and Zeng,R.S.(2013). Control of Panama disease of banana by rotating and intercropping with Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler): role of plant volatiles. J. Chem. Ecol. 39, 243–252. doi: 10.1007/s10886-013 0243-x
Zhang, W., Ma, Y., Wang, Z., Ye, X., and Shui, J. (2013). Some soybean cultivars have ability to induce germination of sunflower broom rape.PLoSONE8:e59715. doi: 10.1371/journal.pone.0059715
Zeng, R. S., Mallik, A. U., and Luo, S. M. (2008). Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. New York: Springer Press doi: 10.1007/978-0-387 77337-7
Zeng, R. S., Mallik, A. U., and Luo, S. M. (2008). Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. New York: Springer Press doi: 10.1007/978-0-387 77337-7

SİVAS İLİ KAYISI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SORUN OLAN KAYISI İÇ KURDU (*Eurytoma schreineri* Schreiner (HYM.: EURYTOMİDAE)'NİN SÜRVEYİ, POPÜLASYON TAKİBİ VE MÜCADELESİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Doç. Pervin ERDOĞAN
ORCID: 0000-0001-5553-4876
E-Posta: pervinerdogan@sivas.edu.tr
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Entomoloji, Sivas, TÜRKİYE

Özet

Çalışma Sivas ili Gürün ilçesi kayısı bahçelerinde sorun olan kayısı iç kurdunu (*Eurytoma Schreineri* Schreiner)(Hym.:Eurytomidae) tespit etmek amacı ile ele alınmıştır. Bu amaçla, Sivas ili Gürün ilçesinde zararlıyı tespit amacı ile 19.10.2023 tarihinde gidilmiştir. Gürün ilçesinde kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Tepecik ve Suçatı köylerine gidilmiştir. Her iki köyden belirlenen kayısı bahçelerine gidilmiş ve yere dökülen ayısılar toplanmıştır. Kayısı ağaçlarının altından toplanan kayısı meyveleri kafeslere konulmuş ve kafesler ağacın dalına asılmıştır. Tepecik ve Suçatı köylerine birer adet kafes konulmuştur. Aynı çalışmalar 10 Ekim 2024 tarihinde yapılmıştır. Gürün ilçesinde kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Merkez, Tepecik ve Suçatı köylerine gidilmiştir. Her üç alandan da ikişer adet kayısı bahçesi belirlenmiştir. Belirlenen kayısı bahçelerinde yere dökülen kayısılar toplanmış, plastik fanuslara konulmuş ve fanuslar ağacın dalına asılmıştır. Merkez, Tepecik ve Suçatı alanlarından ikişer adet olmak üzere toplam altı adet bahçeye plastik fanus konulmuştur. Her iki yılda edilen verilere göre, yapılan kafes kontrollerinde söz konusu zararlı Kayısı iç kurduna (*E. schreineri*) rastlanmamıştır. İlave olarak, kafeslerin içinde bulunun kayısı meyvelerini incelemek için kafesler laboratuvara getirilen kayısı meyvelerinde de zararlı tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Sivas ili Gürün ilçesinde kayısı çekirdeklerinde zararlı olan *E. schreineri* etmeninin bulunmadığı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: ***Eurytoma schreineri***, kayısı, sürvey, mücadele

RESEARCH ON THE SURVEY, POPULATION MONITORING, AND CONTROL OF THE APRICOT MOTH (*Eurytoma schreineri* Schreiner (HYM.: EURYTOMIDAE) PROBLEM IN APRICOT CULTIVATION IN THE PROVINCE OF SİVAS

Doç. Pervin ERDOĞAN
ORCID: 0000-0001-5553-4876
E-Posta: pervinerdogan@sivas.edu.tr
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Entomoloji, Sivas, TÜRKİYE

Abstract

The study was conducted to identify the apricot kernel worm (*Eurytoma Schreineri* Schreiner) (Hym.: Eurytomidae), which is a problem in apricot orchards in the Gürün district of Sivas province. For this purpose, a visit was made to the Gürün district of Sivas province on October 19, 2023, to identify the pest. The villages of Tepecik and Suçatı, where apricot cultivation is intensively practiced, were visited in Gürün district. Apricot orchards were selected in both villages, and fallen apricots were collected from the ground. The apricots picked from under the apricot trees were placed in cages, which were then hung on the branches of the trees. One cage was placed in each of the villages of Tepecik and Suçatı. The same studies were conducted on October 10, 2024. Visits were made to the villages of Merkez, Tepecik, and Suçatı in the district of Gürün, where apricot cultivation is intensive. Two apricot orchards were selected from each of the three areas. The apricots that had fallen to the ground in the selected apricot orchards were collected, placed in plastic containers, and hung from the branches of the trees. A total of six plastic domes were placed in two gardens each in the Merkez, Tepecik, and Suçatı areas. According to data collected every two years, no evidence of the harmful apricot fruit moth (*E. schreineri*) was found during cage inspections. Additionally, no pests were detected in the apricot fruits brought to the laboratory for examination. As a result, it has been established that *E. schreineri*, the pest affecting apricot kernels, is not present in the district of Gürün, Sivas Province, where apricot cultivation is intensive.

Key words: *Eurytoma schreineri*, apricot, survey, control

GİRİŞ

Zengin besin değeri ve çeşitli sağlık yararları nedeniyle kayısı süper besin olarak kabul edilir. Bilimsel olarak *Prunus armeciaca* olarak isimlendirilen kayısı gülgiller familyasından gelen besleyici bir meyvedir. Kayısı A, C, E, K vitamini ve niasin gibi vitaminler, küçük miktarlarda diğer kilit vitaminler ve buna ek olarak bakır, potasyum, manganez, fosfor, magnezyum ve zengin mineral içeriğine sahiptir. Kayısı ayrıca mükemmel bir diyet lifi kaynağıdır (Anonim, 2023).

Anavatanı Orta Asya, Batı Çin ve İran-Kafkasya olan kayısı başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere, birçok ülkede ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan önemli bir meyve türüdür. Kayısı yetiştiriciliği yoğun olarak Akdeniz ülkeleri ve Avrupa'da yapılmakta olup ayrıca Özbekistan, İran ve Cezayir'de de önemli miktarda kayısı üretimi yapılmaktadır. Değişik iklim koşullarında yetişen çok sayıda kayısı tür ve çeşidine rağmen dünya taze kayısı üretimi hala çok düşük seviyelerdedir. Dünya Gıda Örgütü (FAO) verilerine göre, 2018 yılında yaklaşık 549 bin hektar alanda 3,8 milyon ton kayısı üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye hem kayısı üretimde alanında hem de üretim miktarında dünyada birinci sırada yer almaktadır. Aynı zamanda kayısı Türkiye için önemli bir ihracat ürünü olup 2022 yılında 803 bin dolar ihracat geliri sağlamıştır (Hasdemir, 2022).

Kayısı üretimini olumsuz yönde etkileyen ve ürün kaybına neden olan birçok zararlılar bulunmaktadır. En önemli zararlı grubunu *Eurytoma* (Hymenoptera: Eurytomidae) cinsinin türleri oluşturmaktadır. *Eurytoma* cinsi geniş konukçu yelpazesine sahiptir. Sert çekirdekli meyvelerde ekonomik önemde zararlı olan beş adet önemli tür bulunmaktadır. Bunlar, *Eurytoma amygdali* Enderlein, *Erytoma schreineri* Schreiner, *Eurytoma maslovskii* Nikolskaja, *Eurytoma samsonowi* Vassiliev. *E. amigdali* ve *E. schreineri*, sırasıyla badem, kayısı ve erik üzerindeki en önemli başlıca zararlılardır. Her iki zararlı %70'in üzerinde ürün kaybına neden olmaktadır (Zerova ve Fursov, 1991). Kayısılarda ürün kaybına neden olan zararlılardan biri Kayısı iç kurdu (*Eurytoma schreineri* Schreiner) (Hym.:Erytomidae)'dir.

Kayısı iç kurdu ilk kez Rusya'da erik tohum arısı olarak Schreiner (1908) tarafından tespit edilmiştir (Georgescu, 2006). Daha sonra Avrupa'nın bazı kısımlarına, Sibirya, Gürcistan ve Ukrayna'ya yayılmıştır. Günümüzde Moldova, Bulgaristan, Peru, Romanya ve Türkiye'de varlığı belirlenmiştir (Pultar, 2014). Daha sonra zararlının varlığı Yunanistan'da (Koveos ve ark., 2002),), Slovakya'da (2011), Moravia'da (2012) ve Çek Cumhuriyeti'nde de varlığı rapor edilmiştir (Pultar, 2014). Bu tür oligofagtır ve meyvelerin çekirdeğine saldırır. Zararlının konukçuları arasında kiraz eriği, karaçalı, kayısı, tatlı kiraz ve vişne yer almaktadır (Pultar, 2014).

Söz konusu zararlı Ülkemiz 'de ilk kez 2011 yılında Malatya ilinde kayısı bahçelerinde tespit edilmiştir (Ayaz ve Bolu, 2012). Zararlı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sadece zararlının Malatya ilindeki tespiti ile ilgilidir. Kayısı iç kurdu yılda bir döl vermektedir. Erginler çiçeklenme sonuna denk gelen mayıs başında çıkış yapmakta, ergin uçuşları beş altı hafta sürmektedir. Çiftleştikten 40-50 dakika sonra dişiler eriklerin meyvelerin filizlerine yumurta bırakmaktadır. Dişiler yumurtalarını çekirdek içinde hala hassas olan zarları altına bırakırlar. Her dişi bir düzine yumurta koyar. Ovipozisyondan 2-2,5 ay sonra ağustos ortasında larva beslenmesini tamamlar ve diyapoza girer (Puzanova-Malysheva, 1930). Khirzhnyak (1966) tarafından yapılan bir çalışmada, ağustos ayı başında olgun erik meyvelerinin %65'inin *E. schreineri* ile bulaşık olduğunu ve yere düşen meyvelerin ise %90'ının bulaşık olduğunu belirtilmiştir. Aynı çalışmada Dnieper nehrinin (Ukrayna) sağ yakasındaki erik ağaçlarının %40'ının *E. schereineri* zararına uğradığını ve bulaşık meyvelerin olgunlaşmadan önce yere döküldüğünü bildirmiştir. Zarara uğrayan meyve sağlamlardan daha çabuk renk değiştirir ve kabuk rengi açık yeşilden sarıya dönüştüğü de kaydedilmiştir.

Son yıllarda Sivas Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'ne Gürün ilçesi Kayısı üreticilerinden gelen şikayetlerin değerlendirilmesi sonucunda kayısı meyvelerinde görülen zararlının Kayısı iç kurdu olduğu belirlenmiştir. Zararlının Malatya'da varlığının tespitinden sonra (Ayaz ve Bolu, 2012) iklim değişikliği nedeni ile Gürün ilçesine de bulaştığı düşünülmektedir. Kayısı iç kurdunun neden olduğu ürün kaybı kayısı ihracatını olumsuz

yönde etkilemektedir. Sağlıklı, zararlıdan ari ürün elde edilmesi açısından zararlının mücadele yöntemlerinin ortaya konulması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ülkemizde ilk kez yapılacaktır. Dünyada çok fazla çalışma yapılmayan bu zararlı ile ilgili yapılacak bu çalışmanın özgün değerinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma, Sivas ili Gürün ilçesi kayısılarda zararlı olan Kayısı iç kurdunun sürveyi, popülasyon takibi ve mücadelesi ile ilgili çalışmalar yapmak üzere ele alınmıştır.

MATERYAL VE METOT

Tespit çalışmaları

Proje çalışmaları için ön çalışmalar yapmak üzere Sivas iline bağlı Gürün ilçesine 19.10.2023 tarihinde gidilmiştir. Gürün ilçesinde kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Tepecik ve Suçatı köylerine gidilmiştir. Her iki köyden belirlenen kayısı bahçelerine gidilmiş ve yere dökülen ayısılar toplanmıştır. Kayısı ağaçlarının altından toplanan kayısı meyveleri kafeslere konulmuş ve kafesler ağacın dalına asılmıştır. Tepecik ve Suçatı köylerine birer adet kafes konulmuştur. Kafeslerin arazide kaybolma ihtimalini göz önüne alınarak yerden toplanan kayısı meyveleri laboratuvara getirilmiş ve dışarıya doğal ortama bırakılmıştır.



Şekil 1. Kayısı iç kurdu tespit çalışmalarında kullanılan kafesler.

Yapılan tespit çalışma alanları daha da genişletilerek çalışmalara devam edilmiştir. Buna göre, proje çalışmaları için ön çalışmalar yapmak üzere Sivas iline bağlı Gürün ilçesine 10 Ekim 2024 tarihinde gidilmiştir. Gürün ilçesinde kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Merkez, Tepecik ve Suçatı köylerine gidilmiştir. Her üç alandan da ikişer adet kayısı bahçesi belirlenmiştir. Belirlenen kayısı bahçelerinde yere dökülen kayısılar toplanmış, plastik fanuslara konulmuş ve fanuslar ağacın dalına asılmıştır. Merkez, Tepecik ve Suçatı alanlarından ikişer adet olmak üzere toplam altı adet bahçeye plastik fanus konulmuştur. 2025 yılında yapılan çalışmalarda, sonbaharda kayısı bahçelerine bırakılan kafesleri kontrol etmek amacıyla Sivas ili Gürün ilçesi Merkez, Suçatı ve Tepecik köylerine gidilmiştir. Toplam 6 farklı kayısı bahçesine kafes yerleştirilmiştir (Arnaudov ve ark., 2017).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Proje çalışması proje metodunda belirtildiği şekilde kayısı iç kurdu popülasyonunu belirlemek amacı ile 2023 yılında başlanmıştır. Bu amaçla, Sivas iline bağlı Gürün ilçesine 19.10.2023 tarihinde gidilmiştir. Gürün ilçesinde kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Tepecik ve Suçatı köylerine gidilmiştir. Her iki köyden belirlenen kayısı bahçelerinden yere dökülen kayısılar toplanmıştır. Kayısı ağaçlarının altından toplanan kayısı meyveleri kafeslere konulmuş ve kafesler ağacın dalına asılmıştır. Tepecik ve Suçatı köylerine birer adet kafes

konulmuştur. Kafeslerin arazide kaybolma ihtimalini göz önüne alınarak yerden toplanan kayısı meyveleri laboratuvara getirilmiş ve kafesler içine alınarak dışarıya doğal ortama bırakılmıştır.

İlkbaharda kayısı bahçelerine yerleştirilen kafesleri inlemek üzere 23.05.2024 tarihinde Gürün ilçesi Suçatı ve Tepecik köylerine gidilip kafesler alınmış ve incelemek üzere laboratuvar getirilmiştir. Benzer şekilde 2023 yılında laboratuvara getirilen ve doğal ortama bırakılan kafeslerde incelenmiştir. Kafes içerisine konulan kayısı çekirdeklerinden söz konusu zararlının ergin bireylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda söz konusu zararlı kayısı iç kurdu erginlerine rastlanmamıştır. Benzer şekilde 2023 yılında laboratuvara getirilen ve doğal ortama bırakılan kafeslerde de herhangi bir zararlı belirlenmemiştir. Daha sonra, 10 Ekim 2024 tarihinde Gürün ilçesine gidilmiştir. Gürün ilçesinde kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Merkez, Tepecik ve Suçatı köylerine gidilmiştir. Her üç alandan da ikişer adet kayısı bahçesi belirlenmiştir. İlkbaharda (2025) kafeslerde yapılan incelemelerde Kayısı iç kurdu tespit edilmemiştir. Söz konusu proje, 2021 yılında Sivas Tarım Orman İl Müdürlüğü teknik elemanları tarafından toplanarak incelemek üzere getirilen kayısı çekirdeklerinde yoğun olarak tespit edilmesi sonucunda hazırlanmıştır. Aynı yıl Gürün ilçesi kayısı bahçelerine gidilmiş ve kayısı iç kurdunun varlığı belirlenmiştir. Kayısı iç kurdunun 2024 ve 2025 yıllarında kayısı bahçelerinde yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmemesinin; son yıllarda görülen iklim değişikliğinden dolayı zararlının daha serin bölgelere doğru yönelmesi, İlkbahar yağışlarının artması, şiddetli don olaylarının meydana gelmesi ve hava sıcaklığının uzun süre mevsim normallerinin altında seyretmesi zararlının gelişme koşullarının uygun olmamasına neden kanısına varılmıştır.

SONUÇ

Sivas ili Gürün ilçesi kayısı alanlarında 2023-2024 ve 2025 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda Kayısı iç kurdu tespit edilmemiştir.

KAYNAKLAR

Arnaudov, V., Andreev, R., Kutinkova, H., Raikov, S. (2017). First record of *Eurytoma schreineri* Schreiner (Hym., Eurytomidae) in Bulgaria. 52. Hrvatski I12. Međunarodni Simpozij Agronoma, 44.

Anonim, https://tr.wikipedia.org/wiki/Kayısı (Erişim tarihi, 17.03.2025).

Ayaz, T., Bolu, H. (2012). Malatya ili kayısı bahçelerinde yeni bir zararlı *Eurytoma schreineri* Schreiner (Hymenoptera:Eurytomidae).Türkiye Entomoloji Bülteni. 2 (4): 271-275.

Hasdemir, M. (2022). Kayısı Ürün Raporu. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF

Khizhnyak, U.V. (1966). Dynamics on the number of plum wasp and codling moth in Kharkov District Rusian, p. 72-78.

Koveos, D.S., Katsoyannos B. and Broufas G. D. (2002). First record of *Eurytoma schreineri* Schreiner (Hym., Eurytomidae) in Greece and some observations on its phenology. Journal of Applied Entomology, 126 (4):186–187.

Pultar, O. (2014). *Eurytoma schreineri* is a new stone fruit pest in the Czech Republic. Department of protection against harmful organisms. 9/2014 www.ukzuz.cz.

Puzanova-Malysheva, E.V. (1930). On the biology of *Eurytoma amygdali* End., the pest of plums., Entomolgicheskoe Obozrenie 24:166-178.

HƏMİD ALİMCANIN POEZİYASI

POETRY OF HAMID ALIMCAN

Prof. Dr. Elman Quliyev
Azərbaycan, Bakı
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Türkoloji mərkəzin Türk ədəbiyyatı bölməsinin müdiri
Orcid: 0000-0001-5413-9479
elman.guliyev1958@gmail.com

Özet
Müasir özbək ədəbiyyatının yaradıcılarından olan Həmid Alimcan 1909-cu ildə Cizzax şəhərində anadan olmuşdur. Həmid Alimcan ilk təhsilini başa vurduqdan sonra Səmərqənd şəhərinə yola düşmüşdür. O, Səmərqənd pedaqoji məktəbində təhsilini davam etdirmiş və 1928-ci ildə buranı müvəffəqiyyətlə bitirmişdir. O zaman təhsil aldığı və çalışdığı elmi-ədəbi mühitin Həmid Alimcanın bir şəxsiyyət və sənətkar kimi formalaşmasında mühüm rolu olmuşdur. H.Alimcan ilk şeirini tələbəlik illərində yazmışdır. Şairin bu dövrdə yazdığı şeirlər kitab halında 1929-cu ildə çapdan çıxmışdır.
Anahtar kelimeler:H.Alimcan, Özbək, məktəb, şeir, milli-dəyər

Summary
Hamid Alimcan, one of the founders of modern Uzbek literature, was born in 1909 in the city of Cizzakh. After completing his first education, Hamid Alimcan left for Samarkand. He continued his education at the Samarkand Pedagogical School and successfully graduated in 1928. The scientific and literary environment in which he studied and worked at that time had an important role in the formation of Hamid Alimca as a personality and an artist. H. Alimcan wrote his first poem during his student years. Poems written by the poet in this period were published in book form in 1929.
Key words: H. Alimcan, Uzbek, school, poetry, national value

GİRİŞ

H.Alimcan müasir özbək ədəbiyyatının görkəmli şair və dramaturqu- dur. Özbək ədəbiyyatşünaslığında onun sənəti orijinal yaradıcılığın nü- munəsi kimi yüksək qiymətləndirilir. O, yaradıcılığa şeirle başlamışdır. H.Alimcan yaradıcılığının ilk illərində yeni yaranmış cəmiyyətdə baş vermiş ictimai-siyasi dəyişiklikləri özündə əks etdirən şeirlər yazmış- dır. “Qızıl dəniz”, “Şərq”, “Komsomol gəldi”, “Özbəkistan”, “Traktor hazırdır” və s. şeirlər bunlara misal olabilər. 30-cu illərin ikinci yarısın- dan etibarən onun poeziyasının mövzu dairəsi dəyişməyə başlamışdır. Bu cür şeirlərində şairin vətənə, xalqa bağlılığı və sevgi, məhəbbət duy- ğuları geniş yer tutur. “Ölkə”, “Ərik çiçəklənəndə”, “Vətən”, “Bəxt” və digər əsərlərində belə məsələlərin mahiranə və maraqlı ifadəsi diqqəti cəlb edir. “Ərik çiçəklənəndə” şeri bir növ şairin həm səmimi, həm də ciddi həyati münasibətlərini əks etdirmək baxımından xarakterikdir. Şeirdə həyatın dinamikası, təbiət mənzərəsi fonunda insan hisslərinin adilikləri içərisində böyük amal və düşüncələrinin özünə yer tapması bütün misralarda müşahidə obyektinə çevrilir:

Budaqlara elə bil göylər ağlıq ələdi, Pəncərənin önündə bir ərik çiçəklədi... Budaqlara düzüldü düymə-düymə qönçələr,Naxış-naxış açıldı, çiçək-çiçək ağardı.

Bu güllərin ətrini canıyanmış küləklərBurdan ötüb gedəndə özü ilə apardı.

Hər bahar təkrar olur gördüyüm bu mənzərə,Hər bahar güllər açır, ürəyimiz nur içir.

Mən ömrümü-günümü vermirəm hədər yerə,Ancaq baxıb görürəm yellər aldadıb keçir.

Həmid Alimcanın Vətən müharibəsi dövrü yaradıcılığı kəmiyyət və keyfiyyət baxımından yeni mərhələyə qədəm qoydu. Onun müha- ribə illərində yazmış olduğu əsərlərində müharibəyə, düşmənə nifrət, haqq işinin qələbəsinə inam, igidlik, qəhrəmanlıq, vətənsevərlik, xalq- lar dostluğu və s. məsələlər xüsusi tərzdə təbliğ olunurdu. "Məktub", "Sevgi", "İgid", "Moskva", "Sənin ad günün", "Əlinə silah al", "Şinel" və onlarla digər şeirləri ilə H.Alimcan düşmənə qarşı amansız olmağın, vətən naminə candan keçməyin, vətənin gələcəyinə inam bəsləməyin təsirli ifadələrlə təbliğinə müvəffəq olmuşdur. "Şinel" şeiri şairin mü- haribə təəssüratlarını əks etdirir. Şeirdə şinel təkcə adi geyim, forma mənasında işlədilmir. Onu geyən igid əsgər vətən yolunda məsuliyyə- tini dərk edir. Şeirdə biz bu adamın daxili aləmi, onun vətən sevgisinin intəhasızlığı, düşmənə nifrəti ilə yaxından tanış oluruq. Cəsur gəncin nəməqsədlə əyninə şinel geyindiyi belə açıqlanır:

Səni mənim əynimə Böyük bir qəm geydirdi.Atam, anam, qardaşım, Bacım, nənəm geydirdi.

Geyinib yola düşdümQanlı döyüşlərə mən.Oba-oba yüyürdük, Keçdik neçə dərədən.

Şeirdə ən maraqlı cəhətlərdən biri də budur ki, şair təkcə indiki nəs- lin vətənin müdafiəsinə qalxmasından danışmır, həm də gələcək nəsillə-rin də lazım olduqda vətən naminə mübarizə edəcəklərinə inam bəsləyir:

Vətənimin üstünü Əgər bir də alsa qəm,Əsgər şinelim, səni Oğluma geyindirrəm.

"Əlinə silah al" şeirində isə H.Alimcan zəhmətin, mübarizənin insan həyatında oynadığı rolun böyüklüyündən danışır. Şairə görə insana həyatda heç nə hazır şəkildə verilmir. Ucalmaq üçün, zirvəyə çatmaq üçün, azadlıq və tərəqqi əldə etmək üçün yalnız mübarizə və əzmkarlıq lazımdır:

İstəsən dünyada qalmasın gözün,İstəsən bağında bol olsun üzüm, İstəsən kamala yetişsin qızın

Qəlbində yurd salsın bir məqsəd, amalƏlinə silah al!

Gərək azadlığa könül verəsən,

Bu geniş dünyada bir gün görəsən.İstəsən insantək ömür sürəsən,

Olmaq istəməsən düşmənə hambal,Əlinə silah al!

Şeirdə didaktika, nəsihətamizlik geniş planda özünü göstərə bilir. "Əlinə silah al" şeirində həyat eşqi, yaşamaq eşqi, vətən sevgisi, təəs- sübkeşlik duyğuları olduqca güclüdür.

"Rokzananın göz yaşları" və "Döyüşçü Dursun" balladalarında müharibə illərinin reallıqları əks etdirilmişdir. "Rokzananın göz yaş- ları" əsərində H.Alimcan Ukrayna vətəndaşlarının Özbəkistana köçü- rülməsi, köçürülən ərazidə Rokzananın körpə balasının ölümü və öz- bək xalqının çətin anda Rokzanaya dayaq durması təsvir olunmuşdur. "Döyüşçü Dursun" balladası igid, mərd, qorxmaz Dursunun düşmənə nifrətini, ölümdən qorxmamasını, vətən naminə canını oda atmasını əks etdirmək baxımından səciyyəvidir. Əsərdə həmçinin vətənpərvər ana obrazı yaradılmış, oğlunun vətən naminə özünü fəda etməsindən qürur duyan ananın simasında böyük bir şəxsiyyət, tərbiyəçi canlan- dırılmışdır.

H.Alimcanın yaradıcılığında epik əsərlərinin əhəmiyyəti olduq- ca böyükdür. "Şahmərdan", "İki qızın hekayəsi", "Zeynəb və Aman", "Aygül və Bəxtiyar" və s. poemalarında epik janrın imkanlarından is- tifadə etməklə o, özbək həyatının özünəməxsusluqları şəraitində bütünreallıqlarını canlandıra bilmişdir.

H.Alimcanın poema yaradıcılığının zirvəsi "Zeynəb və Aman" (1938) əsəridir. Əsərin mövzusu olmuş hadisələrdən götürülmüşdür. Poemanın baş qəhrəmanı Zeynəbin prototipi Buxaranın Gicduvan na- hiyəsinin vətəndaşı Zeynəb Amanovadır. Poemanı yazmamışdan öncə, H.Alimcan 1936-cı ildə onun haqqında "Zeynəb" adlı oçerkini qələməalmışdır.

Poemada Zeynəbin həyatı, onun Amanla sevgi macəraları təsvir olunur. Poema üç hissədən ibarətdir. Birinci hissədə Zeynəbin yeni cə- miyyət quruculuğundakı fəaliyyəti, onun köhnə adətlərə qarşı müba- rizəsi, sevgisi, azad ailə və azad sevgi barədə düşüncələri əks etdirilir. İkinci hissədə müəllif əvvələ gediş etməklə Zeynəbin həyatının uşaqlıq dövrünü, onun çəkdiyi əziyyətləri təsvir edir. Üçüncü hissədə isə po- emanın digər əsas qəhrəmanı Amanın həyatından, cəmiyyət uğrunda mübarizəsindən söhbət açılır. Poemanın digər obrazlarından olan Sabir və Anar xala da yeni cəmiyyət qaydalarına rəğbəti olan, mühəfizəkar- lıqdan uzaq olan adamların tipik nümayəndələridir.

"Aygül və Bəxtiyar" (1937) poeması xalqın güc və iradəsinin ye- nilməzliyini əks etdirmək baxımından xarakterikdir. Poemanın baş qəhrəmanı Aygül öz xalqına və ölkəsinə azadlıq bəxş edən igid bir qız timsalında təcəssüm etdirilir. Belə ki zülmə qarşı mübarizə edən qul- lar, o cümlədən Aygülün atası da öldürülür. Aygül zalım xan tərəfindən zindana atılır. O, Tərlan adlı bir qulun köməyi ilə zindandan qaçırılır və düşmənin əlinə keçməsin deyə, sandığa salınıb çaya atılır. Üç aydan sonra onu çayın sahilində tapırlar. Aygül yenidən başqa bir zülmkar şa- hın əlində əsir olur. Lakin son anda Aygül böyük güc və qüvvət toplayır, Cambil ölkəsinin zalım şahını öldürür və xalqı azadlığa çıxarır. Ölkəyə mərd və igid Tərlan başçı təyin olunur. Əsərdə həmçinin Aygüllə ço- ban Bəxtiyar arasında olan səmimi münasibətlər, bir-birinə rəğbət və məhəbbətlərindən də söhbət açılır. Ümumiyyətlə, poemada Aygül obra-zı xalq idealı və arzularının bədii timsalıdır.

H.Alimcanın dramaturji xidmətləri də təqdirəlayiqdir. Ədib ömrü- nün son illərində bu sahədə xidmət göstərmiş, "Muqanna" (1943) və "Cinayət" (1944) adlı iki dram əsəri yaratmışdır.

"Muqanna" tarixi dramdır. Əsərdə Orta Asiya xalqlarının VIII əsrdə Muqannanın başçılığı ilə ərəb istilaçılarına qarşı qəhrəmanlıq mübarizəsindən danışılır. Dramaturq keçmiş hadisələrə münasibət əsasında hazırda vətənə məhəbbət, işğalçılara nifrət hissi aşılanmış, azadlıq və müstəqillik ideallarından söhbət açmışdır. Pyesin baş qəhrəmanı Hə- şim Həkim oğlu Muqannadır. O, yadelli işğalçılara qarşı ayağa qalxan xalqın mübarizəsinə rəhbərlik edir. Döyüşlərdə igidlik göstərir, qəhrə- man kimi tanınır. Sonuncu döyüşdə düşmənə əsir düşməsinlər deyə, Muqanna və onun ətrafında olan bütün igidlər özlərini həlak edirlər. Müəllif bu vasitə ilə demək istəyir ki, vətən və xalq yolunda mübarizə-də hər bir igid ölümdən belə çəkinməməlidir.

KAYNAKLAR

1. Həmid Alimcan. Əsərləri, 10 cilddə, Daşkənd, 1979-1984.
2. Quliyev E. Türk xalqları ədəbiyyatı. Bakı, 2011
3. Quliyev E. Türk xalqları ədəbiyyatı. Bakı, 2014

BƏDİİ MƏTNDƏ EMOSİONAL TƏSİR MEXANİZMLƏRİ:DİLİN PSİXOLOJİ GÜCÜ

Könül ABDULLAYEVA
ADNSU, "Humanitar fənlər" kafedrası
abdullazadehkonul75@gmail.com
ORCID:0009-0006-8968-7428

Özət

Bədii mətn insan təfəkkürünün ən incə ifadə formalarından biridir. O, yalnız informasiya ötürmək məqsədi daşımır, eyni zamanda oxucunun emosional dünyasına təsir göstərərək, hisslərini oyadır, yaddaşında iz buraxır. Bu təsirin əsasında dilin psixoloji gücü dayanır. Dil, sadəcə ünsiyyət vasitəsi deyil, insan duyğularını formalaşdıran, yönləndirən və bəzən də dəyişdirən güclü psixoloji alətdir. Psixologiyada emosiyalar insanın daxili vəziyyətini xarakterizə edən, motivasiyasına təsir göstərən mühüm amillər kimi qiymətləndirilir. Müəlliflər bədii mətnlərdə emosiyaları oyandırmaq üçün müəyyən mexanizmlərdən istifadə edir:

1. İdentifikasiya – oxucu özünü obrazla eyniləşdirir və onun hisslərini yaşayır.
2. Empatiya – obrazın yaşantılarına qarşı daxili həssaslıq formalaşır. Oxucu özünü baş qəhrəmanın yerində hiss edir.
3. Assosiasiya – mətn oxucunun şəxsi xatirələrini canlandırır.

Bədii mətnlərdə dilin emosional təsiri müxtəlif vasitələrlə təmin edilir.

1. Metafora və simvollar. Məsələn: "Göz yaşları inci kimi süzülürdü" ifadəsi sadəcə faktı çatdırmır, eyni zamanda vizual və emosional təsir yaradır.
2. Obrazlı təsvirlər. Landşaft, hava, rəng və səs təsvirləri oxucuda müəyyən əhval-ruhiyyə yaradır.
3. Ritm və sintaksis. Qısa cümlələr gərginlik, uzun cümlələr isə sakitlik hissi oyadır.
4. Daxili nitq və dialoq. Xarakterlərin daxili monoloqları oxucuda empatiyanı gücləndirir.

Azərbaycan və dünya ədəbiyyatına nəzər salaq. Cəfər Cabbarlının pyeslərində qısa, kəskin dialoqlar gərginliyi artırır. Nizami Gəncəvinin "Xəmsə"sində isə təsvirlər poetik harmoniyanı gücləndirir. Dostoyevskidə daxili nitqin gərgin ritmi, Heminqueydə isə qısa, minimal cümlələrin yaratdığı emosional sıxlıq diqqəti cəlb edir. Bədii mətnin emosional təsir gücü təsadüfi şəkildə ortaya çıxmır. Bu dilin şüurlu şəkildə qurulmuş psixoloji mexanizmlərinə əsaslanaraq həyata keçirilir. Müəllif bu mexanizmlərdən istifadə edərək oxucu ilə dərin bir emosional əlaqə, bir bağ yarada bilir.

Açar sözlər: emosional təsir, mətn, informasiya, şüur.

MECHANISMS OF EMOTIONAL IMPACT IN LİTERARY TEXT: PSYCHOLOGICAL POWER OF LANGUAGE

Konul ABDULLAYEVA
ASOIU, Department of "Humanities"
abdullazadehkonul75@gmail.com
ORCID:0009-0006-8968-7428

Abstract

A literary text is one of the most subtle forms of expression of human thought. It is not only intended to convey information, but also affects the emotional world of the reader, awakens his feelings, and leaves a mark in his memory. The basis of this effect is the psychological power of language. Language is not just a means of communication, but a powerful psychological tool that shapes, directs, and sometimes changes human emotions. In psychology, emotions are considered important factors that characterize a person's internal state and influence their motivation. Authors use certain mechanisms to evoke emotions in literary texts:

1. Identification – the reader identifies with the character and experiences his feelings.
2. Empathy – an internal sensitivity to the character's experiences is formed. The reader feels himself in the place of the protagonist.
3. Association - the text revives personal memories of the reader.

In literary texts, the emotional impact of language is ensured by various means.

1.Metaphor and symbols. For example: "Tears flowed like pearls" not only conveys a fact, but also creates a visual and emotional impact.
2.Figurative descriptions. Landscape, weather, color and sound images create a certain mood in the reader.
3.Rhythm and syntax. Short sentences create tension, while long sentences create a sense of calm.
4.Inner speech and dialogue. The characters' inner monologues enhance empathy in the reader.

Let's look at Azerbaijani and world literature. In Jafar Jabbarli's plays, short, sharp dialogues increase tension. In Nizami Ganjavi's "Khamsa," images enhance poetic harmony. In Dostoevsky, the tense rhythm of inner speech attracts attention, and in Hemingway, the emotional density created by short, minimal sentences attracts attention. The emotional impact of a literary text does not arise by chance. It is realized based on the consciously constructed psychological mechanisms of language. Using these mechanisms, the author is able to create a deep emotional connection, a bond, with the reader.

Keywords: emotional impact, text, information, consciousness.

GİRİŞ

Ədəbiyyat insan ruhunun güzgüsü, cəmiyyıtin bədii yaddaşıdır. Hər bir bədii əsər müəyyən sujet və ideyadan ibarət olmaqla yanaşı, həm də emosional dərinliyi, oxucuya təsir gücü ilə fərqlənir. Bu təsir sayəsində ədəbiyyat təkcə estetik zövq oyatmır, eyni zamanda oxucunun düşüncələrinə, davranışlarına, dünyagörüşünə yön verir. Məhz buna görə də bədii mətnlərin emosional təsiri ədəbiyyatşünaslığın və psixologiyanın kəsişmə nöqtəsində öyrənilən aktual mövzulardan biridir.

Emosiyanın mahiyyəti və nəzəri əsasları

Emosiya insanın xarici aləmlə münasibətinin daxili ifadəsi, hiss və təəssüratlarının təzahür formasıdır. Psixologiyada emosiya, əsasən, iki kateqoriyada dəyərləndirilir: müsbət və mənfi emosiyalar. Ədəbiyyat isə bu emosiyaları müxtəlif çalarları ilə təqdim edərək oxucunun ruh dünyasında dərin iz buraxır. Aristotelin "Poetika" əsərində qeyd etdiyi kimi, faciə janrının məqsədi insanlarda qorxu və mərhəmət hissləri oyadaraq onların daxili təmizlənməsinə - katarsisə səbəb olmaqdır. Bu fikir göstərir ki, bədii mətnlərin emosional təsiri hələ qədim dövrlərdən alimlərin diqqət mərkəzində olmuş və elmi müzakirələrin mərkəzində dayanmışdır.

Bədii mətnlərdə emosional təsir vasitələri

Bədii mətnlərdə emosional təsirin yaranmasında müxtəlif təsvir və ifadə vasitələri mühüm rol oynayır. Onların sırasında epitet, metafora, təşbeh, hiperbola, ironiya (kinayə, sarkazm) və digər bədii fiqurlar xüsusilə əhəmiyyətlidir. Musiqililik, ritm, ahəngdarlıq da emosional təsiri gücləndirir. Məsələn, poeziyada alliterasiya və assonans vasitəsilə yaranan səs harmoniyası oxucuda müəyyən əhval-ruhiyyə yaradır. Proza isə qəhrəmanların psixoloji portretləri, daxili monoloqları vasitəsilə emosional təsir göstərir.

Bədii mətnin emosional təsiri şüurlu və şüuraltı mexanizmlər vasitəsilə həyata keçir. Şüurlu təsir oxucunun ideya-məzmunu dərk etməsi ilə bağlıdır. Şüuraltı təsir isə obrazların və simvolların oxucunun təxəyyülündə yaratdığı assosiasiyalarla əlaqədardır. Psixoanalitik yanaşmaya görə bədii mətnlər oxucunun gizli qorxularını, arzularını üzə çıxararaq onlarda emosional sarsıntı yaradır. Nümunələrə nəzər salaq: Şekspirin "Hamlet" faciəsi oxucuda həm qəhrəmanın daxili əzablarına rəğbət, həm də həyatın faciəvi mahiyyəti haqqında düşüncələr oyadır. "Otello" əsəri isə qısqanclığın dağıdıcı gücünü emosional yüklə təqdim edir. Rus ədəbiyyatında F. Dostoyevskinin "Cinayət və cəza" romanı Raskolnikovun daxili iztirabları ilə oxucunu mənəvi seçim qarşısında qoyur. Bu əsərlərdə emosional təsir yalnız qəhrəmanların taleyi ilə bağlı deyil, həm də oxucunun öz mənəvi dünyasına yönəlmişdir. Əsərdə anası Raskolnikova yazdığı məktubun sonunda onun dinsizliyə aludə olmamağına ümid etdiyini bildirir. Lakin anası bilmirdi ki, oğlu çoxdan Tanrını unudub və Allahın əvəzinə özü bu dünyada ədaləti bərqərar etmək istəyir – varlının malı ilə kasıbı xilas etmək fikrinə düşüb. O, Tanrının məqbul bilmədiyini reallaşdırır (ev sahibəsini öldürür), ancaq Tanrı kimi yox, şeytan kimi.

Zəngin Azərbaycan ədəbiyyatında da emosional təsirin gücünə aid saysız nümunələr vardır. M.Füzulinin "Leyli və Məcnun" əsəri sevgi və iztirabın, insan hisslərinin hədsizliyinin ən təsirli ifadəsidir. Əsər oxucunu romantik duyğulara, eyni zamanda da həyatın faciəvi tərəflərinə yönəldir. Cəlil Məmmədquluzadənin "Anamın kitabı" əsərində isə milli kimlik və ailə dəyərlərinin dağılması oxucuda bir az nostalji, bir az sosial məsuliyyət və qardaşların eyni evin içində bir fikrə gəlməməsi, ananın ölümü ilə nəticələnən səhnə isə dərin kədər və təəssüf hissi oyadır. XX əsrin poeziyasında Xəlil Rza Ulutürk, Məmməd Araz, Bəxtiyar Vahabzadənin şeirləri milli azadlıq ideyalarını emosional güclə çatdıraraq oxucuda qürur, iftixar bəzən də kədər hissləri yaradır. B.Vahabzadənin "Vətən marşı" adlı şeirinə diqqət yetirək:

Ey Vətən oğlu, düşün, bil ki, sənindir bu Vətən,
Sabahın, həm bu günün, həm dünənindir bu Vətən.
Sənin öz dövlətin, öz millətin, öz cəddin var
Vətən uğrunda ölənlər ölümündən doğular...
Sənin haqqındır azadlıq, sənin eşqindir iman,
Tapmar haqqa və insanlığa haqdan doğulan.
Bəşərin dərdini öz dərdi bilib millətimiz.

Bizim öz niyyətimizdən doğub hürriyətimiz.

Hər misra insanı qəhrəmanlığa, haqqa, hürriyyətə səsləyir.

Bugünkü informasiya əsrində də bədii mətnlərin emosional təsiri öz aktuallığını qorumaqdadır. Sosial şəbəkələrdə paylaşılan şeir parçaları, qısa hekayələr insanların gündəlik emosional ehtiyaclarını ödəyir. Emosional təsir həm də terapevtik funksiyaya malikdir: insanlar ədəbiyyat vasitəsilə mənəvi gərginlikdən azad olur, daxili balansı bərpa edirlər.

Beləliklə, bədii mətnlərin emosional təsiri onların estetik dəyərinin əsas göstəricilərindən biridir. Emosional təsir oxucunun duyğularını oyadaraq onu həm fərdi, həm də ictimai baxımdan formalaşdırır. Bu səbəbdəndə bədii ədəbiyyat bədii-estetik təcrübə ilə yanaşı, həm də psixoloji və sosial hadisədir.

Emosional təsirdən yalnız ədəbiyyatda deyil, işgüzar aləmdə də istifadə edərək qarşı tərəfin fikrinə, münasibətinə təsir etmək mümkündür. Yerində işlədilmiş ifadə istədiyiniz müsbət nəticəni almaqda yardımçı olduğu halda, yersiz səsləndirilən bir fikir də bütün danışıqları məhv edə bilər. İşgüzar və akademik kommunikasiya yalnız informasiya mübadiləsi deyil, həm də qarşı tərəfdə müsbət təəssürat yaratmaq, inandırmaq və əməkdaşlığa motivasiya etmək prosesidir. Psixoloji araşdırmalar göstərir ki, insanlar faktlardan çox hissləri yadda saxlayır. Mühəndisin təqdimatı, layihə müdafiəsi, hətta rəsmi məktubu belə auditoriyada müəyyən emosional təsir yarada bilər.

İşgüzar kontekstdə emosional təsir:

- Etibar yaradır (Bu layihəni birlikdə uğurla həyata keçirəcəyik).
- Motivasiya (Bu bizim üçün yeni bir mərhələdir. Biz buna hazırıq).
- Metaforaların məhdud istifadəsi (Layihəmiz uğur körpüsüdür).
- Əlaqəni möhkəmləndirir (təşəkkür, hörmət və minnətdarlıq ifadələri).

İşgüzar və akademik kommunikasiya yalnız düzgün qrammatika ilə ölçülmür, dilin emosianal tərəfi münasibətləri formalaşdırır, inam yaradır və əməkdaşlığı gücləndirir. Gələcək mütəxəssislər üçün bu bacarıqlar texniki bilik qədər vacibdir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Aristotel. Poetika. Bakı: Elm, 2004.
2. Füzuli, M. Leyli və Məcnun. Bakı:Şərq-Qərb, 2011.
3. Məmmədquluzadə, C. Əsərləri, III cild. Bakı: Yazıçı, 1987.
4. Məmmədov, M. Azərbaycan ədəbiyyatının poetikası. Bakı: Elm və təhsil, 2016.
5. Vahabzadə, B. Seçilmiş əsərləri. Bakı: Yazıçı, 1985.
6. Dostoyevski, F.M. Cinayət və cəza. Moskva: Eksmo, 2012.
7. Əlizadə, Ə. Ədəbiyyat nəzəriyyəsi. Bakı: Nurlan, 2008.
8. Əsgərov, V. Psixologiya. Bakı: Təhsil, 2012

TABELİ MÜRƏKKƏB CÜMLƏNİN LİNQVİSTİK TƏHLİLİ

Rəhilə Hümmətova
f.ü.f.d., dosent, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti Filologiya fakültəsi Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası bölümü, rahilahummetova@gmail.com
ORCİD 0000-0003-2521-6361

ÖZET
Tabeli mürəkkəb cümlənin tərkib hissələrini təşkil edən sadə cümlələr mənaca bərabərhüquqlu olmur. Həmin cümlələrdən biri müstəqil, o biri (və ya o biriləri) ona tabe olur. Tabe edən baş cümlə, tabe olan isə budaq cümlə adlanır. Baş cümlə qrammatik vəziyyətə görə sərbəst olduğundan budaq cümləni özündən asılı edir. Tabeli mürəkkəb cümlənin təlimində qarşıya qoyulmuş məqsədi aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq mümkündür: Tabeli mürəkkəb cümlə; tabeli və tabesiz mürəkkəb cümlələrin oxşar və fərqli cəhətləri; baş və budaq cümlə; budaq cümləni baş cümləyə bağlayan vasitələr haqqında elmi-nəzəri bilik vermək; Budaq cümlənin növləri və tipləri haqqında nəzəri məlumat və bilik vermək.
Tabeli mürəkkəb cümlənin tədrisi prosesində bir sıra metod və üsullardan yaradıcı, eyni zamanda məqsədyönlü şəkildə istifadə olunur. Onlardan biri və ən əhəmiyyətlisi, təbii ki, sintaktik təhlildir.Tabesiz mürəkkəb cümlənin tədrisində olduğu kimi, tabeli mürəkkəb cümlənin mənimsədilməsində və sintaktik təhlildə bir sıra problemlər ortaya çıxır. Problem yaradan bəzi məsələlərin ümumi mənzərəsinə nəzər salaq: 1. Baş və budaq cümlənin mövqeyinin düzgün müəyyənləşdirilməməsi; 2. Eyni bağlayıcı sözlərlə bağlanan və eyni vahidlərdən təşkil olunmuş mübtəda və tamamlıq budaq cümlələrin qarışdırılması; 3. Əvəzlik-qəlib vəzifəsini icra edən *elə, belə* işarə əvəzlikləri işlənmiş cümlələrin təyin, tərzi-hərəkət, xəbər budaq cümləsi olduğunun fərqləndirilməməsi; 4. Bağlayıcı vasitə kimi çıxış edən *mı (mi, mu, mü)* ədatının funksiyasının düzgün müəyyənləşdirilməməsi və s.
Baş və budaq cümlələrin mövqeyini düzgün müəyyənləşdirmək üçün bir sıra cəhətlərə diqqət yetirmək önəmlidir. Məlumdur ki, baş və budaq cümlələrin yeri qarşılıqlı şəkildə bir-birindən asılıdır. Baş və budaq cümlələrin yerinin müəyyənləşməsində bağlayıcı vasitələrin mühüm rolu vardır. Biz məqalədə çalışmışıq ki, sintaktik təhlil vasitəsilə tabeli mürəkkəb cümlənin təlimi prosesində müşahidə olunan, əvvəlki sətirlərdə qeyd etdiyimiz problemlərin aradan qaldırılması yollarını işıqlandıraq.
Açar sözlər: tabeli mürəkkəb cümlə, baş və budaq cümlə, aktual problemlər, sintaktik təhlil

GİRİŞ
Azərbaycan dilinin sintaktik sistemində iki və daha artıq predikativ mərkəzi olan cümlələr fikrin ifadəsinə xidmət göstərir. Bu cür cümlələr çox zəngin quruluş tipinə, məna növlərinə malikdir. Mürəkkəb cümlələr iki və daha artıq sadə cümlənin məna, həm də tələffüzcə bir bütöv halında birləşməsindən əmələ gəlir.

ARAŞDIRMA

Tabeli mürəkkəb cümlənin tərkib hissələrini təşkil edən sadə cümlələr mənaca bərabərhüquqlu olmur. Cümlələrdən biri müstəqil, o biri (və ya o biriləri) ona tabe olur. Tabe edən baş cümlə, tabe olan isə budaq cümlə adlanır. Baş cümlə qrammatik vəziyyətə görə sərbəst olduğundan budaq cümləni özündən asılı edir. Tabeli mürəkkəb cümlənin təlimində qarşıya qoyulmuş məqsədi aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq mümkündür: 1. Tabeli mürəkkəb cümlə; tabeli və tabesiz mürəkkəb cümlələrin oxşar və fərqli cəhətləri; baş və budaq cümlə; budaq cümləni baş cümləyə bağlayan vasitələr haqqında elmi-nəzəri bilik vermək; 2. Budaq cümlənin növləri və tipləri haqqında nəzəri məlumat və bilik vermək.

Tabeli mürəkkəb cümlənin tədrisi prosesində bir sıra metod və üsullardan yaradıcı, məqsədyönlü şəkildə istifadə olunur. Onlardan biri və ən əhəmiyyətlisi, təbii ki, sintaktik təhlildir. Tabeli mürəkkəb cümlənin mənimsədilməsində və sintaktik təhlildə bir sıra problemlər ortaya çıxır. Problem yaradan bəzi məsələlərin ümumi mənzərəsinə nəzər salaq: 1. Baş və budaq cümlənin mövqeyinin düzgün müəyyənləşdirilməməsi; 2. Eyni bağlayıcı sözlərlə bağlanan və eyni vahidlərdən təşkil olunmuş mübtəda və tamamlıq budaq cümlələrin qarışdırılması; 3. Əvəzlik-qəlib vəzifəsini icra edən *elə, belə* işarə əvəzlikləri işlənmiş cümlələrin təyin, tərzi-hərəkət, xəbər budaq cümlələri olduğunun fərqləndirilməməsi; 4. Bağlayıcı vasitə kimi çıxış edən *mı (mi, mu, mü)* ədatının funksiyasının düzgün müəyyənləşdirilməməsi və s.

Baş və budaq cümlələrin mövqeyini düzgün müəyyənləşdirmək üçün bir sıra cəhətlərə diqqət yetirmək önəmlidir. Məlumdur ki, baş və budaq cümlələrin yeri qarşılıqlı şəkildə bir-birindən asılıdır. Baş və budaq cümlələrin yerinin müəyyənləşməsində bağlayıcı vasitələrin mühüm rolu vardır. Budaq cümlə baş cümləyə bağlayıcı ilə bağlandıqda baş cümlə əvvəl, budaq cümlə sonra gəlir. " Bu zaman budaq cümlə baş cümlənin bir üzvünə aid olur: baş cümlənin buraxılmış və ya qəlib sözlə ifadə olunan mübtədası aydınlaşdırılır, qəlib söz – xəbəri izah edilir və ya xəbər müxtəlif vasitələrlə tamamlanır, hərəkətin tərzi, zamanı, dərəcəsi, səbəbi, məqsədi və s. bildirilir, yaxud da baş cümlədən doğan nəticə ifadə olunur, budaq cümlə baş cümləyə qoşularaq əlavə məlumat verir və ya münasibət bildirir ". (s. 318) Lakin zaman budaq cümləsində bu qayda pozulur. Ki bağlayıcısı ilə bağlanan zaman budaq cümlələrində baş cümlə budaq cümlədən əvvəl də gələ bilər, sonra da. Məsələn, *Koroğlu o zaman ayıldı ki, Həmzə Qıratın belindədir. ("Koroğlu") Ağacın kölgəsindən beş addım ayrılmışdım ki, Ulduzun səsini eşidib döndüm. (M.İbrahimov)* Birinci nümunədə baş cümlə budaq cümlədən əvvəl gəlib. Baş cümlənin xəbərindən nə zaman? sualını vermək mümkündür: Koroğlu ayıldı – nə zaman? O zaman (əvəzlik-qəliblə ifadə olunmuş zaman zərfliyi), yəni nə zaman? Budaq cümlə baş cümlədə əvəzlik-qəliblə ifadə olunmuş zaman zərfliyini izah edir, aydınlaşdırır. İkinci misalda isə budaq cümlə baş cümlədən əvvəl gələrək baş cümlədəki hərəkətin zamanını bildirir. Baş cümlənin xəbərindən sual verək: Ulduzun səsini eşidib *döndüm* – nə vaxt? Ağacın kölgəsindən beş addım ayrılanda. Budaq cümlə sadələşdirildikdə feili bağlama tərkibinə çevrilərək cümlənin mürəkkəb zaman zərfliyinin yerini tutur. Tərəfləri şərt və güzəşt bağlayıcıları, bağlayıcı sözlər, -sa (-sə) şəkilçiləri, ədatlar (-mı, -mi, -mu, -mü; da, də, belə), modal sözlərlə (düzdür, doğrudur) bağlanan tabeli mürəkkəb cümlələrdə budaq cümlələr əvvəl, baş cümlələr sonra gəlir.

Eyni bağlayıcı sözlərlə bağlanan mübtəda və tamamlıq budaq cümlələrinin sintaktik təhlilində bəzən budaq cümlənin növü düzgün müəyyənləşmir. Tamamlıq budaq cümləsinin təlimi prosesində, eləcə də verilmiş elmi-nəzəri məlumatın möhkəmləndirilməsi məqsədi ilə aparılan təhlil zamanı mübtəda budaq cümləsi ilə əlaqənin qurulması olduqca vacibdir.Təhlilə kömək edən digər üsullardan, xüsusən VENN diaqramından və ya müqayisə üsulundan istifadə edərək, hər iki budaq cümlənin oxşar və fərqli cəhətlərini müəyyənləşdirmək mümkündür. Bu məqsədlə əvvəlcə də qeyd etdiyimiz kimi, hər iki budaq cümlənin bağlayıcı sözlərlə bağlanan tipinə müraciət edirik. Bağlayıcı sözlərlə *(kim (ki), hər kim, hər kəs, hər nə)* bağlanan tabeli mürəkkəb cümlələrdə budaq cümlə baş cümlədən əvvəl gəlir. Bağlayıcı sözlər ismin müxtəlif hallarında olur. Baş cümlədə isə ya bağlayıcı sözlə qarşılıq söz işlənir, ya da tamamlıq və ya mübtəda buraxılmış olur. Bağlayıcı sözdən sonra bəzən *ki* ədatı, budaq cümlənin sonunda isə *-sa (-sə)* şəkilçisi işlənə bilir. Məsələn, *1. Kim Koroğlunun atını gətirsə, ona bəylik verəcəm ("Koroğlu"). 2. Kim Koroğlunun atını gətirsə, o, bəylik alacaq.*

Göründüyü kimi, tamamlıq budaq cümləsinin bu tipi mübtəda budaq cümləsinin eyni quruluş tipinə oxşayır, sintaktik omonimlik yaranır. Lakin mübtəda və tamamlıq budaq cümlələrindəki bağlayıcı söz ismin halına görə eyni olsa da, cümlələrdə mübtədanı ifadə edən qarşılıq söz (əvəzlik) adlıq halda, tamamlığı ifadə edən qarşılıq söz isə ismin yönlük, təsirlik, çıxışlıq hallarında işlənir. 1-ci cümlənin baş cümləsində qarşılıq söz (əvəzlik-qəlib) yönlük halda işlənib, baş cümlənin tamamlığıdır və budaq cümlə onu izah edir, aydınlaşdırır. *Bəylik verəcəm – kimə? Ona, yəni kimə? Koroğlunun atını gətirənə*. Budaq cümlə substantivləşmiş feili sifət tərkibinə çevrilərək cümlənin mürəkkəb vasitəli tamamlığının yerini tutur. Deməli, bu budaq cümlə tamamlıq budaq cümləsidir. İkinci cümlənin baş cümləsində qarşılıq söz (əvəzlik) adlıq haldadır və mübtəda vəzifəsindədir. *Bəylik alacaq – kim? O, yəni kim? Koroğlunun atını gətirən.* Budaq cümlə substantivləşmiş feili sifət tərkibinə çevrilərək cümlənin mürəkkəb mübtədasının yerini tutur və işarə əvəzliyi ilə (adlıq halda) ifadə olunmuş mübtədanı izah edir, aydınlaşdırır. Deməli, budaq cümlə mübtəda budaq cüm-ləsidir. Belə nümunələri sintaktik təhlilə cəlb etməklə (zəruru tələb əsasında morfoloji təhlilə də müraciət olunmalı, fəndaxili inteqrasiya qurulmalıdır) mübtəda və tamamlıq budaq cümlələrini daha asanlıqla müəyyənləşdirmək, budaq cümlənin baş cümləyə hansı cəhətdən xidmət etməsi, yaxud izah etməsini aydınlaşdırmaq mümkündür. Sintaktik təhlil prosesində cümlə üzvü kimi mübtəda, tamamlıq, onların sualları, ifadə vasitələri, quruluşu, tamamlığın növləri şagirdlərin yaddaşında təzələnir, məqsədyönlü suallar qoyulur. Bunlardan əlavə, ismin halları, hansı halın mübtəda, hansı halların tamamlıq vəzifəsində çıxış etməsi, təsirli feillərlə əlaqədə olan təsirlik hal, təsirlik halın tamamlığın hansı halını ifadə etməsi, təsirsiz feillər, onlarla əlaqədə olan tamamlığın vasitəli olması, işarə əvəzlikləri, onların substantivləşməsi,substantivləşmiş sifət, say, feili sifət (substantivləşmiş), eləcə də söz birləşmələri, məsdər, feili sifət tərkibləri, intonasiya, bağlayıcı, feilin şərt şəkli yenidən təkrar edilir ki, mövzular şüurlu şəkildə dərk edilsin. Göründüyü kimi, sintaktik təhlil bu istiqamətdə aparılarsa, məqsədyönlü şəkildə verilən suallar inteqrasiyanın qurulmasına təkan verərsə, mövzuların möhkəmləndirilməsinə, məntiqi nəticələr əldə etməyə, şagirdin biliyini yoxlamağa geniş meydan açılar. Eyni zamanda şagird özünü yoxlayar.

Elə, belə işarə əvəzlikləri ilə ifadə edilən təyin, tərzi-hərəkət, xəbər budaq cümlələrin düzgün fərqləndirilməsində də sintaktik təhlil mühüm əhəmiyyətə malikdir. Məlumdur ki, *elə, belə* işarə əvəzlikləri həm sifəti, həm də zərfi əvəz edir, həmçinin substantivləşə bilir. *Elə, belə* əvəzlikləri cümlədə əlaqəyə girdiyi sözdən asılı olaraq, həm təyin, həm də zərflik vəzifəsini icra edir. Substantişləşdikdə cümlədə sintaktik vəzifəsi mübtəda, xəbər və tamamlıq olur.Təyin, tərzi-hərəkət budaq cümlələrin baş cümləsində təyinin, zərfliyin qəlibi kimi *elə, belə* işarə əvəzlikləri işlənir. *Elə, belə* işarə əvəzlikləri xəbər budaq cümləsində də (baş cümlədə) əvəzlik-qəlib kimi işlənir. Həmin budaq cümlələri qarışdırmamaq üçün aşağıdakılara fikir vermək lazımdır: 1. Baş cümlədə olan işarə əvəzliyi isimlə ifadə olunan hər hansı bir üzvə aid olub təyin vəzifəsini icra edir. Budaq cümlə işarə əvəzliyi ilə ifadə olunmuş təyini izah edib aydınlaşdırırsa, təyin budaq cümləsi olacaqdır. Məsələn, *Bu torpağa **elə oğul** lazımdır ki, onun yolunda şəhid olmağı bacarsın.* Birinci tərkib hissə baş, ikinci tərkib hissə budaq cümlədir. Baş cümlədə *elə* işarə əvəzliyi isimlə ifadə olunmuş mübtədanı (oğul) təyin edir. Lakin sadəcə işarə edir, fərqləndirir, nə cür oğul lazım olduğunu tam açmır. Ona görə də budaq cümlə işarə əvəzliyi ilə ifadə olunmuş təyin haqqında izahat verir. Bu torpağa lazımdır – kim? Oğul. Nə cür oğul? – elə. Yəni necə? – Onun yolunda şəhid olmağı bacaran. Sadələşdirək: *Bu torpağa onun yolunda şəhid olmağı bacaran oğul lazımdır.* Budaq cümlə feili sifət tərkibinə çevrilərək cümlənin mürəkkəb təyininin yerini tutur. 2. Baş cümlədə olan işarə əvəzliyi cümlənin xəbəri vəzifəsində işlənirsə, budaq cümlə xəbər budaq cümləsi olacaqdır. Məsələn, *Əvvəl necə idisə, indi də elədir*. Birinci tərkib hissə budaq, ikinci tərkib hissə baş cümlədir. Baş cümlənin xəbəri substantivləşmiş *elədir (-dir xəbərlik şəkilçisidir)* işarə əvəzliyi ilə ifadə olunub. Budaq cümlə onu izah edib aydınlaşdırır. Baş cümlənin xəbərinə sual veririk: İndi necədir? – elədir? Yəni necə? Əvvəl necə idisə. 3. İşarə əvəzliyi baş cümlədə hərəkətin icra tərzini göstərir, müqayisə məzmunu bildirirsə, tərzi-hərəkət budaq cümləsi olacaqdır. Bəzən də ismi xəbərə aid olub, dərəcə məzmunu yaradır. Məsələn, *1. Qayıq elə qalxıb-düşürdü ki, başımız buluda dəyirdi. 2. Ay kəndi elə işıqlandırmışdı ki, elə bil, gün çıxmışdı. 3. Hava elə isti idi ki, nəfəs*

almaq olmurdu. Birinci və ikinci cümlədə *elə* işarə əvəzliyi hərəkətə (qalxıb-düşürdü, işıqlandırmışdı) aid olub, onun icra tərzini göstərir. Üçüncü cümlədə isə ismi xəbərə (isti idi) aid olub, dərəcə məzmunu yaradır.

Bəzən *belə* sözü ədat kimi qarşılaşdırma budaq cümləsinin formalaşmasında *-sa, -sə* şərt şəkilçisi və *nə qədər, hər nə qədər* bağlayıcı sözləri ilə işlənir. Məsələn, *Arzu, istək* ***nə qədər*** *gözəl ol****sa belə****, göründüyü kimi, onların qarşısına qılınc çəkənlər də olur. (S.Rəhimov)* Oxşar anlayışlar, dil faktları və hadisələr haqqında elmi-nəzəri məlumatların təlimi linqvistik təhlillə paralel və bir bütöv kimi aparılarsa, tədrisin keyfiyyəti olduqca yüksələr.

Məqsəd və intonasiyaya görə cümlə növlərindən biri sual cümləsidir. Sual cümləsinin formalaşmasında müxtəlif vasitələrdən (sual intonasiyası, sual əvəzlikləri, sual ədatları) istifadə olunur. Sual ədatı danışanın məqsədindən asılı olaraq, istənilən cümlə üzvünün sonuna artırılaraq sual mənası yaradır: *Mən****mi*** *qocalmışam, ya zəmanə****mi****? Fikirləşdin****mi****? Evinizdən məktub****mu*** *alıbsan?* və s. Tabeli mürəkkəb cümlələrdə *mı (mi, mu, mü)* ədatı budaq cümləni baş cümləyə bağlayan vasitələrdən biridir. *Mı (mi, mu, mü)* ədatı budaq cümlə ilə baş cümlə arasında bağlayıcı funksiyasını yerinə yetirəndə əvvəlki sual cümləsi yaratma imkanını itirmiş olur. Bu fakt daha çox zaman budaq cümləsində özünü göstərir. Məsələn, *Kəndə təzə bir müəllimə gəldi****mi****, mən təsadüfən bir qadınla danışdım****mı****, həftələrlə evimizdən dava-dalaş əskik olmur. (İ.Əfəndiyev)* Göründüyü kimi, *mi, mı* ədatı sual çaları yaratmır, bağlayıcı vasitə kimi çıxış edir. *Mı (mi, mu, mü)* ədatı mübtəda, tamamlıq, təyin budaq cümlələrinin formalaşmasında bağlayıcı vasitə kimi işlənərkən sual çalarını qoruyub-saxlayır. Bu cür cümlə konstruksiyalarını fərqləndirmək üçün linqvistik təhlildən məqsədyönlü şəkildə istifadə etmək zərurəti yaranır. Müqayisə aparaq: Sadə cümlə: *Mənim üzüm payımı gətirmisən****mi****?* Tabeli mürəkkəb cümlə: *Yadındadır****mı****, əvvəllər Novruz bayramını necə böyük həvəslə keçirərdik? (Danışıqdan)* Hər iki cümlədə sual intonasiyası qabarıq hiss olunur. Hər iki cümlənin cavab cümləsi birinci cümlə ilə bağlıdır (hə, yox və yaxud bütöv cavab). Sual verən şəxsin məqsədi informasiyanı dəqiqləşdirməkdir. İkinci cümlədə sual çaları olsa da, emosional ovqat, ifadənin təsir gücünün qüvvətləndirilməsi kimi detallar daha üstün mövqedə dayanır. Həm də *mı* ədatı ilə işlənən "yadındadırmı" xəbərinin özü əlavə sual tələb edir: nə? Əvvəllər Novruz bayramını necə böyük həvəslə keçirdiyimiz. Budaq cümlə baş cümlədə buraxılmış mübtədanın sualına cavab verərək, onun yerində işləndi. Deməli, bu cümlə *mı* ədatı və *intonasiya* ilə formalaşan mübtəda budaq cümləsidir.

NƏTİCƏ

Linqvistik təhlil eyni bağlayıcı sözlərlə bağlanan mübtəda və tamamlıq budaq cümlələrinin növünü düzgün müəyyənləşdirməyə kömək edir; *Elə, belə* işarə əvəzlikləri ilə ifadə edilən təyin, tərzi-hərəkət, xəbər budaq cümlələrin düzgün fərqləndirilməsində də sintaktik təhlil mühüm əhəmiyyətə malikdir; Nümunə kimi verdiyimiz cümlə modellərindən də aydın olur ki, *mı (mi, mu, mü)* sual ədatı həm sual cümlələrinin formalaşmasında yaxından iştirak edir, həm də digər cümlə konstruksiyalarında (tabeli mürəkkəb cümlələrdə) bağlayıcı funksiya vəzifəsini daşıyır. Linqvistik təhlillərdən istifadə etməklə də bu cür cümlələri asanlıqla fərqləndirmək mümkündür.

ƏDƏBİYYAT (KAYNAKÇA)

1. Abdullayev Ə., Seyidov Y.,Həsənov A. (2007). Müasir Azərbaycan dili. Sintaksis. "Şərq-Qərb". Bakı
2. Balıyev H. (2005). Orta məktəblərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. ADPU. Bakı
3. B.Xəlilov. (2017). Müasir Azərbaycan dili. Sintaksis. "Adiloğlu". Bakı
4. Hümmətova R. (2023). Müasir Azərbaycan dili. Sintaksis. ADPU-nun mətbəəsi. Bakı
5. Hümmətova R. (2017). Linqvistik təhlilin elmi-metodik əsasları. ADPU. Bakı
6. Hümmətova R. (2021). Linqvistik təhlilin növləri. ADPU. Bakı
7. https://nk.gov.az/az/document/5388/
8. Q.Ş.Kazımov. (2007). Müasir Azərbaycan dili. Sintaksis. "Təhsil". Bakı
9. Azərbaycan dili (tədris dili) dərsliyi. IX sinif (2021). "Təhsil". Bakı

EFFECT OF HYDROTHERMAL REACTION TIME ON THE GROWTH PARAMETERS OF NIO THIN FILMS

[1]Özben CURA
[1]Gazi University, Faculty of Science, Department of Physics, Ankara, Türkiye
[1]ORCID: 0000-0003-0763-9491
[1]E-Posta: ozben.cura@gmail.com
[2]Assist. Prof. Dr. Sezen TEKIN
[2]Çankırı Karatekin University, Department of Medical Services and Techniques, Eldivan Medical Services Vocational School, Çankırı, Turkey
[2]ORCID ID: 0000-0002-6599-9631
E-Posta: sezentekin@karatekin.edu.tr
[2]Assoc. Prof. Dr. Irmak KARADUMAN ER*
[2]Çankırı Karatekin University, Department of Medical Services and Techniques, Eldivan Medical Services Vocational School, Çankırı, Turkey
[2]ORCID: 0000-0003-3786-3865
[2]E-Posta: irmakkaradumaner@karatekin.edu.tr
[1]Prof. Dr. Selim ACAR
[1]Gazi University, Faculty of Science, Department of Physics, Ankara, Türkiye
[1]ORCID: 0000-0003-4014-7800
[1]E-Posta: sacar@gazi.edu.tr

Abstract

NiO thin films are transparent semiconductors characterized by a cubic structure. Nonetheless, NiO semiconductor development can be accomplished by many approaches, and semiconductors may also be cultivated with unique oxygen concentrations, diverse substrate temperatures, and changing growth durations. Owing to their extensive and adjustable band gap, NiO thin films possess a diverse array of uses. NiO thin films are utilized in various domains, including electronics, control systems, electrochromic devices, solar cells, metal oxide semiconductor gas sensors, air quality management, the automotive sector, the food industry, gas leak detection in residential and commercial settings, chemical identification, and the aerospace industry. This study involved the fabrication of NiO thin films via the hydrothermal method. The structural analyses of NiO thin films generated using varying hydrothermal reaction times were examined, and the findings were elucidated comprehensively.

Keywords: Hydrothermal Method, NiO, SEM

Introduction

Thin films are utilized in semiconductor and superconductor devices, insulating and conductive coatings, circuit component fabrication, reflective and non-reflective coatings owing to their optical characteristics, interference filters, optical disks, memory disks due to their magnetic attributes, oxidation or corrosion protection due to their chemical properties, sensors, and numerous additional applications, thanks to their electrical properties [Annamalai et. al. 2011]. Thin films are often generated through the deposition of individual atoms onto an appropriate substrate. The thickness of the film typically measures less than a few microns. The essential characteristics of thin films, including composition, structural attributes, and thickness, are contingent upon the conditions of deposition and growth [Bai et. al. 2010].

When growing thin films, thin film formation generally begins with random nucleation from the target material and continues through nucleation and growth steps. Nucleation and growth steps depend on various parameters such as temperature and substrate surface chemistry [Bharti and Sharma, 2022]. The nucleation step can be modified by external factors (electron or ion bombardment). Defective structures and stresses within the film affect the film's microstructure. Phase distributions in thin films vary depending on deposition conditions [Bai et. al., 2013].

Among hydrothermal method, is a commonly favored technique for material synthesis, categorized within the liquid-state reaction group, wherein reactions transpire in a sealed autoclave system. This method facilitates the synthesis of material systems that cannot be produced under standard conditions (T=25 °C, P=1 atm) by dissolving precursor chemicals in an aqueous solution with a solvent, at elevated temperatures (160-200 °C) and pressures exceeding atmospheric pressure (P≥1 atm). This approach stabilizes phases that are unstable under normal settings by decreasing their free energy through high pressure. In hydrothermal synthesis, the target material system is produced via two consecutive reactions: I. Direct transformation and II. Dissolution-precipitation. The initial stage entails the direct phase change of precursor compounds suspended in solution. Subsequently, the compounds undergoing phase transformation dissolve in the solvent, attain saturation, and precipitate by dissolution and precipitation mechanisms [Baruah and Dutta, 2009]. The hydrothermal method typically use deionized water as the solvent to dissolve the initial ingredients during synthesis. Water is a crucial solvent present in nature. Its application is advantageous to the environment. It is essential that it is non-flammable, non-toxic, non-carcinogenic, and non-mutagenic. Moreover, it is unstable and can be readily eliminated from the final product. It possesses thermodynamic stability. Water is a polar solvent, and its polarity can be regulated by temperature and pressure. These features confer a superiority to water compared to other solvents [Baruah and Dutta 2011].

NiO is a semiconductor exhibiting direct-transition p-type conductivity, characterized by an optical band gap of roughly 3.6–4.0 eV. The p-type conductivity arises from nickel vacancies and intercalated oxygen atoms. These materials are employed in various applications, such as solar cells, photodiodes, transistors, and gas sensors, owing to their chemical and thermal stability, broad transparency range, and electrical properties that can be enhanced with additions [Bhalerao et. al. 2015]. In this study, the properties of NiO thin films produced by changing the waiting time and annealing temperature steps of the hydrothermal method were investigated.,

2.Experimental

Twenty glass substrates were prepared and subjected to a cleaning regimen in the following sequence: 4 ml of ethyl alcohol (applied via a measuring tape) followed by 5 minutes of ultrasonic cleaning, 4 ml of distilled water with an additional 5 minutes of ultrasonic cleaning, 4 ml of acetone accompanied by 5 minutes of ultrasonic cleaning, and concluding with 4 ml of distilled water and another 5 minutes of ultrasonic cleaning. Subsequently, 0.0270 g of $Ni(NO_3)_2$, 0.011 g of NH_4F, and 0.0416 g of urea were measured. Forty milliliters of

distilled water were included and agitated on a magnetic stirrer for three hours. The identical procedure was conducted for five distinct beakers. The prepared NiO thin films were immersed in the synthesis solutions separately and subjected to the hydrothermal reaction process at 90°C for 1.5 hours, 2 hours, 3 hours and 4 hours in autoclave reactors for 5, 7, 10, 12 and 20 hours.

3.Results and Discussions

Figure 1 shows the constant annealing temperature at 1.5 h for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e). Flake-like structures dominate all images. This is a typical feature of NiO obtained via hydrothermal methods. The size, thickness, and density of the flakes change as the hydrothermal exposure time increases. In samples held for 5 hours of hydrothermal exposure, the structures are small, densely interconnected, and irregular [Bhat et. al. 2019]. The flakes are thin, with fewer spaces between them. In samples held for 7 hours of hydrothermal exposure, the flakes have become slightly more distinct. Compared to 5 hours, a more regular and loose morphology is present. The gaps have increased, and the structures have enlarged. In samples held for 10 hours of hydrothermal exposure, the flakes have become more pronounced, and the surface area has increased. The flake structures have begun to separate from each other, and porosity is greater. The surface appears smooth [Chrissanthopoulos et. al. 2007].

In samples held in hydrothermal temperatures for 12 hours, the structures became larger and thicker due to the longer growth period. Thin flakes coalesced to form thicker layers. Some agglomeration (sticking) was present. In samples held in hydrothermal temperatures for 20 hours, the flakes appeared much larger, thicker, and more curved. The surface morphology was denser, and the porosity was reduced. With shorter hydrothermal temperatures, thin, small, and dense NiO nanosheets were formed. This could provide a high surface area. With longer hydrothermal temperatures, thicker, larger, and more confluent sheets were formed. This could reduce surface area but increase structural stability [Chung, 2016]. In other words, as the time increased, the NiO sheets grew in size, thickness, and surface area decreased, resulting in a transition from porosity to a dense structure.

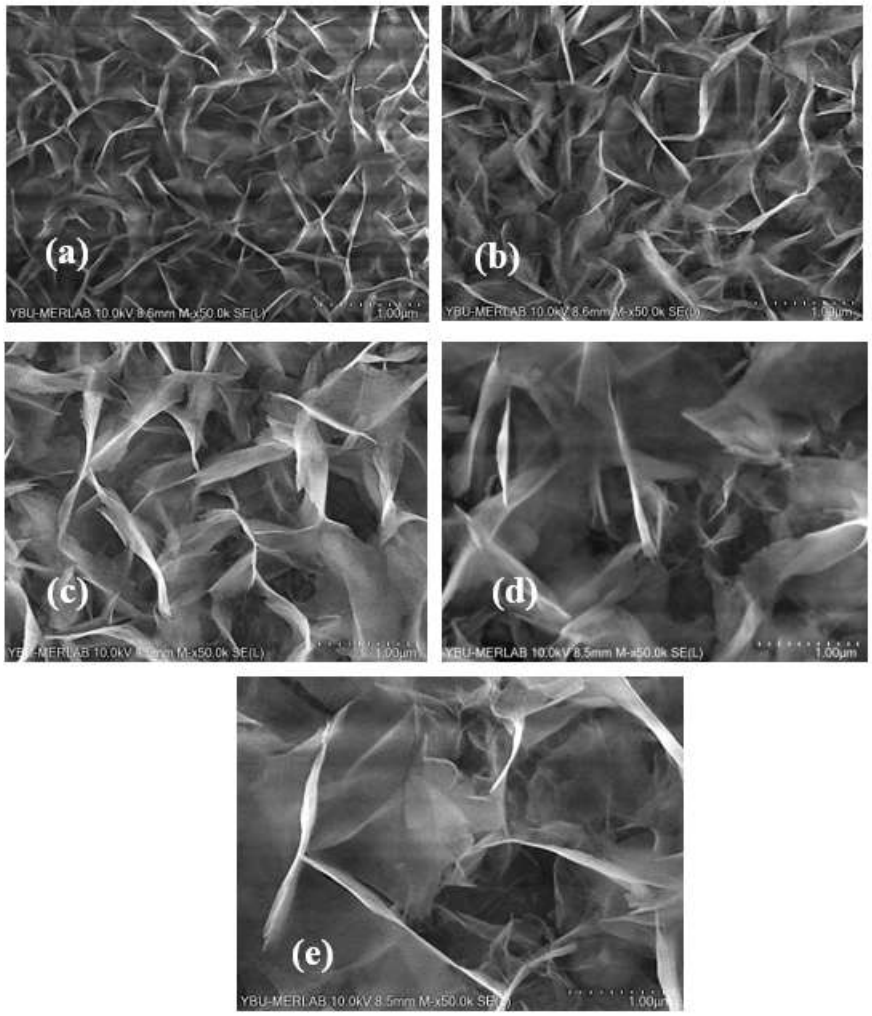


Figure 1. The constant annealing temperature at 1.5 h for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e)

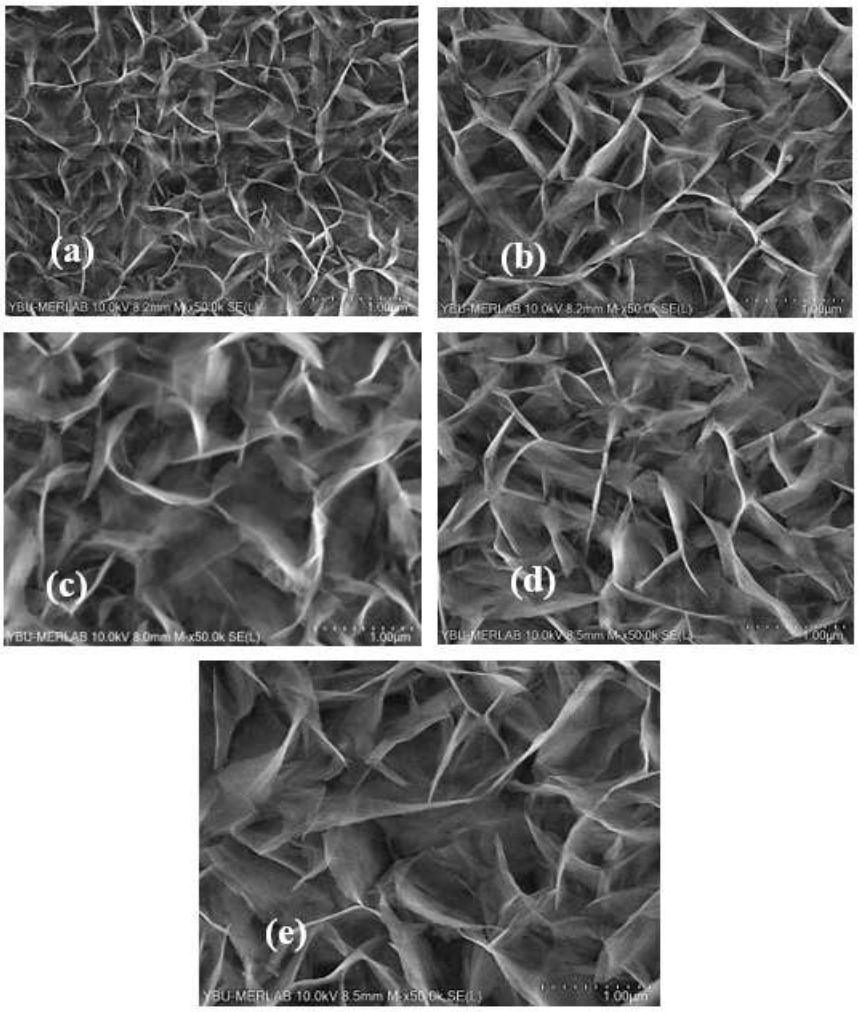


Figure 2. The constant annealing temperature at 2 h for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e)

The constant annealing temperature at 2 h for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e) is given in Figure 2. Upon analyzing Figure a, the structures appear dense and compact. A slender, leaf-like shape exists; yet, porosity is minimal. The surface area may be substantial, yet the interstitial spacing between the structures is inadequate. Upon analyzing Figure b, the flakes exhibit greater regularity and are clearly delineated from one another. The development of a porous structure is increasingly evident. The flakes have enlarged marginally, and the surface roughness has intensified. In Figure c, the leaf structures have become more expansive and expanded [Cun et. al. 2002]. A more porous and three-dimensional structure is found. This configuration is beneficial for gas sensors and electrochemical applications due to its high surface area and vacancies. Upon analyzing Figure d, it is evident that the flakes have enlarged, while some overlapping and densification have commenced. The interstices have partially constricted. The flakes are increasing in thickness. Upon examination of the final figure (e), the flakes exhibit increased thickness, width, and adherence, accompanied with reduced porosity in comparison to figures a and c. A more compact and denser structure exists, diminishing surface area while enhancing mechanical stability [Cusack 1989]. Thin, dense flakes with a high surface area and low porosity are evident in short-term hydrothermal processes. Optimal porosity, three-

dimensional architectures, elevated surface area, and favorable porosity are evident in medium-term hydrothermal processes. Over extended periods, the flakes thicken and amalgamate, reducing porosity and creating a dense framework. This may also be ascribed to the elevated annealing temperature. Figure 3 and Figure 4 show the constant annealing temperature at 3 h and 4 hour, respectively, for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e). As the annealing temperature increases, the edge lines of the samples become more clearly sharpened. As crystallinity increases with annealing, the voids in the samples' structure decrease [Cushing et. al. 2004].

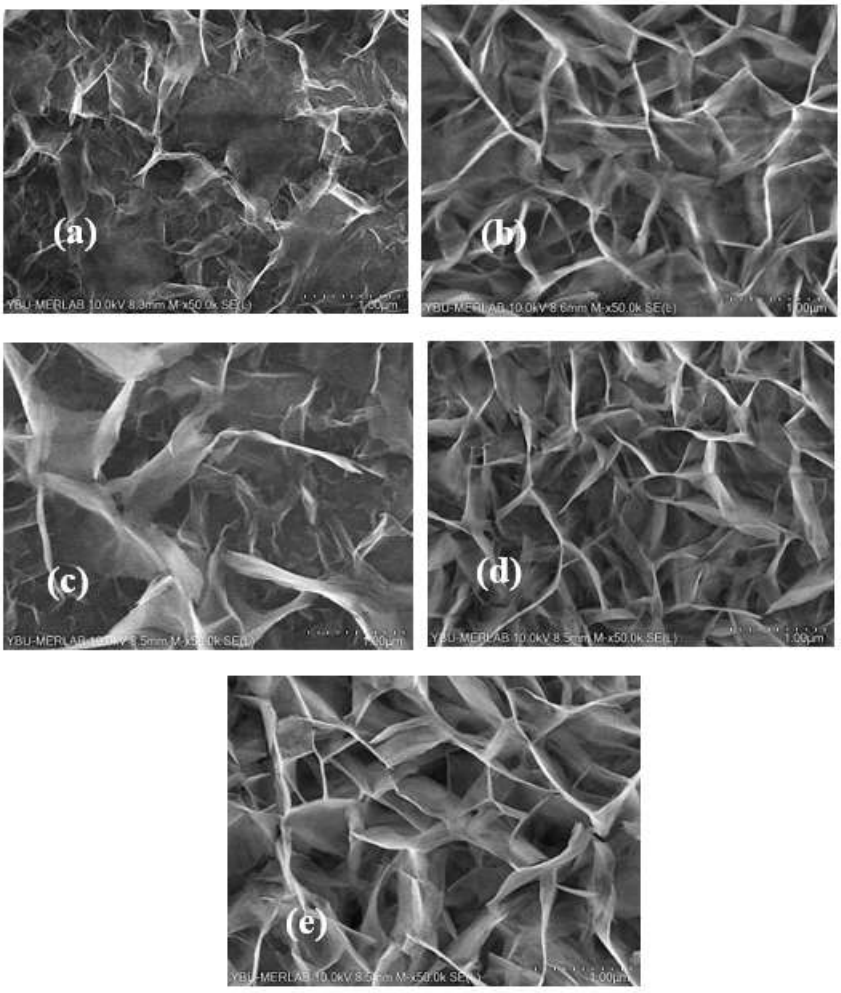


Figure 3. The constant annealing temperature at 3 h for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e)

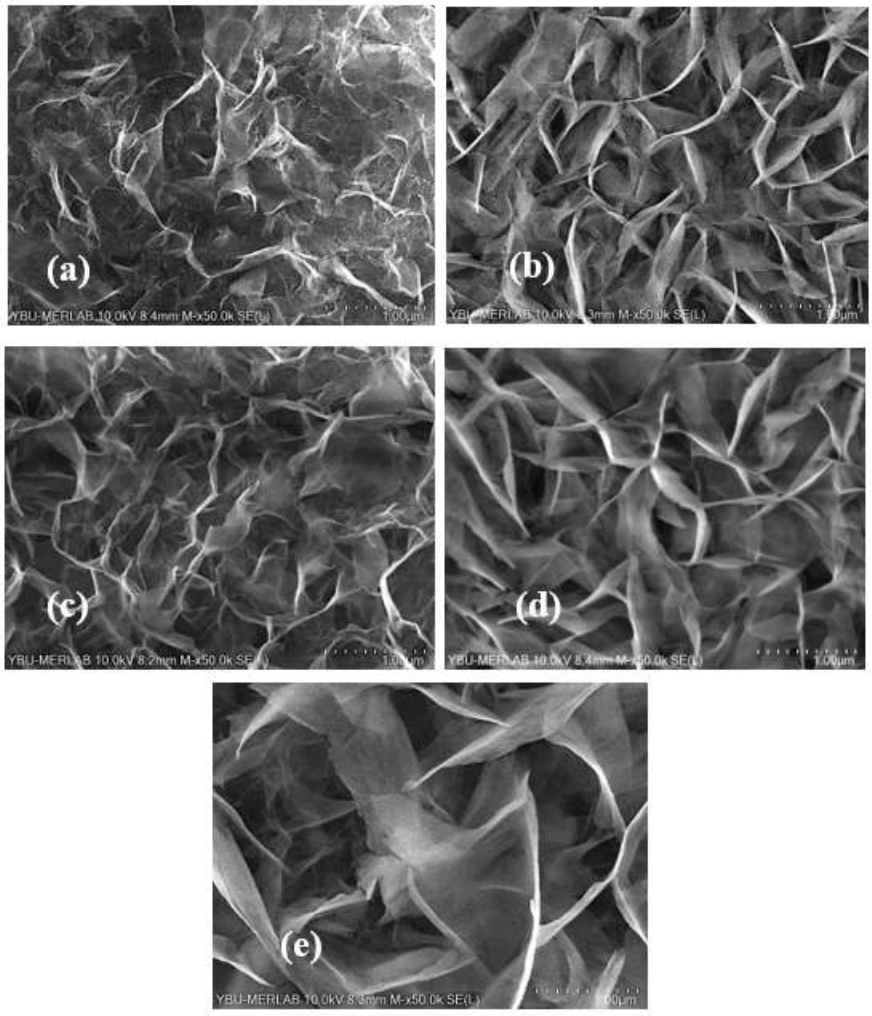


Figure 4. The constant annealing temperature at 4 h for the reaction time of 5 hour (a), 7 hour (b), 10 hour (c), 12 hour (d) and 20 hour (e)

4. Conclusion

Nickel oxide (NiO) nanoflakes were synthesized using an efficient, easy, and high-yield hydrothermal technique in the presence of urea and ammonium fluoride. The parameters of the synthesized films were investigated by varying the annealing temperature and hydrothermal synthesis growth time. It was observed that varying growth times resulted in growth and shrinkage of the nanoflake structures of the samples.

References

Annamalai, A., Eo, Y. D., Im, C. ve Lee, M.-J., (2011), Surface properties and dye loading behavior of Zn2SnO4 nanoparticles hydrothermally synthesized using different mineralizers, Materials Characterization, 62 (10), 1007-1015.

Bai, W., Zhang, Z., Tian, W., He, X., Ma, Y., Zhao, Y. ve Chai, Z., (2010), Toxicity of zinc oxide nanoparticles to zebrafish embryo: a physicochemical study of toxicity mechanism, Journal of Nanoparticle Research, 12 (5), 1645-1654.

Bai, X., Wang, L., Zong, R., Lv, Y., Sun, Y. ve Zhu, Y., (2013), Performance enhancement of ZnO photocatalyst via synergic effect of surface oxygen defect and graphene hybridization, Langmuir, 29 (9), 3097-3105.

Baruah, S. and Dutta, J., (2009), Hydrothermal growth of ZnO nanostructures, Science and technology of advanced materials, 10 (1), 013001.

Baruah, S. and Dutta, J., (2011), Zinc stannate nanostructures: hydrothermal synthesis, Science and technology of advanced materials, 12 (1), 013004.

Bhalerao, S.A., Sharma, A.S. and Poojari, A.C. (2015). Toxicity of nickel in plants. Open Access Biomedical Journal, 3(2), 345–355.

Bharti, R., and Sharma, R. (2022). Effect of heavy metals: An overview. Materials Today: Proceedings, 51, 880-885.

Bhat, S. A., Hassan, T., and Majid, S. (2019). Heavy metal toxicity and their harmful effects on living organisms–a review. International Journal of Medical Science And Diagnosis Research, 3(1), 106-122

Boyes, W. K., and van Thriel, C. (2020). Neurotoxicology of nanomaterials. Chemical Research in Toxicology, 33(5), 1121-1125.

Chrissanthopoulos, A., Baskoutas, S., Bouropoulos, N., Dracopoulos, V., Tasis, D. ve Yannopoulos, S., (2007) Novel ZnO nanostructures grown on carbon nanotubes by thermal evaporation, Thin Solid Films, 515 (24), 8524-8528.

Chung, K.-T., (2016), Azo dyes and human health: a review, Journal of Environmental Science and Health, Part C, 34 (4), 233-261.

Cun, W., Xinming, W., Jincai, Z., Bixian, M., Guoying, S., Pingan, P. ve Jiamo, F., (2002), Synthesis, characterization and photocatalytic property of nano-sized Zn 2 SnO 4, Journal of Materials Science, 37 (14), 2989-2996.

Cusack, P., Monk, A., Pearce, J. ve Reynolds, S. J., (1989), An investigation of inorganic tin flame retardants which suppress smoke and carbon monoxide emission from burning brominated polyester resins, Fire and materials, 14 (1), 23-29.

Cushing, B. L., Kolesnichenko, V. L. ve O'Connor, C. J., (2004), Recent advances in the liquid-phase syntheses of inorganic nanoparticles, Chemical reviews, 104 (9), 3893-3946.

ERİŞKİN DEJENERATIF SKOLYOZDA PREOP 3B MODELLEME

Uz. Dr. Barış ASLANOĞLU[1]
1Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyi ve Sinir Cerrahisi, drbarisaslanoglu08@gmail.com, 0000-0003-0623-7730

Özet
Skolyoz ve kompleks erişkin spinal deformitelerde cerrahi, dismorfik pediküller, vertebral rotasyon ve anatomik anomaliler nedeniyle zorludur. Bu zorlukları aşmada 3 boyutlu (3B) yazıcılarla oluşturulan hasta spesifik omurga modelleri cerraha ameliyat öncesi simülasyon ve planlama olanağı sağlamaktadır. Bilgisayarlı tomografi verilerinden üretilen modeller, anatominin daha iyi anlaşılmasını, vida yerleşiminin ve osteotomi miktarının daha doğru belirlenmesini kolaylaştırır. Ayrıca cerrahın görsel ve dokunsal deneyim kazanmasını, cerrahi süresinin kısalmasını, skopi kullanımının ve kan kaybının azalmasını destekler. SLA ve SLS gibi teknikler sterilizasyon ve doğruluk açısından cerrahiye daha uygun bulunmuştur. Bu modeller kadavra temininin kısıtlı olduğu durumlarda eğitim ve araştırma için de önemli bir alternatiftir. Nöroşirürjinin pek çok alanında kullanılmaya başlayan 3B baskı teknolojisinin, erişkin dejeneratif skolyoz gibi kompleks olgularda cerrahi güvenliği artırarak hasta sonuçlarını iyileştirdiği gösterilmiştir. Maliyet ve üretim süresi gibi dezavantajlara rağmen ilerleyen yıllarda kullanımının giderek artacağı öngörülmektedir
Anahtar Kelimeler: Skolyoz, 3B modelleme, cerrahi simulaasyon

Abstract
Surgical management of scoliosis and complex adult spinal deformities poses significant challenges due to dysmorphic pedicles, vertebral rotation, and associated anatomical anomalies. The utilization of patient-specific spinal models generated through three-dimensional (3D) printing provides surgeons with the opportunity for preoperative simulation and detailed planning, thereby mitigating these challenges. Models reconstructed from computed tomography data enhance the understanding of complex spinal anatomy and allow for more precise determination of pedicle screw trajectories and osteotomy extent. Furthermore, they provide both visual and tactile feedback to the surgeon, contributing to reduced operative time, decreased fluoroscopy use, and minimized intraoperative blood loss. Among additive manufacturing methods, stereolithography (SLA) and selective laser sintering (SLS) have demonstrated superior suitability for surgical applications owing to their accuracy and compatibility with sterilization protocols. In addition to their clinical utility, such models offer a valuable alternative for education and research in settings where cadaveric specimens are scarce. The integration of 3D printing into neurosurgical practice has been shown to enhance surgical safety and improve patient outcomes in complex scenarios such as adult degenerative scoliosis. Despite limitations related to cost, production time, and material availability, the clinical adoption of this technology is anticipated to expand substantially in the near future.
Keywords: Scoliosis, 3D modeling, Surgical simulation

Giriş

Skolyoz ve diğer kompleks erişkin spinal deformitelerde cerrahi tedavi anatomik anomaliler, dismorfik pediküller veya pedikül yokluğu ve vertebral rotasyonlar nedeniyle çeşitli zorluklar içermektedir. Bu anatomik değişiklikler skolyotik omurganın vizualizasyonu ve pediküler vida yerleştirmesinde anatomik belirteçlerin tanınmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle 3 boyutlu (3B) yazıcı kullanımı cerrahi planlamada cerraha yardımcı olmakta, omurga anatomisinin anlaşılmasını, daha detaylı cerrahi planlama yapılmasını, prosedürün simülasyonunu ve ensturmana karar verilmesini kolaylaştıran bir aplikasyon olarak değerlendirilmektedir (Izzat et al., 2007).

Üç boyutlu baskı teknolojisi son yıllarda popüler olmakla beraber, bu teknolojilerin diğer tüm alanlarda olduğu gibi tıp alanında da kullanımı giderek artmaktadır (Wu et al., 2018). Hasta sağlığının korunması ve maliyetin azaltılmasını sağlayacağı düşünülmektedir (Lopez et al.,2020).

Bilgisayarlı tomografi üzerinden bilgisayar destekli modelleme kullanılarak 3B yazıcı yardımı ile birebir hastanın omurga modelleri üretilerek; cerraha ameliyat öncesi simülasyon imkanı sağlamaktır (Kaya et al., 2018). 3B omurga modeli bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme 3B rekonstrüksiyonları ile karşılaştırıldığında anatomik detayların anlaşılmasını daha iyi sağlamaktadır (Izzat et al., 2007). 3B baskı cerrahi planlamaya yardım, hasta ve asistan eğitimini kolaylaştırma, intraoperatif navigasyonun gelişimi ve cerrahi sürenin kısalması üzerine yararları gösterilmiş bir teknolojidir. (Yang et al., 2015).

3B omurga modellerinin üretiminin yaygınlaşması kadavra temini gibi imkanların kısıtlı olduğu durumlarda araştırmacılar için iyi bir alternatif olabilecektir (Staroloski et al., 2014). Serebrovasküler hastalıklar, nöroonkoloji, kraniofasial cerrahiler, konjenital spinal deformiteler, spinal travmalar, erişkin spinal dejeneratif hastalıkları gibi birçok hastalıkta bu teknoloji kullanılmaya başlanmıştır. Bu işlem ile hastanın bilgisayarda tasarlanmış 3B omurga modeli 1:1 ölçek ile yüksek teknoloji ürünü 3D yazıcılar kullanılarak oluşturulur ve cerraha ameliyat öncesi cerrahi yaklaşımın simülasyonunu oluşturmasını sağlar. Ayrıca cerrahın patolojiyi hem görerek hem dokunarak anlaması cerrahi başarıyı arttırır (Xu et al., 2017,Lador et. Al., 2019). Böylece cerrahi süresi kısalır, skopi kullanımı azalır ve kan kaybı azalır (Karlin et al., 2017). Bununla birlikte anatominin anlaşılması nöral ve vasküler yaralanmadan kaçınılması ile hasta sonuçlarında iyileşme sağlayacaktır (Wilcox et al., 2017). İmplantların yerinin ve açısının daha etkili belirlenmesi omurilik yaralanması riski azaltacaktır (Wu et aal., 2011).

Özetle 3B baskı, omurga cerrahisi dahil olmak üzere çeşitli cerrahi uzmanlık alanlarında; ameliyat öncesi planlamada, anatomik görselleştirmede, özel protez tasarımında, cerrahi provada, hatta eğitim aracı olarak ve doktor-hasta iletişimi için kullanımı fayda göstermiştir (Gear et al., 2014).

Bütün bu avantajlarına rağmen bazı çalışmalarda özellikle erişkin spinal deformite tedavisinde maliyet, üretim zamanı, materyal temini gibi dezavantajlarının varlığından söz edilmektedir (Sheha et al., 2019).

Tarihçe

Hızlı prototipleme veya daha yaygın olarak 3 boyutlu baskı olarak da bilinen, katmanlı imalat için şu anda kullanımda olan ilk cihazın patenti 1984 yılında alındı (Hsu et al., 2018). Bu cihaza stereolithography (SLA) adı verildi. Bu cihazın kullandığı yöntem olan 3B prototipleme bugün halen 3B baskıda kullanılmaktadır. Eklemeli ve çıkarmalı yöntem olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır(Garg et al., 2018).

Teknik

3B yazıcılar çeşitli farklı malzemeler kullanılarak 3 boyutlu yazılım ile özelleştirilebilir şekillerin prototiplerinin oluşturulmasına olanak sağlar (Lopez et al.,2020). 3B modelleme başlangıçtan bu yana geliştirilip revize edilmiş olup birçok branş tarafından kullanılmaktadır. 3B modellemede 3 ana teknik mevcuttur;

1- Fused deposition modeling (FDM),
2- Stereolithography (SLA)
3- Selective laser sintering (SLS)

FDM, ekonomik bir yöntemdir. Sıralı olarak katmanlanan ısıtılmış polimerler kullanılarak 3D modelleme yapılır. Ancak, ısıyla yumuşatma gerektiren malzemelerin kullanılması ve bu malzemelerin önemli bir ödün vermeden sterilize edilmesi zor olduğundan, çoğu zaman bunların ameliyatta kullanılmasını engeller (Long et al., 2017). Dolayısıyla bu yöntem beyin cerrahisi için uygun bir yöntem değildir.

SLA ve SLS, 3B baskıda yaygın olarak kullanılan diğer tekniklerdir. Bu teknikler FDM'den daha maliyetli, eğitim gerektirmesi ve daha meşakkatli olmalarına rağmen cerrahide kullanılabilirlik açısından daha uygundur (Malik et al., 2015). Bu yöntemler daha güncel olup, kullanılan malzeme türü ve malzemenin şekillendirildiği ve nihai modele kaynaştırıldığı teknik açısından FDM'den farklıdır. SLA, katmanları ardı sıra eklemek için ışıkla sertleşebilen bir reçine kullanır. SLA'da en yaygın kullanılan malzemeler polistiren veya reçinedir. Reçine, sertleştirilecek alanların optik bir ışık kaynağına maruz bırakıldığı ve sıvı monomerlerin nihai polimerde bağlanmasına neden olan, fotopolimerizasyon adı verilen bir işleme tabi tutulur. SLS, hammadde taneciklerinin tam eritilmeden yüzeyde ince bir sıvı tabakası oluşuncaya kadar ısıtılması prensibine dayanmaktadır. İnce hammadde tozları sırayla 3 boyutlu bir modele dönüştürülmek üzere lazer veya elektron ışını gibi odaklanmış bir enerji kaynağına yönlendirilir. Bu tekniklerde kullanılan malzemeler titanyum implantlara uygun malzemelerdir. SLS'de naylon, titanyum veya paslanmaz çelik gibi çeşitli malzemeler kullanılabilir. Hem SLS hem de SLA, cerrahi eğitimde kullanılabilir olmaları, sterilizasyon tekniklerine dayanıklı olmaları ve artan doğrulukları nedeniyle daha uygundur (Garg et al., 2018).

Yöntem

Erişkin dejeneratif kifoskolyoz hastalarının 3B modellerin üretim aşamalarında farklı basamaklar vardır. Lomber bilgisayarlı tomografi ile elde edilen veriler iki boyutlu olarak görselleştirilir. Çeşitli algoritmalara göre işlendikten sonra anatominin 3B görselleştirilmesi sağlanır (Chen et al., 2017).

Bu işlemi basitçe şu basamaklara ayırabiliriz (Hull et al., 1986):

1. Görüntülerin elde edilmesi ve işlenmesi: Hastaya cerrahi öncesi 1mm kalınlığında kesitler ile lomber bilgisayarlı tomografi çekilir ve DICOM (Digital Imaging and Comunications in Medicine) formatında kaydedilir. Elde edilen tomografi verileri DICOM formatındaki dosyaları otomatik olarak algılayabilen ve tanıyabilen ve verileri 3D görüntülere dönüştürebilen tıbbi rekonstrüksiyon yazılımlarına aktarılır. Kullanılan yazılımlardan bazıları şunlardır;
   1-Mimics; Materialize Inc., Leuven, Belçika,
   2-Meshmixer Software, Autodesk, San Rafael, ABD
2. Omurga modelinin oluşturulması: Oluşturulan omurga modeli STL (Yüzey mozaik dili) formatına dönüştürülür ve model yazdırma için bir 3B yazıcıya aktarılır. Modellerin baskısında termoplastik bir malzeme olan PLA (Polilaktik asit) filamentleri kullanılır.
3. Preoperatif planlama ve simüle edilmiş cerrahi: Baskısı yapılan omurga modeli dikkatlice incelenir ve hastanın farklı deformite özelliklerine göre kişiselleştirilmiş bir cerrahi plan yapılmasına yardımcı olur. Cerrahi plan, dahili fiksasyon ve füzyon segmentinin planlanması, vida yerleştirme konumu ve yönü dahil olmak üzere simüle edilebilir.
4. Gerçek klinik operasyon: Model sterilize edilmiştir ve cerrahi sırasında ameliyathanede bulundurulur. Vida yerleştirme yeri ve açısı, osteotomi miktarı ve kapsamı açısından referans olarak kullanılabilir (Hull et al., 1986).

Sonuç

Son yıllarda hayatımıza giren 3B yazıcılar tıp alanında da yer edinmiştir. Nöroşirurjinin birçok alanında olduğu gibi spinal cerrahide de kullanılabilmektedir. Erişkin dejeneratif skolyozu gibi normal anatominin bozulduğu ve intraoperatif enstrüman yerleştirmenin oldukça zor olabileceği durumlarda hem cerrah hem de hasta açısından cerrahi güvenliği arttırmaktadır (Xu et al., 2017). Cerraha ameliyat öncesi hastaya özel hazırlanmış 3B model üzerinde ameliyata hazırlanma imkanı sunmaktadır. Çekilen skopi sayısını azaltması, cerrahi süresini kısaltması, daha doğru vida yerleştirilmesi imkanı ile nöral yaralanma riskini azaltması, ameliyat süresini

kısaltması ve buna bağlı kan kaybını azaltmasını sağlamaktadır (Kaya et al., 2018, Lador et al., 2019, Wei-Li et al., 2020). Bu avantajlar sayesinde bu teknolojinin ilerleyen yıllarda kullanımının giderek artacağını öngörebiliriz.

Kaynaklar:

Chen, D., Chen, C. H., Tang, L., Wang, K., Li, Y. Z., Phan, K., & Wu, A. M. (2017). Three-dimensional reconstructions in spine and screw trajectory simulation on 3D digital images: A step by step approach by using Mimics software. *Journal of Spine Surgery, 3*(4), 650–656. https://doi.org/10.21037/jss.2017.12.02

Garg, B., & Mehta, N. (2018). Current status of 3D printing in spine surgery. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 9*(3), 218–225. https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.04.005

Gear, J. I., Long, C., Rushforth, D., Chittenden, S. J., Cummings, C., & Flux, G. D. (2014). Development of patient-specific molecular imaging phantoms using a 3D printer. *Medical Physics, 41*(8), 082502. https://doi.org/10.1118/1.4883839

Hull, C. W. (1986). *Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography* (U.S. Patent No. 4,575,330). U.S. Patent and Trademark Office.

Hsu, M. R., Haleem, M. S., & Hsu, W. (2018). 3D printing applications in minimally invasive spine surgery. *Minimally Invasive Surgery, 2018*, 4760769. https://doi.org/10.1155/2018/4760769

Izatt, M. T., Thorpe, P. L., Thompson, R. G., et al. (2007). The use of physical biomodelling in complex spinal surgery. *European Spine Journal, 16*(9), 1507–1518. https://doi.org/10.1007/s00586-007-0409-1

Jiang, W. L., Niu, G. Q., et al. (2020). 3D printing technology assisted the preoperative planning and application value in adult kyphoscoliosis deformity. *Zhongguo Gu Shang, 33*(2), 99–105. https://doi.org/10.12200/j.issn.1003-0034.2020.02.002

Karlin, L., Weinstock, P., Hedequist, D., & Prabhu, S. P. (2017). The surgical treatment of spinal deformity in children with myelomeningocele: The role of personalized three-dimensional printed models. *Journal of Pediatric Orthopaedics B, 26*(4), 375–382. https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000408

Kaya, İ., ve ark. (2018). Nöroşirürji'de 3 boyutlu baskılar ve baskılama yöntemleri. *Türk Nöroşirürji Dergisi, 28*(3), 289–293. https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.20083-17.1

Lador, R., Regev, G., Salame, K., Khashan, M., & Lidar, Z. (2019). Use of three-dimensional printing technology in complex spine surgeries. *World Neurosurgery, 130*, e333–e343. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.09.002

Lopez, C. D., Boddapati, V., Lee, N. J., et al. (2020). Three-dimensional printing for preoperative planning and pedicle screw placement in adult spinal deformity: A systematic review. *Global Spine Journal*. Advance online publication. https://doi.org/10.1177/2192568220944170

Long, J., Gholizadeh, H., Lu, J., et al. (2017). Application of fused deposition modelling (FDM) method of 3D printing in drug delivery. *Current Pharmaceutical Design, 23*(3), 433–439. https://doi.org/10.2174/1381612822666161014121708

Malik, H. H., Darwood, A. R., Shaunak, S., et al. (2015). Three-dimensional printing in surgery: A review of current surgical applications. *Journal of Surgical Research, 199*(2), 512–522. https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.06.051

Sheha, E. D., Gandhi, S. D., & Colman, M. W. (2019). 3D printing in spine surgery. *Annals of Translational Medicine, 7*(Suppl 5), S164. https://doi.org/10.21037/atm.2019.06.61

Starosolski, Z. A., Kan, J. H., Rosenfeld, S. D., Krishnamurthy, R., & Annapragada, A. (2014). Application of 3-D printing (rapid prototyping) for creating physical models of pediatric orthopedic disorders. *Pediatric Radiology, 44*(2), 216–221. https://doi.org/10.1007/s00247-013-2756-z

Wilcox, B., Mobbs, R. J., Wu, A. M., & Phan, K. (2017). Systematic review of 3D printing in spinal surgery: The current state of play. *Journal of Spine Surgery, 3*(3), 433–443. https://doi.org/10.21037/jss.2017.09.01

Wu, A. M., Lin, J. L., Kwan, K. Y. H., et al. (2018). 3D printing techniques in spine surgery: The future prospects and current challenges. *Expert Review of Medical Devices, 15*(6), 399–401. https://doi.org/10.1080/17434440.2018.1473354

Wu, Z. X., Huang, L. Y., Sang, H. X., et al. (2011). Accuracy and safety assessment of pedicle screw placement using the rapid prototyping technique in severe congenital scoliosis. *Journal of Spinal Disorders & Techniques, 24*(7), 444–450. https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e3181f9a2e2

Xu, W., Zhang, X., Ke, T., Cai, H., & Gao, X. (2017). 3D printing-assisted preoperative plan of pedicle screw placement for middle-upper thoracic trauma: A cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders, 18*, 348. https://doi.org/10.1186/s12891-017-1710-1

Yang, M., Li, C., Li, Y., et al. (2015). Application of 3D rapid prototyping technology in posterior corrective surgery for Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis patients. *Medicine (Baltimore), 94*(36), e582. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000582

MEME TÜBERKÜLOZU: İKİ OLGU SUNUMU

Uzm.Dr.Hasibe YEMENİCİ
Konya şehir hastanesi, göğüs hastalıkları, yemenicihasibe@hotmail.com,
https://orcid.org/0009-0008-8578-5068

Özet

Meme tüberkülozu, ekstrapulmoner tüberkülozun endemik bölgelerde dahi nadir görülen bir prezentasyonudur . Tüberküloz mastit (TM) genellikle üreme çağındaki kadınları etkilerken laktasyon veya doğum sonrası dönemlerde daha sık görülür. Hastalığın, meme karsinomu ve piyojenik meme apsesi ile ayırıcı tanısının zorluğu, tanı ve tedavide gecikmelere neden olmaktadır. Çalışmalar, tüberkülozun endemik olduğu ülkelerde, ince iğne aspirasyon sitolojisinde granülom varlığında, asit-dirençli basil (ARB) olmasa bile kültür sonuçları beklenmeden tüberküloz için ampirik tedaviyi başlamak gerektiğini vurgulanmaktadır. Bu çalışmada anamnezlerinde memede sertlik, ağrı, cilde fistülüze pürülan akıntı yakınmaları olan ve patoloji raporunda granülomatöz iltihap sonucu ile göğüs hastalıkları polikliniğine konsülte edilen iki olguyu sunmayı amaçladık. İlk olgu: Otuz beş yaşında kadın hasta, yaklaşık iki aydır yakınmaları vardı. Öncesinde nonspesifik antibiyotik tedavisi uygulanmış, ancak şikâyetlerinde gerileme olmamıştı. Romatoloji kliniği tarafından steroid tedavisi başlanmıştı. Başvuru sırasında yara yerinden alınan örneklerde ARB direkt bakısı negatif idi, tüberküloz kültüründe ise takip eden aylarda üreme saptanmadı. Halsizlik dışında ek sistemik şikâyeti olmayan hastanın posteroanterior akciğer grafisi normaldi. Laboratuvar bulgularında WBC: 14.000/mm³, eritrosit sedimantasyon hızı: 31 mm/saat, CRP: 55 mg/L saptandı. Quantiferon testi (QFT) pozitif bulundu. İkinci Olgu: Otuz yaşında kadın hasta, 6 aydır şikayetleri devam ediyordu. Romatoloji kliniği tarafından steroid ve metotreksat tedavileri başlanmış, ancak yanıt alınamamıştı. Pulmoner yakınması yoktu. Laboratuvar incelemelerinde özellik bulunmadı. Akıntıdan alınan örneklerde ARB direkt bakısı ve tüberküloz kültürü negatifti. QFT pozitif idi. Klinik olarak TM düşünülerek yeni olgu tanımı ile tüberküloz tedavisi başlanan her iki hastamızda da tedavinin sıra ile ikinci ve üçüncü aylarında pürülan akıntı tamamen kayboldu. Altı aylık tedavi sonunda tam rezolüsyon sağlandı. Sonuç olarak genç bayan hastalarda meme kitlelerinin ayırıcı tanısından tetkik sürecinin başında meme tüberkülozu akla gelmelidir.

Anahtar Kelimeler: Tüberküloz, tüberküloz mastit, granülomatöz iltihab

BREAST TUBERCULOSIS: TWO CASE REPORTS

Dr.Hasibe YEMENICI
Konya city hospital, department of pulmonology, yemenicihasibe@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0008-8578-5068

Abstract

Breast tuberculosis is a rare presentation of extrapulmonary tuberculosis, even in endemic regions. Tuberculous mastitis (TM), generally affects women of childbearing age and is more common during lactation or the postpartum period. The difficulty in distinguishing the disease from breast carcinoma and pyogenic breast abscess leads to delays in diagnosis and treatment. Studies emphasize that in countries where tuberculosis is endemic, the presence of granulomas in fine needle aspiration cytology, even in the absence of acid-fast bacilli (AFB) and without waiting for culture results, warrants the initiation of empirical treatment for tuberculosis. In this study, we aim to present two cases referred to the chest diseases outpatient clinic with a history of breast hardness, pain, and purulent discharge fistulizing to the skin, and a pathology report indicating granulomatous inflammation. First case: A 35-year-old female patient had been experiencing symptoms for approximately two months. She had previously received nonspecific antibiotic treatment, but her symptoms had not improved. Steroid treatment had been initiated by the rheumatology clinic. At the time of presentation, ARB direct examination of samples taken from the wound site was negative, and no growth was detected in the tuberculosis culture in the following months. The patient had no additional systemic complaints other than fatigue, and her posteroanterior chest X-ray was normal. Laboratory findings included WBC: 14,000/mm³, erythrocyte sedimentation rate: 31 mm/h and CRP: 55 mg/L. The Quantiferon test (QFT) was positive. Second Case: A 30-year-old female patient had been experiencing symptoms for 6 months. Steroid and methotrexate treatments were initiated by the rheumatology clinic, but no response was observed. She had no pulmonary complaints. Laboratory tests revealed no abnormalities. ARB direct examination and tuberculosis culture of samples taken from the discharge were negative. QFT was positive. In both patients, who were diagnosed with TM and started on tuberculosis treatment based on the new case definition, the purulent discharge completely disappeared in the second and third months of treatment, respectively. Complete resolution was achieved at the end of the six-month treatment. In conclusion, tuberculosis of the breast should be considered at the beginning of the diagnostic process in young female patients with breast masses.

Key words: Tuberculosis, tuberculosis mastitis, granulomatous inflammation

GİRİŞ

Granülomatöz mastit (GM), nadir görülen inflamatuar bir meme hastalığıdır. İdiopatik veya sekonder nedenlere bağlı ortaya çıkar. Sekonder GM, tüberküloz, sarkoidoz, Wegener granülomatozu, yabancı cisim reaksiyonu ,Chron hastalığı ve mantar enfeksiyonlarına bağlı olarak gelişebilir (Korkut et al., 2015). Klinik ve radyolojik bulguları memenin malign lezyonlarını taklit eder. Bu nedenle histopatolojik inceleme gereklidir. Kesin tanısı histopatolojik incelemede memede granülom formasyonu oluşturan diğer etkenlerin dışlanması iledir (Going et al., 1987). Meme tüberkülozu, ekstrapulmoner tüberkülozun endemik bölgelerde dahi nadir görülen bir prezentasyonudur (Baharoon, 2008).

OLGU SUNUMU

Bu çalışmada, memede sertlik, ağrı ve cilde fistülüze pürülan akıntı yakınmaları olan iki olgu sunulmuştur. İlk olgu: Otuz beş yaşında kadın hasta, memede sertlik ve ağrı yakınması ile iki ay önce genel cerrahi polikliniğine başvurduğu, radyolojik görüntüleme sonrası ince iğne aspirasyon biyopsisi (İİAB) yapıldığı öğrenildi. Patoloji sonucu ise polimorf nüveli lökositler, lenfositler, histiyositler ve dev hücrelerden oluşan yangısal infiltrasyon dikkati çekmiş olup izlenen bulgular granülomatöz mastiti destekler olarak raporlanmıştı. Öyküde hastanın enfeksiyon hastalıkları ve romatoloji bölümü tarafından ayırıcı tanı açısından değerlendirildiği, nonspesifik antibiyotik tedavisi uygulandığı ve şikayetlerinin gerilemediği öğrenildi. Ayrıca hastaya romatoloji kliniği tarafından steroid tedavisi başlanmıştı. Hasta zamanla ağrılı, cilde fistülüze akıntı şikayetinin geliştiğini tanımladı. Başvuru sırasında yara yerinden alınan örneklerde asite dirençli basil (ARB) direkt bakısı negatif, tüberküloz kültüründe ise takip eden aylarda üreme saptanmadı. Halsizlik dışında ek şikâyeti olmayan hastanın posterioanterior akciğer grafisi normaldi. Laboratuvar bulgularında C-reaktif protein: 55 mg/L, eritrosit sedimantasyon hızı: 31 mm/saat, WBC: 14.000/mm³ saptandı. Quantiferon testi (QFT) pozitif bulundu. İkinci Olgu: Otuz yaşında kadın hasta, 6 ay önce memede sertlik nedeni ile genel cerrahi bölümüne başvurduğu, radyolojik görüntüleme sonrası İİAB yapıldığı ve patoloji sonucu granülomatöz mastit olarak raporlanması üzerine romatoloji bölümüne konsülte edildiği öğrenildi. Hastaya İdiopatik GM tanısı ile steroid tedavisi başlanmış, 3 aylık tedavi ile yanıt alınamaması üzerine biyopsi tekrarı yapılmış ancak aynı patoloji sonucu gelmesi üzerine romatoloji kliniği tarafından tedaviye metotreksat eklenmişti. İmmün supresif tedaviye yanıt alınamaması ve memede cilde açılan akıntılı apse formasyonu gelişmesi üzerine hasta göğüs hastalıkları polikliniğine yönlendirilmişti. Hastanın sorgulamada pulmoner yakınması yoktu. Laboratuvar incelemelerinde özellik bulunmadı. Akıntıdan alınan örneklerde ARB direkt bakısı ve tüberküloz kültürü negatifti. QFT pozitif idi. Her iki hastamıza klinik olarak tüberküloz mastit (TM) düşünülerek yeni olgu tanımı ile antitüberküloz tedavisi başlandı. 2 ay izoniazid (INH), rifampisin, pirazinamid ve etambutol ve devamında 4 ay süre ile INH ve Rifampisin olacak şekilde tedavileri 6 aya tamamlandı.Tedavinin sıra ile ikinci ve üçüncü aylarında pürülan akıntı tamamen kayboldu. Altı aylık tedavi sonunda tam rezolüsyon sağlandı.

TARTIŞMA

TM genellikle üreme çağındaki kadınları etkilerken laktasyon veya doğum sonrası dönemlerde daha sık görülür (Korkut et al., 2015). TM'de yaygın görülen klinik prezentasyon memede kitleler ve meme apsesidir. Ayrıca cilt ülseri, fistül, pürülan akıntı ve meme başı retraksiyonu da görülebilir. Klinik TM mastiti öngörebilir ancak spesifik değildir (Tewari & Shukla, 2005). Hastalığın, meme karsinomu ve piyojenik meme apsesi ile ayırıcı tanısının zorluğu tanı ve tedavide gecikmelere neden olmaktadır (Mehmood et al., 2009). Bu nedenle İİAB, tru-cut biyopsi, açık biyopsi ve histopatolojik inceleme önemli tanı araçlarıdır. İİAB en yaygın kullanılan başlangıç invaziv tanı yöntemidir. TM tanısı için altın standart, etiyolojik ajanın Ziehl-Neelsen boyaması veya kültürü kullanılarak saptanmasıdır; bununla birlikte, ARB testi nadiren pozitif sonuçlar verir. ARB için yapılan mikrobiyolojik testlerin pozitif saptanma oranları ve kültürde izolasyon oranları sırasıyla %26.6 ve %25.9

olarak bildirilmiştir (Korkut et al., 2015). Literatürde bildirilen veriler, tüberkülozun endemik olduğu ülkelerde İİAB'de granülom saptanması durumunda ARB negatif olsa bile ampirik antitüberküloz tedavinin düşünülmesi gerektiğini göstermektedir (Gon et al., 2013; Kakkar et al., 2000). Bu yaklaşım, tanıda gecikmeyi önlemeye ve hastaların daha hızlı iyileşmesine katkı sağlar.

Bu olgular, GM ayırıcı tanısında multidisipliner yaklaşımın önemini göstermektedir. İdiopatik GM tedavisinde kullanılan immünsüpresif ajanlar tüberkülozda kontrendike olması nedeni ile ayırıcı tanı dikkatle yapılmalıdır. Tüberkülozun endemik olduğu veya tüberküloz açısından öncelikli ülkelerde genç bayan hastaların meme kitlelerinde TM mutlaka akla gelmelidir. Sonuç olarak İdiopatik GM bir dışlama tanısıdır, klinik ve histopatolojik verilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu, hem yanlış tedaviyi önler hem de hasta prognozunu iyileştirir.

KAYNAKLAR

Baharoon, S. (2008). Breast tuberculosis. *Annals of Thoracic Medicine, 3*(3), 110–114. https://doi.org/10.4103/1817-1737.41918

Going, J. J., Anderson, T. J., Wilkinson, S., & Chetty, U. (1987). Granulomatous lobular mastitis. *Journal of Clinical Pathology, 40*(5), 535–540. https://doi.org/10.1136/jcp.40.5.535

Gon, S., Bhattacharyya, A., Majumdar, B., & Kundu, S. (2013). Tubercular mastitis – An enigmatic masquerade. *Turkish Journal of Pathology, 29*(1), 61–63. https://doi.org/10.5146/tjpath.2013.01150

Kakkar, S., Kapila, K., Singh, M. K., & Verma, K. (2000). Breast tuberculosis: A cyto-morphological study. *Acta Cytologica, 44*(3), 292–296. https://doi.org/10.1159/000328467

Korkut, E., Akçay, M. N., Karadeniz, E., Subaşı, İ. D., & Gürsan, N. (2015). Granülomatöz mastit: Bir üniversite hastanesinde on yıllık bir deneyim. *Avrasya Tıp Dergisi, 47*(3), 165–173. https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2015.118

Mehmood, N., Zeeshan, H. K., Khan, U. A., Nawaz, A., Malik, I. A., & Khan, M. I. (2009). Tuberculous mastitis: Presentation and outcome in our setup. *Annals of Pakistan Institute of Medical Sciences, 5*, 245–250.

Tewari, M., & Shukla, H. S. (2005). Breast tuberculosis: Diagnosis, clinical features, and management. *Indian Journal of Medical Research, 122*(2), 103–110.

SIÇANLARDA VİNKRİSTİN KAYNAKLI TESTİS TOKSİSİTESİNE KARŞI KUERSETİN'İN KORUYUCU ETKİLERİ: BİYOKİMYASAL VE MAKROSKOPİK BİR ÇALIŞMA

Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR[1]/ Doç. Dr., Nurhan AKARAS[2]
[1]Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi , Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE, fmkandemir@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8490-2479
[2]Aksaray Üniversitesi, Tıp Fakültesi , Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Aksaray, TÜRKİYE, nurhanakaras@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8457-9448

Özet
Bu çalışma, Vinkristin (VCR) kaynaklı testis toksisitesinde Kuersetin (QUE) (25-50 mg/kg)'nin koruyucu etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla otuzbeş adet erkek sıçanlar control, QUE, VCR, VCR+QUE25 ve VCR+QUE50 olmak üzere beş gruba ayrıldı. VCR 1-6 ve 9-14. günler arasında intraperitoneal olarak toplam 1,2 mg/kg dozunda, QUE (25-50 mg/kg) 1-6 ve 9-14. günler arasında oral yoldan uygulandı. Testis dokusunda oksidatif stres belirteçleri araştırmak için biyokimyasal yöntemler kullanıldı. VCR'nin intraperitoneal uygulaması malondialdehit (MDA) düzeyini arttırararak, glutatyon (GSH), katalaz (CAT), heme oxygenase 1 (HO-1), glutatyon peroksidaz (GPx), nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf-2), süperoksit dismutaz (SOD) parametrelerini azaltarak oksidatif strese neden olduğu tespit edildi. VCR'nin QUE (25-50 mg/kg) ile birlikte uygulanmasının MDA düzeyini azaltarak, GSH ile Nrf-2 düzeylerini ve SOD, HO-1, GPx, CAT aktivitelerini arttırarak testis dokusunda QUE'nin VCR kaynaklı gelişen oksidatif strese karşı etkili olduğu bulundu. QUE, VCR kaynaklı testis toksisitesinde hasarını azaltmada etkiliydi ve bir tedavi seçeneği olabilir.
Anahtar Kelimeler: Vinkristin, Kuersetin, Oksidatif stres, Testis, Sıçan

PROTECTIVE EFFECTS OF QUERCETIN AGAINST VINCRISTINE-INDUCED TESTES TOXICITY IN RATS: A BIOCHEMICAL AND MACROSCOPIC STUDY

Prof. Dr., Fatih Mehmet KANDEMİR[1]/ Assoc. Prof. Dr., Nurhan AKARAS[2]
[1]Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Aksaray University, Aksaray, TURKEY, fmkandemir@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8490-2479
[2]Department of Histology and Embryology, Faculty of Medicine, Aksaray University, Aksaray, TURKEY, nurhanakaras@aksaray.edu.tr, 0000-0002-8457-9448

Abstract
This study aims to determine the protective effects of quercetin (QUE) (25-50 mg/kg) in vincristine (VCR)-induced testis toxicity. For this purpose, thirty-five male rats were divided into five groups: control, QUE, VCR, VCR+QUE25, and VCR+QUE50. VCR was administered intraperitoneally at a total dose of 1.2 mg/kg on days 1–6 and 9–14, while QUE (25–50 mg/kg) was administered orally on days 1–6 and 9–14. Biochemical methods were used to investigate oxidative stress markers in testis tissue. Intraperitoneal administration of VCR was found to increase malondialdehyde (MDA) levels and reduce glutathione (GSH), catalase (CAT), heme oxygenase 1 (HO-1), glutathione peroxidase (GPx), and nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf-2), and superoxide dismutase (SOD) parameters, thereby causing oxidative stress. The combined administration of VCR and QUE (25–50 mg/kg) was found to be effective against VCR-induced oxidative stress in testis tissue by reducing MDA levels and increasing GSH and Nrf-2 levels, as well as SOD, HO-1, GPx, and CAT activities. QUE was effective in reducing damage caused by VCR-induced testis toxicity and may be a treatment option.
Keywords: Vincristine, Quercetin, Oxidative stress, Testis, Rat

1.INTRODUCTION

Vincristine (VCR), an alkaloid derived from the Vinca rosea plant, is used as a chemotherapeutic (Akinrinde et al., 2025). Although VCR is used in the treatment of cancer types such as lymphomas and leukemias by disrupting microtubule balance, it has side effects such as bone marrow depression (Herradon et al., 2021). These side effects depend on the duration of drug exposure and the drug's concentration (Khalil et al., 2016). Due to its high penetration capacity into healthy tissue, it accumulates in cells, causing cytotoxicity in healthy tissues (Shati et al., 2019). Complications occur in approximately 30-40% of patients treated with VCR, and symptoms such as constipation have been reported as early symptoms (Vera et al., 2017). Despite the widespread use of VCR, some of its metabolites trigger oxidative stress by increasing reactive oxygen species (ROS) (Ehimigbai et al., 2021). Mechanisms such as oxidative stress and immunological processes play a role in its pathophysiology (Drummond et al., 2024). Despite these harmful effects, this has led to the development of innovative concepts to prevent this drug from damaging healthy tissues (Azeez et al., 2023).

Flavonoids, known to have antioxidant properties, also have various biological effects such as anti-inflammatory effects (Huang et al., 2015). Quercetin (QUE), one of the most common flavonoids, is found in fruits and vegetables such as apples, potatoes, and onions (Jahan et al., 2015; Wang et al., 2020). Due to its antioxidant properties, it is primarily known for scavenging free radicals, reducing lipid peroxidation, and consequently protecting against oxidative stress, leading to cell survival (Maciel et al., 2016; Wang et al., 2020). It also protects against toxicity by reducing increased ROS production and preventing deoxyribose nucleic acid damage (Jahan et al., 2016; Darband et al., 2020).

This study was planned to elucidate the testis protective role of QUE through the evaluation of malondialdehyde (MDA), glutathione (GSH), catalase (CAT), heme oxygenase 1 (HO-1), glutathione peroxidase (GPx), nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf-2), superoxide dismutase (SOD) parameters in rats with VCR-induced testis toxicity.

2.MATERIAL and METHOD

2.1.Experimental Animals

10-12 week-old male *Sprague Dawley* rats, weighing 220-250 g, were used in the experiment. The rats were provided with water and standard laboratory chow ad libitum. The animals were housed at 24 ± 1 °C and 45 ± 5% humidity. Approval for the study was obtained from the Atatürk University Animal Experimentation Local Ethics Committee. Five groups were formed, each consisting of seven animals.

1-Control: Normal saline was injected intraperitoneally between days 1-6 and 9-14.

2-QUE: 50 mg/kg QUE was administered orally between days 1-6 and 9-14 (Yardim et al., 2020).

3-VCR: 0.1 mg/kg VCR (total dose 1.2 mg/kg) was injected intraperitoneally between days 1-6 and 9-14 (Khalilzadeh et al., 2018).

4-VCR+QUE25: Thirty minutes after oral administration of 25 mg/kg QUE on days 1-6 and 9-14, the animals were injected intraperitoneally with a total of 1.2 mg/kg VCR.

5-VCR+QUE50: Thirty minutes after oral administration of 50 mg/kg OUE on days 1-6 and 9-14, the animals were injected intraperitoneally with a total of 1.2 mg/kg VCR.

One day after the final administrations, the animals were decapitated under light sevoflurane anesthesia, and the testis tissues were removed. The tissues were used for biochemical analyses.

2.2.Analysis of Oxidative Stress Markers

Testis tissue homogenates were ground with liquid nitrogen to obtain a homogenate. These ground tissues were then diluted 1:10 with 1.15% KCl and homogenized in a homogenizer (Tissue Lyser II, Qiagen, The Netherlands). SOD activity was analyzed according to the methods of Sun et al., (1988), CAT activity according to Aebi, (1984), GPx activity according to Lawrence and Burk, (1976), GSH levels according to Sedlak and Lindsay, (1968), MDA levels according to Placer et al., (1966), and protein content according to Lowry et al., (1951).

2.3.ELISA Analysis

Nrf-2 and HO-1 parameters were determined using a kit purchased from Sunred Biological Technology (Shanghai, China) and performed according to the manufacturer's instructions.

2.4.Statistical Analyses

IBM SPSS (version 20.0; IBM Co) was used for statistical analysis of the data. One-way ANOVA and Tukey post-hoc tests were used to evaluate differences between experimental groups. Results are presented as mean ± standard deviation (SD). $p<0.05$ was considered statistically significant.

3.RESULTS

3.1.Effect of QUE on VCR-induced MDA levels

The results of MDA levels analyzed in testis tissue are presented in Figure 1. According to the results, MDA levels, a significant indicator of lipid peroxidation, were found to increase in VCR-induced testis tissue ($p<0.05$). QUE (25-50 mg/kg) treatment resulted in a dose-dependent decrease in MDA levels ($p<0.05$).

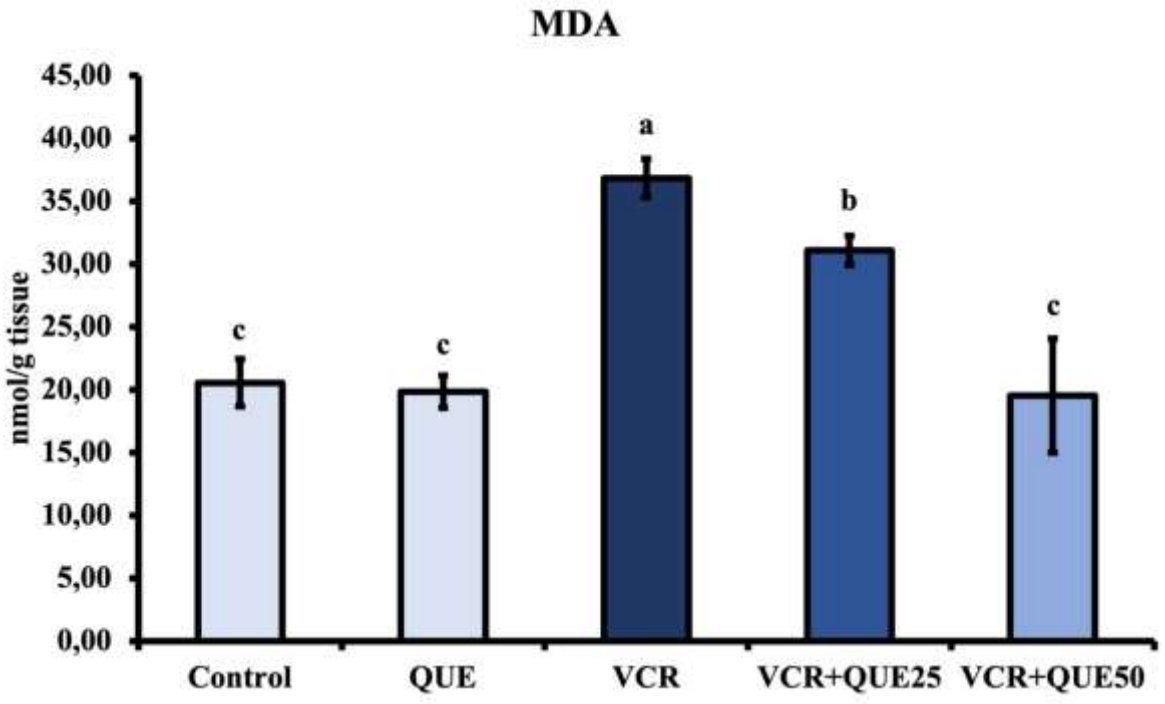


Figure 1: Effect of VCR and QUE administration on MDA levels in testis tissue. Values for each group are presented as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.2.Effect of QUE on VCR-induced GSH levels

The antioxidant GSH levels analyzed in testis tissue are presented in Figure 2. VCR caused a decrease in GSH stores in testis tissue ($p<0.05$). VCR+QUE25 and VCR+QUE50 treatments were found to increase GSH levels in a dose-dependent manner.

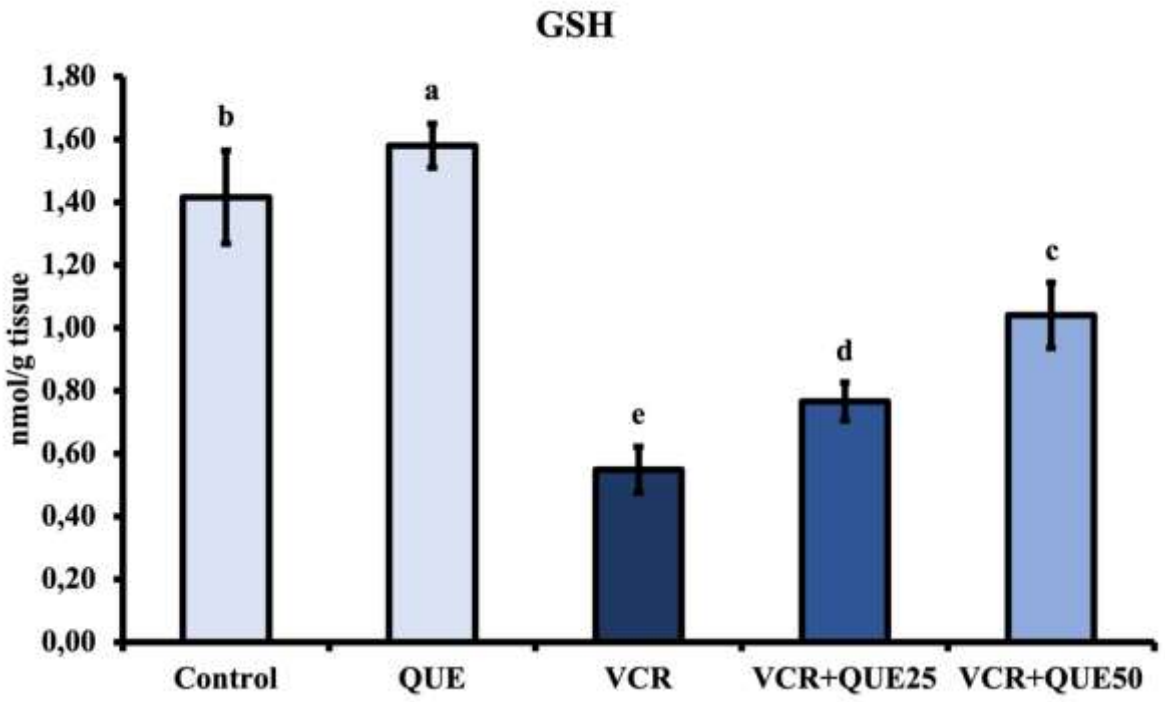


Figure 2: Effect of VCR and QUE administration on GSH levels in testis tissue. Values for each group are presented as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c-d-e) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.3.Effect of QUE on VCR-induced GPx activity

Another antioxidant mechanism is the activation of GPx. GPx was found to be significantly suppressed in the VCR group compared to the control and QUE groups ($p<0.05$). GPx activity was observed to increase after QUE administration ($p<0.05$) (Figure 3).

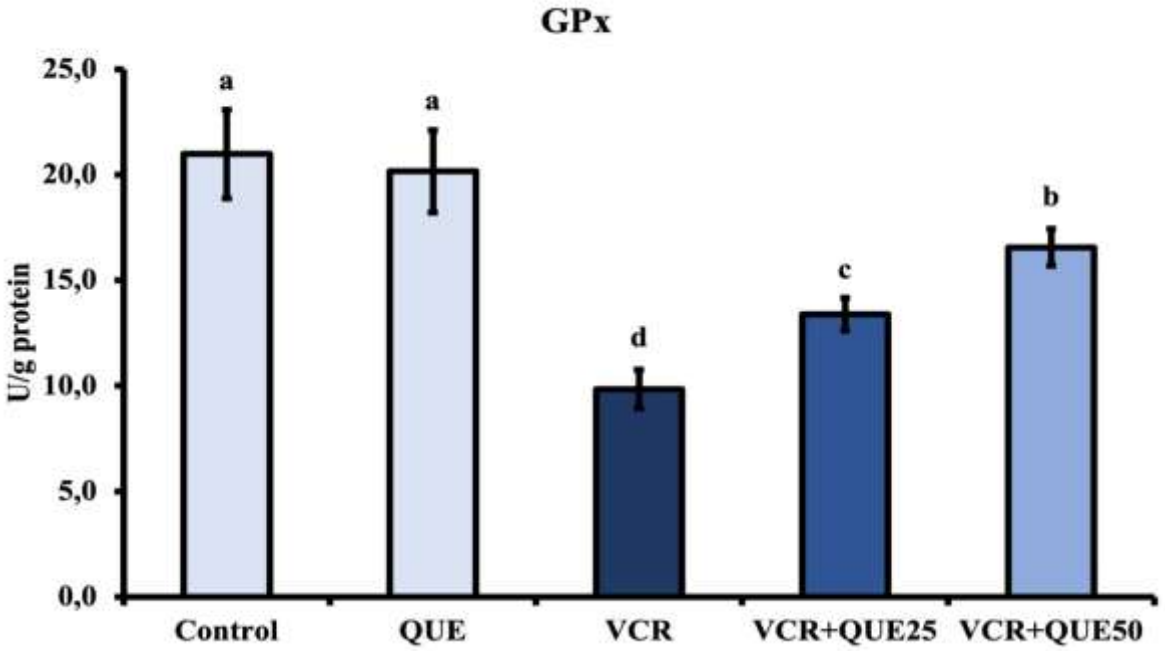


Figure 3: Effect of VCR and QUE administration on GPx activity in testis tissue. Values for each group are presented as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c-d) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.4.Effect of QUE on VCR-induced SOD activity

Another mechanism related to oxidative stress is SOD activity. A decrease in SOD activity was found in the VCR group compared to the control group ($p<0.05$). An increase in SOD activity was found in both doses of QUE (25-50 mg/kg) compared to the VCR group ($p<0.05$) (Figure 4).

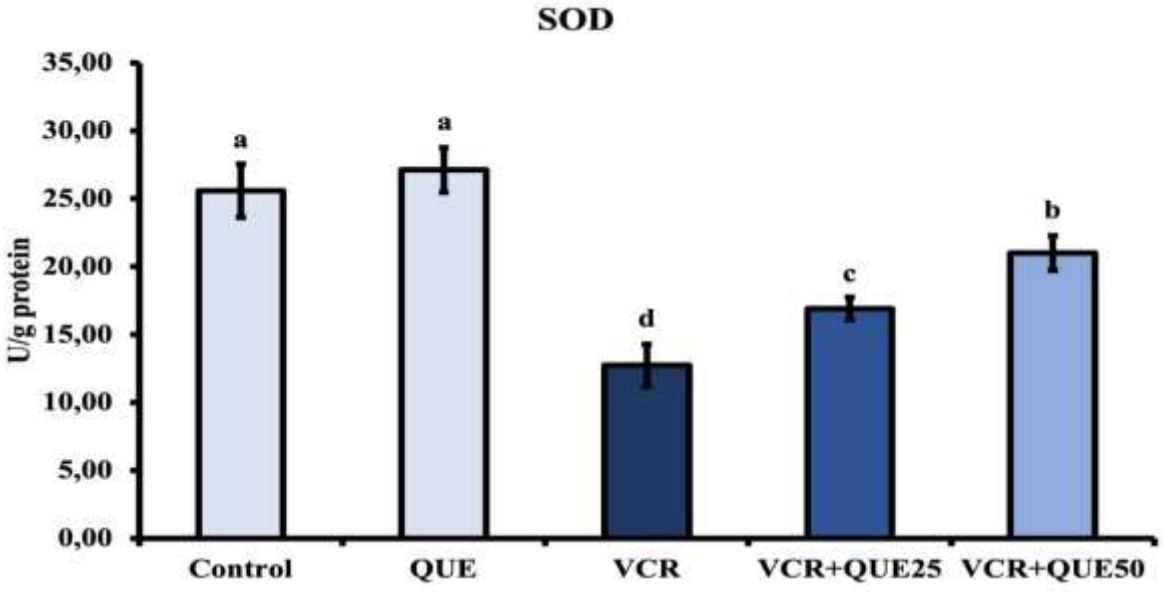


Figure 4: Effect of VCR and QUE administration on SOD activity in testis tissue. Values for each group are presented as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c-d) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.5.Effect of QUE on VCR-induced CAT activity

Decreased CAT activity causes oxidative stress. According to the results of this parameter related to oxidative stress, a decrease was detected in the VCR group compared to the control and QUE groups ($p<0.05$). CAT increased in the VCR+QUE25 and VCR+QUE50 groups compared to the VCR group ($p<0.05$) (Figure 5).

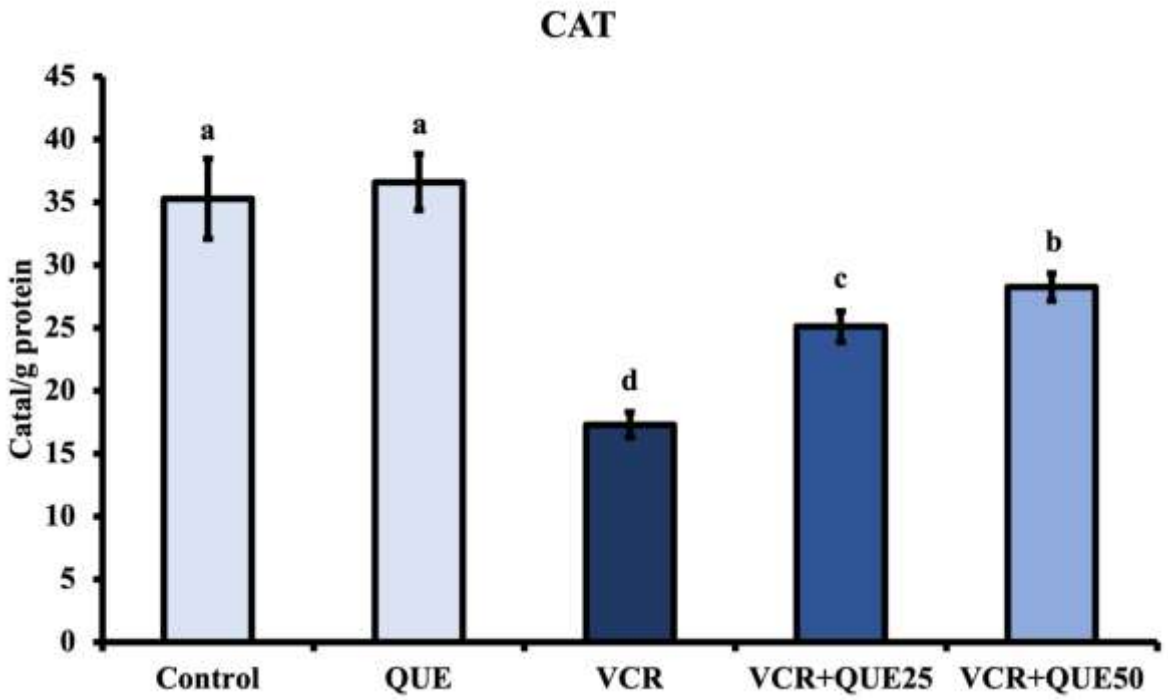


Figure 5: Effect of VCR and QUE administration on CAT activity in testis tissue. Values for each group are presented as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c-d) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.6.Effect of QUE on VCR-induced Nrf-2 levels

According to ELISA analysis results, a decrease in Nrf-2 levels was detected in the VCR group compared to the control and QUE groups ($p<0.05$). Nrf-2 levels were found to increase with QUE (25-50 mg/kg) administration ($p<0.05$) (Figure 6).

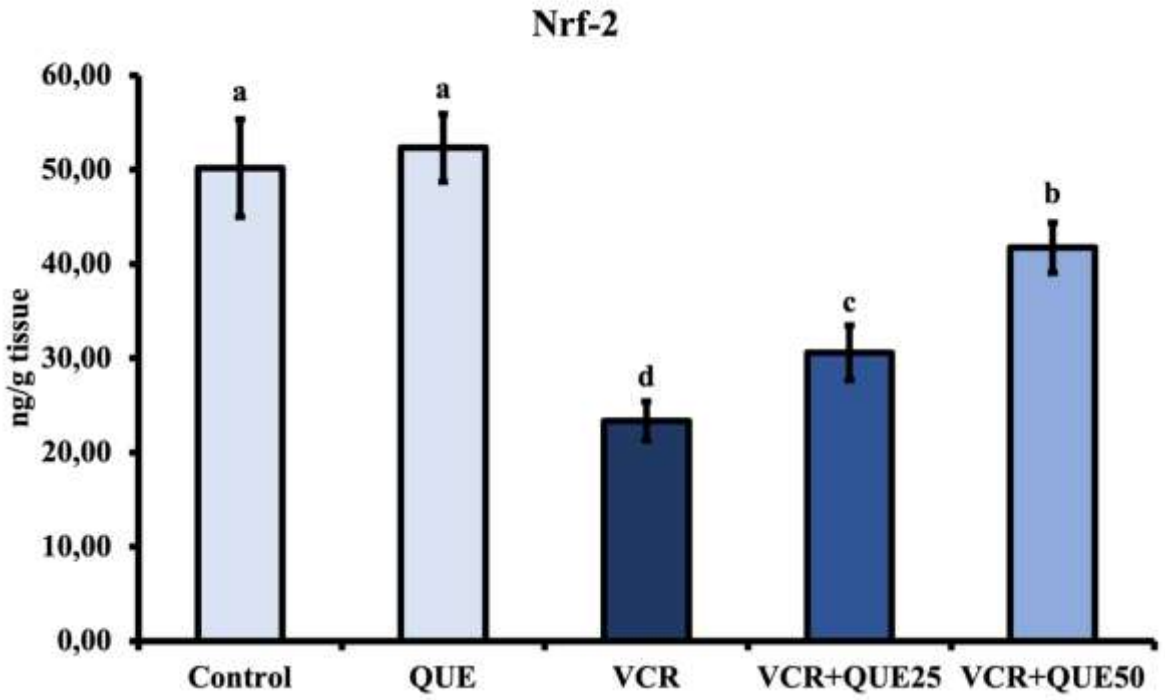


Figure 6: Effect of VCR and QUE treatment on Nrf-2 levels in testis tissue. Values for each group are presented as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c-d) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.7.Effect of QUE on VCR-induced HO-1 activity

HO-1 activity analyzed in testis tissue is presented in Figure 7. VCR caused a decrease in HO-1 activity in testis tissue ($p<0.05$). VCR+QUE25 and VCR+QUE50 treatments were found to increase HO-1 activity in a dose-dependent manner.

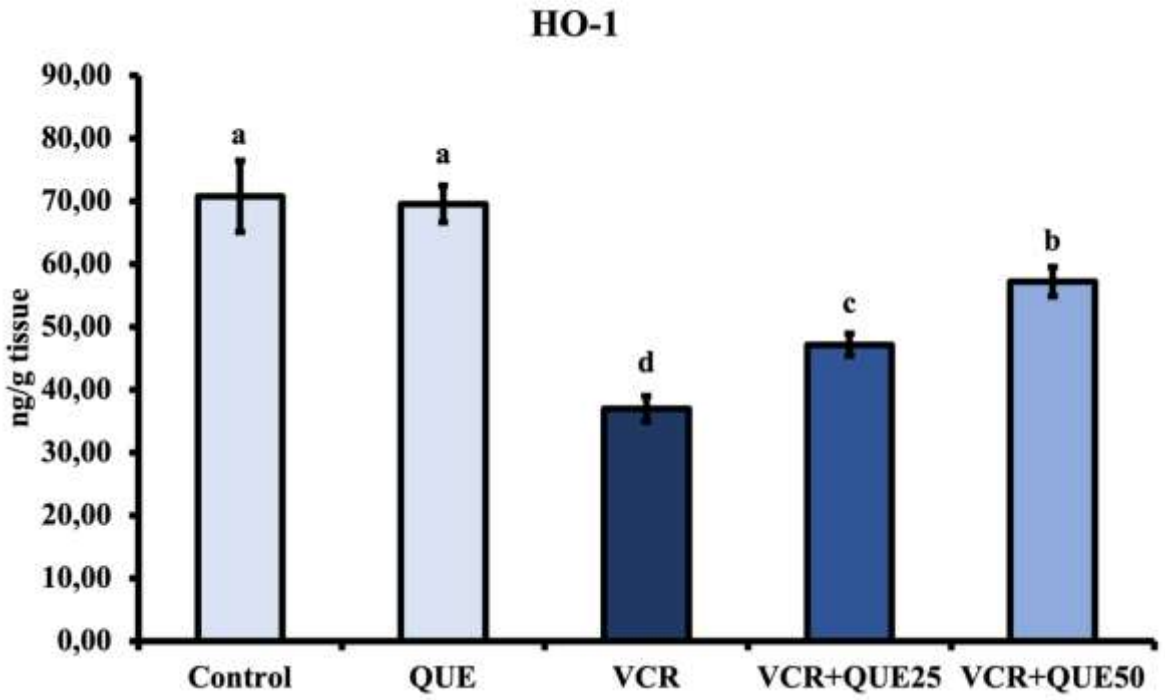


Figure 7: Effect of VCR and QUE administration on HO-1 activity in testis tissue. Values for each group are given as mean ± SD. Different letters in the columns (a-b-c-d) indicate differences between groups ($p<0.05$).

3.8. Macroscopic Findings

The testes of rats administered VCR were found to be larger than those in the control and QUE groups ($p<0.001$), with congestion in the testicular vessels and a resulting hyperemic appearance of the testes ($p<0.05$). Furthermore, QUE 25 and 50 doses administered concomitantly with VCR brought testicular size closer to that of the control group, and congestion and hyperemia were reduced compared to the VCR group ($p<0.05$).

4.DISCUSSION and CONCLUSION

VCR, used as a chemotherapeutic agent, is known to cause toxicity in various tissues. This toxicity is associated with the activation of damage pathways caused by oxidative stress. Therefore, this study investigated the effects of QUE on VCR-induced testis toxicity.

Oxidative stress, which occurs due to an imbalance between antioxidants and oxidants, is characterized by an increase in ROS levels and a decrease in antioxidant capacity (Samarghandian et al., 2017). The resulting oxidative stress causes protein, lipid, and deoxyribose nucleic acid degradation (Salyha et al., 2018; Mahmoud et al., 2021). It also leads to an increase in free oxygen radicals in mitochondria, lysosomes, and membranes (Samarghandian et al., 2017). As a result of these events, oxidative stress causes cell death through the activation of transcription factors and various signaling pathways (Heidari et al., 2018). MDA is the most important oxidation marker and peroxidative damage marker, with peroxidation of polyunsaturated fatty acids (Banc et al., 2022). GSH, which plays a role in the thiol-sulfide regulation of cells, also plays an important role in detoxification and oxidation-reduction reactions and is therefore a marker of redox imbalance (Jaiswal et al., 2016; Salyha et al., 2018). Antioxidant enzymes such as SOD and CAT, which scavenge free radicals and ROS, play an important role in reducing the toxic effects of metabolites (Jaiswal et al., 2016). SOD is involved in the breakdown of superoxide ions, CAT in the removal of hydrogen peroxide, and GPx in the scavenging of peroxides (Samarghandian et al., 2017). Nrf-2, which regulates antioxidant cell protection, is recruited to the

nucleus as a mediator of the redox system to participate in the antioxidant response when free radicals disrupt the balance resulting from oxidative stress (Wang and Mu, 2021; Wu et al., 2022). The current study found that VCR increased MDA, a lipid peroxidation product, and decreased SOD, HO-1, CAT, Nrf-2, GPx, and GSH parameters in testis tissue, leading to increased ROS levels. This increased ROS level led to oxidative stress. In the VCR+QUE treatment, QUE, due to its antioxidant properties, reduced oxidative stress by scavenging free radicals and reducing lipid peroxidation. Various studies have indicated that VCR causes tissue toxicity, and the most important cause of this toxicity is increased oxidative stress due to increased ROS levels (Muthuraman et al., 2011; Çomaklı et al., 2023). Studies have shown that OUE is a powerful antioxidant by suppressing ROS production and the resulting oxidative stress against various toxic agents and is effective in reducing damage in various tissues (Shi et al., 2024; Qahl et al., 2024).

The results of the study suggest that suppression of oxidative stress by QUE may be an effective strategy in the treatment of VCR-induced testis toxicity.

REFERENCES

Aebi, H. (1984). [13] Catalase in vitro. *Methods in Enzymology. 105,* 121-126.

Akinrinde, A. S., Eigbadon, E. O., Mustapha, O. A., & Adeoye, B. O. (2025). Taurine exerts protective effect against vincristine-induced peripheral and enteric neuropathy in rats: Behavioral, biochemical and histological evidences. *Comparative Clinical Pathology*, 1-16.

Azeez, O. I., Oyagbemi, A. A., & Ola-Davies, O. E. (2023). Gallic acid attenuates cardiovascular and hematological complications in vincristine treatment via hydroxyl radical scavenging and endogenous antioxidant stimulation in male Wistar rats. *European Journal of Medical and Health Sciences*, *5*(5), 129-137.

Banc, R., Popa, D. S., Cozma-Petruţ, A., Filip, L., Kiss, B., Fărcaş, A., Nagy, A., Miere, D., & Loghin, F. (2022). Protective effects of wine polyphenols on oxidative stress and hepatotoxicity induced by acrylamide in rats. *Antioxidants*, *11*(7), 1347.

Çomaklı, S., Özdemir, S., Küçükler, S., & Kandemir, F. M. (2023). Beneficial effects of quercetin on vincristine-induced liver injury in rats: Modulating the levels of Nrf2/HO-1, NF-kB/STAT3, and SIRT1/PGC-1α. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, *37*(5), e23326.

Darband, S. G., Sadighparvar, S., Yousefi, B., Kaviani, M., Ghaderi-Pakdel, F., Mihanfar, A., Rahimi, Y., Mobaraki, K., & Majidinia, M. (2020). Quercetin attenuated oxidative DNA damage through NRF2 signaling pathway in rats with DMH induced colon carcinogenesis. *Life Sciences*, *253*, 117584.

Drummond, I. S. A., de Oliveira, J. N. S., Niella, R. V., Silva, Á. J. C., de Oliveira, I. S., de Souza, S. S., Marques, C. S. C., Correa, J. M. X., Silva, J. F., & de Lavor, M. S. L. (2024). Evaluation of the Therapeutic Potential of Amantadine in a Vincristine-Induced Peripheral Neuropathy Model in Rats. *Animals*, *14*(13), 1941.

Ehimigbai, R. O. A., & Akpobaro, A. E. (2021). Effects of Zingiber officinale Aqueous Leaf Extract on Vincristine-Induced Kidney Damage in Adult Wistar Rats. *Nigerian Journal of Experimental and Clinical Biosciences*, *9*(4), 245-249.

Heidari, R., Jafari, F., Khodaei, F., Shirazi Yeganeh, B., & Niknahad, H. (2018). Mechanism of valproic acid-induced Fanconi syndrome involves mitochondrial dysfunction and oxidative stress in rat kidney. *Nephrology*, *23*(4), 351-361.

Herradón, E., González, C., González, A., Uranga, J. A., & López-Miranda, V. (2021). Cardiovascular toxicity induced by chronic vincristine treatment. *Frontiers in Pharmacology*, *12*, 692970.

Huang, R., Zhong, T., & Wu, H. (2015). Quercetin protects against lipopolysaccharide-induced acute lung injury in rats through suppression of inflammation and oxidative stress. *Archives of medical science: AMS*, *11*(2), 427.

Jahan, S., Iftikhar, N., Ullah, H., Rukh, G., & Hussain, I. (2015). Alleviative effect of quercetin on rat testis against arsenic: a histological and biochemical study. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, *61*(2), 89-95.

Jahan, S., Ain, Q. U., & Ullah, H. (2016). Therapeutic effects of quercetin against bisphenol A induced testicular damage in male Sprague Dawley rats. *Systems biology in reproductive medicine*, *62*(2), 114-124.

Jaiswal, S. K., Sharma, A., Gupta, V. K., Singh, R. K., & Sharma, B. (2016). Curcumin mediated attenuation of carbofuran induced oxidative stress in rat brain. *Biochemistry Research International*, *2016*(1), 7637931.

Khalil, H. A., Belal, T. S., El-Yazbi, A. F., & Hamdy, D. A. (2016). The effect of increased lipoproteins levels on the disposition of vincristine in rat. *Lipids in health and disease*, *15*(1), 152.

Khalilzadeh, M., Panahi, G., Rashidian, A., Hadian, M. R., Abdollahi, A., Afshari, K., Shakiba, S., Norouzi-Javidan, A., Rahimi, N., Momeny, M., & Dehpour, A. R. (2018). The protective effects of sumatriptan on vincristine-induced peripheral neuropathy in a rat model. *Neurotoxicology*, *67*, 279-286.

Lawrence, R.A., & Burk, R.F. (1976). Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications, 71*(4), 952-958.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., & Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry, 193*(1), 265-275.

Maciel, R. M., Carvalho, F. B., Olabiyi, A. A., Schmatz, R., Gutierres, J. M., Stefanello, N., Zanini, D., Rosa, M. M., Andrade, C. M., Rubin, M. A., Schetinger, M. R., Morsch, V. M., Danesi, C. C., & Lopes, S. T. (2016). Neuroprotective effects of quercetin on memory and anxiogenic-like behavior in diabetic rats: Role of ectonucleotidases and acetylcholinesterase activities. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *84*, 559-568.

Mahmoud, A. M., Abd El-Ghafar, O. A., Alzoghaibi, M. A., & Hassanein, E. H. (2021). Agomelatine prevents gentamicin nephrotoxicity by attenuating oxidative stress and TLR-4 signaling, and upregulating PPARγ and SIRT1. *Life Sciences*, *278*, 119600.

Muthuraman, A., Singh, N., & Jaggi, A. S. (2011). Protective effect of Acorus calamus L. in rat model of vincristine induced painful neuropathy: an evidence of anti-inflammatory and anti-oxidative activity. *Food and chemical toxicology*, *49*(10), 2557-2563.

Qahl, S., & Hamza, R. Z. (2024). Quercetin ameliorates hepatic structure and function, alleviate testicular damage and mitigate oxidative stress induced by monosodium glutamate in male rats. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, *55*(2), 585-597.

Placer, Z.A., Cushman, L.L., & Johnson, B.C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Analytical Biochemistry, 16*(2), 359-364.

Salyha, N., & Salyha, Y. (2018). Protective role of l-glutamic acid and l-cysteine in mitigation the chlorpyrifos-induced oxidative stress in rats. *Environmental toxicology and pharmacology*, *64*, 155-163.

Samarghandian, S., Azimi-Nezhad, M., Farkhondeh, T., & Samini, F. (2017). Anti-oxidative effects of curcumin on immobilization-induced oxidative stress in rat brain, liver and kidney. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *87*, 223-229.

Sedlak, J., & Lindsay, R.H. (1968). Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry, 25,* 192-205.

Shati, A. A. (2019). Sub-Chronic Administration of Vincristine Sulfate Induces Renal Damage and Apoptosis in Rats via Induction of Oxidative Stress and Activation of Raf1-MEK1/2-Erk1/2 Signal Transduction. *International Journal of Morphology*, *37*(1).

Shi, Y., Wang, K., Ling, H., Mao, J., Xu, B., Liu, Z., & Wang, J. (2024). Quercetin attenuates cadmium-induced hepatotoxicity by suppressing oxidative stress and apoptosis in rat. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *86*, 127554.

Sun, Y., Oberleyi L.W., & Li, Y. (1988). A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical Chemistry, 34*(3), 497-500.

Vera, G., López-Pérez, A. E., Uranga, J. A., Girón, R., Martín-Fontelles, M. I., & Abalo, R. (2017). Involvement of cannabinoid signaling in vincristine-induced gastrointestinal dysmotility in the rat. *Frontiers in Pharmacology*, *8*, 37.

Yardim, A., Kandemir, F. M., Ozdemir, S., Kucukler, S., Comakli, S., Gur, C., & Celik, H. (2020). Quercetin provides protection against the peripheral nerve damage caused by vincristine in rats by suppressing caspase 3, NF-κB, ATF-6 pathways and activating Nrf2, Akt pathways. *Neurotoxicology*, *81*, 137-146.

Wang, J., Zhu, H., Wang, K., Yang, Z., & Liu, Z. (2020). Protective effect of quercetin on rat testes against cadmium toxicity by alleviating oxidative stress and autophagy. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(20), 25278-25286.

Wang, R., & Mu, J. (2021). Arbutin attenuates ethanol-induced acute hepatic injury by the modulation of oxidative stress and Nrf-2/HO-1 signaling pathway. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, *35*(10), e22872.

Wu, C., Chen, R. L., Wang, Y., Wu, W. Y., & Li, G. (2022). Acacetin alleviates myocardial ischaemia/reperfusion injury by inhibiting oxidative stress and apoptosis via the Nrf-2/HO-1 pathway. *Pharmaceutical Biology*, *60*(1), 553-561.

EL DİJİTAL FORMÜLÜ, DİJİTAL BİYOBELİRTEÇ 2D:4D VE PALMARİS LONGUS KASI VARYASYONUNUN CİNSİYETE GÖRE İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Seda Sertel Meyvacı[1]/ Dr. Öğrencisi Beyza Çelik[2]/ Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur Buz Yaşar[3]/ Prof. Dr. Handan Ankaralı[4]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye, sedasertelmeyvaci@gmail.com, 0000-0002-9450-145X

[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye, beyzayilmazcelik1@gmail.com, 0000-0003-4401-8678

[3]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye, aysenurbuz@gmail.com, 0000-0003-1324-2810

[4]Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, handanankarali@gmail.com, 0000-0002-3613-0523

Özet

Giriş: Palmaris longus kası (PLM), önkolun en değişken kaslarından biridir ve prevalansı toplumlar arasında geniş farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, PLM agenezisinin cinsiyet ve el dijital formülü ile ilişkisini manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanarak incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Bu retrospektif çalışmada, 2020–2024 yılları arasında çekilmiş el MRG görüntüleri değerlendirildi. Toplam 264 birey (115 erkek, 149 kadın) analiz edildi. PLM varlığı veya yokluğu kaydedildi ve 2D:4D dijital oranı ölçüldü. Tanımlayıcı istatistikler (ortalama, SS, frekans, yüzde) hesaplandı. Gruplar independent samples t-testi ve Pearson ki-kare testi ile karşılaştırıldı, anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak kabul edildi. Analizler SPSS v29 programı ile yapıldı.

Bulgular: Katılımcıların yaş ortalaması 37,4 ± 14,65 yıl idi. PLM %83,7'sinde mevcut, %16,3'ünde yoktu. Yokluk erkeklerde %13,9, kadınlarda %18,1 oranında olup anlamlı cinsiyet farkı saptanmadı (p=0,359). Sağ tarafta yokluk %17,4, sol tarafta %15,0 idi (p=0,605). Parmak oranı 2D>4D olanlarda yokluk %16,1; 4D>2D olanlarda %16,5 bulundu (p=0,928). 2D:4D oranı ile PLM varlığı arasında anlamlı ilişki gözlenmedi.

Sonuç: PLM agenezisi nadir görülen bir anatomik varyasyondur. Çalışmamızda saptanan %16,3'lük yokluk oranı literatürde bildirilen prevalansın üst sınırındadır. Cinsiyet ve taraf açısından anlamlı fark bulunmaması, görüntüleme temelli çalışmalarla uyumludur. 2D:4D oranı ile ilişki saptanmamış olması, PLM agenezisinin prenatal hormon maruziyetinden bağımsız genetik veya gelişimsel mekanizmalarla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: anatomik varyasyon, agenezi, parmak oranı, manyetik rezonans görüntüleme, cinsiyet steroid hormonları

ASSOCIATION OF HAND DIGITAL FORMULA, DIGITAL BIOMARKER 2D:4D AND PALMARIS LONGUS MUSCLE VARIATION ACCORDING TO GENDER

Assoc. Prof. Seda Sertel Meyvaci[1], PhD Candidate Beyza Celik[2], Asst. Prof. Aysenur Buz Yasar[3], Prof. Handan Ankarali[4]

1Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turkiye, sedasertelmeyvaci@gmail.com, 0000-0002-9450-145X

2Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turkiye, beyzayilmazcelik1@gmail.com, 0000-0003-4401-8678

3Faculty of Medicine, Department of Radiology, Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turkiye, aysenurbuz@gmail.com, 0000-0003-1324-2810

4Faculty of Medicine, Department of Biostatistics and Medical Informatics, Medeniyet University, Istanbul, Turkiye, handanankarali@gmail.com, 0000-0002-3613-0523

Abstract

Introduction: The palmaris longus muscle (PLM) is one of the most variable forearm muscles, with prevalence showing wide differences across populations. This study aimed to investigate the relationship of PLM agenesis with sex and hand digital formula using magnetic resonance imaging (MRI).

Materials and Methods: This retrospective study evaluated hand MRI scans between 2020 and 2024. A total of 264 individuals (115 males, 149 females) were analyzed. PLM presence or absence was recorded, and the 2D:4D digit ratio was measured. Descriptive statistics (mean, SD, frequency, percentage) were calculated. Independent samples t-test and Pearson's chi-square test were applied, with significance set at $p \leq 0.05$. Analyses were conducted using SPSS v29.

Results: The mean age of participants was 37.4 ± 14.65 years. PLM was present in 83.7% and absent in 16.3% of cases. Absence was observed in 13.9% of males and 18.1% of females, with no significant sex difference (p=0.359). Right and left sided absence rates were 17.4% and 15.0%, respectively (p=0.605). PLM absence was 16.1% in individuals with 2D>4D and 16.5% in those with 4D>2D (p = 0.928). No significant association was found between PLM presence and the 2D:4D ratio.

Conclusion: PLM agenesis is an uncommon anatomical variation. The 16.3% absence rate in this study is at the upper range of reported prevalence. No significant differences were found between sexes or sides, consistent with imaging-based studies. The absence of an association with the 2D:4D ratio suggests that PLM agenesis may be influenced by genetic or developmental mechanisms independent of prenatal hormonal exposure.

Keywords: anatomical variation, agenesis, digit ratio, magnetic resonance imaging, sex steroids

EL DİJİTAL FORMÜLÜ, DİJİTAL BİYOBELİRTEÇ 2D:4D VE PALMARİS LONGUS KASI VARYASYONUNUN CİNSİYETE GÖRE İLİŞKİSİ

GİRİŞ

Palmaris longus kası (PLM), önkolun yüzeyel fleksörlerinden biridir ve insanda en fazla varyasyon gösteren kaslardan biri olarak kabul edilmektedir (Bernardes et al., 2016). Fonksiyonel önemi sınırlı olsa da tendonunun kolay elde edilebilirliği nedeniyle cerrahide sıklıkla greft olarak kullanılmaktadır (Angelini et al., 2012). PLM prevalansı toplumlar arasında değişmekte, genetik ve embriyolojik faktörlerden etkilenmektedir (Ioannis et al., 2015). El parmak oranı (2D:4D), prenatal dönemde maruz kalınan androjen/östrojen dengesini yansıtan, seksüel dimorfizm gösteren bir biyobelirteçtir (Manning & Fink, 2023). Erkeklerde genellikle daha düşük, kadınlarda daha yüksek oran görülmektedir. Bu biyobelirteç spor, psikiyatri ve çeşitli gelişimsel özelliklerle ilişkilendirilmiştir (Fusar-Poli et al., 2021). Bu çalışmada, PLM varlığı/yokluğu ile dijital biyobelirteç 2D:4D arasındaki olası ilişki MRG kullanılarak incelenmiştir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

PLM yokluğu popülasyonlara göre değişiklik göstermektedir (Sebastin et al., 2006; Kapoor et al., 2008; Fidan et al., 2021). Kadavra, klinik muayene ve görüntüleme yöntemleri arasında farklı oranlar rapor edilmiştir (Pękala et al., 2017). 2D:4D oranı gebeliğin erken dönemlerinde belirlenmektedir (Zheng & Cohn, 2011). Bazı çalışmalarda bu oranın prenatal hormon maruziyetini ve davranışsal özellikleri yansıttığı gösterilmiştir (Manning & Bundred, 2000; Paul et al., 2006). Araştırmamız, literatürde PLM agenezisi ile dijital oran arasında doğrudan ilişkiyi içeren çalışmalar sınırlı olduğundan bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

2020–2024 yılları arasında çekilmiş el MRG görüntüleri değerlendirildi. Dahil edilme kriterlerini sağlayan toplam 264 birey (115 erkek, 149 kadın) analiz edildi.

- **Dahil edilme kriterleri:** PLM'nin değerlendirilebildiği kaliteli MRG, el morfometrisini etkileyebilecek patoloji/cerrahi/travma öyküsü olmaması.
- **Dışlanma kriterleri:** Yetersiz görüntü kalitesi, patoloji, cerrahi öyküsü veya travma.

PLM varlığı veya yokluğu kaydedildi ve 2D:4D dijital oranı ölçüldü. Tanımlayıcı istatistikler (ortalama, SS, frekans, yüzde) hesaplandı. Gruplar independent samples t-testi ve Pearson ki-kare testi ile karşılaştırıldı, anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak kabul edildi. Analizler SPSS v29 programı ile yapıldı.

3. BULGULAR

Çalışmaya, yaş ortalaması 37,4 ± 14,65 yıl olan toplam 264 birey (115 erkek, %43,6 ve 149 kadın, %56,4) dahil edilmiştir. Katılımcıların 221'inde (%83,7) palmaris longus kası (PLM) mevcutken, 43'ünde (%16,3) PLM yokluğu saptanmıştır. Katılımcıların 149'unda (%56,4) ikinci parmak (2D), 115'inde (%43,6) dördüncü parmak (4D) daha uzun bulunmuştur. İncelenen taraflara bakıldığında, 144 kişide (%54,5) sağ, 120 kişide (%45,5) sol el değerlendirilmiştir. Erkeklerde PLM yokluğu 16 kişi (%13,9), kadınlarda ise 27 kişi (%18,1) olarak tespit edilmiş ve cinsiyet açısından fark anlamlı bulunmamıştır (p=0,359). Sağ tarafta PLM yokluğu %17,4, sol tarafta %15,0 olup taraflar arasında da fark saptanmamıştır (p=0,605). Parmak uzunluklarına göre değerlendirildiğinde, 2D>4D grubundaki 149 bireyin 24'ünde (%16,1) PLM yokluğu izlenirken, 4D>2D grubundaki 115 bireyin 19'unda (%16,5) PLM yokluğu görülmüştür; dijital oran ile PLM varlığı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p=0,928). Cinsiyetler arasında dijital oran karşılaştırıldığında ise erkeklerde uzun parmağın çoğunlukla 4. parmak (%67,0), kadınlarda ise 2. parmak (%74,5) olduğu belirlenmiş, bu bulgu kadınlarda 2D:4D oranının anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir (p<0,001).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

2D:4D oranı, prenatal dönemdeki seks steroid maruziyetini yansıtan kalıcı bir biyobelirteç olarak tanımlanmıştır (Manning & Fink, 2023). Embriyonik dönemde testosteron ve östrojen dengesinin falanks büyümesini etkilediği, bu nedenle oranın şekillendiği gösterilmiştir (Zheng & Cohn, 2011; Lutchmaya et al., 2004). Çeşitli genetik çalışmalar, oranın kalıtsal bileşeninin yüksek olduğunu, nöropeptid reseptör gen varyantlarıyla da ilişkili olabileceğini göstermiştir (Pearce et al., 2018). Ayrıca 2D:4D oranı, davranışsal ve psikolojik özelliklerle de ilişkilendirilmiştir (Paul et al., 2006; Hönekopp & Schuster, 2010). PLM prevalansı toplumlar arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Kapsamlı bir meta-analizde sağ elde %13, sol elde %9,8 oranında yokluk bildirilmiş, kadınlarda oranların erkeklere göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Pękala et al., 2017). Çin ve Güney Kore'de oranlar düşük bulunurken (Sebastin et al., 2006; Kyung et al., 2012), Hindistan, Güney Afrika ve Sırbistan'da daha yüksek oranlar rapor edilmiştir (Kapoor et al., 2008; Venter et al., 2014; Erić et al., 2010). Nijerya'da ise bilateral yokluk oranı özellikle dikkat çekmektedir (Oluyemi et al., 2008). Türkiye'de fizik muayene ile yapılan çalışmalarda oranlar %13–30 arasında değişmektedir. Ultrasonografi ile desteklenen çalışmalarda ise yokluk oranı daha düşük bulunmuştur (Fidan et al., 2021). Pediatrik ve erişkin popülasyonda yapılan diğer araştırmalar da farklı oranlar bildirmiştir (Cetin et al., 2013; Kose et al., 2009). Bu farklılıkların yöntemsel duyarlılık ve etnik çeşitlilikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle klinik testlerin yalancı negatif sonuçlar verebildiği, bu nedenle görüntüleme yöntemlerinin daha güvenilir olduğu vurgulanmıştır (Holzgrefe et al., 2019). Bizim çalışmamızda PLM yokluğu %16,3 oranında bulunmuş olup, görüntüleme temelli çalışmalarla uyumlu sonuçlar elde edilmiştir (Kikano et al., 2021; Fidan et al., 2021). Cinsiyet ve taraf açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu durum, literatürdeki diğer MRG çalışmalarını desteklemektedir. Sonuç olarak, PLM yokluğu nadir bir varyasyon olmakla birlikte, prevalans kullanılan yönteme ve popülasyona bağlı olarak değişmektedir.

KAYNAKLAR

1. Angelin, L. C. Jr., Angelini, F. B., De Oliveira, B. C., Soares, S. A., Angelini, L. C., & Cabral, R. H. (2012). Use of the tendon of the palmaris longus muscle in surgical procedures: Study on cadavers. *Acta Ortopedica Brasileira*, 20(4), 226–229. https://doi.org/10.1590/s1413-78522012000400007
2. Bernardes, A., Melo, C., & Pinheiro, S. (2016). A combined variation of Palmaris longus and Flexor digitorum superficialis: Case report and review of literature. *Morphologie*, 100(331), 245-249.
3. Cetin, A., Genc, M., Sevil, S., & Coban, Y. K. (2013). Prevalence of the palmaris longus muscle and its relationship with grip and pinch strength: A study in a Turkish pediatric population. *Hand*, 8(2), 215-220.
4. Erić, M., Krivokuća, D., Savović, S., Lekšan, I., & Vučinić, N. (2010). Prevalence of the palmaris longus through clinical evaluation. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 32(4), 357-361.
5. Fidan, N., Turk, A. C., Yetis, E. U. M., & Yucesoy, C. (2021). Determination of congenital absence of palmaris longus tendon with clinical examination and ultrasonography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 43(5), 741-748.
6. Fusar-Poli, L., Rodolico, A., Sturiale, S., Carotenuto, B., Natale, A., Arillotta, D., ... & Aguglia, E. (2021). Second-to-fourth digit ratio (2D:4D) in psychiatric disorders: A systematic review of case-control studies. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, 19(1), 26.
7. Holzgrefe, R. E., Anastasio, A. T., Farley, K. X., Daly, C. A., Mason, A. R., & Gottschalk, M. B. (2019). Detection of the palmaris longus tendon: Physical examination versus sonography. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, 44(8), 800-804.
8. Hönekopp, J., & Schuster, M. (2010). A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationships but neither hand out-predicts the other. *Personality and Individual Differences*, 48(1), 4-10.

9. Ioannis, D., Anastasios, K., Konstantinos, N., Lazaros, K., & Georgios, N. (2015). Palmaris longus muscle's prevalence in different nations and interesting anatomical variations: Review of the literature. *Journal of Clinical Medicine Research*, 7(11), 825.
10. Kikano, R., Charbel, C., Assi, C., & Yammine, K. (2021). Prevalence, variants, and morphometrics of Palmaris Longus tendon: A magnetic resonance imaging study. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 43(5), 749-753.
11. Kapoor, S. K., Tiwari, A., Kumar, A., Bhatia, R., Tantuway, V., & Kapoor, S. (2008). Clinical relevance of palmaris longus agenesis: Common anatomical aberration. *Anatomical Science International*, 83(1), 45-48.
12. Kose, O., Adanir, O., Cirpar, M., Kurklu, M., & Komurcu, M. (2009). The prevalence of absence of the palmaris longus: A study in Turkish population. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 129(5), 609-611.
13. Kyung, D. S., Lee, J. H., Choi, I. J., & Kim, D. K. (2012). Different frequency of the absence of the palmaris longus according to assessment methods in a Korean population. *Anatomy & Cell Biology*, 45(1), 53.
14. Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, 77(1-2), 23-28.
15. Manning, J. T., & Bundred, P. E. (2000). The ratio of 2nd to 4th digit length: A new predictor of disease predisposition?. *Medical Hypotheses*, 54(5), 855-857.
16. Manning, J. T., & Fink, B. (2023). Digit ratio (2D:4D) and its relationship to foetal and maternal sex steroids: A mini-review. *Early Human Development*, 183, 105799.
17. Oluyemi, K. A., Adesanya, O. A., Odion, B. I., & Ukwenya, V. O. (2008). Incidence of palmaris longus muscle absence in Nigerian population. *International Journal of Morphology*, 26(2), 305-308.
18. Paul, S. N., Kato, B. S., Hunkin, J. L., Vivekanandan, S., & Spector, T. D. (2006). The big finger: The second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women. *British Journal of Sports Medicine*, 40(12), 981-983.
19. Pękala, P. A., Henry, B. M., Pękala, J. R., Skinningsrud, B., Walocha, J. A., Bonczar, M., & Tomaszewski, K. A. (2017). Congenital absence of the palmaris longus muscle: A meta-analysis comparing cadaveric and functional studies. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 70(12), 1715-1724.
20. Sebastin, S. J., Lim, A. Y., & Wong, H. (2006). Clinical assessment of absence of the palmaris longus and its association with other anatomical anomalies: A Chinese population study. *Annals Academy of Medicine Singapore*, 35(4), 249.
21. Venter, G., Van Schoor, A. N., & Bosman, M. C. (2014). Degenerative trends of the palmaris longus muscle in a South African population. *Clinical Anatomy*, 27(2), 222-226.
22. Zheng, Z., & Cohn, M. J. (2011). Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(39), 16289-16294.

BİYOLOJİK PROFİL TAHMİNİ İÇİN PELVİS BOYUTLARI İLE ALT EKSTREMİTE KEMİK UZUNLUK DEĞERLERİNİN MODELLENMESİ

Doç. Dr. Seda Sertel Meyvacı[1]/ Prof. Dr. Handan Ankaralı[2] / Dr. İlhan Çelik[3] / Dr. Öğrencisi Beyza Çelik[4]
[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye, sedasertelmeyvaci@gmail.com, 0000-0002-9450-145X
[2]Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, handanankarali@gmail.com, 0000-0002-3613-0523
[3]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye, drilhanc@gmail.com , 0000-0003-3709-2511
[4]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye, beyzayilmazcelik1@gmail.com, 0000-0003-4401-8678

Özet

Amaç: Bu çalışmada, ortoröntgenografi görüntülerinden elde edilen pelvik ve alt ekstremite kemik ölçümleri arasındaki ilişkinin biyolojik profil analizine katkısı incelenmiş ve tahmin modelleri geliştirilmiştir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya, 18 yaş ve üzeri 200 Türk yetişkinine (100 kadın, 100 erkek) ait ortoroentgenografik görüntüler dahil edilmiştir. Pelvisten 10, alt ekstremiteden 6 morfometrik ölçüm yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Cinsiyetler arası farklılıklar bağımsız örneklem t-testi ile, sağ ve sol taraf ölçümleri arasındaki farklar eşleştirilmiş örneklem t-testi ile değerlendirilmiştir. Değişkenler arası ilişkiler Pearson korelasyonu; taraf uyumu intraclass korelasyon katsayısı (ICC) ile incelenmiştir. Pelvik ve alt ekstremite ölçümleri arasındaki ilişkiler kanonik korelasyon ve çoklu doğrusal regresyon analizleri ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edilmiştir.

Bulgular: Pelvis ve alt ekstremite ölçümleri kadınlarda 0,64 ($p<0,001$), erkeklerde 0,524 ($p=0,022$) düzeyinde anlamlı ilişki göstermiştir. Kadınlarda pelvis ölçümlerinde en fazla katkıyı MCh, P10 ve P6 sağlarken; alt ekstremite ölçümlerinde TH, FEH ve FH sağlamıştır. Kadınlarda pelvisten alt ekstremite tahmininde P10 ve MCh en güçlü belirleyiciler, P8 en zayıf değişken olmuştur. Alt ekstremiteden pelvis tahmininde en güçlü değişken TH, en zayıf ise FH'dir. Erkeklerde pelvis ölçümlerinde en fazla katkıyı P10, MChv ve P6; alt ekstremite ölçümlerinde FEH, TH ve FH sağlamıştır. Erkeklerde pelvisten alt ekstremite tahmininde en güçlü değişkenler P10, MChv, P6 ve P5; en zayıf değişken P9'dur. Alt ekstremiteden pelvis tahmininde en güçlü değişken FEH, en zayıf ise FH'dir. Çoklu doğrusal regresyon modellerine göre kadınlarda FEH; MCh ve P9'dan tahmin edilmiş, TH ve FH; MCh ve P8'den tahmin edilebilmiştir. Erkeklerde ise yalnızca FEH; P7 ve P8'den tahmin edilmiştir.

Sonuç: Türk popülasyonunda pelvik ve alt ekstremite ölçümleri arasında güçlü ilişkiler bulunmuştur. Bu bulgular, eksik iskelet kalıntılarından boy uzunluğu tahmininde kullanılabilir ve adli antropoloji ile klinik uygulamalara önemli katkılar sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Cinsiyet, boy tahmini, boy uzunluğu, kimliklendirme, adli antropoloji, Türk popülasyonu

MODELLING PELVIC DIMENSIONS AND LOWER EXTREMITY BONE LENGTH VALUES TO ESTIMATE BIOLOGICAL PROFILES

Assoc. Prof. Seda Sertel Meyvaci[1] / Prof. Handan Ankarali[2] / Dr. Ilhan Celik[3] / PhD Candidate Beyza Celik[4]

[1]Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turkiye, sedasertelmeyvaci@gmail.com , 0000-0002-9450-145X

[2]Department of Biostatistics and Medical Informatics, Faculty of Medicine, Medeniyet University, Istanbul, Turkiye, handanankarali@gmail.com , 0000-0002-3613-0523

[3]Department of Orthopaedics and Traumatology, Faculty of Medicine, Alanya Alaaddin Keykubat University, Antalya, Turkiye, drilhanc@gmail.com , 0000-0003-3709-2511

[4]Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turkiye, beyzayilmazcelik1@gmail.com , 0000-0003-4401-8678

Abstract

Objective: This study examined the relationship between pelvic and lower extremity bone measurements from orthoroentgenographic images and developed predictive models to aid biological profile estimation.

Materials and Methods: Orthoroentgenographic images of 200 Turkish adults (100 females, 100 males) aged ≥18 years were analyzed. Ten morphometric measurements were taken from the pelvis and six from the lower extremity. Descriptive statistics were expressed as mean ± standard deviation. Sex and side differences were tested with independent- and paired-samples t-tests. Relationships were assessed using Pearson correlation and intraclass correlation coefficient (ICC). Canonical correlation and multiple linear regression evaluated multivariate associations. Significance level of $p < 0.05$ was considered in the statistical analyses.

Results: Significant sex differences were observed in most variables, except P5, P6, P7, and P9. The strongest correlation with pelvic measurements was found for TH, while FH showed the weakest. In females, the main pelvic contributors were MCh, P10, and P6, while TH, FEH, and FH were the leading lower extremity contributors. Pelvic predictors of lower extremity included P10 and MCh, with P8 as the weakest. Conversely, TH was the strongest and FH the weakest predictor of pelvic dimensions. In males, the main pelvic contributors were P10, MChv, and P6, while FEH, TH, and FH were the leading lower extremity contributors. Pelvic predictors of lower extremity included P10, MChv, P6, and P5, while P9 was the weakest. Conversely, FEH was the strongest and FH the weakest predictor of pelvic dimensions. Regression models showed that in females, FEH was predicted from MCh and P9, while TH and FH were predicted from MCh and P8. In males, only FEH was estimated from P7 and P8.

Conclusion: Pelvic and lower extremity measurements show strong, sex-specific associations in the Turkish population. Pelvic dimensions provide reliable indicators for reconstructing lower extremity lengths and stature from incomplete remains, supporting forensic and clinical applications.

Keywords: Sex, stature estimation, pelvis, lower extremity, forensic anthropology, Turkish population

BİYOLOJİK PROFİL TAHMİNİ İÇİN PELVİS BOYUTLARI İLE ALT EKSTREMİTE KEMİK UZUNLUK DEĞERLERİNİN MODELLENMESİ

GİRİŞ

Biyolojik profilin temel bileşenleri yaş, cinsiyet, etnik köken ve boy uzunluğudur (Srivastava et al., 2012). Boy ile antropometrik parametreler arasındaki ilişki, parçalı iskeletlerden boy tahmini için önemlidir (Mulu & Sisay, 2021). Boy uzunluğu anatomik veya matematiksel yöntemlerle hesaplanır; kemiklerin tam bulunmadığı durumlarda regresyon denklemleri kullanılır (Koç, 2024; Raxter et al., 2006). Uzun kemikler eksik olduğunda farklı kemiklerden tahmin yapılabilir (Ahmed, 2013). Bu amaçla kranyum, klavikula, vertebra ve pelvis gibi kemiklere dayalı popülasyona özgü formüller geliştirilmiştir (Albanese et al., 2016; Giroux et al., 2008; Pelin et al., 2005; Prakash et al., 2024; Torimitsu et al., 2016; Zhang et al., 2021). Femur ve tibia ise boy tahmininde en doğru sonuçları vermektedir (Imai et al., 2020; Kyllonen et al., 2017). Bu çalışmada alt ekstremite kemik ölçümleri ile pelvis kemik ölçümleri arasındaki ilişkiyi formüle ederek boy tahmini süreci başta olmak üzere vücut boyutları ile ilgilenen klinisyenlere faydalı olunması amaçlanmıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Literatürde uzun kemikler ile pelvik boyutların boy uzunluğu tahmininde kullanıldığı, cinsiyet ve etnik farklılıklara göre denklemler geliştirildiği bildirilmiştir (Giroux et al., 2008). Ancak çoğu çalışma tek bir kemik ya da sınırlı bölgelere odaklanmıştır. Alt ekstremite bileşenleri arasındaki iç ilişkileri inceleyen araştırmalar az sayıdadır (Nor et al., 2013). Bu nedenle pelvis ve alt ekstremite ölçümlerinin birlikte değerlendirilmesi hem adli antropoloji hem de klinik uygulamalar için değerli bilgiler sağlayabilir.

2. YÖNTEM

Çalışmaya 18 yaş üzeri 200 bireye (100 kadın, 100 erkek) ait ortoröntgenografi görüntüleri dahil edilmiştir. Ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma (SS) ile hesaplanmıştır. Ölçümlerin normal dağılıma uyumu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Yaş ve ölçümler bakımından cinsiyetler arasındaki farklılıklar Independent Samples T-Test kullanılarak incelenmiştir. Sağ ve sol taraftan yapılan ölçümler arasındaki farklar Paired Samples T-Test, taraflar arasındaki korelasyonlar Pearson korelasyon analizi, sağ ve sol uyumları ise Intraclass Correlation Coefficient (ICC) ile analiz edilmiştir. Kadın ve erkeklerde pelvis ölçümlerinin kendi içindeki, alt ekstremite ölçümlerinin kendi içindeki ve iki grup arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile test edilmiştir. Pelvis ve alt ekstremite ölçümleri arasındaki çok değişkenli ilişkiler Canonical Correlation analizi ile incelenmiş, ayrıca pelvis ölçümlerinden alt ekstremite ölçümlerini tahmin etmeye yönelik multivariate multiple linear regresyon modelleri oluşturulmuştur. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edilmiş, hesaplamalar SPSS v23 ve R v4.3.2 yazılımlarında (“haven” ve “car” kütüphaneleri) yapılmıştır.

Pelvis ölçüm parametreleri: Sağ coxa yükseklik (P1), Sol coxa yükseklik (P2), Maksimum sağ coxa dikey yükseklik (P3), Maksimum sol coxa dikey yükseklik (P4), Sağ ve sol spina iliaca anterior superior arası mesafe (P5), Crista iliaca’ların en lateral noktaları arası mesafe (P6), Crista iliaca posterior en yüksek noktalar arası mesafe (P7), Sağ ve sol tuber ischiadicum arası mesafe (P8), Sakroiliak eklemler arası en uzak mesafe (P9), Linea teminalis arası en geniş mesafe (P10), Sağ ve sol coxa yükseklik ortalaması (MCh), Sağ ve sol coxa maximum dikey yükseklik ortalaması (MChv)

Alt ekstremite ölçüm parametreleri: Sağ femur maksimum uzunluk (DFEH), Sol femur maksimum uzunluk (SFEH), Sağ tibia maksimum uzunluk (DTH), Sol tibia maksimum uzunluk (STH), Sağ fibula maksimum uzunluk (DFH), Sol fibula maksimum uzunluk (SFH), Sağ ve sol femur max. ortalama uzunluk (FEH), Sağ ve sol tibia max. ortalama uzunluk (TH), Sağ ve sol fibula max. ortalama uzunluk (FH)

3. BULGULAR

Kadın ve erkekler arasında pelvis ve alt ekstremite ölçümlerinde istatistiksel fark bulunmuştur ($p<0,05$), ancak sağ-sol taraf ölçümleri arasında fark yoktur (ICC>0,80). Canonical korelasyon kadınlarda 0,64 ($p<0,001$), erkeklerde 0,524 ($p=0,022$) olup ilişki kadınlarda daha güçlüdür. Kadınlarda pelvis ölçümlerinden alt ekstremiteyi tahminde en güçlü değişkenler P10 ve MCh; erkeklerde P10, MChv, P6 ve P5'tir. Alt ekstremiteden pelvis tahmininde her iki cinsiyette de en güçlü değişken FEH, en zayıf değişken FH bulunmuştur. Regresyon modellerinde kadınlarda FEH; MCh ve P9'dan, TH ve FH; MCh ve P8'den tahmin edilmiştir. Erkeklerde yalnızca FEH; P7 ve P8'den tahmin edilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, pelvis ve alt ekstremite ölçümleri arasında güçlü ilişkiler bulunmuş ve bu ilişkilerin biyolojik profil tahmininde kullanılabileceği gösterilmiştir. Özellikle kadınlarda korelasyon katsayılarının daha yüksek çıkması, pelvis ölçümlerinin kadın biyolojik profil tahmininde daha güvenilir olduğunu göstermektedir (Giroux et al., 2008). Erkeklerde ise femur ve tibia uzunlukları en güçlü belirleyiciler olmuş, bu durum literatürde femur ve tibianın boy uzunluğu tahmininde en doğru sonuçları verdiğini gösteren çalışmalarla paralellik taşımaktadır (Zhang et al., 2021; Imai et al., 2020). Çalışmanın dikkat çekici bir sonucu, pelvis ölçümlerinin alt ekstremite ölçümlerini tahmin etmede kullanılabilmesidir. Kadınlarda P10 ve MCh en güçlü belirleyiciler iken, erkeklerde P10, MChv, P6 ve P5 öne çıkmıştır. Buna karşılık, alt ekstremiteden pelvis tahmininde FEH en güçlü, FH ise en zayıf değişken olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, eksik veya parçalı iskeletlerden elde edilecek verilerin, biyolojik profil oluşturma sürecinde alternatif yöntemlerle kullanılabileceğini göstermektedir (Özaslan et al., 2003). Türk popülasyonuna özgü modeller geliştirilmesi, boy tahmininde evrensel formüllerden ziyade popülasyon temelli yaklaşımların daha güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde farklı etnik gruplara yönelik çeşitli regresyon modelleri önerilmiş, ancak her popülasyon için bu modellerin doğruluğu değişiklik göstermiştir (Duyar & Pelin, 2003). Bu nedenle, çalışmamızın sonuçları hem adli antropoloji alanında hem de klinik uygulamalarda Türk toplumuna özgü bir veri seti sunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ahmed AA. Estimation of stature from the upper limb measurements of Sudanese adults. *Forensic Sci Int.* 2013 May 10;228(1-3):178.e1-7.
2. Albanese, J., Tuck, A., Gomes, J., & Cardoso, H. F. (2016). An alternative approach for estimating stature from long bones that is not population-or group-specific. *Forensic Science International*, 259, 59-68.
3. Duyar, I., & Pelin, C. (2003). Body height estimation based on tibia length in different stature groups. *American Journal of Physical Anthropology*, 122(1), 23-27.
4. Giroux, C. L., & Wescott, D. J. (2008). Stature estimation based on dimensions of the bony pelvis and proximal femur. *Journal of Forensic Sciences*, 53(1), 65-68.
5. Imai, N., Funayama, K., Suzuki, H., Tsuchiya, K., Nozaki, A., Minato, I., ... & Endo, N. (2020). Stature estimation formulae based on bony pelvic dimensions and femoral length. *Homo*, 71(2), 111-119.
6. Koç, Y. Y. V. Ö. F. (2024). Adli Antropoloji Çalışmalarında Yeni Yaklaşımlar. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences (Joshas)*, 7(39), 846-856.
7. Kyllonen, K. M., Simmons-Ehrhardt, T., & Monson, K. L. (2017). Stature estimation using measurements of the cranium for populations in the United States. *Forensic Science International*, 281, 184-e1.
8. Mulu, A., & Sisay, B. (2021). Estimation of Stature from Arm Span, Arm Length and Tibial Length among Adolescents of Aged 15-18 in Addis Ababa, Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 31(5).
9. Nor, F. M., Abdullah, N., Mustapa, A. M., Qi Wen, L., Faisal, N. A., & Ahmad Nazari, D. A. (2013). Estimation of stability by using lower limb dimensions in the Malaysian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(8), 947–952.
10. Özaslan, A., Iscan, M. Y., Ozaslan, I., Tugcu, H., & Koc, S. (2003). Estimation of stature from body parts. *Forensic Science International*, 132(1), 40-45.
11. Pelin, C., Duyar, I., Kayahan, E. M., Zagyapan, R., Ağildere, A. M., & Erar, A. (2005). Body height estimation based on dimensions of sacral and coccygeal vertebrae. *Journal of Forensic Sciences*, 50(2).
12. Prakash, D., Rao, B., Rajamani, M. N., Raguram, R., & Priyatharsini, K. (2024). Prospective Study on Estimation of Stature of Adult from Length of Clavicle in a Tertiary Care Hospital in Tamilnadu. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 18(1).
13. Raxter, M. H., Auerbach, B. M., & Ruff, C. B. (2006). Revision of the Fully technique for estimating statures. *American Journal of Physical Anthropology*, 130(3), 374-384.
14. Srivastava, R., Saini, V., Rai, R. K., Pandey, S., & Tripathi, S. K. (2012). A Study of Sexual Dimorphism in the Femur Among North Indians. *Journal of Forensic Sciences*, 57(1), 19–23.
15. Torimitsu, S., Makino, Y., Saitoh, H., Sakuma, A., Ishii, N., Yajima, D., ... & Iwase, H. (2016). Stature estimation from skull measurements using multidetector computed tomographic images: a Japanese forensic sample. *Legal Medicine*, 18, 75-80.
16. Zhang, K., Zhan, M. J., Cui, J. H., Luo, Y. Z., Qiu, L. R., Deng, L. P., Li, Z. L., Chen, X. G., & Deng, Z. H. (2021). Estimation of stature from radiographically determined lower limb bone length in modern Chinese. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 79, 101779.

TOPLUM TEMELLİ SAĞLIK HİZMETLERİNDE EBELİK: DEZAVANTAJLI GRUPLARA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

Öğr.Gör.Esma KIR
Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye,
esma.kir@bozok.edu.tr, 0009-0005-0125-2626

Özet

Toplumdaki dezavantajlı gruplar, sosyoekonomik eşitsizlikler, göç ve engellilik gibi çeşitli faktörler nedeniyle sağlık hizmetlerine erişimde ve sağlık sonuçlarında olumsuzluklar yaşayan nüfus kesimleridir. Çocuklar, yaşlılar, yoksul bireyler, göçmenler ve engelliler bu gruplar arasında yer almaktadır. Bu eşitsizliklerle mücadele; koruyucu hizmetler, erişilebilir sağlık sunumu, politik düzenlemeler ve toplum temelli müdahaleleri gerektirmektedir. Ebelik, bu süreçte kritik bir role sahiptir. Ebeler, dezavantajlı bireylerin sağlık ihtiyaçlarını belirlemede, temel hizmetlere erişimlerini kolaylaştırmada, eğitim ve danışmanlık sunmada ve etkin bir savunuculuk yapmada aktiftir. Özellikle anne ve çocuk sağlığına odaklanarak, gebelik öncesinden doğum sonrası döneme kadar kapsamlı bir bakım sunarlar. Yürüttükleri saha çalışmaları ve ev ziyaretleri ile bu bireylere ulaşarak sağlık okuryazarlığını güçlendirir, olumlu sağlık davranışlarının benimsenmesini teşvik ederler. Multidisipliner ekiplerle iş birliği içinde çalışmaları, hizmetlerin sürekliliği ve kapsayıcılığı açısından büyük önem taşır. Sonuç olarak, dezavantajlı grupların sağlık statüsünün iyileştirilmesi, ebelerin klinik ve toplumsal düzeydeki bu aktif katkıları ile politika düzeyindeki kapsayıcı stratejilerin birleşimiyle mümkündür. Derleme, toplum temelli sağlık hizmetlerinde dezavantajlı gruplara yönelik ebelik yaklaşımlarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ebelik, Dezavantajlı gruplar, Sağlık Hizmetleri

MİDWİFERY İN COMMUNİTY-BASED HEALTH SERVİCES: APPROACHES FOR DİSADVANTAGED GROUPS

Öğr.Gör.Esma KIR
Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Yozgat, Turkey,
esma.kir@bozok.edu.tr, 0009-0005-0125-2626

Abstract

Disadvantaged groups in society are segments of the population that experience negative outcomes in terms of access to health services and health outcomes due to various factors such as socioeconomic inequalities, migration and disability. Children, the elderly, poor individuals, migrants, and people with disabilities are among these groups. Addressing these inequalities requires preventive services, accessible healthcare provision, policy regulations, and community-based interventions. Midwifery plays a critical role in this process. Midwives are active in identifying the health needs of disadvantaged individuals, facilitating their access to basic services, providing education and counselling, and advocating effectively. Focusing particularly on maternal and child health, they provide comprehensive care from pre-pregnancy to the postpartum period. Through their fieldwork and home visits, they reach these individuals, strengthen their health literacy, and encourage the adoption of positive health behaviours. Their collaboration with multidisciplinary teams is of great importance in terms of the continuity and inclusiveness of services. In conclusion, improving the health status of disadvantaged groups is possible through the combination of midwives' active contributions at the clinical and social levels and inclusive strategies at the policy level. The compilation includes midwifery approaches targeting disadvantaged groups in community-based health services.

Keyword: Midwifery, Disadvantaged groups, Health Services

GİRİŞ

Dezavantajlı gruplar, sosyoekonomik statü, etnik köken, coğrafi konum gibi çeşitli belirleyiciler nedeniyle sağlıkla ilgili eşitsizliklere daha sık maruz kalan nüfus kesimlerini ifade etmektedir. Bu gruplar, sağlığı olumsuz etkileyen davranışlar geliştirmeye, kronik hastalıklara yakalanmaya ve sağlık hizmetlerine erişimde çeşitli engellerle karşılaşmaya daha yatkındır (Smith ve ark., 2021). Söz konusu dezavantajlı durum; düşük gelir, eğitim olanaklarından yoksunluk, bazı etnik azınlık gruplarına mensup olma ve kentsel veya kırsal yoksunluk bölgelerinde ikamet etme gibi bir dizi karmaşık faktörün kesişimiyle şekillenmektedir (Ma ve ark., 2020; Borkhoff ve ark., 2010). Bu iç içe geçmiş belirleyiciler, sağlık sonuçları üzerinde olumsuz bir etki yaratarak toplum içinde savunmasız kesimlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yuan ve ark., 2013). Dezavantajlı toplum kesimleri arasında gözlemlenen sağlık eşitsizlikleri; beslenme alışkanlıkları, kronik hastalık prevalansı ve koruyucu sağlık hizmetlerine erişim gibi çeşitli göstergelerde kendini belli etmektedir. Bu gruplarda düşük meyve-sebze tüketimi, yüksek diyabet görülme sıklığı ve aşılama hizmetlerinde zorluklar dahil olmak üzere temel sağlık hizmetlerine erişimde önemli engeller bulunmaktadır (Borkhoff ve ark., 2010; Ekezie ve ark., 2022). Ayrıca, bu bireylerde çoklu kronik hastalıklara yakalanma olasılığının daha yüksek olması, sosyoekonomik açıdan daha avantajlı gruplara kıyasla daha olumsuz sağlık çıktılarıyla sonuçlanmaktadır (Shadmi, 2013). Sağlığı geliştirici davranış değişikliklerini teşvik eden, sağlık hizmeti kalitesini iyileştirmeyi hedefleyen ve toplum temelli müdahaleleri içeren programlar, dezavantajlı gruplar arasındaki sağlık uçurumunun azaltılmasında kilit rol oynamaktadır (Michie ve ark., 2009; Bonevski ve ark., 2011). Sağlık sistemlerinin bu grupların ihtiyaçlarına duyarlı hale getirilmesi, eşitsizliklerin politika düzeyinde ele alınması ve özellikle göçmen alt grupları gibi kırılgan nüfusların özgün ihtiyaçlarına yönelik stratejiler geliştirilmesi, sağlıkta eşitliğin sağlanmasında hayati önem taşımaktadır (Pottie ve ark., 2017). Nitekim, etkili ve sürdürülebilir bir müdahale için, programların tasarım aşamasında hedef kitlenin karşılaştığı sosyal, ekonomik ve kültürel bariyerlerin dikkate alınması gerekmektedir (Carrandi ve ark., 2022).

Sonuç olarak, dezavantajlı gruplar, sağlık statülerini ve hizmetlere erişimlerini doğrudan etkileyen çok boyutlu sosyoekonomik, demografik ve coğrafi engellerle karşı karşıyadır. Bu popülasyonlardaki sağlık eşitsizliklerinin giderilmesi; kanıta dayalı ve kültürel açıdan duyarlı müdahalelerin tasarlanmasını ve söz konusu grupların ihtiyaçlarının derinlemesine anlaşılmasını gerektiren çok disiplinli ve bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Derleme, toplum temelli sağlık hizmetlerinde dezavantajlı gruplara yönelik ebelik yaklaşımlarını içermektedir.

ÇOCUKLAR

Çocukluk, bireyin fiziksel, bilişsel ve duygusal gelişiminin temelinin atıldığı, yetişkinliği ve geleceği şekillendiren belirleyici bir dönemdir. Bu süreçte kazanılan değerler, davranışlar ve beceriler nedeniyle, çocukların oyun, eğitim ve destekleyici bir çevre ile buluşması hayati önem taşır (Başal, 2007). Ancak, özellikle korunmaya muhtaç çocuklar —ailesiz kalanlar, sokakta yaşayanlar — bu süreçte daha savunmasızdır (Larkin, 2009; Soner & Aydın Avcı, 2019). Bu gruplar, ruhsal sorunlar, ayrımcılık, ihmal, istismar ve şiddet riskiyle daha sık karşılaşmaktadır (Delaney ve ark., 2018). Aynı zamanda, yetersiz beslenme ve olumsuz çevre koşulları gibi fiziksel sağlık risklerine de daha açıktırlar (Rivenbark ve ark., 2018). Çocukların çalışma hayatına erken yaşta katılmaları, fiziksel ve zihinsel gelişimlerini tamamlamamış olmaları nedeniyle yetişkinlere kıyasla işyerlerindeki risklerden ve sağlık sorunlarından çok daha fazla etkilenmelerine yol açmaktadır (Şahin, 2012). Küresel ölçekte bakıldığında, çocuk işçiliği önemli bir sorun olmayı sürdürmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve UNICEF verilerine göre, dünya genelinde 160 milyon çocuk işçi bulunmakta ve bu çocukların yaklaşık 79 milyonu sağlık ve gelişimlerini doğrudan tehdit eden tehlikeli işlerde çalışmaktadır. Özellikle son dönemde, 5-11 yaş aralığındaki çocuk işçi sayısında kayda değer bir artış gözlemlenmiş; COVID-19 salgını gibi etkenler ise yaklaşık 9 milyon çocuğu daha bu riskle karşı karşıya bırakmıştır (ILO, 2021; UNICEF, 2021).

Sokakta çalışan veya yaşayan çocukların bu durumuna yol açan faktörler çok boyutlu olup başlıca ailesel ve sosyoekonomik nedenlerle açıklanabilir. Ailesel faktörler arasında alkol bağımlılığı, aile içi şiddet, çocuk ihmal ve istismarı, aile içi sorunlar, kardeş sayısının fazlalığı, zayıf aile bağları, parçalanmış aile, üvey ebeveyn varlığı, düşük ebeveyn eğitim düzeyi ve aile tarafından çalıştırılma sayılabilir. Sosyoekonomik faktörler ise göç, çarpık kentleşme, gecekondulaşma, işsizlik ve yoksulluk gibi makro düzeydeki yapısal sorunları kapsamaktadır. Bu faktörler tek tek veya bir arada etki ederek çocukları sokakla temas etmeye zorlayan temel nedenler arasında yer almaktadır (Bilgin, 2012; Üstüner Top,2018). Sokak çocuklarına yönelik sağlık uygulamaları;

Sokakta yaşayan çocuk sorunu, multidisipliner bir yaklaşım gerektiren karmaşık bir toplumsal meseledir. Bu kapsamlı müdahale sürecinde sağlık profesyonelleri, çocukların sağlığının korunması, sürdürülmesi ve iyileştirilmesinde kritik bir rol üstlenmektedir (Haylı ve ark., 2019). Söz konusu çocukların normal bir yaşam sürebilmeleri için toplumdaki tüm paydaşların mevcut standartların ötesine geçerek, onların aile, okul ve toplum içindeki refahını garanti altına alacak çabalar göstermesi elzemdir (Sitienei ve Pillay, 2019). Çocuklar, toplumun geleceğini temsil eden, özenle yetiştirilmesi, eğitilmesi ve tüm imkânlar seferber edilerek ihtiyaçlarının karşılanması gereken bireylerdir. Bu bağlamda, ebeveynlerin çocuklarına koşulsuz sevgi ve değer verme konusundaki farkındalıklarının artırılması büyük önem taşımaktadır (Üstüner Top, 2018). Aile içi şiddet, istismar ve ihmal gibi travmatik deneyimler yaşayan çocukların sokağa itilme riski altında olduğu göz önüne alındığında, yalnızca acil müdahalelerle mevcut durumu normalleştirmek değil, aynı zamanda bu sorunların kökenindeki ailevi dinamikleri iyileştirmeye yönelik önleyici stratejilerin de hayata geçirilmesi gerekmektedir (Sitienei ve Pillay, 2019). Ayrıca aile içi şiddetin önlenmesine yönelik eğitim ve danışmanlık hizmetleri sunulmalı, risk altındaki aileler ev ziyaretleriyle tespit edilerek doğrudan desteklenmelidir (Subaşı Başbuğa & Kubilay, 2003). Sosyoekonomik nedenlerle çocuğun sokağa itilme riski tespit edildiğinde, aileler Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Müdürlüğü'ne (AÇSHM) yönlendirilmelidir. AÇSHM, ailelere geçici ekonomik destek sağlayarak çocuğun temel ihtiyaçlarının karşılanmasına ve ailenin güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır (AÇSHM, 2021). Ebeveynlik becerilerini geliştirmeye ve çocuk hakları, ihmal ve istismar konusunda farkındalık yaratmaya yönelik eğitim programları, sorunun kökenine inmede etkili olacaktır. Bu tür önleyici müdahaleler, çocukların sokağa itilmesini, okul terkini, suça sürüklenmeyi ve cinsel istismar riskini azaltabilir (UNICEF, 2021). Sokakta yaşayan çocuklar için belediyelerce sağlanacak geçici barınma merkezlerinde, psikososyal destek, danışmanlık ve madde bağımlılığı ile olumsuz davranışlara yönelik müdahale programları sunulmalıdır (Sitienei & Pillay, 2019). Bu çocuklar, yetersiz beslenme, barınma sorunları ve maruz kaldıkları çeşitli istismar türleri nedeniyle ciddi sağlık riskleri ve erken ölümlerle karşı karşıyadır. Sağlık profesyonelleri, onların temel ihtiyaçlarını belirlemeli, bağışıklama ve sağlık taramalarını yapmalı ve yaşam haklarının savunucusu olmalıdır (Haylı ve ark., 2019).

YAŞLILAR

İlerleyen yaşın doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan yaşlılık, bireylerin fiziksel kapasitelerinde azalma ve işlevsel yetilerinde kısıtlanmaya neden olan; aynı zamanda sosyal, fiziksel ve duygusal açıdan dereceli bir bağımlılık sürecine işaret eden fizyolojik bir dönem olarak kavramsallaştırılmaktadır (Steptoe ve ark., 2015). Günümüzde, ortalama yaşam süresinin artmasıyla birlikte doğurganlık oranlarındaki düşüş, demografik yapıda 65 yaş ve üzeri nüfusun payının giderek artmasına yol açmaktadır. Yaşam süresi ve kalitesindeki iyileşmelere karşın, ileri yaş grubundaki bireylerin multidisipliner sorunlarının da arttığı gözlemlenmektedir (Karadeniz & Öztepe, 2013; Tufan ve ark., 2019). Yaşlı bireylerde sıklıkla karşılaşılan önemli psikososyal sorunlardan biri de yalnızlık duygusudur. Kronik hastalık varlığı, polifarmasi ve sosyo-kültürel etkinliklere sınırlı katılım gibi faktörler, yaşlı bireylerde yalnızlık hissini besleyen önemli belirleyiciler arasında sayılmaktadır (Arslantaş ve ark., 2015). Öte yandan, teknolojik ilerlemelere adaptasyonda yaşanan zorluklar, yaşlı bireylerin işgücüne katılımını kısıtlayan bir diğer önemli engel olarak öne çıkmaktadır (Yılmazel ve ark., 2024). Yoksullukla ilişkili olarak ise, ileri yaş grubunda yetersiz beslenme, sağlıksız yaşam koşulları, nörodejeneratif hastalıklar (demans

ve Alzheimer gibi), depresif bozukluklar ve intihar ideasyonu gibi ciddi fiziksel ve mental sağlık sorunları sıklıkla görülebilmektedir (Taşdemir, 2014; Wahlbeck & Makinen, 2008). Ayrıca, yaşlıların kırılgan yapıları ve sağlık hizmetlerine erişimde karşılaştıkları sistemik ve bireysel engeller, mevcut mental sağlık sorunlarının daha da derinleşmesine neden olabilmektedir (Makizako ve ark., 2015). Ebeler, yaşlı sağlığının korunması ve geliştirilmesinde birincil korunma stratejilerinin hayata geçirilmesinde kilit rol oynarlar. Ancak, birincil korunma yöntemlerinin bilinmesine rağmen bu bilginin bireysel davranış değişikliğine dönüşmemesi önemli bir engel teşkil etmektedir. İkincil korunma kapsamında ise, yaşlı bireylerde sık görülen hastalıkların erken teşhisi büyük önem taşımaktadır. Birinci basamak sağlık hizmetleri kapsamında yapılacak düzenli takipler, ev ziyaretleri ve tarama programları ile erken tanı mümkün olabilmekte; bu sayede tedavi başarısı artmakta, bireylerin yaşam kalitesi ve otonomisi yükselmektedir (Bilir, 2009; Sönmez & Çevik). Bununla birlikte, yaşlıların sağlık hizmetlerine erişiminde çeşitli engeller bulunmaktadır. İşitme ve görme kaybı, inkontinans gibi semptomları yaşlanmanın doğal bir parçası olarak algılayarak, bu konularda sağlık hizmeti talebinde bulunmayabilirler (Bilir, 2009; Güneş, 2018). Ebeler, bu algıyı değiştirmek için eğitimler düzenleyerek farkındalık oluşturmada öncü bir konumdadır.

GÖÇMENLER

Göç, bireylerin yaşadıkları ülkeden bir başka ülkeye yerleşme hareketi olarak tanımlanır (Faist, 2003). Bu eylemi gerçekleştiren bireylere göçmen denilmekte olup, göçmen kavramı mülteciden farklıdır. Göçmenler temelde daha iyi ekonomik fırsatlar ve yaşam koşulları için gönüllü olarak hareket ederken, mülteciler zulüm veya çatışma gibi nedenlerle yerlerinden edilmiş ve geri dönemeyen kişilerdir (Uluslararası Göç Örgütü (IOM), 2009; Karakaya, 2020). Göç kararını tetikleyen faktörler arasında düşük yaşam standartları, toplumsal adaletsizlik, sağlık hizmetlerine erişim güçlüğü ve savaşın yarattığı psiko-sosyal baskılar sayılabilir (Damsarsan & Uçtu, 2024;Hassoy, 2016). Göç edilen toplumda ise sağlık hizmetlerine erişim, mültecilerin karşılaştığı başlıca zorluklardan biridir. Bu zorluklar; altyapı yetersizlikleri, finansal kısıtlar, dil bariyerleri, sağlık sigortası eksikliği, düşük eğitim seviyesi, yetersiz beslenme ve hijyenik olmayan yaşam koşulları gibi faktörlerden kaynaklanmakta ve hem göçmen nüfusun hem de ev sahibi topluluğun sağlık statüsünü olumsuz etkilemektedir (Peltokorpi, 2010; Yalman & Solmaz,2025). Özellikle kadınlar, toplumsal cinsiyet eşitsizlikleri nedeniyle göç sürecinde dezavantajlı bir konuma sahiptir. Göçmen kadınlar, başta cinsel sağlık ve üreme sağlığı (CÜS) olmak üzere pek çok sağlık sorunuyla karşı karşıya kalmakta ve bu alanda kritik engellerle mücadele etmek zorundadır. Literatür, bu grubun CÜS hizmetlerine erişim ve kullanım oranlarının oldukça düşük olduğunu göstermektedir (Ekşioğlu ve ark., 2021; Öngen & Kırca,2020). Bu erişim engeli, istenmeyen gebelikler, adölesan gebelikler, uygun olmayan koşullarda gerçekleştirilen düşükler, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar (CYBE), doğum öncesi ve sonrası bakım eksikliği gibi bir dizi olumsuz sonuca yol açmaktadır (Damsarsan & Uçtu, 2024; Öngen & Kırca,2020; Yağmur & Aytekin, 2018). Göçmen kadınların karşılaştığı diğer önemli sağlık sorunları arasında bulaşıcı hastalıklar, yetersiz beslenme, şiddet, kronik hastalıklar ve psikiyatrik bozukluklar yer almaktadır (Yılmaz & Ergül, 2021). Özellikle mental sağlık sıklıkla göz ardı edilen bir alandır. Göçün her aşamasında yaşanan zorluklar, anksiyete, depresyon ve özkıyım düşünceleri gibi ciddi psikiyatrik problemleri tetikleyebilmektedir (Tuzcu & Ilgaz, 2015). Ancak, kültürel damgalar ve ifade zorlukları nedeniyle bu sorunlar çoğu zaman rapor edilmemekte (Bakacak ve ark., 2019), bu nedenle mental sağlık taramalarının bu hassas grupta ayrıca önemsenmesi gerekmektedir.

Göçmen kadınların sağlığının korunması, aile ve toplum sağlığının da korunması anlamına geldiğinden, bu alanda ebelerin rolü oldukça kritiktir. Ebeler, göçmen kadınları riskli bir grup olarak değerlendirmeli ve bakım yaklaşımlarını bu doğrultuda, transkültürel bir anlayışla planlamalıdır (Aksu & Yılmaz, 2020; UNHCR,2024). Sağlığın kültürel bağlamda ne ifade ettiği, kadının toplumsal konumu ve doğumun kültürel anlamı gibi belirleyiciler, bakımın planlanmasında dikkate alınmalıdır (Söğüt & Bilge, 2021). Çözüm önerileri arasında, dil engelini aşmaya yönelik çok dilli bilgi kartları ve broşürlerin hazırlanması, kadınlara yönelik dil eğitimlerinin

planlanması ve özellikle üreme sağlığı, cinsel sağlık, aile planlaması ile doğum öncesi ve sonrası bakım konularında kültüre duyarlı, yapılandırılmış eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin sunulması yer almaktadır. Ayrıca, fiziksel sağlık kadar ruh sağlığının da göz ardı edilmemesi ve göçmen kadınlara yönelik ruhsal destek ve rehabilitasyon hizmetlerinin sağlanması büyük önem taşımaktadır (Öztürk, 2022;UNHCR,2024). Ülkemizde bu hizmetler dikkate alınarak, birinci basamak sağlık hizmetleri kapsamında geçici koruma statüsündeki bireylere yönelik olarak; bulaşıcı hastalıklara karşı koruyucu önlemler, tarama programları ve aşı hizmetleri sunulmaktadır. Hizmet yelpazesi, çocuk sağlığı izlemi, kadın ve üreme sağlığı hizmetleri, çevre sağlığı uygulamaları ile bağımlılık ve ruh sağlığı alanlarında destek hizmetlerini de kapsamaktadır (Geçici Koruma Altına Alınanlara Verilecek Sağlık Hizmetlerine Dair Esaslarda Değişiklik Yapılması, 2015).

YOKSUL BİREYLER

Yoksulluk, bireylerin sağlık durumlarıyla doğrudan ilişkili olup, temel ihtiyaçların karşılanmasında yaşanan güçlüklerle kendini göstermektedir (Rector, 2010). Yoksulluğun morbidite ve mortalite üzerinde olumsuz etkileri bulunmakta; özellikle düşük gelirli ülkelerde anne-çocuk ölüm oranları yüksek, ortalama yaşam süresi ise daha kısa seyretmektedir. Ayrıca, yoksul bireylerin sağlık hizmetlerine erişim ve hizmet kullanımında da sınırlılıklar yaşadığı görülmektedir (Şantaş, 2017). Yoksulluk toplumun genelini etkilemekle birlikte, toplumsal cinsiyet eşitsizlikleri nedeniyle kadınları orantısız bir şekilde daha derinden etkilediği bilinmektedir (Moghadam, 2005). Toplumsal cinsiyet rollerinden kaynaklanan beklentiler, kadınların ekonomik kaynaklara, istihdama, sosyal hizmetlere ve siyasal katılıma erişiminde sistematik engeller oluşturmakta; bu durum, kadın yoksulluğunun yapısal nedenlerini oluşturmakta ve sürekliliğini sağlamaktadır (Öztürk & Çetin, 2009). Kadın yoksulluğunun en ciddi sonuçlarından biri de anne sağlığı göstergeleri üzerinde görülmektedir. Yoksulluk, eğitim, sağlık hizmetlerine erişim ve beslenme gibi sosyal belirleyiciler aracılığıyla anne sağlığını olumsuz etkilemekte ve morbidite ile mortalite riskini artırmaktadır (Graham ve ark., 2004). Dünya Sağlık Örgütü verileri, gebelik ve doğuma bağlı önlenebilir komplikasyonlar nedeniyle her gün yüzlerce kadının hayatını kaybettiğini ortaya koymaktadır (WHO, 2023). Bu ölümler, sosyoekonomik gelişmişliğin en kritik göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Akinrinsola, 2021). Dolayısıyla, yoksulluğun azaltılması ve anne sağlığının iyileştirilmesi için, kadınların ekonomik güçlenmesini hedefleyen ve sağlık hizmetlerine erişimlerini kolaylaştıran hedefli politik müdahaleler büyük önem taşımaktadır (Orude, 202; Uysal, 2024).

ENGELLİLER

Engellilik, fiziksel, zihinsel, ruhsal veya duyusal yetilerinde kalıcı kaybı bulunan ve bu durumu nedeniyle toplumsal hayata eşit katılımı çevresel ve tutumsal bariyerlerle kısıtlanan birey olarak tanımlanmaktadır. Engelliliğin ortaya çıkış nedenleri arasında doğum öncesi genetik veya çevresel faktörler, doğum sırasında yaşanan komplikasyonlar ve doğum sonrasında maruz kalınan hastalık, kaza, yetersiz beslenme gibi fiziksel koşulların yanı sıra eğitimsel ve sosyo-duygusal etmenler de yer almaktadır (Gürbüz & Çiçek, 2023;Morkoç & Erkoç, 2023). Engelli kadınlar, toplumsal cinsiyet ve engellilik temelinde kesişimsel dezavantajlarla karşılaşmaktadır. Engelli kadınların gebelik deneyimleri, hem tıbbi komplikasyon riskleri (preeklampsi, diyabet, preterm doğum vb.) hem de toplumsal engeller (toplumsal önyargılar, sağlık çalışanlarının olumsuz tutumları ve bilgi eksikliği) açısından ek zorluklar barındırmaktadır. Bu bağlamda, engelli bireylerin aseksüel olmadığı kabul edilmeli, üreme haklarına saygı gösterilmeli ve gebelik- doğumları risk temelli bir yaklaşımla etiketlenmek yerine bütüncül bir perspektifle ele alınmalıdır (Kapan & Boyacıoğlu, 2023; Powel ve ark., 2017). Ayrıca engelli kadınların şiddet veya istismar mağduru olduklarında failleri rapor etme olasılıklarının engelli olmayan kadınlara kıyasla daha düşük olduğu belirtilmektedir (Martin ve ark., 2006). Sağlık hizmet sunumunda, engellilik türüne özgü ihtiyaçlar dikkate alınmalıdır. Fiziksel engelli bireyler için erişilebilir tartı aletleri, doğum pozisyonları ve emzirme destekleri sağlanırken; işitme engelli bireyler için işaret dili ve iletişim teknolojileri gibi destekleyici düzenlemeler yapılmalıdır. Doğum öncesi ve sonrası eğitim programlarının içerikleri bu

grupların ihtiyaçlarına uygun şekilde adapte edilmeli ve mobil hizmetlerle erişim güçlendirilmelidir (Kapan & Boyacıoğlu, 2023). Bu kapsamlı bakım hizmetinin sunulabilmesi için, engelli kadınların gebelik, doğum ve postpartum süreçlerine ilişkin konular hem lisans hem de lisansüstü müfredata entegre edilmeli ve sağlık personeline sürekli eğitimler verilmelidir.

KAYNAKÇA

Akinrinsola, O. (2021). The influence of socioeconomic status on maternal health amongstAfrican American women in an urban setting. PCOM Capstone Projects. 49.

Aksu, A., & Yılmaz, D. V. (2020). Suriyeli göçmen kadınların üreme sağlığı sorunları ve çözüm önerileri. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 36(2), 117–125.

Arslantaş H, Adana F, Abacıgil Ergin F, Kayar D, & Acar G. (2015).Loneliness in Elderly People, Associated Factors and Its Correlationwith Quality of Life: A Field Study from Western Turkey. Iran JPublic Health. 44(1): 43-50.

Bakacak, A. G., Akalın, E., & Öktem, P. (2019). Türkiye'ye farklı ülkelerden göç etmiş kadınların sağlık hizmetlerine erişimi üzerine nitel bir alan araştırması. Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 36 (2), 383–399.

Başal, H. A. (2007). Geçmiş yıllarda Türkiye'de çocuklar tarafından oynanan çocuk oyunları. Journal of Uludag University Faculty of Education, 20(2), 243-266.

Bilgin, R. (2012). Sokakta çalışan çocukları bekleyen risk ve tehlikeler: Diyarbakır örneği. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 8(15), 79-96.

Bilir, N. (2009). Yaşlılıkta sağlığın korunması ve koruyucu hekimlik. http://e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/tebakademi/geriatri_2009/6.pdf

Borkhoff, C., Wieland, M., Myasoedova, E., Ahmad, Z., Welch, V., Hawker, G., … & Tugwell, P. (2010). Reaching those most in need: a scoping review of interventions to improve health care quality for disadvantaged populations with osteoarthritis. Arthritis Care & Research, 63(1), 39-52. https://doi.org/10.1002/acr.20349

Bonevski, B., Paul, C., D'Este, C., Sanson-Fisher, R., West, R., Girgis, A., … & Carter, R. (2011). Rct of a client-centred, caseworker-delivered smoking cessation intervention for a socially disadvantaged population. BMC Public Health, 11(1). https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-70

Carrandi, A., Bull, C., & Callander, E. (2022). Health economics and equity in preconception health care: a systematic review. Seminars in Reproductive Medicine, 40(03/04), 205-213. https://doi.org/10.1055/s-0042-1749684

Damsarsan, S., & Uçtu, A. K. (2024). Göçmen Kadınların Sağlık Gereksinimleri ve Ebelik. YOBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 5(3), 324-329.

Delaney KR, Burke P, DeSocio J, Greenberg CS, & Sharp D. (2018).Building Mental Health And Caring For Vulnerable Children: Increasing Prevention,Access, And Equity. Nursing Outlook. 66(6): 590-593

Ekezie, W., Awwad, S., Krauchenberg, A., Karara, N., Dembiński, Ł., Grossman, Z., … & Consortium, f. (2022). Access to vaccination among disadvantaged, isolated and difficult-to-reach communities in the who european region: a systematic review. Vaccines, 10(7), 1038. https://doi.org/10.3390/vaccines10071038

Ekşioğlu, A., Yücel, U., & Türkoğlu, Ö. (2021). Göç ve kadın sağlığı hizmetleri. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 5(2), 361–370.

Faist T. (2003). Uluslararası Göç ve Ulusaşırı Toplumsal Alanlar. (1.baskı).Ankara: Bağlam Yayıncılık.

Geçici Koruma Altına Alınanlara Verilecek Sağlık Hizmetlerine Dair Esaslarda Değişiklik Yapılması (2015, 4 Aralık). Sağlık Bakanlığı 9648 Sayılı Yönergesi. Erişim Adresi: https://khgmfinansalanalizdb.saglik.gov.tr/TR-40556/gecici-koruma-altina-alinan-suriyeuyruklu-yabancilar.html

Graham, W., Fitzmaurice, A., Bell, J., & Cairns, J. (2004). The familial technique for linkingmaternal death with poverty. The Lancet, 363(9402), 23-27. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)15165-3

Gürbüz, S., & Çiçek, A. (2023). Engelli De Yaşanır Engeller De Aşılır: Görme Engelliler. Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi, 7(2), 504-515.

Güneş, G. (2018). Yaşlılıkta kronik ve akut sağlık sorunları. In B. Duy (Ed.), Temel gerontoloji(Vol. 5, pp. 91-105). Anadolu Üniversitesi.

Haylı, Ç. M., Akca Sümengen, A., & Ocakçı, A. F. (2019). Sokakta çalışan çocukların sağlığının korunmasında hemşirelerin rolü. Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(3), 177–181.
Hassoy H. (2016). Sığınmacılara İlişkin Genel Durum. (1. baskı). Ankara:Türk Tabipler Birliği Yayınları

International Labour Organization. (2021). Türkiye'de çocuk işçiliği ile mücadele programı (2021-2025).Retrieved March 15, 2023, from https://www.ilo.org/ankara/areas-of-work/child-labour/WCMS_774760/lang--tr/index.htm

Karadeniz, O., & Öztepe, N. D. (2013). Türkiye'de Yaşlı Yoksulluğu. Çalışma ve Toplum, 38(3), 77-102
Karakaya, H. (2020). Türkiye'de göç ve etkileri. Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4(2), 93-130.

Kapan, B. K., & Boyacıoğlu, N. E. (2023). Engelli gebelerin karşılaştıkları zorluklar ve ebelik yaklaşımı. Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 12(1), 143-152.

Larkin M. (2009). Vulnerable Groups in Health and Social Care (1st ed).London: SAGE Publications.
Ma, C., Zhang, Y., Yang, L., Wang, Y., Jiang, Y., Wang, X., … & Ma, S. (2020). Healthcare, insurance, and medical expenditure of the floating population in beijing, china. Frontiers in Public Health, 8. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00375

Martin, S.L., Ray, N., Sotres-Alvarez, D., Kupper, L.L., Moracco, K.E., Dickens, P.A., Scandlin, D., & Gizlice, Z. (2006) . Physical and Sexual Assault of Women With Disabilities . Violence Against Women ;12(9):823-837.

Makizako H, Shimada H, Doi T, Yoshida D, Anan Y, Tsutsumimoto K, ve ark. (2015). Physical frailty predicts incident depressive symptoms in elderly people: prospective findings from the Obu Study of Health Promotion for the Elderly. Journal of the American Medical DirectorsAssociation. 16(3): 194–99.

Michie, S., Jochelson, K., Markham, W., & Bridle, C. (2009). Low-income groups and behaviour change interventions: a review of intervention content, effectiveness and theoretical frameworks. Journal of Epidemiology & Community Health, 63(8), 610-622. https://doi.org/10.1136/jech.2008.078725

Moghadam, V. M. (2005). The "feminization of poverty" and women's human rights (SHSPaper in Women's Studies/Gender Research No. 2). Paris: UNESCO

Morkoç, N., & Erkoç, B. (2023). ENGELLİLER, YAŞLILAR VE BİLİŞİM ERİŞEBİLİRLİĞİ. Sosyal Politika ve Sosyal Hizmet Çalışmaları Dergisi, 4(2), 248-260.

Orude, P. (2021). The influence of poverty on maternal deaths in Bauchi local government area,Bauchi State, North East Nigeria. International Journal of Research and Innovation inSocial Science, 5(4), 408-413.

Öngen, M., & Kırca, N. (2020). Mülteci ve göçmen kadınlarda kadın sağlığı sorunları. Atatürk Üniversitesi Kadın Araştırmaları Dergisi, 2(2), 55–69.

Öztürk, Y. (2022). Göçmen Kadınların Ebelik Hizmetlerine Gereksinimi. Göç Dergisi (GD), 9(3), 337-343.

Öztürk, M. & Çetin, B. İ. (2009). Dünyada ve Türkiye'de yoksulluk ve kadınlar. Journal of YasarUniversity, 3(11), 2661-2698.

Peltokorpi V (2010). Intercultural Communıcatıon in Foreign Subsidiaries:The Influence of Expatriates Language and Cultural Competencies.Scandinavian Journal of Management. 26(2):176-88.

Pottie, K., Hui, C., Rahman, P., Ingleby, D., Akl, E., Russell, G., … & Brindis, C. (2017). Building responsive health systems to help communities affected by migration: an international delphi consensus. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(2), 144. https://doi.org/10.3390/ijerph14020144

Powel, R.M., Smeltzer, S.C., & Smith, L.D. (2017) . Family Attitudes and Reactions toward Pregnancy among Women with Physical Disabilities . Women's Health ; 27(3):345– 350

Rector, C. (2010). Working with Vulnerable People.Allender, JA., Rector,C., Warner, KD (Ed). Community Health Nursing Promoting andProtecting the Public's Health (7th ed) (712-730). China: Wolters

Rivenbark J, Martyn L, Whetten K, & Vasudevan L (2018). A Survey Of Healthcare-Seeking Practices And Related Stigma Among Community- And Street-Based Children in Cambodia. International Health. 10(3): 211–13

Shadmi, E. (2013). Disparities in multiple chronic conditions within populations. Journal of Comorbidity, 3(2), 45-50. https://doi.org/10.15256/joc.2013.3.24

Sitienei, E. C., & Pillay, J. (2019). Life experiences of children living on streets in Kenya: From the pot into the fire. Journal of Child & Adolescent Trauma, 12(2), 201–209. https://doi.org/10.1007/s40653.018.0226-8

Smith, C., Goss, H., Issartel, J., & Belton, S. (2021). Health literacy in schools? a systematic review of health-related interventions aimed at disadvantaged adolescents. Children, 8(3), 176. https://doi.org/10.3390/children8030176

Soner G, & Aydın Avci İ. (2019). Savunmasız Gruplar, Risk Yönetimi ve Halk Sağlığı Hemşiresinin Rolü. Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(1): 14-22.

Söğüt, K., & Bilge, Ç. (2021). Mülteci Kadınlar için Sağlığın Korunması ve Geliştirilmesi: Hemşirelik Yaklaşımı. Journal of Human and Social Sciences, 4(1), 192-206.

Sönmez, S., & Çevik, C. (2021). Yaşlılık ve sağlıkta eşitsizlikler. Humanistic Perspective, 3 (2), 496-511 https://doi.org/10.47793/hp.943515

Steptoe A, Deaton A, & Stone AA (2015). Subjective Wellbeing, Health, And Ageing. The Lancet. 385: 640–48.

Subaşı Başbuğa, M., & Kubilay, G. (2003). Sokakta yaşayan/çalışan çocukların aile ve yaşadıkları konutun özellikleri. Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi, 2, 34–46.

Şahin, A., (2012),"Avrupa Birliği ve Türkiye'deki İşsizlik Sigortası Uygulamaları ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi", Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Şantaş F. (2017). Yoksulluğun Sağlık Statüsü ve Sağlık HizmetleriKullanımı İle İlişkisi. Igdir University Journal of Social Sciences,(13); 545-91.

Taşdemir, G. (2014). Yoksulluğun ruh sağlığı üzerine etkileri. Journal of Human Sciences, 11(2), 74-88.

T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2021). *Sosyal ve ekonomik destek (SED) hizmeti*. Erişim tarihi: 9 Ocak 2021, from https://www.ailevecalisma.gov.tr/tr-tr/sss/cocuk-hizmetleri-genel-mudurlugu/sed-hizmeti/

Tufan, İ., Kılavuz, A., Özgür, Ö., Ayan, F.S., Gürdal, F.Y., & Engin, B. (2019). Türkiye'de Gerontoloji Atlası: Yaşlı Yoksulluğu ve Yalnızlık Üzerine Bulgular. Geriatrik Bilimler Dergisi, 2(1), 1-7

Tuzcu, A., & Ilgaz, A. (2015). Göçün kadın ruh sağlığı üzerine etkileri. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 7(1), 56–67.

UNICEF. (2021). *Sokakta yaşayan ve/veya çalışan çocuklar*. Erişim tarihi: 12 Aralık 2021, from http://www.unicef.org.tr/files/bilgimerkezi/doc/shcek-kitap-baskiya-hazir-rec4agus11.pdf

Uluslararası Göç Örgütü (IOM). (2009). Göç Terimleri Sözlüğü, Cenevre: IOM, Yayın No: 18.

Üstüner Top, F. (2018). Sokakta yaşayan ve/veya çalışan çocuklar. Türkiye Klinikleri J Pediatr Nurs-Special Topics, 4(2), 154-159.

United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR),(2024). Sexual and Reproductive Health. Erişim:15.09.2024 https://www.unhcr.org/what-we-do/protecthuman-rights/public-health/sexual-and-reproductivehealth

Uysal, M. (2024). Anne Ölümleri Açısından Kadın Yoksulluğunun En Belirgin Örneği: Afganistan. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 23(4), 1315-1334.

Wahlbeck, K. & Makinen, M. (2008). Prevention of Depression and Suicide, Mental Health in Older People, Consensus Paper, Jane-Llopis E ve Gabilondo A (Eds), European Communities, Luxembourg, 3-21.

World Health Organization. (WHO) (2023, 22 Şubat). Maternal mortality. Erişim tarihi: 21 Temmuz 2025, https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality

Yalman, Y., & Solmaz, Ö. Ö. (2025). Göçmen Sağlık Hizmetleri ve Türkiye'nin Kamu Harcamaları: Ekonomik ve Sosyal Yansımalar. Socıal Mentalıty And Researcher Thınkers Journal (Smart Journal), 11(1), 156-173.

Yağmur, Y., & Aytekin, S. (2018). Mülteci kadınların üreme sağlığı sorunları ve çözüm önerileri. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 11(1), 56–60.

Yılmaz, F. K., & Ergül, S. (2021). Sağlık politikası analizi: göçmen sağlığı kapsamında suriyeli sığınmacılar. Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi, 3(2), 119–128.

Yılmazel, G., Altay, B., & Keleş, E. (2024). Risk Yaklaşımı ile Yoksulluk ve Hemşirelik. *Hitit Sağlık Dergisi,* 2, 55-64.

Yuan, B., Qian, X., & Thomsen, S. (2013). Disadvantaged populations in maternal health in china who and why?. Global Health Action, 6(1), 19542. https://doi.org/10.3402/gha.v6i0.19542

YENİDOĞANLARDA AİLE MERKEZLİ GELİŞİMSEL BAKIM MODELİ VE UYGULAMALARI

Öğr.Gör.Esma KIR
Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye,
esma.kir@bozok.edu.tr, 0009-0005-0125-2626

Özet

Yenidoğanların intrauterin yaşamdan ekstrauterin yaşama geçişi, özellikle prematüre bebekler için kritik bir süreçtir ve bu dönemde uygun bakım stratejilerinin uygulanması nörogelişimsel sonuçlar üzerinde belirleyici rol oynar. Bu çalışmada, yenidoğanların gelişimsel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik kanıta dayalı yaklaşımlar incelenmiş olup, başlıca Sinaktif Teori, Yenidoğan Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım ve Değerlendirme Programı (NIDCAP) ve Gelişimsel Bakım Model Evreni (UDC) gibi modeller ele alınmıştır. Sinaktif Teori, bebek davranışlarını beş alt sistem (otonomik, motor, durum düzenleme, sosyal etkileşim ve kendini düzenleme) temelinde analiz ederek bireyselleştirilmiş bakım planlamasına rehberlik etmektedir. NIDCAP ise aile merkezli bir yaklaşımla yenidoğanın stresini minimize etmeyi, uyku düzenini korumayı ve nörolojik olgunlaşmayı desteklemeyi amaçlamaktadır. Gelişimsel bakım uygulamaları kapsamında çevresel modifikasyonlar (ışık/gürültü kontrolü, termoregülasyon), kanguru bakımı, besleyici olmayan emme desteği ve uygun pozisyonlama gibi stratejilerin prematüre bebeklerde fizyolojik stabilizasyonu artırdığı, hastanede kalış süresini kısalttığı ve ebeveyn-bebek etkileşimini güçlendirdiği kanıtlanmıştır. Ayrıca, bu uygulamaların uzun vadede nörogelişimsel morbidite riskini azalttığı ve yaşam kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde gelişimsel bakım prensiplerinin standartlaştırılması hem kısa hem de uzun dönemde olumlu klinik çıktılar elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Derleme, yenidoğanlarda aile merkezli gelişimsel bakım model ve uygulamalarını ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenidoğan, Ebe, Aile Merkezli Gelişimsel Bakım, Model

FAMİLY-CENTRED DEVELOPMENTAL CARE MODEL AND APPLİCATİONS İN NEWBORNS

Öğr.Gör.Esma KIR
Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Yozgat, Turkey,
esma.kir@bozok.edu.tr, 0009-0005-0125-2626

Abstract

The transition from intrauterine to extrauterine life is a critical process, especially for premature babies, and the implementation of appropriate care strategies during this period plays a decisive role in neurodevelopmental outcomes. This study examines evidence-based approaches to meeting the developmental needs of newborns, focusing on models such as the Synactive Theory, the Neonatal Individualised Developmental Care and Assessment Programme (NIDCAP), and the Developmental Care Model Universe (UDC). The Synactive Theory guides individualised care planning by analysing infant behaviour based on five subsystems (autonomic, motor, state regulation, social interaction, and self-regulation). NIDCAP aims to minimise stress in newborns, maintain sleep patterns, and support neurological maturation through a family-centred approach. Within the scope of developmental care practices, it has been proven that strategies such as environmental modifications (light/noise control, thermoregulation), kangaroo care, non-nutritive sucking support, and appropriate positioning increase physiological stabilisation in premature infants, shorten hospital stays, and strengthen parent-infant interaction. Furthermore, these practices have been reported to reduce the risk of long-term neurodevelopmental morbidity and improve quality of life. In conclusion, standardising developmental care principles in neonatal intensive care units is of great importance for achieving positive clinical outcomes in both the short and long term. The compilation addresses family-centred developmental care models and practices in newborns.

Keywords: Newborn, Midwife, Family-Centred Developmental Care, Model

GİRİŞ

İntrauterin dönemde fetüs, annesiyle kurduğu biyolojik ve fizyolojik bağ sayesinde korunaklı bir ortamda gelişimini sürdürür. Bu süreçte dış uyaranlardan izole olan bebek, fleksiyon pozisyonunda ve sıvı dolu amniyotik kesenin güvenliği içinde büyür. Bu ortam, nörolojik gelişim için ideal koşulları sağlar; anne karnındaki ritmik uyaranlar, bebeğin sinir sistemi üzerinde yapıcı bir etki yaratır. Ancak doğumla birlikte bu koruyucu ortam aniden sona erer ve yenidoğan, tamamen farklı bir dünyaya adım atar (Bozbuğa, 2022; Lickliter, 2011). Özellikle prematüre bebekler için bu geçiş daha da zorlayıcı olabilir. Ekstrauterin yaşamın ilk anlarında karşılaşılan yoğun ışık, yüksek ses, tıbbi müdahaleler ve ağrılı uyaranlar, bebeğin henüz olgunlaşmamış sistemleri üzerinde stres yaratabilir. Yenidoğan yoğun bakım üniteleri (YYBÜ), hayati öneme sahip olsa da bazen bu olumsuz çevresel faktörlerin yoğunlaştığı alanlar haline gelebilir (Griffin,2006). Bu noktada aile merkezli gelişimsel bakım yaklaşımı, bebeğin fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarını desteklemek için kritik bir rol oynar (Beal, & Quinn, 2002).Bu model, bebeğin stresini en aza indirmeyi, aile-bebek bağını güçlendirmeyi ve nörogelişimsel sonuçları iyileştirmeyi hedefler. Ayrıca, ebeveynlerin sürece aktif katılımı hem bebeğin iyileşme sürecini hızlandırır hem de ebeveyn-bebek ilişkisini güçlendirir. Sağlık profesyonellerinin bu yaklaşımı benimsemesi, yenidoğanların uzun vadeli nörolojik ve duygusal sağlığı açısından büyük önem taşır (Bastani ve ark., 2015). Sonuç olarak, intrauterinden ekstrauterin yaşama geçiş sürecinde bebek dostu ve aile odaklı bakım stratejileri, yenidoğan sağlığının optimizasyonunda vazgeçilmez bir unsurdur. Bu derleme, yenidoğanlarda aile merkezli gelişimsel bakım modelini incelemeyi amaçlamaktadır.

1.BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ GELİŞİMSEL BAKIM: TEORİK TEMELLER VE SİNAKTİF MODEL YAKLAŞIMI SİNOAKTİF TEORİ'NİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Heidelise Als tarafından 1982'de ortaya konan Sinaktif Teori, prenatal dönemden itibaren yenidoğanların nörogelişimsel süreçlerini anlamaya yönelik bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu teori, bebeklerin davranışsal organizasyonunun, merkezi sinir sisteminin olgunlaşma düzeyiyle doğrudan ilişkili olduğunu ve bu sürecin bireysel farklılıklar gösterdiğini öne sürmektedir. Teorinin temel önermesi, nörodavranışsal gelişimin çevresel faktörlerle dinamik bir etkileşim içinde şekillendiğidir (Westrup, 2007; Gibbins ve ark., 2008).

1.1.Sinoaktif Teorinin Yapısal Özellikleri

Sinaktif Model, gelişimsel süreçleri görselleştirmek üzere tasarlanmış hiyerarşik bir sistemler bütünüdür. Model, eşmerkezli katmanlardan oluşan bir yapı sunar; her katman birbirleriyle entegre halde çalışan alt sistemleri temsil eder. Bu sistemlerin etkileşimi, organizmanın çevresel uyaranlara verdiği yanıtları düzenleyerek kademeli olgunlaşmayı sağlar (Als, 1986). Modelin temel bileşenleri şunlardır:

- ✓ **Otonomik/Fizyolojik Sistem**: Kardiyorespiratuvar stabilite, termoregülasyon ve homeostaz mekanizmalarını kapsar
- ✓ **Motor Sistem**: Postüral tonus, hareket paternleri ve motor kontrolü içerir
- ✓ **Durumsal Düzenleme Sistemi**: Uyku-uyanıklık döngülerinin modülasyonundan sorumludur
- ✓ **Sosyal Etkileşim-Dikkat Sistemi**: Çevresel uyaranlara yönelim ve sosyal etkileşim kapasitesini yönetir
- ✓ **Oto-Regülasyon Sistemi**: Stres yanıtlarını dengeleyen self-soothing (el-ağız hareketleri, yumruk sıkma/ayak kavrama hareketleri) davranışlarını içerir (Sarı & Çiğdem, 2013)

1.2.Klinik Uygulamalardaki Yansımaları

Bu teorik çerçeve, özellikle neonatal yoğun bakım ünitelerinde uygulanan bireyselleştirilmiş gelişimsel bakım müdahalelerine bilimsel temel oluşturmaktadır. Modelin sunduğu sistemler arası etkileşim anlayışı, prematüre bebeklerin stres yanıtlarının değerlendirilmesinde ve uygun çevresel modifikasyonların tasarlanmasında klinisyenlere rehberlik etmektedir. Bu yaklaşım nörogelişimsel morbidite insidansını azaltmada etkili olduğunu

bilinmektedir (Symington & Pinelli, 2006). Sinaktif Teorinin temel varsayımı, yenidoğanın çevresiyle sürekli etkileşim halinde bulunarak davranışsal yanıtlar aracılığıyla gelişimsel yetkinlik kazandığıdır. Bu teori, yenidoğanın hem endojen hem de eksojen uyaranlara karşı aktif bir adaptasyon süreci içinde olduğunu ve bu sürecin nörogelişimsel ilerlemeyi şekillendirdiğini öne sürmektedir (Arpacı & Altay, 2017).

2. GELİŞİMSEL BAKIMIN İKİ AŞAMALI UYGULAMA MODELİ

2.1.Kapsamlı Değerlendirme Süreci: Sağlık profesyonelleri, Sinaktif Teorinin beş alt sistemini (otonomik, motor, durumsal düzenleme, sosyo-dikkat ve oto-regülasyon) temel alarak yenidoğanın stres yanıtlarını sistematik olarak analiz ederler. Bu değerlendirme:

- Dinlenme periyotlarında
- Beslenme süreçlerinde
- Hijyen uygulamaları esnasında
- Tıbbi müdahalelerin öncesi, sırası ve sonrasında yapılandırılmış gözlem protokolleri ile gerçekleştirilir.

2.2.Bireyselleştirilmiş Bakım Planlaması: Değerlendirme bulguları ışığında:

- Bebeğin nörodavranışsal profili
- Yoğun bakım gereksinimleri
- Çevresel adaptasyon düzeyi dikkate alınarak multidisipliner bir bakım planı oluşturulur. Bu plan:
    - Çevresel modifikasyonları (ışık, ses, dokunsal uyaranların optimizasyonu)
    - Aile merkezli bakım stratejilerini
    - Gelişimsel destek müdahalelerini kapsar (Keskin, 2018; Akça, 2021; Polat, 2018).

3.TEORİDEN PRATİĞE: KLİNİK UYGULAMA MODELLERİ

Sinaktif Teori temelinde geliştirilen iki önemli klinik model:

3.1.Yenidoğan Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım ve Değerlendirme Programı (NIDCAP)

3.2.Gelişimsel Bakımın Evreni Modeli

Bu modeller, özellikle prematüre bebeklerde nörogelişimsel morbiditeyi azaltmada ve uzun dönemli nörolojik sonuçları iyileştirmede kanıta dayalı yaklaşımlar sunmaktadır (Als, 1986; Gibbins ve ark., 2008; Symington & Pinelli, 2002).

3.1.Yenidoğan Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım ve Değerlendirme Programı (NIDCAP)

NIDCAP, Preterm bebeklerin nörogelişimsel ihtiyaçlarını bütüncül bir yaklaşımla ele alan öncü bir bakım sistemidir. Bu program, yenidoğanların davranışsal sinyallerinin sistematik gözlemini temel alarak, bireyselleştirilmiş bakım stratejileri geliştirmeyi ve aile merkezli bir bakım felsefesini benimsemeyi hedeflemektedir. NIDCAP uygulamalarının klinik etkinliği, yapılan araştırmalarla desteklenmekte olup, özellikle prematüre bebeklerde mortalite ve morbidite oranlarını anlamlı derecede düşürdüğü gösterilmiştir (Als, 1986; Als & McAnulty, 2011; Symington & Pinelli, 2002). NIDCAP'in klinik uygulamalardaki başarısı, preterm bebeklerde gözlenen olumlu sonuçlarla kanıtlanmıştır. Preterm bebeklerde gelişimsel bakım uygulamaları, önemli klinik faydalar sağlamaktadır. Bu uygulamalar, kronik akciğer hastalığı ve intraventriküler kanama riskini azaltmakta, mekanik ventilasyon süresini kısaltmakta ve nekrotizan enterokolit insidansını düşürmektedir. Ayrıca beslenme parametrelerinde iyileşme, kilo alımında artış ve hastanede kalış süresinde

kısalma gibi olumlu sonuçlar gözlenmiştir (Chen ve ark., 2013; Burke, 2018). Gelişimsel bakım yaklaşımları, yenidoğanların gestasyonel yaşı ve bireysel gelişimsel özellikleri dikkate alınarak tasarlanmaktadır. Literatürde, gestasyonel sürecin her haftasının prematüre bebeklerin nörodavranışsal ihtiyaçlarında belirleyici rol oynadığı vurgulanmaktadır (Symington & Pinelli, 2002). Bu bağlamda, Yenidoğan Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım ve Değerlendirme Programı (NIDCAP), dört temel prensip üzerine inşa edilmiştir. Bunlar; davranışsal gözlemlere dayalı bireyselleştirilmiş günlük bakım protokolleri, aile katılımını destekleyici sosyal müdahaleler, sağlık personeline yönelik eğitim programları ve multidisipliner bakım planlama süreçlerinden oluşmaktadır (Als & McAnulty, 2011). Yenidoğan Destekleyici Gelişimsel Bakım Modeli, yedi temel bileşen üzerinden yapılandırılmıştır: (1) nöroprotektif iyileşme ortamının oluşturulması, (2) aile merkezli bakımın teşvik edilmesi, (3) optimal pozisyonlama teknikleri, (4) uyku hijyeninin sağlanması, (5) ağrı ve stres yönetimi protokolleri, (6) epidermal bariyer fonksiyonlarının korunması ve (7) beslenme desteğinin bireyselleştirilmesi (Tutar Güven & Dalgıç İşler, 2017).

3.2.Gelişimsel Bakım Model Evreni

Gelişimsel Bakım Model Evreni (UDC), Gibbins ve arkadaşları (2008) tarafından Sinaktif Teori temel alınarak geliştirilmiş bir bakım modelidir. Bu model, hasta ve aile merkezli bir yaklaşım benimseyerek, bakım sürecinde "ortak bakım yüzeyi" kavramını öne çıkarmaktadır. Ortak bakım yüzeyi, yenidoğanın fizyolojik sistemleri (kardiyovasküler, solunum, metabolik vb.), düzenleyici mekanizmaları (beslenme, pozisyonlandırma, termoregülasyon vb.), bakım verenlerin uygulamaları ve çevresel faktörlerin kesişim noktasını ifade etmektedir. Söz konusu bileşenler, dinamik bir etkileşim içerisinde bir bütün oluşturmaktadır (Gibbins ve ark., 2008; Coughlin ve ark., 2009). UDC'nin temel amacı, bakım uygulamalarının standardizasyonunu sağlamak ve klinik sonuçları iyileştirmektir. Modelin her bir bileşeni, diğerleriyle bağlantılı olacak şekilde sistematik bir yapıda tanımlanmıştır. Bu durum, sağlık profesyonellerine yenidoğan bakımında kanıta dayalı bir rehber sunmaktadır. Nitekim Symington ve Pinelli (2006) tarafından gerçekleştirilen bir meta-analiz çalışması, gelişimsel bakım uygulamalarının prematüre bebeklerde akciğer hastalığı ve nekrotizan enterokolit insidansını anlamlı derecede azalttığını ve ebeveynlerin stres düzeylerini düşürerek bakım sürecine ilişkin algılarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

3.2.1.Gelişimsel Bakımın Temel Bileşenleri

UDC, beş temel bileşen üzerinden yapılandırılmıştır. Bu bileşenler, yenidoğanların bireysel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik kanıta dayalı uygulamaların temelini oluşturmaktadır (Altimier, 2011; Coughlin ve ark., 2009):

- ✓ **Uykunun Korunması ve Desteklenmesi**: Yenidoğanın uyku döngülerinin fizyolojik gereksinimlerine uygun şekilde düzenlenmesi ve uyku kalitesinin artırılması.
- ✓ **Ağrı ve Stres Yönetimi**: Bebeğin ağrı ve stres belirtilerinin sistematik olarak değerlendirilmesi ve uygun müdahalelerle minimize edilmesi.
- ✓ **Günlük Yaşam Aktivitelerinin Optimizasyonu**: Pozisyonlandırma, beslenme ve hijyen uygulamalarının yenidoğanın gelişimsel ihtiyaçlarına göre planlanması.
- ✓ **Aile Merkezli Bakım Yaklaşımı**: Ailelerin bakım sürecine aktif katılımının sağlanması ve ebeveyn-bebek bağlanmasının desteklenmesi.
- ✓ **İyileştirici Çevre Tasarımı**: Yenidoğan ünitelerinin, bebeğin nörogelişimsel süreçlerini destekleyecek şekilde düzenlenmesi (örn. gürültü ve ışık kontrolü).

Bu bileşenler, multidisipliner bir bakım anlayışıyla entegre edildiğinde, özellikle riskli yenidoğanlarda morbidite oranlarının azaltılması ve uzun dönemli nörogelişimsel sonuçların iyileştirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Milette ve ark., 2017; Altimier & Phillips, 2016).

Uykunun Korunması ve Desteklenmesi: Yenidoğanların nörogelişimsel süreçlerinin sağlıklı ilerlemesi için uyku vazgeçilmez bir fizyolojik ihtiyaçtır. Özellikle REM uykusu, fetal yaşamdaki beyin aktivitesinin devamı niteliğinde olup, yenidoğan uykusunun büyük bölümünü oluşturmaktadır. YYBÜ ortamındaki çoklu uyaranlar, bu kritik süreci olumsuz etkileyebilmektedir. Uyku kalitesini artırmak için acil olmayan girişimlerin uyanıklık dönemlerine planlanması, devirli aydınlatma sistemleri kullanılması ve besleyici olmayan emme gibi sakinleştirici tekniklerin uygulanması önerilmektedir. Bu önlemler, yenidoğanın sirkadiyen ritminin oluşumuna katkı sağlamakta ve nörogelişimsel sonuçları iyileştirmektedir (Arpacı &Altay, 2017; Vanden Berg ve ark., 2017; Coughlin ve ark., 2009).

Ağrı ve Stres Yönetimi: Yenidoğanlar, ağrıyı yetişkinlere benzer şekilde deneyimlediğini ortaya koymaktadır. MRI çalışmaları, ağrılı uyaranlara verilen nöral yanıtların yetişkinlerde aktif olan beyin bölgelerinin %90'ında yenidoğanlarda da gözlendiğini göstermektedir (Göksan ve ark., 2015). Prematüre bebekler merkezi sinir sistemlerinin immatüritesi nedeniyle özellikle savunmasızdır. YYBÜ'lerde günde 7-17 kez ağrılı işleme maruz kalabilen bu bebekler için kapsamlı bir ağrı yönetimi protokolü uygulanmalıdır. Bu protokol; geçerli ölçeklerle düzenli değerlendirme, invaziv girişimlerin minimize edilmesi, farmakolojik ve nonfarmakolojik (kanguru bakımı, pozisyonlama vb.) yöntemlerin kombinasyonu ve ebeveyn eğitimini içermelidir. Özellikle mekanik lanset kullanımı, yapışkan bantların minimal kullanımı ve işlem sonrası 2-3 saatlik dinlenme periyotları gibi önlemler stres yanıtını azaltmada etkilidir **(**Perry ve ark., 2018; Mangat ve ark., 2018; McPherson ve ark., 2020;Williams ve ark., 2020).

Günlük Yaşam Aktivitelerinin Optimizasyonu: Yenidoğan bakımında rutin uygulamaların gelişimsel ihtiyaçlara göre modifiye edilmesi gerekmektedir. Toplu bakım yaklaşımı, girişimlerin belirli zaman aralıklarında gruplandırılmasıyla bebeğe uzun dinlenme periyotları sağlamaktadır. Bu yöntemin oksijenasyon, enerji tüketimi ve büyüme parametrelerinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir **(**Küçük, 2015; Tokan & Geçkil, 2019; **Valizadeh ve ark., 2014).** Kanguru bakımı ise termoregülasyonu düzenleme, anne-bebek bağlanmasını güçlendirme ve hastanede kalış süresini kısaltma gibi çoklu faydalar sunmaktadır (Arpacı & Altay, 2017; Kaynak ve ark., 2020). Uygun pozisyon vermenin desteklenmesi, besleyici olmayan emmenin teşviki ve kendi kendini sakinleştirme becerilerinin geliştirilmesi diğer kritik uygulamalardır. Bu müdahalelerin tamamı, yenidoğanın intrauterin ortama benzer güvenli bir geçiş yapmasını kolaylaştırmayı hedeflemektedir **(**Güney, 2017; Keskin, 2018; Yılmaz, 2023; Kurt Sezer & Küçükoğlu, 2020;Ahmadpour-Kacho ve ark., 2017; **Standley, 2003).**

Aile Merkezli Bakım Yaklaşımı: Aile merkezli bakım yaklaşımı, yenidoğan sağlığı alanında ebeveynlerin tedavi sürecine aktif katılımını esas alan bir model sunmaktadır. Bu model çerçevesinde, sağlık profesyonelleri ebeveynlere yenidoğanın gelişimsel ihtiyaçlarına uygun duyusal uyaranlar oluşturma konusunda rehberlik etmektedir. Ebeveynler, bebeklerin ağrı, beslenme ve uyku düzeni gibi temel ihtiyaçlarına ilişkin davranışsal ipuçlarını tanıma ve yorumlama becerileriyle donatılmaktadır. Bu süreç, ebeveynlerin yenidoğanlarının gereksinimlerini daha iyi analiz edebilmelerine ve uygun müdahale stratejileri geliştirebilmelerine olanak tanımaktadır (Altimier ve ark., 2019; Balcı ve Yıldırım Balkan, 2019; Waddington ve ark., 2021).

İyileştirici Çevre Tasarımı: Yenidoğan yoğun bakım üniteleri, özellikle prematüre bebeklerin yaşamını sürdürmede hayati rol oynarken, bu ortamların uygun şekilde düzenlenmemesi nörogelişimsel sorunlara yol açabilmektedir. Anne karnındaki korunaklı ortamdan ani bir şekilde yoğun bakım ünitesinin yoğun uyaranlarına geçiş, yenidoğanlar için önemli bir stres kaynağı oluşturmaktadır. Bu nedenle ünitelerde ses, ışık, dokunma ve çevresel koşulların dikkatle ayarlanması gerekmektedir (Altimier & Phillips, 2013). Literatürde, ünitelerdeki gürültü seviyesinin 45 desibeli aşmamasını önermektedir (Ramesh ve ark., 2009). Benzer şekilde, özellikle erken doğan bebeklerde görme problemlerini önlemek için ışık şiddetinin kontrollü olması büyük önem taşımaktadır. Yenidoğanların çevreyle kurduğu temel iletişim yolu olan dokunsal uyaranlar konusunda da dikkatli olunmalı, ağrılı işlemlerden mümkün olduğunca kaçınılmalı ve yumuşak temas yöntemleri tercih

edilmelidir **(Kemer & İşler, 2020; Sarı & Çiğdem, 2013).** Ortamın fiziksel koşulları açısından ise sıcaklığın 22-26°C, nem oranının ise %30-60 arasında tutulması önerilmektedir **(**Zengin, 2019**).** Bu düzenlemeler, yenidoğanların hem fiziksel hem de nörolojik gelişimlerini desteklemek açısından kritik bir rol oynamaktadır.

4.AİLE MERKEZLİ GELİŞİMSEL BAKIMIN KLİNİK ETKİLERİ VE ÖNEMİ

Gelişimsel bakım uygulamaları, özellikle prematüre ve riskli yenidoğanların nörogelişimsel sonuçlarını iyileştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, bebeklerin fizyolojik, duygusal ve sosyal gereksinimlerini karşılayan terapötik bir ortam sunarak hem akut dönemdeki morbiditeyi azaltmakta hem de uzun vadeli nörolojik sekellerin önlenmesine katkı sağlamaktadır (Milette ve ark., 2017). Yapılan klinik çalışma, gelişimsel bakımın kardiyorespiratuvar stabiliteyi artırarak mekanik ventilasyon ihtiyacını ve oksijen desteği süresini anlamlı derecede kısalttığını göstermektedir. Ayrıca bu uygulamalar, intrauterin büyüme paternine paralel bir gelişim sürecinin devamlılığını sağlamaktadır (Altimier ve Phillips, 2013). Beslenme toleransının hızla kazanılması ve taburculuk süreçlerinin kısalması hem hasta sonuçlarını iyileştirmekte hem de sağlık sistemleri üzerindeki ekonomik yükü hafifletmektedir (McPherson ve ark., 2020). Aile merkezli bakım modelinin en önemli avantajı, multidisipliner bir ekip yaklaşımıyla ailelerin bakım sürecine entegre edilmesidir. Bu süreç, anne-bebek bağlanmasını güçlendirmekte, ebeveynlerin bakım becerilerine olan güvenini artırmakta ve sağlık ekibiyle kurulan terapötik ilişkinin kalitesini yükseltmektedir (McPherson ve ark., 2020; Tuncer, 2022).

KAYNAKÇA

Ahmadpour-Kacho M, Zahed Pasha Y, Hahdinejad Z, & Khafri S.(2017). The effect of nonnutritive sucking on transcutaneous oxygen saturation in neonates under the nasal continuous positive airway pressure (CPAP). Int J Pediatr 5(3): 4511-19. DOI: 10.22038/ijp.2016.7498

Altimier L, & Boyle B. (2019).The role of families in providing neuroprotection for infants in the NICU. Journal of Neonatal Nursing; 25, 155-9.

Als H. (1982). Toward a synactive theory of development: promise for the assessment and support of infant individuality. Infant Ment Health J;3(4):229-43.

Als H. A (1986).synactive model of neonatal behavioral organization: framework for the assessment of neurobehavioral development in the premature infant and for support of infants and parents in the neonatal intensive care environment. Phys Occup Ther Pediatr;6(3-4):3- 53.

Als H, & McAnulty GB. (2011).The newborn individualized developmental care and assessment program (NIDCAP) with kangaroo mother care (KMC): Comprehensive Care for Preterm Infants. Current women's health reviews.7(3), 288–301. doi: 10.2174/157340411796355216.

Altimier L. (2011). "Mother and Child Integrative Developmental Care Model: A Simple Approach to a Complex Population."Newborn Infant Nurs Rev, 11, 105-8.

Altimier L., & Phillips RM.(2013).The Neonatal Integrative Developmental Care Model: Seven Neuroprotective Essential Measures for Family-Centered Developmental Care. Newborn and Baby Nursing Reviews. 13(1): 9–22.

Akça K. (2021). Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım Bilgi ve Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Erzurum, (Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Fatma Kurudirek), 4-5.

Arpacı, T., & Altay, N. (2017). Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitelerinde Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım: Güncel Yaklaşımlar. Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences, 9(3). DOI: 10.5336/nurses.2017-55289

Balcı S., & Yıldırım Balkan Z.(2019) "Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde Aile Merkezli Bakım". Geçkil E, editör. Pediatri Hemşireliğinde Aile Merkezli Bakım. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; p.18-23.

Bastani, F., Abadi, T. A., & Haghani, H. (2015). Effect of family-centered care on improving parental satisfaction and reducing readmission among premature infants: a randomized controlled trial. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 9(1), SC04.

Beal, J. A., & Quinn, M. (2002). The nurse practitioner role in the NICU as perceived by parents. MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing, 27(3), 183-188.

Bozbuğa, Ö. (2022). Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde aile merkezli bakım uygulamalarının değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi.

Burke S. (2018). "Systematic review of developmental care interventions in the neonatal intensive care unit since 2006." J Child Health Care.22 (2): 269-286.

Carrier CT. (2002). "Individualized Family-Centered Developmental Care: Reflections on İmplementation" Newborn and Infant Nursing Reviews, 2 (1), 27-34.

Chen LC., Wu YC., & Hsieh WS. (2013). "The effect of inhospital developmental care on neonatal morbidity, growth and development of preterm Taiwanese infants: A randomized controlled trial." Early Hum Dev.89 (5): 301-6.

Coughlin M, Gibbins S, & Hoath S. (2009). Core measures for developmentally supportive care in neonatal intensive care units: theory, precedence and practice. J Adv Nurs;65(10): 2239-48

Coughlin M. (2011). "Age-appropriate Care of the Prematures and Critically Ill Hospitalized Infant: NANN Guideline for Practice." Glenview, IL: National Association of Neonatal Nurses

Gibbins S., Hoath S. B., Coughlin M., Gibbins A., & Franck L. (2008). The universe of developmental care: a new conceptual model for application in the neonatal intensive care unit. Advances in Neonatal Care. 8(3):141-147.

Griffin, T. (2006). Family-centered care in the NICU. The Journal of perinatal & neonatal nursing, 20(1), 98-102.

Göksan S, Hartley C, Emery F, Cockrill N, Poorun R, Moultrie F, ... & Slater R. (2015). fMRI reveals neural activity overlap between adult and infant pain. Elife, 4, e06356.

Güney, M. (2017). Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde çalışan hemşirelerin ağrı yönetiminde kullanılan nonfarmakolojik yöntemlere ilişkin bilgi ve uygulamalarının belirlenmesi (Master's thesis, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

İncekar M.Ç., & Gözen D. (2019). Preterm Bebeklerde Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım. Sağlık ve Spor Bilimleri Dergisi. 2(1):16-21.

Kaynak S., Bal Yılmaz H., Başbakkal Z. & Yardımcı F. (2020). Yenidoğan Yoğun bakım Ünitesinde Gelişimsel Bakım. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi.15(3):82-87.

Kemer, D., & İşler, A. (2020). Yenidoğanlarda ağrı yönetiminde kullanılan kanıt temelli nonfarmakolojik hemşirelik uygulamaları. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(3), 197-204.

Keskin M. (2018).Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde çalışan hemşirelerin gelişimsel bakıma yönelik bilgilerinin incelenmesi. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, (Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hülya Karataş), 30-45.

Kurt Sezer H, & Küçükoğlu S. (2020).Preterm Bebeklerde Oral-Motor Fonksiyonların Gelişimini Destekleyici Uygulamalar. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 8 (1): 141-149. doi: 10.33715/inonusaglik.628649

Küçük S. (2015).Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde kaliteli uyku. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi; 8: 214-217.

Lickliter, R. (2011). The integrated development of sensory organization. Clinics in perinatology, 38(4), 591.

Mangat A K, Oei J L, Chen K, Quah-Smith I, Schmölzer G M.(2018). A Review of Non-Pharmacological Treatments for Pain Management in Newborn Infants. Children (Basel, Switzerland); 5(10), 130. doi: 10.3390/children5100130.

McPherson C, Miller S P, El-Dib M, Massaro A N, Inder T E. (2020). The influence of pain, agitation, and their management on the immature brain. Pediatric Research; 88(2), 168–175. https://doi.org/10.1038/s41390-019-0744-6

Milette I, Martel MJ, Ribeiro da Silva M, Coughlin McNeil M. (2017). Guidelines for the institutional implementation of developmental neuroprotective care in the neonatal intensive care unit. Part A: background and rationale. A joint position statement from the CANN, CAPWHN, NANN, and COINN. Can J Nurs Res; 49(2): 46-62. doi: 10.1177/0844562117706882.

Nelson AM, & Bedford PJ. (2016). Mothering a Preterm Infant Receiving NIDCAP Care in a Level III Newborn Intensive Care Unit. J Pediatr Nurs;31(4):e271-82.

Özbek E, Genel F, Atlıhan F, Güngör İ, Malatyalı R, Menteş J, & Berk T. (2011). Yenidoğan yoğun bakım ünitemizde prematüre retinopatisi insidansı, risk faktörleri ve izlem sonuçları. İzmir Dr. Behçet Uz Çocuk Hastanesi Dergisi, 1(1), 7- 12.

Perry M, Tan Z, Chen J, Weidig T, Xu W, & Cong XS.(2018). Neonatal Pain: Perceptions and Current Practice. Crit Care Nurs Clin North Am. 30(4):549-561. doi: 10.1016/j.cnc.2018.07.013.

Polat A. (2018). Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde bireyselleştirilmiş gelişimsel bakım. İçinde: Özek E, Bilgen HS (editörler). Yenidoğan Yoğun Bakım Hemşireliği, 1. Baskı. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri; 97-103.

Ramesh, A., Suman Rao, P. N., Sandeep, G., Nagapoornima, M., Srilakshmi, V., Dominic, M., & Swarnarekha. (2009). Efficacy of a low cost protocol in reducing noise levels in the neonatal intensive care unit. The Indian Journal of Pediatrics, 76, 475-478.

Sarı H.Y., & Çiğdem Z. (2013).Gebelik Haftalarına Göre Gelişimsel Bakımının Planlanması. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi.6(1):40-48.

Standley, J. M. (2003). The effect of music-reinforced nonnutritive sucking on feeding rate of premature infants. Journal of pediatric nursing, 18(3), 169-173.

Symington A, & Pinelli JM. (2002).Distilling the evidence on developmental care: a systematic review. Adv Neonatal Care;2(4):198-221.

Symington A, & Pinelli J. (2006). Developmental care for promoting developmental and preventing morbidity in preterm infants. Cochrane Database Syst Rev;19(2):CD001814.

Tutar Güven Ş, Dalgıç İşler A.(2017). Prematüre yenidoğanlar için geliştirilmiş destekleyici gelişimsel bakım programı. Uluslararası Hakemli Kadın Hastalıkları ve Anne Çocuk Sağlığı Dergisi; 9: 41-61.

Tokan F, & Geçkil E. (2019).Prematüre bebeklerde bireyselleştirilmiş gelişimsel bakım kapsamında toplu bakım verme kavramı. Genel Sağlık Bilimleri Dergisi; 1: 65-78.

Tosun EE. (2019).Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde prematüre bebeklerin stres düzeyleri: yüksek/düşük ışık ve ses ortamında karşılaştırmalı çalışma. Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya

Tuncer, N. (2022). Yenidoğanlarda web tabanlı bireyselleştirilmiş destekleyici gelişimsel bakım programının geliştirilmesi, içerik kalitesi ve kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Isparta. (Tez Danışmanı:Dr. Öğr. Üyesi Şerife Tutar)13-14.

Ullenhag A, Persson K, & Nyqvist KH. (2009). Motor performance in very preterm infants before and after implementation of the newborn individualized developmental care and assessment programme in a neonatal intensive care unit. Acta Paediatr.98(6):947-52.

Vanden Hoogen A., Teunis C.J., Shellhaas R. A., Pillen S., Benders M., & Dudink, J. (2017). How to improve sleep in a neonatal intensive care unit: A systematic review. Early Human Development.113:78–86.

Valizadeh, L., Avazeh, M., Bagher Hosseini, M. & Asghari Jafarabad, M. (2014). Comparison of clustered care with three and four procedures on physiological responses of preterm infants: randomized crossover clinical trial. Journal of Caring Sciences, 3(1), 1–10. https://doi.org/10.5681/jcs.2014.001.

Waddington C, Van Veenendaal N R, O'Brien K, & Patel N. (2021). International steering committee for family ıntegrated care. Family integrated care: Supporting parents as primary caregivers in the neonatal intensive care unit. Pediatric investigation. 5(2), 148–154. https://doi.org/10.1002/ped4.12277

Yılmaz, D. D. (2023). Yenidoğan Yoğun Bakım Hemşirelerinin Bireyselleştirilmiş Gelişimsel Bakım Davranışlarının Hemşirelerin Yaşam Kaliteleri Üzerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Koç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Yüksek Lisans Programı

Zengin H.(2019). Kanguru bakımı için giysi tasarlanması (sarbebe), bu giysiyle yapılan kanguru bakımının anne ve yenidoğanın konforuna etkisi. Sakarya Üniversitesi Sağlık Bilimleri enstitüsü, Doktora tezi, Sakarya, (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nursan Çınar), 30-45.

İNME SONRASI HASTALARDA MYOTONPRO CİHAZININ PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN DERİNLEMESİNE İNCELENMESİ: LİTERATÜR SENTEZİ

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet SÖNMEZ[1]
[1]Erzurum Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9087

Özet

Spastisite, inmenin önemli bir uzun vadeli sonucudur, ancak değerlendirmesi genellikle sınırlı güvenilirliğe sahip öznel klinik ölçeklere dayanmaktadır. Myotonometri, kasların viskoelastik özelliklerini ölçmek için objektif bir yöntem sunan non-invaziv bir teknolojidir. Bu inceleme ve analizin amacı, inme geçiren hastalarda kas tonusu, sertliği ve elastikiyetinin değerlendirilmesinde MyotonPRO cihazının güvenilirliğini ve geçerliliğini değerlendirmektir. Bu makale, inme hastalarında miyotonometrinin psikometrik özelliklerini araştıran çalışmaların sistematik incelemesini ve meta-analizini sentezlemektedir. Analiz, Intraclass Korelasyon Katsayıları (ICC) kullanarak intra-rater ve inter-rater güvenilirliğini değerlendirmek için çeşitli kaynaklardan elde edilen verileri birleştirmiştir. Bulguların geçerliliği, öznel klinik ölçeklerle (Modifiye Ashworth Ölçeği) korelasyonları ve cihazın popülasyonları ayırt etme yeteneği (yapı geçerliliği) değerlendirilerek incelenmiştir. MyotonPRO, üst ekstremite kasları için mükemmel intra-rater güvenilirlik sergiledi ve 0,915'lik birleşik ICC değeri ile yüksek tutarlılık gösterdi. Alt ekstremiteler için güvenilirlik, 0,785 ICC ile tatmin ediciydi. Ancak, cihaz düşük kriter geçerliliği gösterdi ve Modifiye Ashworth Skalası ile tatmin edici olmayan bir korelasyon sergiledi. Bu fenomen, MyotonPRO'nun farklı bir biyomekanik yapı ölçmesi ile ilişkilendirilmektedir. Cihaz, sağlıklı bireyler ile inme hastalarını etkili bir şekilde ayırt ederek sağlam yapı geçerliliği gösterdi. MyotonPRO'nun, inme geçirmiş hastalarda kas viskoelastik özelliklerini objektif olarak ölçmek için son derece güvenilir bir araç olduğu gösterilmiştir. Subjektif spastisite ölçeklerinin doğrudan bir ikamesi olmasa da, biyomekanik değişiklikler hakkında objektif veriler sağlama yeteneği, onu klinik değerlendirme ve tedavi sonuçlarının izlenmesi için değerli bir tamamlayıcı araç haline getirmektedir. Gelecekteki araştırma çabalarının, standartlaştırılmış protokollerin geliştirilmesine ve cihazın tedaviye yanıt verme yeteneğinin araştırılmasına odaklanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kas tonusu, Geçerlilik, Güvenilirlik

IN-DEPTH ANALYSIS OF THE PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE MYOTONPRO DEVICE IN PATIENTS AFTER STROKE: LITERATURE SYNTHESIS

Assistant Professor Dr. Mehmet SÖNMEZ[1]

[1]Erzurum Technical University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9087

Abstract

Spasticity is a significant long-term consequence of stroke, yet its assessment is often reliant on subjective clinical scales with limited reliability. Myotonometry, a non-invasive technology, offers an objective means to measure muscle viscoelastic properties. The objective of this review and analysis was to evaluate the reliability and validity of the MyotonPRO device for the assessment of muscle tone, stiffness, and elasticity in patients suffering from stroke. This paper synthesises a systematic review and meta-analysis of studies investigating the psychometric properties of myotonometry in a stroke population. The analysis amalgamated data from a variety of sources in order to evaluate intra-rater and inter-rater reliability using Intraclass Correlation Coefficients (ICCs). The validity of the findings was examined by assessing correlations with subjective clinical scales (Modified Ashworth Scale) and the device's ability to differentiate between populations (construct validity). The MyotonPRO exhibited excellent intra-rater reliability for upper limb muscles, with a pooled ICC of 0.915, indicating high consistency. The reliability for the lower limbs was satisfactory, with an ICC of 0.785. However, the device demonstrated low criterion validity, exhibiting an unsatisfactory correlation with the Modified Ashworth Scale. This phenomenon is attributed to the MyotonPRO measuring a distinct biomechanical construct. The device demonstrated robust construct validity, effectively differentiating between healthy individuals and stroke patients. MyotonPRO has been demonstrated to be a highly reliable tool for objectively quantifying muscle viscoelastic properties in stroke survivors. While not a direct substitute for subjective spasticity scales, its ability to provide objective data on biomechanical changes makes it a valuable complementary tool for clinical assessment and tracking therapeutic outcomes. It is recommended that future research efforts concentrate on the development of standardised protocols and the investigation of the device's responsiveness to treatment.

Keywords: Muscle tones, Validity, Reliability

GİRİŞ

İnme, dünya çapında önemli bir ekonomik ve sosyal yüke yol açan uzun vadeli sakatlığın önde gelen nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. En yaygın ve yıpratıcı sonuçlardan biri, üst motor nöron sendromu'nun bir bileşeni olan spastisitedir (Kumar et al., 2010). Spastisite, klinik olarak kas germe refleksinde hıza bağlı bir artış olarak tanımlanır, ancak altta yatan patofizyolojisi daha karmaşıktır ve hem nöral bileşenleri hem de kas ve bağ dokularındaki artmış refleks dışı sertlik ve azalmış uyum gibi biyomekanik değişiklikleri içerir (Dietz & Sinkjaer, 2012). Bu kas özelliklerinin doğru ve objektif değerlendirilmesi, nörorehabilitasyon ortamında etkili tanı, tedavi planlaması ve terapötik sonuçların izlenmesi için çok önemlidir.

Tarihsel olarak, kas tonusu ve spastisitenin değerlendirilmesi, Modifiye Ashworth Ölçeği (MAS) ve Tardieu Ölçeği (TS) gibi subjektif, enstrümantasyonsuz klinik ölçeklere büyük ölçüde dayanmıştır. Bu araçlar basitlikleri ve erişilebilirlikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılsa da, bazı sınırlamalara sahiptirler. Öznel yapıları genellikle değerlendiriciler arası güvenilirliğin düşük olmasına yol açar ve spastik hipertoninin temelini oluşturan ince, sinirsel olmayan viskoelastik değişiklikleri yakalamada başarısız olabilirler (Biering-Sørensen et al., 2006). Sonuç olarak, kas viskoelastik özelliklerinin daha kapsamlı bir karakterizasyonunu sağlayabilecek nesnel, güvenilir ve geçerli araçlara duyulan ihtiyaç bilinmektedir.

Miyotonometri, bu amaç için umut verici, invaziv olmayan bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır (Li et al., 2017). MyotonPRO gibi cihazlar, bir kasın kısa bir mekanik dürtüye verdiği sönümlü salınım tepkisini ölçerek kas tonusunu, sertliğini ve elastikiyetini değerlendirmek için nicel bir yöntem sunar (Garcia-Bernal et al., 2021). Miyotonometri sağlıklı popülasyonlarda doğrulanmış olsa da (Lettner et al., 2024), inme gibi merkezi sinir sistemi bozuklukları olan hastalarda uygulanması, psikometrik özelliklerinin titizlikle incelenmesini gerektirir.

Bu makale, özellikle inme sonrası popülasyondaki güvenilirliği ve geçerliliğine odaklanarak, MyotonPRO cihazının psikometrik özelliklerine dair kapsamlı bir akademik inceleme sunmaktadır. Bu makale, yakın tarihli bir sistematik inceleme ve meta-analizden elde edilen bulguları, cihazla ilgili belirli bir çalışmanın odaklanmış bir incelemesiyle birlikte sentezleyerek, mevcut kanıtları ortaya koymayı, klinik etkilerini tartışmayı ve MyotonPRO'nun inme rehabilitasyonunda kullanımına yönelik gelecekteki araştırma yönlerini önermeyi amaçlamaktadır.

KURAMSAL ÇERÇEVE

1.Miyotonometri ve MyotonPRO Cihazının Genel Özellikleri

Miyotonometri, kas viskoelastik özelliklerinin nicel bir ölçümünü sağlayan biyomekanik bir değerlendirme tekniğidir (McGowen et al., 2023). Daha önceki miyotonometri cihazlarının gelişmiş bir versiyonu olan MyotonPRO, kas yüzeyine kısa ve sabit bir mekanik dürtü uygulayarak çalışır. Dahili bir ivmeölçer, kas dokusunun ardından gelen sönümlenmiş doğal salınımını kaydeder. Cihaz daha sonra bu verileri işleyerek kasın mekanik durumunu karakterize eden birkaç temel parametreyi türetir (Mullix et al., 2012).

• *Kas Tonusu (Salınım Frekansı):* Bu, dokunun salınımının doğal frekansı (Hz) olarak ölçülür. Kasın istirahat halindeki gerginliğini yansıtır ve pasif gerilmeye karşı direnciyle ilişkilidir. Daha yüksek salınım frekansı, daha yüksek kas tonusunu gösterir (Van Deun et al., 2018).

• *Kas Sertliği*: Bu parametre, kasın dış bir kuvvete karşı direncini ölçer ve metre başına Newton (N/m) cinsinden ifade edilir. Kuvvet darbesinin, oluşan yer değiştirmeye oranına göre hesaplanır ve yumuşak dokunun doğal sertliğini yansıtır (Lettner et al., 2024).

• *Kas Esnekliği (Logaritmik Azalma*): Esneklik, kasın deformasyondan sonra orijinal şekline dönme yeteneğidir. Salınım genliğinin azalma hızını ölçen logaritmik azalma ile ölçülür. Daha düşük bir logaritmik azalma, daha yüksek bir esneklik seviyesini gösterir (Lettner et al., 2024).

• *Gevşeme Süresi*: Bu, kasın dış darbeden sonra ilk dinlenme durumuna dönmesi için geçen süredir (ms). Özellikle kasın iyileşme sürecini anlamak için önemlidir (Lettner et al., 2024).

Bu nesnel, sayısal değerleri sağlayarak MyotonPRO, öznel ölçeklere göre potansiyel bir avantaj sunar. Bu makalenin temel kaynağı olan felçli hastalarda miyotonometri üzerine yapılan sistematik inceleme, çeşitli çalışmalarda bu parametreleri hem üst hem de alt ekstremite kaslarında ölçmek için MyotonPRO ve öncülü Myoton-3'ün kullanıldığını vurgulamaktadır.

2. Psikometrik Özellikler: Eleştirel Bir İnceleme

Bir ölçüm aracının psikometrik özellikleri (güvenilirliği ve geçerliliği), klinik faydası açısından büyük önem taşır. Güvenilirlik, ölçümlerin tutarlılığını ifade ederken, geçerlilik, aracın ölçmeyi amaçladığı şeyi doğru bir şekilde ölçüp ölçmediğini ifade eder.

Güvenilirlik: Tutarlılık ve Tekrarlanabilirlik

MyotonPRO'nun güvenilirliği, inme hastalarında araştırmaların odak noktası olmuştur. Güvenilirlik genellikle iki şekilde değerlendirilir: intra-rater güvenilirlik (tek bir değerlendiricinin birden fazla ölçümdeki tutarlılığı) ve inter-rater güvenilirlik (farklı değerlendiriciler arasındaki tutarlılık).

Garcia-Bernal ve ark. (2021) tarafından yürütülen sistematik inceleme ve meta-analiz, MyotonPRO'nun güvenilirliğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Meta-analiz, çeşitli çalışmalardan elde edilen verileri bir araya getirmiş ve üst ekstremitelerde kas tonusu, elastikiyet ve sertlik açısından intra-rater mükemmel güvenilirlik bulmuştur. Örneğin, üst ekstremitelerdeki kas tonusu için güvenirlik, mükemmel olarak kabul edilen 0,915'lik (95% CI: 0,880-0,940) ortalama bir Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC) sağlamıştır. Bu, tek bir klinisyenin MyotonPRO ile zaman içinde tutarlı bir şekilde tekrarlanabilir ölçümler elde edebileceğini göstermektedir (Garcia-Bernal et al., 2021).

Taş ve ark. (2022) tarafından yapılan özel bir çalışma bu bulguları desteklemektedir. Kronik inme hastalarında MyotonPRO'nun güvenilirliğini araştıran çalışma, değerlendirilen tüm üst ekstremite kasları (triceps brachii, biceps brachii, üst trapezius ve deltoid) için ICC'lerin 0,72 ile 0,97 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu geniş aralık hâlâ "iyi ila mükemmel" kategorisine girmekte olup, MyotonPRO ölçümlerinin hem seanslar içinde hem de seanslar arasında ve farklı değerlendiriciler arasında oldukça tekrarlanabilir olduğunu doğrulamaktadır. Çalışma ayrıca, cihazın tutarlılığını daha da destekleyen varyasyon katsayısı ve değerlendirme standart hatası gibi mutlak güvenilirlik ölçütleri de sağlamıştır (Taş et al., 2022).

Üst ekstremite güvenilirliğine ilişkin veriler sağlam olsa da, sistematik inceleme, alt ekstremiteler için değerlendirici içi güvenilirliğin genellikle daha düşük olduğunu ve kas tonusu için ortalama ICC'nin 0,785 (95% CI: 0,708-0,844) olduğunu belirtmiştir (Fröhlich-Zwahlen et al., 2014). Bu tutarsızlık, alt ekstremitelerin daha uzun ve daha ağır olması ölçüm sürecinde daha fazla değişkenliğe yol açabileceğinden, anatomik ve biyomekanik faktörlere atfedilebilir. Buna rağmen, 0,785'lik bir ICC yine de iyi bir güvenilirliği göstermektedir (Mehta et al., 2018).

Birden fazla çalışmadaki tutarlı bulgular, MyotonPRO'nun inme popülasyonunda, özellikle üst ekstremitelerde kas viskoelastik özelliklerinin objektif ölçümü için güvenilir bir araç olduğunu göstermektedir. Bu güvenilirlik

düzeyi, bildirilen öznel klinik ölçek tutarsızlıklarına göre önemli bir gelişmedir ve bireysel hastalardaki değişiklikleri izlemek için kullanımını haklı çıkarır.

Geçerlilik: Doğru Şeyi Ölçmek

Geçerliliği belirlemek, güvenilirliği belirlemekten daha karmaşıktır. MyotonPRO ölçümlerinin yerleşik kas özellikleri ölçümleriyle veya klinik ölçeklerle korelasyon gösterip göstermediğini belirlemek çok önemlidir. Sistematik inceleme hem ölçüt geçerliliğini hem de yapı geçerliliğini araştırmıştır.

• Ölçüt Geçerliliği: Bu, MyotonPRO ölçümlerinin bir "altın standart" veya köklü bir referans testiyle ne kadar iyi korelasyon gösterdiğini değerlendirir. Sistematik inceleme, ölçüt geçerliliğine dair kanıtların tutarsız olduğunu ve genellikle düşük ila orta düzeyde korelasyonlar gösterdiğini ortaya koymuştur (Pruyn et al., 2016).

Bu güçlü korelasyon eksikliği, dikkatli bir yorumlama gerektiren kritik bir noktadır. Bu, MyotonPRO'yu geçersiz kılmaz; aksine, her bir aracın ölçtüğü şeydeki temel kavramsal farkı vurgular. MAS, hıza bağlı bir olgu ve nörofizyolojik bir işaret olan spastisiteyi değerlendirirken, miyotonometri kas dokusunun içsel, refleks olmayan viskoelastik özelliklerini ölçer. Spastisite ve biyomekanik değişiklikler, inme sonrası kas disfonksiyonunun iki ayrı, ancak ilişkili bileşenidir. Bu nedenle, kas viskoelastisitesi ölçümü ile nörofizyolojik bir işaret ölçümü arasında düşük bir korelasyon olması tamamen beklenmedik bir durum değildir. MyotonPRO ve MAS, her biri hastanın durumu hakkında benzersiz bilgiler sağlayan, muhtemelen birbirini tamamlayan araçlardır.

• Yapı Geçerliliği: Bu, aracın ölçümlerinin teorik bir yapıyla, bu durumda popülasyonlar veya durumlar arasında ayrım yapma becerisiyle ne ölçüde uyumlu olduğunu ifade eder. Bir cihazın klinik faydasının güçlü bir göstergesi, sağlıklı bireyler ile inme hastaları arasında ve ayrıca hastanın etkilenen ve etkilenmeyen tarafları arasında ayrım yapabilmesidir. Sistematik inceleme, MyotonPRO puanlarının, özellikle gastroknemius medialis'te kas sertliğini değerlendirirken inme hastaları ile sağlıklı kontroller arasında başarılı bir şekilde ayrım yapabildiğini bulmuştur. Ayrıca, miyotonometrinin kas kasılması sırasında daha spastik bir durumla tutarlı olan kas uyumundaki değişiklikleri belirleyebildiği de belirtilmiştir (Koterba & Saulicz, 2025). Bu, cihazın inme sonrası durumun sağlıklı bir bireyin kas özelliklerinden farklı bir biyomekanik yönünü yakaladığını göstermektedir.

Yapı geçerliliğine dair kanıtlar, birkaç çalışmayla sınırlı olsa da, kriter geçerliliğine göre daha umut verici görünmektedir. MyotonPRO'nun gruplar arasında ayrım yapabilme yeteneği, inmeyle ilişkili kas disfonksiyonuyla ilişkili biyomekanik değişiklikleri objektif olarak ölçmek için klinik uygulamada kullanımı için güçlü bir gerekçe sağlar.

BULGULAR

1. Klinik Sonuçlar

Mevcut araştırmaların sentezi, MyotonPRO'nun inme sonrası popülasyonda kas tonusu, sertliği ve elastikiyetinin kantitatif değerlendirmesi için oldukça güvenilir bir araç olduğunu göstermektedir. Özellikle üst ekstremitelerde sürekli olarak iyi ila mükemmel ICC değerleri, rehabilitasyon süreci boyunca kas özelliklerindeki değişiklikleri izlemede kullanımı için sağlam bir temel sağlar. Klinisyenler ve araştırmacılar için bu, aynı hastada yapılan seri ölçümlerin güvenle karşılaştırılabileceği ve fizik tedavi, farmakoterapi veya botulinum toksini enjeksiyonları gibi müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek için objektif bir ölçüt sunacağı anlamına gelir (Lettner et al., 2024). Örneğin, MyotonPRO ile ölçülen kas sertliğinde azalma veya elastikiyetinde artış, öznel bir ölçekle kolayca yakalanamayan anlamlı bir sonuç olabilir. Ancak, ölçüt geçerliliğiyle ilgili belirsiz bulgular kritik bir noktayı vurgulamaktadır (Taş et al., 2023): MyotonPRO,

geleneksel klinik ölçeklerin yerine geçecek bir araç olarak düşünülmemelidir. Bunun yerine, değerli bir tamamlayıcı araç görevi görür. Bir inme hastasının spastisitesinin eksiksiz bir değerlendirmesi, ideal olarak hem klinik bir ölçek (hıza bağlı gerilme refleksini yakalayan MAS gibi) hem de objektif bir araç (altta yatan viskoelastik değişiklikleri ölçen MyotonPRO gibi) içermelidir. Bu çift modaliteli yaklaşım, spastik hipertoninin hem nöral hem de biyomekanik bileşenlerini ele alarak hastanın durumunun daha bütünsel bir resmini sunar.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, MyotonPRO cihazı, inme geçirmiş bireylerde kas viskoelastik özelliklerini değerlendirmek için güvenilir ve objektif bir araç olarak güçlü bir potansiyel göstermektedir. Kapsamlı bir sistematik inceleme ve cihaz üzerine odaklanmış bir çalışmadan elde edilen kanıtlar, özellikle üst ekstremiteler için iyi ila mükemmel düzeyde değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirliğe işaret etmektedir (Garcia-Bernal et al., 2021). Kriter geçerliliğine dair kanıtlar daha az kesin olsa da, bu durum cihazın, öncelikle nörofizyolojik tonusu değerlendiren MAS gibi öznel ölçeklere kıyasla farklı bir yapıyı (biyomekanik sertlik ve elastikiyet) ölçmesinin bir sonucu gibi görünmektedir. MyotonPRO'nun sağlıklı ve inme geçirmiş popülasyonlar arasında ayrım yapabilme yeteneği, yapı geçerliliğini ve klinik önemini desteklemektedir.

Vadettiği potansiyele rağmen, MyotonPRO'nun klinik entegrasyonu, yetenekleri ve sınırlamalarının ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. Kapsamlı klinik değerlendirmenin yerini tutmaz, aksine kas disfonksiyonunun değerlendirilmesine objektif ve nicel bir boyut kazandıran değerli bir tamamlayıcıdır. Nörorehabilitasyondaki rolünü sağlamlaştırmak için, protokolleri standartlaştırmak, tedaviye yanıtı incelemek ve diğer objektif fizyolojik ölçümlerle ilişkisini incelemek üzere daha fazla yüksek kaliteli araştırmaya ihtiyaç vardır. MyotonPRO, inme rehabilitasyonuna daha objektif ve veri odaklı bir yaklaşıma doğru önemli bir adımı temsil ederek, klinisyenlere ve araştırmacılara bu yıpratıcı durumun karmaşık sonuçlarını daha iyi anlamak ve yönetmek için kesin bir araç sunmaktadır.

1. Gelecekteki Araştırma Yönleri

Mevcut kanıtlara dayanarak, gelecekteki araştırmalar için birkaç önemli alan açıkça görülmektedir.

İlk olarak, MyotonPRO'nun psikometrik özelliklerini daha ayrıntılı olarak incelemek için daha yüksek kaliteli ve metodolojik olarak sağlam çalışmalara açıkça ihtiyaç vardır. Çalışmalar özellikle şunlara odaklanmalıdır:

• Standartlaştırılmış Protokoller: Çalışmalar arasındaki sonuçların karşılaştırılabilirliğini artırmak için farklı kas ve hasta popülasyonlarında MyotonPRO için standartlaştırılmış ölçüm protokollerinin geliştirilmesi ve bunlara uyulması.

• Duyarlılık: MyotonPRO ölçümlerinin terapötik müdahalelere duyarlılığını belirlemek için araştırmaya ihtiyaç vardır. MyotonPRO, bir rehabilitasyon döneminden sonra kas özelliklerinde klinik olarak anlamlı değişiklikleri tespit edebilir mi?

• Boylamsal Çalışmalar: İnmenin kronik evresinde MyotonPRO parametrelerindeki değişiklikleri izlemek ve bu değişiklikleri fonksiyonel sonuçlar ve yaşam kalitesiyle ilişkilendirmek için büyük ölçekli, boylamsal çalışmalara ihtiyaç vardır.

İkinci olarak, MyotonPRO'nun eş zamanlı ve öngörücü geçerliliğinin daha fazla araştırılması elzemdir. Farklı bir yapıyı ölçen MAS ile karşılaştırmak yerine, gelecekteki çalışmalar, sırasıyla sinirsel aktivite ve kas yapısı hakkında bilgi sağlayan elektromiyografi (EMG) veya ultrason elastografi gibi diğer objektif ölçümlerle korelasyonlarını araştırabilir. Bu, cihazın gerçekte neyi ölçtüğü ve parametrelerinin diğer fizyolojik belirteçlerle nasıl ilişkili olduğu konusunda daha net bir resim oluşturmaya yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

Biering-Sørensen, F., Nielsen, J., & Klinge, K. (2006). Spasticity-assessment: a review. *Spinal cord*, *44*(12), 708-722.

Dietz, V., & Sinkjaer, T. (2012). Spasticity. *Handbook of clinical neurology*, *109*, 197-211.

Fröhlich-Zwahlen, A., Casartelli, N., Item-Glatthorn, J., & Maffiuletti, N. (2014). Validity of resting myotonometric assessment of lower extremity muscles in chronic stroke patients with limited hypertonia: a preliminary study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *24*(5), 762-769.

Garcia-Bernal, M.-I., Heredia-Rizo, A. M., Gonzalez-Garcia, P., Cortés-Vega, M.-D., & Casuso-Holgado, M. J. (2021). Validity and reliability of myotonometry for assessing muscle viscoelastic properties in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, *11*(1), 5062.

Koterba, J., & Saulicz, E. (2025). Reliability of Measurement of Neck and Back Muscle Mechanical Properties Using MyotonPRO: A Systematic Review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.

Kumar, S., Selim, M. H., & Caplan, L. R. (2010). Medical complications after stroke. *The Lancet Neurology*, *9*(1), 105-118.

Lettner, J., Królikowska, A., Ramadanov, N., Oleksy, Ł., Hakam, H. T., Becker, R., & Prill, R. (2024). Evaluating the reliability of MyotonPro in assessing muscle properties: a systematic review of diagnostic test accuracy. *Medicina*, *60*(6), 851.

Li, X., Shin, H., Li, S., & Zhou, P. (2017). Assessing muscle spasticity with Myotonometric and passive stretch measurements: validity of the Myotonometer. *Scientific Reports*, *7*(1), 44022.

McGowen, J. M., Hoppes, C. W., Forsse, J. S., Albin, S. R., Abt, J., & Koppenhaver, S. L. (2023). The utility of myotonometry in musculoskeletal rehabilitation and human performance programming. *Journal of athletic training*, *58*(4), 305.

Mehta, S., Bastero-Caballero, R. F., Sun, Y., Zhu, R., Murphy, D. K., Hardas, B., & Koch, G. (2018). Performance of intraclass correlation coefficient (ICC) as a reliability index under various distributions in scale reliability studies. *Statistics in medicine*, *37*(18), 2734-2752.

Mullix, J., Warner, M., & Stokes, M. (2012). Testing muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps femoris using a novel hand held MyotonPRO device: relative ratios and reliability. *Working Papers in the Health Sciences*, *1*(1), 1-8.

Pruyn, E. C., Watsford, M. L., & Murphy, A. J. (2016). Validity and reliability of three methods of stiffness assessment. *Journal of Sport and Health Science*, *5*(4), 476-483.

Taş, S., Aktaş, A., Tufek, M. T., & Dağ, F. (2023). MyotonPRO is a reliable and repeatable tool for measuring mechanical properties of the upper limb muscles in patients with chronic stroke. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, *33*(05), 286-292.

Taş, S., Aktaş, A., & Tüfek, M. T. (2022). Passive mechanical properties of extrinsic foot muscles and Achilles tendon in adults with and without pes planus. *Journal of Biomechanics*, *133*, 110961.

Van Deun, B., Hobbelen, J. S., Cagnie, B., Van Eetvelde, B., Van Den Noortgate, N., & Cambier, D. (2018). Reproducible measurements of muscle characteristics using the MyotonPRO device: comparison between individuals with and without paratonia. *Journal of geriatric physical therapy*, *41*(4), 194-203.

STRESS YÖNETİMİNDE EGZERSİZİN ROLÜ: LİTERATÜR SENTEZİ

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet SÖNMEZ[1]
[1]Erzurum Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9087

Özet

Bu literatür sentezi, stres yönetimi için bütünsel ve farmakolojik olmayan bir müdahale olarak egzersizin temel rolünü eleştirel bir şekilde incelemektedir. Kronik stresin önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturduğu ve bir dizi fizyolojik ve psikolojik hastalığa katkıda bulunduğu bir çağda, etkili ve erişilebilir stres azaltma stratejilerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması zorunludur. Bu derleme, düzenli fiziksel aktivitenin stresin etkilerini nasıl azalttığına dair çok yönlü mekanizmaları açıklamak için kapsamlı bir literatür derlemesi sunmaktadır. Sentez, egzersizin psikolojik ve fizyolojik faydalar sağlayan önemli bir stres tamponu görevi gördüğünü göstermektedir. Psikolojik açıdan, bu aktivitenin etkisi üç yönlüdür. İlk olarak, yaygın olarak belgelenmiş bir etki olan ruh halini iyileştirdiği gösterilmiştir. İkinci olarak, çok sayıda çalışma tarafından kanıtlandığı gibi, yüksek bir öz yeterlilik duygusunu teşvik ettiği gösterilmiştir. Üçüncü olarak, yaygın olarak doğrulanmış bir etki olan değerli bir zihinsel dikkat dağıtıcı sağlar. Fizyolojik olarak egzersiz, vücudun stres tepki sistemlerinde düzenleyici bir ajan görevi görür. Tartışılan inceleme, egzersizin hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) ekseni üzerindeki etkisini vurgulayarak, fiziksel olarak aktif bir yaşam tarzının stres faktörlerine karşı körelmiş bir kortizol tepkisine yol açtığını göstermektedir. Ayrıca, fiziksel egzersizin temel nörotransmitterleri modüle ederek ruh halini iyileştiren serotonin ve endorfin üretimini artırdığı gösterilmiştir. Temel bulgulardan biri, stres kaynaklı nöronal atrofiye karşı koruma sağlamak ve nörogenezi desteklemek için egzersizle artan Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör'ün (BDNF) rolüdür. Sonuç olarak, bu makale egzersizi yalnızca tamamlayıcı bir araç olarak değil, kapsamlı bir stres yönetim planının temel bir bileşeni olarak konumlandırmaktadır. Program, vücudun modern yaşamın yaygın baskılarına karşı direncini güçlendirmek için dönüştürücü, erişilebilir ve kanıta dayalı bir yol sağlamak üzere geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Stress, Fizyoloji

THE ROLE OF EXERCISE IN STRESS MANAGEMENT: LITERATURE SYNTHESIS

Assistant Professor Dr. Mehmet SÖNMEZ[1]

[1]Erzurum Technical University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9087

Abstract

This literature synthesis critically examines the pivotal role of exercise as a holistic and non-pharmacological intervention for stress management. In an era where chronic stress poses a significant public health burden and contributes to a range of physiological and psychological morbidities, a comprehensive understanding of effective, accessible mitigation strategies is imperative. This review synthesises a substantial body of literature to elucidate the multifaceted mechanisms through which regular physical activity mitigates the effects of stress. The synthesis indicates that exercise functions as a significant stress buffer, providing psychological and physiological benefits. From a psychological standpoint, the impact of this activity is threefold. Firstly, it has been shown to enhance mood, which is an effect that has been widely documented. Secondly, it has been demonstrated to foster a heightened sense of self-efficacy, as evidenced by numerous studies. Thirdly, it provides a valuable mental distraction, which is an effect that has been widely corroborated. Physiologically, exercise functions as a regulatory agent within the body's stress response systems. The review under discussion emphasises its impact on the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, demonstrating that a physically active lifestyle results in a blunted cortisol response to stressors. Furthermore, it has been demonstrated that physical exercise modulates key neurotransmitters, thereby increasing the production of mood-enhancing serotonin and endorphins. A core finding is the role of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), which is increased by exercise in order to protect against stress-induced neuronal atrophy and promote neurogenesis. In conclusion, this paper positions exercise not merely as a supplementary tool, but as a foundational component of a comprehensive stress management plan. The programme has been developed to provide a transformative, accessible, and evidence-based pathway to fortify the body's resilience against the pervasive pressures of modern life.

Keywords: Exercise, Stress, Physiology

GİRİŞ

Hızın arttığı bir çağda, stres çağdaş yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmiş ve bireylerin fiziksel, zihinsel ve duygusal sağlığı üzerinde zararlı bir etki yaratmaktadır. Stres, vücudun herhangi bir değişim talebine verdiği spesifik olmayan tepki olarak tanımlanır ve akut durumlarda güçlü bir motivasyon kaynağı olduğu kanıtlanmıştır (Smith, 2002). Ancak, bu durum kronik hale geldiğinde, allostatik aşırı yüklenme durumuna yol açabilir ve bu da kardiyovasküler hastalıklar, bağışıklık sisteminin baskılanması, anksiyete bozuklukları ve depresyon gibi bir dizi sağlık sorununa yol açabilir (Ignacio et al., 2016). Halk sağlığına yönelik bu yaygın tehdit, etkili ve erişilebilir stres yönetimi stratejilerinin kritik önemini vurgulamaktadır. Stresin etkilerini hafifletmek için çeşitli terapötik ve farmakolojik müdahaleler mevcut olsa da, bunlar genellikle potansiyel yan etkiler, maliyet ve kök nedenlerden ziyade semptom yönetimine odaklanma gibi sınırlamalarla birlikte gelir (Patel, 2013).

Mevcut literatür, bol miktarda olmasına rağmen, farmakolojik olmayan müdahalelerin rolüne ilişkin parçalı bir görüş sunmaktadır (Rizzolo et al., 2009). Özellikle, egzersizin bütünsel ve önleyici bir stres yönetimi aracı olarak kullanımına ilişkin kanıtları bir araya getiren kapsamlı bir senteze ihtiyaç vardır. Bu tutarsızlık, fiziksel aktivite ile stresin azalması arasındaki korelasyonu doğrulamakla kalmayıp, ilgili spesifik psikolojik ve fizyolojik mekanizmaları da açıklayan hedefli bir incelemenin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Bu literatür sentezinin amacı, stres yönetiminde egzersizin rolüne ilişkin araştırmaları eleştirel ve bütünleştirici bir şekilde gözden geçirmektir. Metin, stres tepkisinin fizyolojik temellerinin tanımlanmasıyla başlar ve ardından mevcut stres yönetimi yaklaşımlarına genel bir bakış sunulur. Bu araştırmanın ana odak noktası, egzersizin stres üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkileri ile ilgili mevcut literatürün kapsamlı bir incelemesini içerecektir. Bunu, nörokimyasal modülasyon ve Hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) ekseni düzenlemesi dahil olmak üzere, bu etkilerin altında yatan kesin mekanizmaların incelenmesi izleyecektir.

KURAMSAL ÇERÇEVE

1. Stresin Fizyolojik Tanımı ve Yönetiminin Önemi

Strese karşı fizyolojik tepki, vücudu acil eyleme hazırlamak için tasarlanmış, evrimsel olarak korunmuş karmaşık bir süreçtir. Stres, algılanan bir tehdide karşı vücudun verdiği tepki olarak tanımlanır ve iki ana sistemi harekete geçirir: sempatik sinir sistemi (SNS) ve HPA ekseni (Cool & Zappetti, 2019).

Stresin Fizyolojisi

Bir birey bir stres faktörüyle karşılaştığında, sempatik sinir sistemi (SNS) “savaş ya da kaç” tepkisini tetikler ve bu da bir dizi fizyolojik değişikliğe yol açar. Böbreküstü bezleri, kalp atış hızını artırarak, kan basıncını yükselterek ve kan akışını hayati kaslara yönlendirerek stres hormonları, özellikle adrenalin (epinefrin) ve noradrenalin (norepinefrin) salgılar. Aynı anda, HPA ekseni aktive olur ve hipofiz bezini adrenal korteks'e kortizol salgılaması için sinyal göndermeye teşvik eder. Birincil stres hormonu olan kortizolün, enerji rezervlerini harekete geçirdiği, bağışıklık tepkisi gibi gerekli olmayan işlevleri bastırdığı ve SNS'nin ani tepkilerinin düzenlenmesini kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Sharma, 2018).

Akut ve Kronik Stres

Bu fizyolojik tepkinin akut, kısa süreli durumlarda oldukça yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Ancak, modern yaşamda stres faktörleri genellikle kronik ve uzun sürelidir, bu da bu sistemlerin sürekli olarak aktif hale gelmesine neden olur. Allostatik aşırı yük olarak bilinen bu sürekli fizyolojik uyarılma durumunun zararlı etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Yönetilmeyen kronik stresin, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve kronik inflamasyon gibi bir dizi ciddi sağlık sorununa önemli ölçüde katkıda bulunduğu kanıtlanmıştır. Psikolojik

açıdan bakıldığında, bu sorun tükenmişlik, anksiyete bozuklukları ve depresyon gibi bir dizi zararlı sonuca yol açabilir. Sonuç olarak, optimal sağlık ve refahı korumak için etkili yönetim şarttır (Sharma, 2018).

2. Stres Yönetimi Yaklaşımları

Psikolojik ve Davranışsal Müdahaleler

Psikolojik ve davranışsal müdahalelerin temel amacı, stres faktörlerine karşı bilişsel ve duygusal tepkilerin anlaşılmasını ve değiştirilmesini kolaylaştırmaktır. Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT), bireylerin strese katkıda bulunan yararsız düşünce kalıplarını tanımlamalarını ve bunlara karşı koymalarını sağlayan önde gelen bir yaklaşımdır (Santos-Ruiz et al., 2017). Bilişsel çarpıtmaları yeniden çerçeveleme sürecinin, zorlu durumlara karşı daha dirençli tepkiler geliştirilmesini kolaylaştırdığı kanıtlanmıştır. Benzer şekilde, Farkındalık Temelli Stres Azaltma (MBSR) ve çeşitli meditasyon biçimleri, şimdiki anın farkındalığının geliştirilmesini teşvik eder. Bu uygulamanın, geçmiş olaylar veya gelecekle ilgili endişelerle ilgili düşüncelerin azalmasına yardımcı olduğu ve böylece daha sakin bir ruh hali sağladığı gösterilmiştir (Sharma & Rush, 2014). Diyafragmatik nefes egzersizleri gibi basit ama etkili teknikler de vücudun parasempatik sinir sistemini harekete geçirmek için anında kullanılabilir ve böylece "savaş ya da kaç" tepkisini engelleyebilir (Hopper et al., 2019). Bu yöntemler, bireylere strese verdikleri tepkiler üzerinde kontrol hissini yeniden kazanmaları için uygulanabilir araçlar sağlar (Alhasani et al., 2022).

Farmakolojik Müdahaleler

Şiddetli veya zayıflatıcı stres durumlarında, farmakolojik müdahaleler tedavinin bir parçası olarak gerekli görülebilir. Kronik strese sıklıkla eşlik eden anksiyete ve depresyon tedavisinde, semptomları yönetmek için antidepresanlar (örn. seçici serotonin geri alım inhibitörleri (SSRI'lar)) ve anksiyolitikler (örn. benzodiazepinler) gibi ilaçlar yaygın olarak reçete edilir (Papp, 2007). Bu ilaçların etki mekanizmasının, beyindeki nörokimyasal dengelerin değişmesini ve bunun sonucunda ruh halinin dengelenmesini ve panik hissinin azalmasını içerdiği düşünülmektedir (Kumar et al., 2013). Ancak, farmakolojik yaklaşımların öncelikle stresin temel nedenlerini ele almaktan ziyade semptomları yönettiğini belirtmek önemlidir. Ayrıca, bu maddelerin kullanımı, yan etkilere ve bağımlılık gelişimine neden olabilir, bu da tek başına kullanıldıklarında uzun vadeli bir çözüm olarak etkinliklerini engeller. Bu maddelerin diğer terapötik yöntemlerle entegrasyonu, faydalarını artırabilir ve risklerini azaltabilir.

Yaşam Tarzı Müdahaleleri

Giderek artan sayıda araştırma, stres yönetiminde yaşam tarzı kararlarının önemli rolünü vurgulamaktadır. Bu müdahaleler genellikle önleyici ve temel niteliktedir. Düzenli uyku programlarının sürdürülmesini ve dinlendirici bir uykuya elverişli bir ortamın yaratılmasını içeren uyku hijyenine öncelik vermek zorunludur. Yeterli uykunun hem bilişsel işlevlerde hem de duyguların düzenlenmesinde hayati bir rol oynadığı düşünüldüğünde, bu özellikle önemlidir (Baban & Morton, 2022). Beslenme de çok önemlidir; dengeli bir diyet vücudun fizyolojik işlevlerini ve beyin kimyasını destekler (Daubenmier et al., 2007). Son olarak, sosyal destek ve topluma katılımın strese karşı güçlü bir tampon görevi gördüğü kanıtlanmıştır. Güçlü sosyal bağlantılara sahip olmanın aidiyet ve amaç duygusu yarattığı ve zorlu dönemlerde bir güvenlik ağı görevi gördüğü kanıtlanmıştır (Haslam et al., 2005). Bu kategori içinde egzersiz, benzersiz ve etkili bir müdahale olarak öne çıkmaktadır. Bu yaşam tarzı seçimi, yüksek erişilebilirliği ile karakterize edilir ve dikkat dağınıklığı ve ruh hali iyileştirme gibi psikolojik faydalar sağlar. Ayrıca, sonraki bölümlerde incelenecek olan stres tepkisinin altında yatan fizyolojik mekanizmaları doğrudan hedef alır.

3. Stres Yönetiminde Egzersizin Etkisi (Literatür İncelemesi)

Önemli bir literatür külliyatı, düzenli fiziksel aktivite ile algılanan stres düzeyleri arasında tutarlı bir ters ilişki olduğunu göstermektedir. Bu fikir birliği, büyük ölçekli nüfus anketleri ve kontrollü klinik denemeleri kapsayan ve egzersizin hem akut hem de kronik stresi yönetmek için güvenilir bir strateji olarak etkinliğini tutarlı bir şekilde gösteren önemli bir araştırma külliyatı tarafından desteklenmektedir (Jackson, 2013; Park & Jang, 2019). Konuyla ilgili mevcut literatür, bu uygulamanın hem psikolojik hem de fizyolojik alanlarda faydalarını göstermektedir.

Psikolojik Etkiler

Psikolojik açıdan bakıldığında, egzersiz stresin psikolojik sonuçlarına karşı önemli bir hafifletici faktör olarak işlev görür. Öne çıkan bir bulgu, fiziksel aktivite ile ruh halinin iyileşmesi arasındaki korelasyondur. Araştırmalar, orta yoğunlukta fiziksel aktivitenin tek başına bir seansının bile anksiyete ve depresyon belirtilerini belirgin şekilde azaltabileceğini göstermiştir (Norris et al., 1992). Ayrıca, düzenli egzersiz uzun vadeli koruma sağlar. Bu fenomen, kısmen bireylerin karşılaştığı günlük streslerden uzaklaşma veya "mola" işlevi görme kapasitesine atfedilebilir, böylece zihinsel bir dinlenme sağlayarak yeniden başlama imkanı sunar. Dahası, büyüklüğü ne olursa olsun, fitness ile ilgili hedeflere ulaşmanın, bireyin öz yeterlilik duygusunu ve yaşam yönetiminde özerklik duygusunu artırdığı kanıtlanmıştır (Magalhaes Das Neves et al., 2014). Bu psikolojik kazanım, stres dönemlerinde sıklıkla görülen çaresizlik duygusuna karşı güçlü bir panzehir görevi görür. Son olarak, takım sporları veya fitness dersleri gibi grup aktivitelerine katılmak, sosyal etkileşim için önemli bir fırsat sunar. Sosyal etkileşimin stres tamponu görevi gördüğü ve psikolojik iyilik halinin önemli bir bileşeni olduğu iyi belgelenmiştir (Stults-Kolehmainen & Sinha, 2014).

Fizyolojik Etkiler

Mevcut literatür de açık fizyolojik faydalar olduğuna işaret etmektedir. Egzersizin vücudun strese verdiği hormonal tepkiyi düzenlediği kanıtlanmıştır (Smith, 2002). Örneğin, araştırmalar düzenli fiziksel aktivitenin psikolojik stres faktörlerine karşı kortizol tepkisini azalttığını, yani vücudun günlük zorluklara aşırı tepki vermediğini göstermektedir. Bu iddia, stresli bir olayın ardından fiziksel olarak formda olan bireylerde kalp atış hızı ve kan basıncının daha hızlı düzeldiğini gösteren araştırma bulguları ile desteklenmektedir (Caplin et al., 2021). Egzersiz ayrıca otonom sinir sistemini de etkiler ve dengeyi "dinlenme ve sindirim" durumundan sorumlu olan parasempatik sinir sistemine (PNS) kaydırır. Egzersiz yapmanın gevşeme tepkisinin etkinliğini artırdığı ve böylece stres döneminden sonra daha hızlı bir şekilde sakinlik durumuna dönmeyi kolaylaştırdığı kanıtlanmıştır (Cherpak, 2019).

4.Stres Yönetimi Üzerine Egzersizin Fizyolojik Etki Mekanizmaları

Egzersizin psikolojik faydaları önemli olmakla birlikte, stres üzerindeki en derin etkileri, vücudun fizyolojik stres tepki sistemlerini doğrudan etkileme yeteneğine dayanmaktadır. Egzersizin, vücut ve beynin stres faktörlerini hücresel ve hormonal düzeyde ele alma şeklini temelden değiştiren bir biyolojik düzenleyici olarak işlev gördüğü kanıtlanmıştır (Esch & Stefano, 2010).

HPA Ekseni ve Stres Hormonu Kortizol

Egzersizin HPA eksenini etkilediği en doğrudan fizyolojik mekanizma iyi belgelenmiştir (Sharma, 2018). HPA ekseni, vücudun stres için merkezi komuta merkezidir. Akut yüksek yoğunluklu egzersizin kortizol ve diğer stres hormonlarının salgılanmasını geçici olarak artırabileceği gösterilmiştir. Bununla birlikte, kronik, düzenli egzersizin bir tür "stres aşısı" görevi gördüğü gösterilmiştir (Sharma, 2018). Bu antrenman yönteminin HPA eksenini fiziksel eforun taleplerine etkili bir şekilde alıştırdığı ve böylece verimliliğini artırdığı gösterilmiştir.

Sonuçta ortaya çıkan fenomen, sonraki psikolojik stres faktörlerine karşı kortizol tepkisinin azalmasıdır. Sonuç olarak, fiziksel olarak aktif bir bireyin HPA ekseni, gerektiğinde aktivasyon ve daha da önemlisi, stres faktörü ortadan kalktığında deaktivasyon konusunda daha yetkin hale gelir. Bu gelişmiş negatif geri besleme döngüsü, vücudun yüksek alarm durumunda kalmasını önleyerek kortizolün kronik ve zararlı etkilerini hafifletir (Zschucke et al., 2015).

Nörotransmitterlerin modülasyonu

Egzersizin, ruh hali düzenleme ve strese karşı dirençle doğrudan ilişkili olan önemli nörotransmitterlerin güçlü bir modülatörü olduğu kanıtlanmıştır. En iyi bilinen etkilerinden biri endorfin salınımıdır. Bu endojen opioidler beyindeki reseptörlere bağlanarak, genellikle "koşucunun coşkusu" olarak adlandırılan bir coşku ve ağrı kesici hissi yaratır (Sarbadhikari & Saha, 2006). Ruh halinin anlık olarak yükselmesinin ötesinde, düzenli egzersizin, iyi olma ve mutluluk duygularında kritik bir rol oynayan bir nörotransmiter olan serotonin düzeylerini ve dönüşümünü artırdığı gösterilmiştir. Bu, egzersizin depresyon ve anksiyete için önerilen farmakolojik olmayan bir tedavi olarak kabul edilmesinin temel nedenidir. Ayrıca, fiziksel egzersizin, odaklanma, motivasyon ve enerji düzeylerini artırdığı gösterilen nörotransmiterler olan dopamin ve noradrenalin üretiminde artışa yol açtığı da kanıtlanmıştır. Egzersiz yapmanın, genellikle kronik stresle ilişkili olan duygusal ve bilişsel yorgunluğun giderilmesini kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Cabral, 2025).

Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör (BDNF)

Egzersiz ve stres yönetimi araştırmaları alanında önemli bir bulgu, egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) üzerindeki etkisinin gözlemlenmesidir. BDNF, nöronların sağlığını ve çoğalmasını destekleyen bir proteindir ve esasen bilişsel gelişimi kolaylaştıran bir besin maddesi olarak işlev görür. Kronik stresin, özellikle de yüksek kortizol seviyelerinin, nöronlar üzerinde, özellikle de hafıza ve duygusal düzenleme için kritik öneme sahip bir beyin bölgesi olan hipokampus üzerinde zararlı etkileri olduğu gösterilmiştir (Adlard & Cotman, 2004). Ancak, düzenli egzersizin BDNF seviyelerini önemli ölçüde artırdığı gösterilmiştir. Bu nörotrofik desteğin, nöronları strese bağlı atrofiye karşı koruduğu ve aynı zamanda hem nörojenez, yani yeni nöronların oluşumunu hem de sinaptik bağlantıların güçlenmesini desteklediği gösterilmiştir. BDNF kaynaklı mekanizmaların kolaylaştırdığı beyin plastisitesinin ve direncinin artması, egzersizin beynin fiziksel adaptasyonuna ve kronik stresin zararlı, uzun vadeli etkilerine dayanma yeteneğine nasıl katkıda bulunduğunu açıklayan önemli bir faktördür (Rasmussen et al., 2009).

SONUÇ

Sonuç olarak, bu literatür sentezi, egzersizin stresi yönetmek için güçlü ve çok yönlü bir müdahale olduğunu ve basit bir ruh hali iyileştirmenin çok ötesinde faydaları olduğunu kapsamlı bir şekilde doğrulamıştır. Titiz bir incelemeyle, fiziksel aktivitenin güçlü, kanıta dayalı bir strateji olarak işlev gördüğü ve önemli psikolojik ve fizyolojik faydalar sağladığı kanıtlanmıştır. Egzersizin, kronik stresin yıpratıcı etkilerine karşı hem bedeni hem de zihni güçlendirebileceği hipotezi, HPA eksenini stres faktörlerine daha verimli bir şekilde yanıt vermesi için eğitmenin ve serotonin ve endorfin gibi önemli nörotransmiterleri modüle etmenin, bedenin ve zihnin kronik stresin zararlı etkilerine karşı direncini artırabileceği kanıtlarıyla desteklenmektedir. Ayrıca, fiziksel aktivitenin nörojenezi teşvik etmesi ve BDNF'yi artırmasının, uzun vadeli beyin sağlığının ve direncinin korunmasına katkıda bulunduğu kanıtlanmıştır. Egzersiz, farmakolojik olmayan, erişilebilir ve bütünsel bir yaklaşım olarak sunulmaktadır. Egzersiz, sadece tamamlayıcı bir araç değil, kapsamlı bir stres yönetimi planının temel bileşenidir. Egzersizin, günümüzün baskıları karşısında daha fazla refah ve direnç için dönüştürücü bir yol sunduğu savunulmaktadır.

KAYNAKLAR

Adlard, P., & Cotman, C. (2004). Voluntary exercise protects against stress-induced decreases in brain-derived neurotrophic factor protein expression. *Neuroscience*, *124*(4), 985-992.

Alhasani, M., Mulchandani, D., Oyebode, O., Baghaei, N., & Orji, R. (2022). A systematic and comparative review of behavior change strategies in stress management apps: opportunities for improvement. *Frontiers in Public Health*, *10*, 777567.

Baban, K. A., & Morton, D. P. (2022). Lifestyle medicine and stress management. *J Fam Pract*, *71*(1), S24-s29.

Cabral, D. F. (2025). Changes in Neurotransmission During Exercise. In *Sport and Exercise Psychophysiology* (pp. 141-179). Springer.

Caplin, A., Chen, F., Beauchamp, M., & Puterman, E. (2021). The effects of exercise intensity on the cortisol response to a subsequent acute psychosocial stressor. *Psychoneuroendocrinology*, *131*, 105336.

Cherpak, C. E. (2019). Mindful eating: a review of how the stress-digestion-mindfulness triad may modulate and improve gastrointestinal and digestive function. *Integrative Medicine: A Clinician's Journal*, *18*(4), 48.

Cool, J., & Zappetti, D. (2019). The physiology of stress. In *Medical student well-being: An essential guide* (pp. 1-15). Springer.

Daubenmier, J. J., Weidner, G., Sumner, M. D., Mendell, N., Merritt-Worden, T., Studley, J., & Ornish, D. (2007). The contribution of changes in diet, exercise, and stress management to changes in coronary risk in women and men in the multisite cardiac lifestyle intervention program. *Annals of Behavioral Medicine*, *33*(1), 57-68.

Esch, T., & Stefano, G. B. (2010). The neurobiology of stress management. *Neuroendocrinology letters*, *31*(1), 19-39.

Haslam, S. A., O'Brien, A., Jetten, J., Vormedal, K., & Penna, S. (2005). Taking the strain: Social identity, social support, and the experience of stress. *British journal of social psychology*, *44*(3), 355-370.

Hopper, S. I., Murray, S. L., Ferrara, L. R., & Singleton, J. K. (2019). Effectiveness of diaphragmatic breathing for reducing physiological and psychological stress in adults: a quantitative systematic review. *JBI Evidence Synthesis*, *17*(9), 1855-1876.

Ignacio, J., Dolmans, D., Scherpbier, A., Rethans, J.-J., Chan, S., & Liaw, S. Y. (2016). Stress and anxiety management strategies in health professions' simulation training: a review of the literature. *BMJ simulation & technology enhanced learning*, *2*(2), 42.

Jackson, E. M. (2013). Stress relief: The role of exercise in stress management. *ACSM's Health & Fitness Journal*, *17*(3), 14-19.

Kumar, A., Rinwa, P., Kaur, G., & Machawal, L. (2013). Stress: Neurobiology, consequences and management. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, *5*(2), 91-97.

Magalhaes Das Neves, M., Loots, J., & Van Niekerk, R. (2014). The effect of various physical exercise modes on perceived psychological stress. *South African Journal of Sports Medicine*, *26*(4), 104-108.

Norris, R., Carroll, D., & Cochrane, R. (1992). The effects of physical activity and exercise training on psychological stress and well-being in an adolescent population. *Journal of psychosomatic research*, *36*(1), 55-65.

Papp, L. A. (2007). Pharmacological approach to the management of stress and anxiety disorders. *Principles and practice of stress management*, 579-612.

Park, S., & Jang, M. K. (2019). Associations between workplace exercise interventions and job stress reduction: a systematic review. *Workplace health & safety*, *67*(12), 592-601.

Patel, C. (2013). *The complete guide to stress management*. Springer.

Rasmussen, P., Brassard, P., Adser, H., Pedersen, M. V., Leick, L., Hart, E., Secher, N. H., Pedersen, B. K., & Pilegaard, H. (2009). Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental physiology*, *94*(10), 1062-1069.

Rizzolo, D., Zipp, G. P., Stiskal, D., & Simpkins, S. (2009). Stress management strategies for students: The immediate effects of yoga, humor, and reading on stress. *Journal of College Teaching & Learning*, *6*(8), 79-88.

Santos-Ruiz, A., Robles-Ortega, H., Pérez-García, M., & Peralta-Ramírez, M. I. (2017). Effects of the cognitive-behavioral therapy for stress management on executive function components. *The Spanish journal of psychology*, *20*, E11.

Sarbadhikari, S. N., & Saha, A. K. (2006). Moderate exercise and chronic stress produce counteractive effects on different areas of the brain by acting through various neurotransmitter receptor subtypes: a hypothesis. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, *3*(1), 33.

Sharma, D. K. (2018). Physiology of stress and its management. *J Med Stud Res*, *1*(001), 1-5.

Sharma, M., & Rush, S. E. (2014). Mindfulness-based stress reduction as a stress management intervention for healthy individuals: a systematic review. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, *19*(4), 271-286.

Smith, J. C. (2002). *Stress management: A comprehensive handbook of techniques and strategies*. Springer Publishing Company.

Stults-Kolehmainen, M. A., & Sinha, R. (2014). The effects of stress on physical activity and exercise. *Sports medicine*, *44*(1), 81-121.

Zschucke, E., Renneberg, B., Dimeo, F., Wüstenberg, T., & Ströhle, A. (2015). The stress-buffering effect of acute exercise: Evidence for HPA axis negative feedback. *Psychoneuroendocrinology*, *51*, 414-425.

GEBELİKTE HİPERTANSİF BOZUKLUKLAR VE PREEKLAMPSİNİN ÖNLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU[2]/ Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Sağlığı ve Doğum Anabilim Dalı, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2] Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, Eczane Hizmetleri Bölümü, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Özet

Gebelikte hipertansiyon, maternal ve fetal morbidite ile mortaliteyi artıran önemli bir klinik tablodur. Kronik hipertansiyon, gestasyonel hipertansiyon, preeklampsi ve eklampsi ve kronik hipertansiyona eklenen preeklampsi olmak üzere dört ana kategoriye ayrılır. Preeklampsi, 20. gebelik haftasından sonra gelişen hipertansiyon ve proteinüri ile tanımlanır; patogenezinde anjiyojenik faktörlerdeki değişiklikler, anormal plasenta gelişimi ve vazokonstriksiyon rol oynamaktadır. Maternal risk faktörleri arasında ileri yaş, önceki preeklampsi öyküsü, nulliparite, obezite ve çoğul gebelik sayılabilir. Yönetimde kan basıncının 110/85–140/90 mmHg aralığında tutulması, fetal büyümenin ve iyilik halinin düzenli takibi esastır. Yüksek riskli gebelerde düşük doz aspirin profilaksisi preeklampsi gelişimini azaltabilmektedir. Gebelikte güvenle kullanılabilecek antihipertansifler arasında labetalol, nifedipin, metildopa, hidralazin ve prazosin yer alır. Postpartum dönemde hipertansiyon genellikle 12 hafta içinde geriler; devam eden olgularda primer veya sekonder nedenler araştırılmalıdır. Erken tanı, uygun tedavi ve multidisipliner yaklaşım ile maternal ve fetal prognoz belirgin şekilde iyileştirilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, Hipertansiyon, Preeklampsi, Antihipertansif Tedavi, Kadın Sağlığı ve Doğum.

HYPERTENSIVE DISORDERS IN PREGNANCY AND PREVENTION OF PREECLAMPSIA

Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU[2], Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1] Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2] Yozgat Bozok University, Vocational School of Health Services, Department of Pharmacy Services, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Abstract

Hypertension during pregnancy is an important clinical condition that increases maternal and fetal morbidity and mortality. It is classified into four main categories: chronic hypertension, gestational hypertension, preeclampsia, eclampsia, and preeclampsia superimposed on chronic hypertension. Preeclampsia is defined as hypertension and proteinuria developing after the 20th week of gestation; changes in angiogenic factors, abnormal placental development, and vasoconstriction play a role in its pathogenesis. Maternal risk factors include advanced maternal age, a history of preeclampsia, nulliparity, obesity, and multiple pregnancies. Management primarily focuses on maintaining blood pressure within the range of 110/85–140/90 mmHg, along with regular monitoring of fetal growth and well-being. In high-risk pregnancies, low-dose aspirin prophylaxis may reduce the development of preeclampsia. Antihypertensive agents considered safe for use during pregnancy include labetalol, nifedipine, methyldopa, hydralazine, and prazosin. In the postpartum period, hypertension usually resolves within 12 weeks; persistent cases should be evaluated for primary or secondary causes. Early diagnosis, appropriate medical treatment, and a multidisciplinary approach can significantly improve maternal and fetal outcomes.

Keywords: Pregnancy, Hypertension, Preeclampsia, Antihypertensive Therapy, Obstetrics and Gynecology.

GİRİŞ

Hipertansiyonun insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Gebelikte ortaya çıkan hipertansiyon ise fetomaternal mortalite ve morbiditeyi artırmaktadır. Artan obezite oranları, hipertansiyon gelişimi ile ilişkilidir (1). Hipertansiyonun riskleri göz önüne alındığında, pulmoner ödem, serebrovasküler hastalık, plasenta dekolmanı, dissemine intravasküler koagulasyon (DİK), venöz tromboemboli ve multiorgan yetmezliği gibi ciddi komplikasyonlar görülebilir. Fetal düzeyde ise prematürite, intrauterin büyüme geriliği ve fetal ölüm gibi riskler mevcuttur. Düşük doğum ağırlığı ile doğan bebeklerde yenidoğan bakım süresi uzamakta ve neonatal ölüm riski artmaktadır (2). Gebelikte hipertansiyon, yaklaşık %10 oranında görülmekte ve gebeliği daha komplike hâle getirebilmektedir. Bu nedenle hipertansiyonun erken tanısı ve uygun tedavi yönetimi, fetomaternal mortalite ve morbiditeyi azaltmak açısından büyük önem taşımaktadır (2,3).

Pato-fizyoloji ve Tanı

Gebelikte hipertansiyon görülebileceği gibi, gebelik öncesi veya sonrasında da hipertansiyon gelişebilir. Hipertansiyon, sistolik kan basıncının 140 mmHg, diastolik kan basıncının ise 90 mmHg üzerinde olması olarak tanımlanır (4). American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) kriterlerine göre preeklampsi, gebelik öncesi normotansif olan bir kadında 20. gebelik haftasından sonra sistolik kan basıncının 140 mmHg, diastolik kan basıncının 90 mmHg üzerinde olması ve 24 saatlik idrarda proteinüri ≥300 mg veya idrar protein/kreatinin oranının ≥0.3 olması durumunda tanımlanır. Preeklampsi, hafif ve şiddetli olmak üzere iki alt gruba ayrılır; şiddetli preeklampside yüksek karaciğer enzimleri ve kreatinin değerleri ile düşük platelet sayıları görülebilir (5).

Normal gebelikte östrojen, renin-anjiyotensin-aldosteron sistemi (RAAS) aktivasyonu ile su ve tuz tutulumu sağlar. Ancak preeklampsi gelişen gebelerde RAAS baskılanmış, glomerüler filtrasyon hızı azalmış ve buna bağlı olarak ödem ile hipertansiyon ortaya çıkmaktadır (3,6). Preeklampsinin kesin nedeni bilinmemekle birlikte, anjiyojenik faktörlerdeki değişiklikler plasentanın anormal yerleşimine yol açarak patogenezde rol oynamaktadır. Vazokonstriksiyon ise iskemi-reperfüzyon hasarına ve oksidatif strese neden olmaktadır (7).

Gebelikte hipertansiyon ve preeklampsi, fetomaternal mortalite ve morbiditeyi artırmaktadır. Preeklampsinin önlenmesi için aerobik egzersiz önerilmektedir. Ayrıca, preeklampsi riski yüksek olan gebelerde düşük doz aspirin kullanımı gebelik komplikasyonlarını önlemeye yardımcı olabilir; aspirin kullanımının gebelikte komplikasyon riskini yaklaşık %20 azalttığı bulunmuştur. Aspirine 12–16. haftalar arasında başlanıp gebelik süresince devam edilmesi önerilmektedir (8,9).

Gebelikte görülen hipertansif bozukluklar dört ana gruba ayrılır:

- Kronik hipertansiyon
- Gestasyonel hipertansiyon
- Preeklampsi ve eklampsi
- Kronik hipertansiyona eklenen preeklampsi (10).

1.Kronik Hipertansiyon:

Gebeliğin 20. Haftasından önce ortaya çıkan hipertansiyon durumudur. Primer hipertansiyon olabileceği gibi böbrek hastalığının eşlik ettiği sekonder hipertansiyon da olabilir. Gebelerde hipertansiyon durumunda böbrek fonksiyonları , karaciğer fonksiyon testleri, tam kan sayımı ve elektrolit kan analizi önerilmektedir.(11)

2. Gestasyonel Hipertansiyon:

Gebeliğin 20. Haftasında sonra görülür ve hipertansiyonun yanında ödem ve proteinüri yoktur. Preeklampsideki gibi fetal büyüme kısıtlılığı yapmaz. Kardiyovaskuler hastalığın risk artışına sebep olabilir.(12)

3.Preeklampsi ve eklampsi:

Anormal plasentasyondan kaynaklı anjiojenik ve antianjiojenik dengesizlik sonucu preeklampsi ortaya çıkar. Preeklampsi, kronik hipertansiyona eklenebilir. 20. gebelik haftasından sonra yeni başlangıç olarak ortaya çıkabilir.(13) Eklampsi durumu ise preeklampsi olan gebelerde nörolojik açıklanacak bir sebep yokken ortaya çıkan tonik-klonik jeneralize oluşan nöbetin eşlik etmesidir.(14)

Preeklampsi de risk faktörleri, ileri maternal yaş,preeklampsi öyküsü,ilk gebelik ,yardımcı üreme tetkikleri ile gebe kalınması, gebelikler arası sürenin uzun olması, çoğul gebelik , BMİ >30 olması yer alır. Preeklampsi'yi önlemek için risk faktörleri göz önüne alınmalıdır. (15)

Yönetim ve Tedavi

Hipertansiyon; prepartum, intrapartum veya post partum durumların herbirinde maternal ve fetal etkileri azaltmak için kontrol altına alınmalıdır. Bu nedenle gebelik hipertansiyonun tanımak amaçlı kan basıncı ölçülmesi gerekir. Eğer klinikte yüksek tansiyon ortaya çıkıyorsa 'beyaz önlük hipertansiyon' düşünülüp evde tansiyon takipleri yapılıp kontrol edilebilir.(3, 16) Takiplerinde tansiyon yüksekliği olan gebeye oluşabilecek komplikasyonları önlemek amaçlı medikal tedavi başlanılabilir.(13)

Tablo 1. Gebelikte Kullanılan Medikal Tedaviler

Antihipertansif ilaç	Sınıf	Doz	Yan etkiler
Labetalol	Beta bloker	Günde iki kez 100 mg – Günde üç kez 400 mg	Bradikardi, bronkospazm, baş ağrısı
Nifedipin kontrollü salım	Kalsiyum kanal antagonisti	Günde 30 mg – Günde iki kez 60 mg	Baş ağrısı (ilk doz etkisi), kızarma, taşikardi, periferik ödem
Metildopa	Merkezi eylem	Günde iki kez 250 mg – Günde üç kez 750 mg	Depresyon, ağız kuruluğu, sedasyon, nadiren hemoliz ve hepatit
Hidralazin	Vazodilatör	Günde üç kez 25 mg – Günde üç kez 50 mg	Kızarıklık, baş ağrısı, lupus benzeri sendrom
Prazosin	Alfa bloker	Günde iki kez 0,5 mg - Günde üç kez 5 mg	Ortostatik hipotansiyon

Tedavideki temel kan basıncı hedef değeri 110/85-140/90 mm/Hg aralığında tutmaktır. Ayrıca fetal iyilik halinin değerlendirilmesi ve fetal büyüme de temel hedef içerisinde yer almaktadır. Preeklampsi yi önlemek için risk faktörleri akılda tutularak hastaya yaklaşım önemlidir. Aspirin kullanımı da yüksek risk altında olan hastalara proflaksi olarak başlanılabilir. Bu sayede intra uterin gelişim geriliği, preterm doğum önlenebilir. Ancak post partum kanama ihtimalinin olduğu unutulmamalıdır.(13) Doğum sonrası gebeliğe bağlı olan hipertansiyon 12 hafta içinde normal düzeye gelir. Eğer hipertansiyon düzelmezse primer ve sekonder hipertansiyon sebepleri araştırılması gerekir. Doğum sonrası sistolik kan kasıncı 120 mmHg altında ise kullanılan antihipertansif ilaç kesilmelidir. Ancak tansiyon yüksekliği devam ediyorsa gebelikte güvenle kullanılan alfa-metil dopa da 3 te bir gebe de depresyon riski olduğu için ilaç durdurulmalıdır. Emzirme durumu, ek hastalık gibi sebepleri göz önünde bulundurarak farklı antihipertansife geçilmelidir.(8, 17)

SONUÇ

Sonuç olarak gebelikte hipertansiyon hem maternal hemde fetal etkileri olan, multidisipliner yönetim gerektiren bir hastalıktır. Önlenmesi için risk faktörlerinin akılda tutulması, gerekli tedavinin uygulanması fetal iyilik halinin ve fetal büyümenin takibini yaparak doğum zamanın planlanması yapılması gerekir. Bu saye de oluşabilecek komplikasyonların önüne geçilebilir.

KAYNAKLAR

1. Cífková R. Hypertension in pregnancy: a diagnostic and therapeutic overview. High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention. 2023;30(4):289-303.

2. Regitz-Zagrosek V, Roos-Hesselink JW, Bauersachs J, Blomström-Lundqvist C, Cifkova R, De Bonis M, et al. 2018 ESC guidelines for the management of cardiovascular diseases during pregnancy: the task force for the management of cardiovascular diseases during pregnancy of the European Society of Cardiology (ESC). European heart journal. 2018;39(34):3165-241.

3. Garovic VD, Dechend R, Easterling T, Karumanchi SA, McMurtry Baird S, Magee LA, et al. Hypertension in pregnancy: diagnosis, blood pressure goals, and pharmacotherapy: a scientific statement from the American Heart Association. Hypertension. 2022;79(2):e21-e41.

4. Kintiraki E, Papakatsika S, Kotronis G, Goulis DG, Kotsis V. Pregnancy-induced hypertension. Hormones. 2015;14(2):211-23.

5. Ryan K, McGrath L, Brookfield K. Hypertension management in pregnancy. Annual review of medicine. 2025;76.

6. Lindheimer MD, August P. Aldosterone, maternal volume status and healthy pregnancies: a cycle of differing views. Nephrology Dialysis Transplantation. 2009;24(6):1712-4.

7. Rana S, Lemoine E, Granger JP, Karumanchi SA. Preeclampsia: pathophysiology, challenges, and perspectives. Circulation research. 2019;124(7):1094-112.

8. Askie LM, Duley L, Henderson-Smart DJ, Stewart LA. Antiplatelet agents for prevention of pre-eclampsia: a meta-analysis of individual patient data. The Lancet. 2007;369(9575):1791-8.

9. Duley L, Meher S, Hunter KE, Seidler AL, Askie LM. Antiplatelet agents for preventing pre-eclampsia and its complications. Cochrane database of systematic reviews. 2019(10).

10. Brown MA, Magee LA, Kenny LC, Karumanchi SA, McCarthy FP, Saito S, et al. Hypertensive disorders of pregnancy: ISSHP classification, diagnosis, and management recommendations for international practice. Hypertension. 2018;72(1):24-43.

11. Obstetricians ACo, Gynecologists. Gestational hypertension and preeclampsia: ACOG practice bulletin, number 222. Obstet Gynecol. 2020;135(6):e237-e60.

12. Woolcock H, Parra N, Zhang Y, Reddy UM, Bello NA, Miller E, et al. Pregnancy outcomes in women who developed elevated blood pressure and stage I hypertension after 20 weeks, gestation. American journal of perinatology. 2024;41(15):2135-43.

13. Lowe SA, Bowyer L, Lust K, McMahon LP, Morton M, North RA, et al. SOMANZ guidelines for the management of hypertensive disorders of pregnancy 2014. Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology. 2015;55(5):e1-e29.

14. Tabassum S, AlSada A, Bahzad N, Sulaibeekh N, Qureshi A, Dayoub N. Preeclampsia and its maternal and perinatal outcomes in pregnant women managed in Bahrain's tertiary care hospital. Cureus. 2022;14(5).

15. Phipps E, Prasanna D, Brima W, Jim B. Preeclampsia: updates in pathogenesis, definitions, and guidelines. Clinical Journal of the American Society of Nephrology. 2016;11(6):1102-13.

16. Magee LA, Brown MA, Hall DR, Gupte S, Hennessy A, Karumanchi SA, et al. The 2021 International Society for the Study of Hypertension in Pregnancy classification, diagnosis & management recommendations for international practice. Pregnancy hypertension. 2022;27:148-69.

17. Bone JN, Sandhu A, Abalos ED, Khalil A, Singer J, Prasad S, et al. Oral antihypertensives for nonsevere pregnancy hypertension: systematic review, network meta-and trial sequential analyses. Hypertension. 2022;79(3):614-28.

POST PARTUM KANAMA

Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU[2]/ Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Sağlığı ve Doğum Anabilim Dalı, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2] Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, Eczane Hizmetleri Bölümü, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Özet

Postpartum kanama (PPK), Dünya Sağlık Örgütü'ne göre vajinal doğumdan sonra 500 ml'den fazla, sezaryen sonrası ise 1000 ml'den fazla kan kaybı olarak tanımlanır ve halen maternal mortalitenin başlıca nedenlerinden biridir. PPK insidansı %2–10 olup en sık sebebi uterin atonidir. Diğer nedenler; travma, plasental doku retansiyonu ve koagülopatiler şeklinde 4T (tonus, travma, tissue, trombin) sınıflamasında incelenir. Erken tanı, uterin masaj ve uterotoniklerin hızlı uygulanması mortaliteyi belirgin şekilde azaltır. Medikal tedavide ilk basamak oksitosin olup, yanıtsız vakalarda ergometrin, karbetosin ve misoprostol tercih edilebilir. Traneksamik asit fibroinolitik aktiviteyi azaltarak erken dönemde etkili olur. Hipovolemiye bağlı şok önlenmesi için kan ve komponent replasmanı hayati önem taşır. Medikal tedavi yetersiz kaldığında balon tamponad ve B-Lynch gibi kompresyon sütürleri gibi girişimsel yöntemlere geçilir. Persistan kanamalarda uterin arter ligasyonu, internal iliak arter ligasyonu ve son çare olarak histerektomi uygulanabilir. Komplikasyonlar arasında hipovolemik şok, böbrek ve karaciğer yetmezliği, DİK, Sheehan sendromu ve infertilite yer alır. Sonuç olarak, PPK'nın önlenmesi için doğum öncesi aneminin tedavisi, riskli hastaların erken tanımlanması, aktif üçüncü evre yönetimi ve hızlı müdahale protokolleri büyük önem taşır.

Anahtar Kelimeler: Postpartum kanama, Uterin atoni, Maternal mortalite, Kadın Sağlığı ve Doğum.

POSTPARTUM HEMORRHAGE

Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU[2], Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1] Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2] Yozgat Bozok University, Vocational School of Health Services, Department of Pharmacy Services, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Abstract

Postpartum hemorrhage (PPH) is defined by the World Health Organization as blood loss exceeding 500 mL after vaginal delivery or 1000 mL after cesarean section and remains one of the leading causes of maternal mortality. The incidence of PPH ranges from 2% to 10%, with uterine atony being the most common cause. Other causes include trauma, retained placental tissue, and coagulopathies, categorized under the 4T classification (tone, trauma, tissue, thrombin). Early diagnosis, uterine massage, and prompt administration of uterotonics significantly reduce mortality. Oxytocin is the first-line medical treatment, while ergometrine, carboprost, and misoprostol may be used in refractory cases. Tranexamic acid reduces fibrinolytic activity and is effective in the early stages. To prevent hypovolemic shock, blood and component replacement are essential. When medical management is insufficient, interventional procedures such as balloon tamponade and compression sutures like B-Lynch are employed. In cases of persistent bleeding, uterine artery ligation, internal iliac artery ligation, and, as a last resort, hysterectomy may be performed. Complications include hypovolemic shock, renal and hepatic failure, disseminated intravascular coagulation (DIC), Sheehan's syndrome, and infertility. In conclusion, prevention of PPH requires treatment of antepartum anemia, early identification of high-risk patients, active management of the third stage of labor, and rapid intervention protocols.

Keywords: Postpartum hemorrhage, Uterine atony, Maternal mortality, Obstetrics and Gynecology.

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, doğumdan sonraki ilk 24 saat içinde spontan vajinal doğumlarda 500 mL'den, sezaryen doğumlarda ise 1000 mL'den fazla kan kaybı postpartum kanama (PPK) olarak tanımlanmaktadır. PPK, anne ölümlerinin önlenebilir başlıca nedenlerinden biridir. PPK'nın erken tanınması ve zamanında medikal tedavi ile girişimsel müdahalelerin uygulanması, mortalite ve morbidite oranlarını belirgin şekilde azaltmaktadır. Tedavi yaklaşımları arasında uterin masaj, uterotonik ilaçlar ve cerrahi girişimler ön plana çıkmaktadır. Mevcut tedavi protokollerine rağmen, PPK halen anne ölümlerinin yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır. Postpartum kanama insidansı ise %2–10 arasında değişmektedir. (1-4)

Etyoloji ve Risk Faktörleri

Doğumdan sonraki süreçteki kanama nedenleri 4T (travma, doku, trombin, tonus) olarak özetlenebilir. Bu sebepler arasında en yaygın olarak görülen uterin atonidir. PPK ile birlikte transfüzyon gerektiren şiddetli anemi, dissemine intravenöz koagülasyon(DİK), çoklu organ yetmezliği durumuna ve hatta ölüme sebep olabilir.(5)

1-Tonus(uterin atoni): Uzamış doğum eylemi, Myomlar, Doğumda kullanılan indüksiyon, Koryoamniyonit, Uterus büyümesine sebep olan polihidroamniyoz, makrozomik fetüs, çoğul gebelikler gibi nedenler,

2-Travma: Müdahaleli doğumlar, Derin epizyotomi yırtılmaları, vajinal ve servikal doku laserasyonları, sezaryen doğum,

3-Tissue(doku) :Plasental anomaliler,uterin anomaliler,

4-Trombin(koagulopati) : intrauterin ex, eklampsi ve preeklampsi,amnıyon sıvı embolisi (6).

Postpartum Kanama Yönetim Şeması, klinisyenlere PPK vakalarında izlenecek sistematik yol hakkında genel bir rehber sunmaktadır. Bu şema, kanamanın erken tanınmasından başlanarak uygun medikal ve girişimsel müdahalelerin zamanında uygulanmasını hedefler. Yönetim süreci genellikle şu adımları içerir:

Erken Tanı ve Değerlendirme: Kanama miktarının hızlıca değerlendirilmesi, vital bulguların izlenmesi ve hemodinamik durumun stabilizasyonu.

İlk Basamak Medikal Müdahale: Uterin masajın uygulanması ve oksitosin gibi uterotoniklerin başlatılması.

İleri Medikal Müdahale: Oksitosine yanıt alınamazsa ergometrin, misoprostol veya karbetosin gibi diğer uterotoniklerin eklenmesi. Traneksamik asit ile fibrinolitik aktivitenin azaltılması da erken dönemde önerilmektedir.

Girişimsel ve Cerrahi Müdahale: Medikal tedaviye yanıt alınamazsa balon tamponad veya B-Lynch gibi kompresyon sütürleri uygulanır. Persistan kanamalarda uterin arter ligasyonu, internal iliak arter ligasyonu ve son çare olarak histerektomi gibi cerrahi yöntemler devreye girer.

Destek Tedavisi ve Komplikasyon Yönetimi: Hipovolemiye bağlı şok gelişmesini önlemek için kan ve kan komponentleri replasmanı yapılır. Gerektiğinde yoğun bakım desteği sağlanır ve böbrek/karaciğer fonksiyonları izlenir.

Bu şema, hem medikal hem de cerrahi müdahalelerin sistematik olarak uygulanmasını sağlayarak maternal mortalite ve morbiditeyi azaltmak amacıyla bir klinik yol haritası sunmaktadır. Postpartum Kanama Yönetim Şeması bize izlenecek yol hakkında genel bilgi verebilmektedir.

Postpartum kanama var mı?

EVET → Fundus sert mi?
HAYIR → İzlem

Fundus sert mi?

EVET → Genital alanda laserasyon var mı?
HAYIR → Uterin masaj + uterotonik uygula

Genital alanda laserasyon var mı?

EVET → Laserasyon onarımı
HAYIR → Plasenta ve membranlar tam mı?

Plasenta ve membranlar tam mı?

EVET → Sebep araştır ve destek tedavi(kan transfüzyonu, pıhtılaşma faktörleri,damar içi mayi) uygula
HAYIR → Plasenta revizyonu

PPK erken tanı ve gerekli müdahale uygulandıktan sonra mortalite ve morbidite de önemli ölçüde azalma görülmektedir.(7)Doğumdan sonraki kanamayı durdurmaktaki asıl amaç uterşin tonusu sağlamaktır.Kan kaybını önlemede tonusun sağlanmasının yanında trombositler ve pıhtılaşma faktörleri yer almaktadır.(8)

Medikal tedaviler

1- Uterotonikler

PPK da birinci basamak uterotonik olarak FİGO'*nun* (*International Federation of Gynecologist and Obstetrics) önerdiği yalnızca iv oksitosindir. Etki süresinin 2-3 dk da başlaması , kolay ulaşılabilir olması, kontrenkdikasyon ve yan etkisinin az olması nedeniyle avantajları vardır.1000 ml mayi içerisine 10 IU katılarak i.v (intravenöz) olarak 30 dk içinde bolus verilebilir. Kanamanın devam etmesi durumunda bolus tedavinin ardından 10-40IU oksıtosın 3-4 saat uterın tonusu korumak amaçlı i.v olarak devam ettirilebilir. Eğer verilen tedaviye yanıt alınamazsa ergo alkoloidleri (ergometrin) i.m verilebilir. Her ikisininde bulunmadığı durumlarda karbetosin kullanılabilir. (7, 9) Mısoprostol ise prostaglandin E1 analoğudur. Oral, rektal, sublıngual, bukkal kullanım alanları vardı. Kullanım alanına göre etki süresi değişir. PPK da en sık olarak rektal verilen mısoprostolun bıyoyararlanımı da en düşük düzeydedir.(10)*

2-Transenamik Asit(TXA)

PPK da antıfıbrınolitik olarak TXA sıklıkla kullanılmaktadır. FIGO, PPK kanama tanısı konulur konulmaz TXA yı erken dönemde i.v olarak verilmesini önermektedir. Doğumdan sonraki 3.saatten sonra etkisi azalmaktadır. Uygulama yapılırken 1 gram dozunda 10-20 dk içerisinde verilmesi gerekmektedir.(11, 12)

3-Kan Transfüzyonu ve Pıhtılaşma Faktörleri Replasmanı

PPK da görülülen ,tedavinin ana bileşeni olan hipovoleminin düzeltilmesi ve koagulopatinin giderilmesi esastır.Uygulanan kan transfüzyonu hıpovolemık şoktaki hasta için hayat kurtarıcı olabilir. (9, 13)Hastaya verilen kan transfüzyonu; hastanın risk faktörleri, kaybedilen kan miktarı, laboratuar test sonuçları ve klinik durumuna göre belirlenmelidir.(3)

Girişimsel-Cerrahi Tedaviler

PPK da birinci basamak tedavi olan uterin masaj ve medikal tedaviden yanıt alınamazsa mekanik yöntemler (balon tamponad, kompresyon sütürleri gibi) hayat kurtacı olabilir. Bakri balonu ise ilk kez 2001 yılında tanımlanmıştır. Uterus içerisine yerleştirilen bakri balonu 500 cc serum fizyolojik (SF) ile şişirilir. 24 saat uterus

içinde kalan balon uterin kanamayı durdurmak için tasarlanmıştır.(14)Yapılan bu uygulama sayesinde uterin kanama %85 oranında azalabilir.(15)

Uterus üzerine yapılan kompresyon sütürleri ise ilk olarak 1997 de tanımlanmıştır ve günümüze kadar birkaç teknik (B-lynch, hayman gibi) vardır. Bu teknikler içersinde uterus ön, arka duvarına dayanan ve uterin boşluğuna uzanan tipleri vardır. Bu teknikler sayesinde %90 oranında uterin kanamanın azaldığını gösteren yayınlar vardır.(16-18)

Yapılan medikal ve girişimsel işlemlerden sonra halen PPK devam ediyorsa cerrahi işlemler düşünülebilir. Burada yapılması gereken ilk olarak bilateral uterin arter ligasyonudur. Bu işlemden sonra kanama devam ediyorsa iliak arter ligasyonu yapılır.Uygulanan bütün işlemlere rağmen PPK varsa son çare olarak histerektomi yapıp hastanın hayatı kurtulabilir.(5, 19, 20)

PPK sonrası olası komplikasyonlar

Doğum sonrası kanama nedeniyle hasta hipovolemik şok tablosu, akut böbrek yetmezliği, kan transfüzyonuna bağlı allerji, dissemine intra vaskuler kanama(DİK), akut akciğer hasarı,karaciğer yetmezliği ve ölüm gibi komplikasyonlar görülebilir. PPK ile birlikte sheehan sendromu ve infertilite ise geç komplikasyon olarak ortaya çıkabilir. (21)

Sonuç

PPK anne ölümlerinin önde gelen nedenleri arasında yer almasından dolayı klinik önem arz etmektedir. Dünya çapında her 4 dk da bir anne ölümü olmaktadır. PPK'nın erken tanısının konulması ve gerekli tedavinin zamanında uygulanması hayat kurtarıcı olabilir. Bu sebepten dolayı gebe kalmadan önce ve gebelik süresi boyunda hastanın demir depolarının doldurulması, Hemoglobin (HGB) takibi yapılması gerekir. Doğumun üçüncü evresinin aktif olarak takip edilmesi, kanamanın hızlı değerlendirilmesi anne ölümleri ve komplikasyonları önlemek için önemlidir.(22, 23)

Kaynaklar

1. Corbetta-Rastelli CM, Friedman AM, Sobhani NC, Arditi B, Goffman D, Wen T. Postpartum hemorrhage trends and outcomes in the United States, 2000–2019. Obstetrics & Gynecology. 2023;141(1):152-61.

2. Hemorrhage P. Practice bulletin no. 183: Postpartum hemorrhage: Postpartum hemorrhage. Obstet Gynecol. 2017;130:e168-e81.

3. No G-tG. Prevention and management of postpartum haemorrhage. Bjog. 2016;124:e106-e49.

4. Ueda A, Nakakita B, Chigusa Y, Mogami H, Ohtera S, Kato G, et al. Impact of efforts to prevent maternal deaths due to obstetric hemorrhage on trends in epidemiology and management of severe postpartum hemorrhage in Japan: a nationwide retrospective study. BMC Pregnancy and Childbirth. 2022;22(1):496.

5. Shields LE, Goffman D, Caughey AB. Postpartum hemorrhage. Obstetrics and Gynecology. 2017;130(4):E168-E86.

6. Yunas I, Islam MA, Sindhu KN, Devall AJ, Podesek M, Alam SS, et al. Causes of and risk factors for postpartum haemorrhage: a systematic review and meta-analysis. The Lancet. 2025.

7. Rath WH. Postpartum hemorrhage–update on problems of definitions and diagnosis. Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica. 2011;90(5):421-8.

8. Wang MJ, Oyelese Y. Postpartum hemorrhage. Maternal-Fetal Medicine. 2025;7(01):38-48.

9. Escobar MF, Nassar AH, Theron G, Barnea ER, Nicholson W, Ramasauskaite D, et al. FIGO recommendations on the management of postpartum hemorrhage 2022. International Journal of Gynecology & Obstetrics. 2022;157:3-50.

10. Jones AJ, Federspiel JJ, Eke AC. Preventing postpartum hemorrhage with combined therapy rather than oxytocin alone. American journal of obstetrics & gynecology MFM. 2023;5(2):100731.

11. Pacheco LD, Hankins GD, Saad AF, Costantine MM, Chiossi G, Saade GR. Tranexamic acid for the management of obstetric hemorrhage. Obstetrics & Gynecology. 2017;130(4):765-9.

12. Kowalczyk JJ, Cecconi M, Butwick AJ. Evaluating tranexamic acid for the prevention and treatment of obstetric hemorrhage. Current Opinion in Obstetrics and Gynecology. 2024;36(2):88-96.

13. Baird SM, Martin S, Kennedy MBB. Goals for collaborative management of obstetric hemorrhage. Obstetrics and Gynecology Clinics. 2021;48(1):151-71.

14. Bakri Y, Amri A, Abdul Jabbar F. Tamponade-balloon for obstetrical bleeding. International Journal of Gynecology & Obstetrics. 2001;74(2):139-42.

15. Suarez S, Conde-Agudelo A, Borovac-Pinheiro A, Suarez-Rebling D, Eckardt M, Theron G, et al. Uterine balloon tamponade for the treatment of postpartum hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. American journal of obstetrics and gynecology. 2020;222(4):293. e1-. e52.

16. B-Lynch C, Coker A, Lawal AH, Abu J, Cowen MJ. The B-Lynch surgical technique for the control of massive postpartum haemorrhage: an alternative to hysterectomy? Five cases reported. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology. 1997;104(3):372-5.

17. Esike COU. A uterus-preserving treatment for uncontrollable postpartum hemorrhage: Esike's technique. Obstetrics & Gynecology. 2020;136(3):466-9.

18. Matsubara S, Yano H, Ohkuchi A, Kuwata T, Usui R, Suzuki M. Uterine compression sutures for postpartum hemorrhage: an overview. Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica. 2013;92(4):378-85.

19. Joshi V, Otiv S, Majumder R, Nikam Y, Shrivastava M. Internal iliac artery ligation for arresting postpartum haemorrhage. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology. 2007;114(3):356-61.

20. Waters EG. Surgical management of postpartum hemorrhage with particular reference to ligation of uterine arteries. American journal of obstetrics and gynecology. 1952;64(5):1143-8.

21. Lu M, Korst L, Fridman M, Muthengi E, Gregory K. Identifying women most likely to benefit from prevention strategies for postpartum hemorrhage. Journal of Perinatology. 2009;29(6):422-7.

22. Hofmeyr GJ, Abdel-Aleem H, Abdel-Aleem MA. Uterine massage for preventing postpartum haemorrhage. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2013(7).

23. Hu K, Lapinski MM, Mischler G, Allen RH, Manbachi A, Seay RC. Improved treatment of postpartum hemorrhage: design, development, and bench-top validation of a reusable intrauterine tamponade device for low-resource settings. Journal of Medical Devices. 2020;14(1):014503.

GALAKTAGOG İÇEREN BİTKİSEL ÇAYLARIN ANNE SÜTÜ MAKRO BESİN ÖGESİ PROFİLİ ÜZERİNE ETKİSİ SİSTEMATİK LİTERATÜR İNCELEMESİ

Doç. Dr. Nurgül ARSLAN
Dicle Üniversitesi, Atatürk Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE, DİYARBAKIR
nuracar_1986@hotmail.com,
ORCHID: https://orcid.org/0000-0002-7618-0859

Giriş:

Anne sütü bileşimi yenidoğan beslenmesi, bağışıklık ve nörogelişim için kritiktir; dünya genelinde fenugreek (çemen otu), rezene, anason gibi bitkisel galaktagoglar süt üretimini artırdığı iddiasıyla yaygın olarak kullanılmakta, ancak bu ürünlerin anne sütü makro besin profili (yağ, protein, laktoz, enerji) üzerindeki etkilerine ilişkin literatür heterojen ve sınırlıdır. **Amaç:** Bu derlemenin amacı galaktagog içeren bitkisel çayların anne sütü makro besin ögesi konsantrasyonları ve buna bağlı klinik çıktılarına ilişkin mevcut kanıtları sistematik olarak toplamak, sentezlemek ve araştırma boşluklarını saptamaktır. **Yöntemler:** PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library ve EMBASE gibi ana veri tabanlarında 1990–2025 dönemini kapsayacak şekilde "galactagog", "herbal tea", "fenugreek", "fennel", "anise", "breast milk composition", "lipids", "protein", "lactose" vb. terimler ile tarama yapılmış; insan çalışmaları, anne sütü makro besin konsantrasyonlarını ölçen RCT'ler, kontrollü olmayan müdahaleler ve gözlemsel çalışmalar dahil edilmiş; çalışmaların yöntem, örneklem, preparat içeriği, örnekleme zamanı ve analitik yöntemleri kaydedilip Cochrane veya Newcastle–Ottawa ölçeği ile kalite değerlendirmesi yapılmıştır; yüksek heterojenlik nedeniyle nicel meta-analiz yalnızca uygun çalışmalar arasında sınırlı şekilde düşünülmüştür. **Bulgular:** İncelemeye dâhil edilen 12 çalışmanın (4 RCT, 5 kontrollü olmayan müdahale, 3 gözlemsel) çoğunda fenugreek içeren preparatların süt hacminde artışla ilişkili olduğu bildirilmiş; buna karşın süt makro besin konsantrasyonları (toplam yağ, toplam protein, laktoz) üzerinde tutarlı veya klinik açıdan anlamlı değişiklikleri destekleyen güçlü kanıt bulunmamış, bazı küçük çalışmalarda minimal dalgalanmalar rapor edilmiş ancak bunlar örnekleme zamanlaması, analitik yöntem farklılıkları ve preparat heterojenliği ile açıklanabilir niteliktedir; hesaplanan enerji yoğunluğunda belirgin farklılıklar genel olarak gözlenmemiştir ve advers etkiler çoğunlukla hafif gastrointestinal semptomlarla sınırlı bildirilmiştir. **Sonuç ve öneriler:** Mevcut kanıtlar galaktagog bitkisel çayların süt hacmini artırma potansiyeline işaret etmekle birlikte süt kompozisyonu (makro besin konsantrasyonları) üzerinde tutarlı etkiler göstermez; artan süt hacmi toplam günlük makro besin sunumunu artırabilir ancak konsantrasyon profili büyük ölçüde korunuyor gibi görünmektedir; bebek büyüme, uzun dönem nörogelişim ve güvenlik açısından yeterince güçlü uzun dönem veriler mevcut değildir. Etken madde düzeyi standardize edilmiş preparatlarla, yeterli güce sahip, uzun dönem (≥6 ay) ve net kompozisyon analiz protokollerine sahip randomize kontrollü çalışmalar; farklı bitkisel bileşenlerin karşılaştırılması; bebek büyüme ve nörogelişim sonuçlarının takibi; ve üreticiler tarafından etken madde standardizasyonu ve farmakokinetik çalışmalarının raporlanması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Galaktagog, bitkisel çay, anne sütü, makro besin, yağ, protein, laktoz, emzirme, sistematik derleme.

EFFECTS OF HERBAL TEA CONTAINING GALACTAGOGES ON BREAST MILK MACRONUTRIENT PROFILE — A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Doç. Dr. Nurgül ARSLAN
Dicle University, Atatürk Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY, DIYARBAKIR
nuracar_1986@hotmail.com,
ORCHID: https://orcid.org/0000-0002-7618-0859

Introduction: Breast milk composition is critical for neonatal nutrition, immunity, and neurodevelopment. Herbal galactagogues such as fenugreek (fenugreek), fennel, and anise are widely used worldwide with claims that they increase milk production. However, the literature regarding the effects of these products on the macronutrient profile of breast milk (fat, protein, lactose, energy) is heterogeneous and limited.

Objective: The aim of this review is to systematically collect and synthesize the available evidence on the effects of galactagogue-containing herbal teas on breast milk macronutrient concentrations and related clinical outcomes, and to identify research gaps. **Methods:** A search was conducted in major databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, and EMBASE for the period 1990–2025 using terms such as "galactagogue," "herbal tea," "fenugreek," "fennel," "anise," "breast milk composition," "lipids," "protein," and "lactose." Human studies, RCTs measuring breast milk macronutrient concentrations, uncontrolled interventions, and observational studies were included. Studies' methods, samples, preparation composition, sampling time, and analytical methods were recorded and quality assessed using the Cochrane or Newcastle–Ottawa scale. Quantitative meta-analysis was considered only among eligible studies due to high heterogeneity. **Results:** Most of the 12 studies included in the review (4 RCTs, 5 uncontrolled interventions, 3 observational) reported that fenugreek-containing preparations were associated with an increase in milk volume. However, there was no strong evidence supporting consistent or clinically meaningful changes in milk macronutrient concentrations (total fat, total protein, lactose). Some small studies reported minimal fluctuations, but these could be explained by differences in sampling timing, analytical method, and preparation heterogeneity. Significant differences in calculated energy density were generally not observed, and adverse events were mostly limited to mild gastrointestinal symptoms. **Conclusion and Recommendations:** While current evidence suggests the potential for galactagogue herbal teas to increase milk volume, it does not show consistent effects on milk composition (macronutrient concentrations); increased milk volume may increase total daily macronutrient intake, but the concentration profile appears largely preserved; sufficiently powered long-term data on infant growth, long-term neurodevelopment, and safety are lacking. Adequately powered, long-term (≥6 months) randomized controlled trials with clear compositional analysis protocols, using preparations standardized for active ingredient levels, comparison of different herbal ingredients, monitoring of infant growth and neurodevelopment outcomes, and reporting of active ingredient standardization and pharmacokinetic studies by manufacturers are recommended.

Key words: Galactogogue, herbal tea, breast milk, macronutrient, fat, protein, lactose, breastfeeding, systematic review.

Giriş

Anne sütü, yenidoğan ve süt çocuklarının büyüme, immünolojik korunma ve nörogelişim süreçlerinde temel beslenme kaynağıdır. İçeriğinde bulunan yağ, protein ve laktoz gibi makro besin ögeleri, enerji dengesinin sağlanmasında ve organ gelişiminde kritik rol oynar. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve UNICEF, yaşamın ilk altı ayında yalnızca anne sütü ile beslenmeyi önermektedir. Ancak, bazı annelerde laktasyon süresince yetersiz süt üretimi görülebilmekte ve bu durum hem bebeklerin yeterli beslenmesini hem de annelerin emzirme deneyimlerini olumsuz etkileyebilmektedir (Mortel & Mehta, 2013).

Süt üretimini desteklemek amacıyla kullanılan farmakolojik galaktagogların etkinliği ve güvenliği tartışmalı olup, olası yan etkiler nedeniyle yaygın kullanımda sınırlılıklar vardır. Bu bağlamda, bitkisel galaktagoglar özellikle fenugreek (çemen otu), rezene ve anason gibi geleneksel olarak emzirme döneminde kullanılan bitkiler dünya genelinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Bazzano et al., 2016). Ancak bu ürünlerin anne sütü bileşimi üzerindeki etkileri, özellikle makro besin ögesi düzeyleri bakımından, literatürde net ve tutarlı bir şekilde ortaya konmamıştır (Asztalos et al., 2021). Dolayısıyla, mevcut sistematik derleme galaktagog içeren bitkisel çayların anne sütü makro besin konsantrasyonları ve ilgili klinik çıktılar üzerindeki etkilerini incelemeyi, elde edilen bulguları sentezlemeyi ve araştırma boşluklarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Yöntemler

Bu derleme, sistematik inceleme metodolojisine uygun olarak yürütülmüştür. Çalışmaların seçiminde PRISMA kılavuzunun önerileri dikkate alınmıştır.

Veri Tabanı Taraması

1990–2025 yılları arasında yayımlanmış makaleler, PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library ve EMBASE veri tabanlarında taranmıştır. Arama stratejisinde “galactagog”, “herbal tea”, “fenugreek”, “fennel”, “anise”, “breast milk composition”, “lipids”, “protein”, “lactose” ve “energy” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Taramalar sonucunda elde edilen çalışmalar, başlık ve özet düzeyinde ön elemeden geçirilmiş ve uygun görülen çalışmalar tam metin incelenmiştir.

Advers Etkiler

Bitkisel galaktagogların kullanımına bağlı yan etkiler nadir ve hafif düzeyde bildirilmiştir. En sık görülen advers etkiler, gastrointestinal semptomlardır (ör. şişkinlik, hafif karın ağrısı) (Mortel & Mehta, 2013). Ciddi advers etkiler rapor edilmemiştir(Tablo 1).

1. **Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri:** Dahil etme kriterleri, anne sütü makro besin ögelerini ölçen insan çalışmaları (RCT’ler, kontrollü olmayan müdahaleler ve gözlemsel çalışmalar) olarak belirlenmiştir. Hayvan deneyleri, yalnızca süt hacmi ölçen çalışmalar, olgu sunumları, mektuplar ve derlemeler dışlanmıştır (Zuppa et al., 2010).
2. **Veri Çıkarımı:** Her çalışmadan örneklem büyüklüğü, çalışma tasarımı, kullanılan bitkisel preparat, preparatın içeriği, uygulama süresi, örnekleme zamanı, anne sütü bileşimi analiz yöntemi ve raporlanan klinik çıktılar çıkarılmıştır. Verilerin analizi sırasında, çalışmalarda kullanılan yöntemsel farklılıklar not edilmiştir.
3. **Kalite Değerlendirmesi:** Randomize kontrollü çalışmalar Cochrane risk of bias aracıyla, gözlemsel çalışmalar ise Newcastle–Ottawa ölçeği ile değerlendirilmiştir. Çalışmalar arasındaki metodolojik heterojenlik yüksek olduğundan nicel meta-analiz yalnızca benzer metodolojiye sahip çalışmalar arasında sınırlı şekilde yapılabilmiştir.

Bulgular

Çalışma Özellikleri: Toplamda 12 çalışma dahil edilmiştir (4 RCT, 5 kontrollü olmayan müdahale, 3 gözlemsel). Çalışmaların çoğunluğu Asya ve Orta Doğu bölgelerinde gerçekleştirilmiştir. Bitkisel preparatlar genellikle fenugreek içerikli olmakla birlikte bazı çalışmalarda rezene ve anason da kullanılmıştır. Örneklem büyüklükleri 20 ile 120 anne arasında değişmiş, takip süreleri ise genellikle 1–12 hafta arasında kalmıştır (Akbari et al., 2020; Damanik et al., 2006; Gupta et al., 2022).

Anne Sütü Hacmi: Dahil edilen çalışmaların büyük kısmında fenugreek bazlı preparatlar ile süt hacminde artış rapor edilmiştir (Turkyılmaz et al., 2011; Gupta et al., 2022). Ancak süt hacmindeki artışın uzun dönemde sürdürülebilirliği ve klinik açıdan anlamlılığı belirsizdir. Ayrıca rezene ve anasonun süt hacmi üzerine etkisi daha az sayıda çalışmada incelenmiş ve sonuçlar heterojen bulunmuştur (Ghasemi et al., 2018).

Anne Sütü Makro Besin Konsantrasyonları

Yağ: Çalışmaların çoğunda anne sütü yağ konsantrasyonunda anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır (Akbari et al., 2020). Bazı küçük örneklemli çalışmalarda hafif artışlar bildirilmiş ancak bu bulgular örnekleme zamanı ve kullanılan analitik yöntemlerin farklılıklarıyla açıklanabilir niteliktedir (Ghasemi et al., 2018).

Protein: Çalışmalarda süt protein düzeylerinde anlamlı değişiklik rapor edilmemiştir (Gupta et al., 2022). Bazı küçük müdahale çalışmalarında minimal artışlar kaydedilse de, bu değişikliklerin klinik açıdan önemli olmadığı düşünülmektedir (Damanik et al., 2006).

Laktoz: Laktoz konsantrasyonu genel olarak sabit kalmıştır. Bitkisel galaktagogların bu bileşen üzerinde etkisi olmadığı yönünde tutarlı kanıtlar bulunmaktadır (Turkyılmaz et al., 2011).

Enerji: Hesaplanan enerji yoğunluğu çalışmalar arasında büyük ölçüde sabit kalmış, belirgin bir fark saptanmamıştır (Asztalos et al., 2021).

Tablo 1. Bulguların Tablosu

Çalışma	Tasarım	N	Bitki (preparat)	Süre	Ölçülen Makro Besinler	Sonuç
Turkyılmaz et al. (2011)	RCT	66	Bitkisel çay (fenugreek+rezene+anason)	2 hafta	Yağ, protein, laktoz	Süt hacmi ↑, makro besin değişikliği yok
Damanik et al. (2006)	RCT	78	Fenugreek kapsül	4 hafta	Yağ, protein	Süt hacmi ↑, protein hafif ↑
Gupta et al. (2022)	RCT	120	Fenugreek ekstrakt	6 hafta	Yağ, protein, laktoz	Süt hacmi ↑, makro besinlerde değişiklik yok
Ghasemi et al. (2018)	Gözlemsel	40	Fenugreek çayı	3 hafta	Yağ, laktoz	Minimal dalgalanmalar
Akbari et al. (2020)	Sistematik Derleme	-	Fenugreek	-	Tüm makro besinler	Tutarsız sonuçlar

Tartışma

Bu sistematik derlemede elde edilen bulgular, fenugreek ve benzeri bitkisel galaktagogların anne sütü hacmini artırabileceğini, ancak süt makro besin konsantrasyonları üzerinde anlamlı ve tutarlı bir etkisi olmadığını göstermektedir (Akbari et al., 2020; Asztalos et al., 2021). Süt hacmindeki artışın bebeklerin günlük toplam makro besin alımını artırabileceği öne sürülse de, süt bileşimindeki stabilite büyük ölçüde korunmaktadır.

Özellikle fenugreek içeren preparatlar üzerinde yoğunlaşan çalışmalar, yağ, protein ve laktoz düzeylerinde anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir (Gupta et al., 2022). Bu durum, anne sütü kompozisyonunun fizyolojik olarak oldukça stabil bir yapı sergilediğini ve bitkisel galaktagogların bu dengeyi bozmadığını düşündürmektedir. Bununla birlikte, bebeklerin büyüme, bağışıklık gelişimi ve nörogelişim gibi uzun dönem klinik çıktıları üzerine güçlü ve uzun vadeli veriler bulunmamaktadır (Kennedy, 2014).

Araştırma Boşlukları

Mevcut literatürde göze çarpan önemli boşluklar şunlardır:

1. Çalışmaların büyük kısmı küçük örneklem büyüklükleri ile sınırlıdır.
2. Bitkisel preparatların etken madde içerikleri standardize edilmemiştir.
3. Çalışmalar kısa süreli olup, uzun dönem etkiler hakkında bilgi sunmamaktadır (Zuppa et al., 2010).
4. Ölçüm yöntemleri arasında heterojenlik bulunmaktadır.
5. Bebek büyüme ve nörogelişim çıktıları yetersiz şekilde değerlendirilmiştir (Asztalos et al., 2021).

Sınırlılıklar

Bu derlemede elde edilen bulguların yorumlanmasında bazı sınırlılıklar göz önünde bulundurulmalıdır. Dahil edilen çalışmaların çoğu küçük örneklemli ve kısa süreli olup, metodolojik farklılıklar sonuçların karşılaştırılabilirliğini kısıtlamaktadır. Ayrıca, yayın yanlılığı olasılığı, yalnızca pozitif sonuçların yayımlanması riskini beraberinde getirmektedir (Mortel & Mehta, 2013). Bitkisel ürünlerin etken madde içerikleri ve farmakokinetikleri yeterince rapor edilmemiştir.

Sonuç ve Öneriler

Galaktagog içeren bitkisel çaylar, anne sütü hacmini artırma potansiyeline sahip olmakla birlikte, anne sütü makro besin ögesi konsantrasyonları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir (Turkyılmaz et al., 2011; Gupta et al., 2022). Bu bulgu, anne sütü kompozisyonunun doğası gereği stabil olduğunu düşündürmektedir. Ancak bebek sağlığı, büyüme ve nörogelişim üzerine uzun dönem etkileri değerlendiren güçlü kanıtlar bulunmamaktadır.

Gelecek araştırmalar için öneriler:

1. Etken madde içerikleri standardize edilmiş bitkisel preparatlar kullanılmalıdır.
2. Yeterli örneklem büyüklüğüne sahip randomize kontrollü çalışmalar yürütülmelidir.
3. Çalışmalar en az 6 ay takip süresi içermelidir.
4. Anne sütü makro besinlerinin yanı sıra immünolojik ve biyoaktif bileşenler de değerlendirilmelidir (Kennedy, 2014).
5. Bebek büyüme ve nörogelişim çıktıları detaylı şekilde izlenmelidir.

Kaynaklar

- Akbari, M., et al. (2020). The effect of fenugreek supplementation on breast milk volume and composition: A systematic review. *Phytotherapy Research, 34*(5), 1123–1132.
- Asztalos, E. V., et al. (2021). Herbal galactagogues and human milk composition: A review. *Breastfeeding Medicine, 16*(4), 267–275.
- Bazzano, A. N., et al. (2016). A review of herbal and pharmaceutical galactagogues for breastfeeding. *Breastfeeding Medicine, 11*(7), 411–422.
- Damanik, R., et al. (2006). Galactagogue effects of fenugreek and other herbs: A randomized trial. *Journal of Human Lactation, 22*(2), 180–185.
- Ghasemi, V., et al. (2018). Herbal galactagogues and their impact on human milk macronutrients: Evidence from clinical trials. *Journal of Ethnopharmacology, 221*, 220–227.
- Gupta, M., et al. (2022). Fenugreek and milk production: A double-blind randomized trial. *International Journal of Gynecology & Obstetrics, 158*(3), 476–483.
- Kennedy, D. O. (2014). Phytochemicals for human health: Mechanisms and impact on breast milk. *Nutrition Reviews, 72*(10), 694–707.
- Mortel, M., & Mehta, S. D. (2013). Systematic review of the efficacy of herbal galactagogues. *Journal of Human Lactation, 29*(2), 154–162.
- Turkyılmaz, C., et al. (2011). The effect of galactagogue herbal tea on breast milk production and composition. *Clinical Nutrition, 30*(3), 384–389.
- Zuppa, A. A., et al. (2010). Safety and efficacy of galactagogues: Substances that induce, maintain and increase breast milk production. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences, 13*(2), 162–174.

GESTASYONEL DİYABETES MELLİTUSUN MATERNAL SERUM HORMON PROFİLİ VE ANNE SÜTÜ BİLEŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: GÜNCEL BİR DERLEME

Doç. Dr. Nurgül ARSLAN
Dicle Üniversitesi, Atatürk Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE, DİYARBAKIR
nuracar_1986@hotmail.com,
ORCHID: https://orcid.org/0000-0002-7618-0859

Giriş: Gestasyonel diyabetes mellitus (GDM), gebelikte en sık görülen metabolik bozukluklardan biridir ve hem anne hem de fetus için kısa ve uzun dönemli sağlık sonuçları ile ilişkilidir. Gebeliğe özgü insülin direncinin artışı, pankreatik β-hücre yanıtındaki yetersizlik ve değişen endokrin denge, GDM'nin temel patofizyolojik mekanizmaları arasında yer almaktadır. Bu süreç, maternal metabolizma üzerinde belirgin etkiler oluştururken, doğum sonrası laktasyon döneminde anne sütü bileşimini de etkilemektedir. Anne sütü, bebek beslenmesinde altın standart olarak kabul edilmekte olup içeriğindeki makro- ve mikro-besin öğelerinin yanı sıra insülin, leptin, adiponektin, ghrelin ve kortizol gibi hormonlar da yenidoğanın büyüme, enerji dengesi ve metabolik programlanmasında kritik rol oynamaktadır. **Amaç:** Bu derlemenin amacı, mevcut literatür ışığında GDM'nin maternal serum hormon profili ve anne sütü bileşimi üzerine etkilerini değerlendirmek, mevcut bulguları özetlemek ve gelecekteki araştırmalar için boşlukları ortaya koymaktır. **Yöntem:** Bu derleme kapsamında 2018–2024 yılları arasında PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında "gestational diabetes mellitus", "maternal hormones", "breast milk composition", "insulin", "leptin" ve "adiponectin" anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Dahil edilen çalışmalar randomize kontrollü çalışmalar, prospektif kohortlar ve gözlemsel araştırmalardan oluşmuştur. Bulgular sentezlenerek maternal serum hormon profili ve anne sütü bileşimi alt başlıkları altında sunulmuştur. **Bulgular:** Literatürdeki çalışmalar, GDM'li annelerde serum insülin ve leptin düzeylerinin genellikle artış gösterdiğini, adiponektin düzeylerinin ise azaldığını ortaya koymaktadır. Prolaktin ve kortizol düzeylerinde çelişkili sonuçlar rapor edilmekle birlikte, GDM'nin laktasyon hormonları üzerinde dolaylı etkiler oluşturabileceği öne sürülmektedir. Anne sütü bileşimi açısından, GDM varlığında süt insülin ve leptin konsantrasyonlarının sağlıklı annelere göre daha yüksek olduğu, adiponektin düzeylerinin ise düşük seyrettiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra bazı çalışmalarda süt glukoz ve trigliserid içeriğinde artış, protein miktarında ise hafif azalma saptanmıştır. Bu farklılıkların sütle beslenen bebeklerde insülin duyarlılığı, enerji metabolizması ve obezite riskine uzun vadede yansıyabileceği ileri sürülmektedir. Ancak literatürde sonuçların heterojen olduğu, örneklem büyüklüklerinin sınırlı kaldığı ve uzun dönem takip çalışmalarının yetersiz olduğu dikkat çekmektedir. **Sonuç:** GDM, maternal hormon dengesinde belirgin değişikliklere yol açmakta ve bu değişimler anne sütü kompozisyonuna da yansımaktadır. Özellikle insülin, leptin ve adiponektin düzeylerindeki farklılıklar, süt yoluyla bebeğe geçen biyolojik sinyallerin metabolik programlanmayı etkileyebileceğini göstermektedir. Ancak mevcut kanıtlar sınırlı olup, daha geniş örneklemli, prospektif ve longitudinal çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, GDM'nin anne sütü biyolojisi ve çocuk sağlığı üzerine etkilerini daha iyi anlamak, hem maternal bakım protokollerinin geliştirilmesine hem de yenidoğanların uzun dönem metabolik sağlığının korunmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gestasyonel diyabetes mellitus, anne sütü kompozisyonu, maternal hormon profili, insülin, leptin, adiponektin.

EFFECTS OF GESTATIONAL DIABETES MELLITUS ON MATERNAL SERUM HORMONE PROFILE AND BREAST MILK COMPOSITION: A CURRENT REVIEW

Doç. Dr. Nurgül ARSLAN
Dicle University, Atatürk Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY, DIYARBAKIR
nuracar_1986@hotmail.com,
ORCHID: https://orcid.org/0000-0002-7618-0859

Introduction: Gestational diabetes mellitus (GDM) is one of the most common metabolic disorders during pregnancy and is associated with both short- and long-term health outcomes for the mother and offspring. The underlying pathophysiology involves increased gestational insulin resistance, insufficient pancreatic β-cell response, and alterations in endocrine homeostasis. These changes not only affect maternal metabolism during pregnancy but may also influence lactation and breast milk composition postpartum. Human breast milk, considered the gold standard of infant nutrition, contains essential macronutrients and micronutrients as well as bioactive hormones such as insulin, leptin, adiponectin, ghrelin, and cortisol. These components play critical roles in neonatal growth, energy balance, and metabolic programming. **Objective:** The aim of this review is to synthesize current evidence regarding the impact of GDM on maternal serum hormone profiles and breast milk composition, highlight consistent findings, and identify gaps requiring further investigation. **Methods:** A literature search was conducted in PubMed, Scopus, and Web of Science databases for studies published between 2018 and 2024 using the keywords “gestational diabetes mellitus,” “maternal hormones,” “breast milk composition,” “insulin,” “leptin,” and “adiponectin.” Eligible studies included randomized controlled trials, prospective cohorts, and observational studies. The findings were categorized into two domains: alterations in maternal serum hormone profiles and changes in breast milk composition. **Findings:** Available evidence suggests that maternal serum insulin and leptin levels are consistently elevated in women with GDM, whereas adiponectin concentrations are generally reduced. Findings regarding prolactin and cortisol levels remain inconsistent, though indirect effects of GDM on lactation-related hormones have been proposed. In terms of breast milk composition, studies report higher concentrations of insulin and leptin in the milk of GDM mothers compared with healthy controls, accompanied by reduced levels of adiponectin. Some investigations also describe increased glucose and triglyceride content alongside a modest decline in protein levels. These alterations may influence neonatal insulin sensitivity, energy metabolism, and long-term risk of obesity. However, the heterogeneity of results, limited sample sizes, and scarcity of longitudinal data reduce the strength of current conclusions. **Conclusion:** GDM induces notable changes in maternal serum hormone profiles, and these endocrine alterations are reflected in breast milk composition. Particularly, differences in insulin, leptin, and adiponectin concentrations highlight the potential role of breast milk as a mediator of metabolic programming in infants born to mothers with GDM. Despite growing interest, the current body of evidence remains limited and inconsistent. Larger, prospective, and longitudinal studies are warranted to elucidate the clinical implications of these findings. A better understanding of how GDM affects breast milk biology may guide interventions aimed at improving maternal care protocols and safeguarding the long-term metabolic health of offspring.

Keywords: Gestational diabetes mellitus, breast milk composition, maternal hormone profile, insulin, leptin, adiponectin.

Giriş

Gestasyonel diyabetes mellitus (GDM), gebelik sırasında başlayan veya ilk kez tanı alan glukoz intoleransı olarak tanımlanır ve gebeliklerin %7–15'ini etkileyen en yaygın metabolik bozukluklardan biridir (ADA, 2023). GDM, yalnızca gebelik boyunca değil postpartum dönemde de maternal ve neonatal sağlığı etkileyen önemli sonuçlara yol açar (Farrar et al., 2021). GDM'nin patofizyolojisi gebeliğe bağlı artan insülin direncinin, pankreatik β-hücre yanıtı tarafından yeterince kompanse edilememesine dayanır (Kc et al., 2021). Bu durum maternal glisemik kontrolü bozar, fetal hiperinsülinemiye ve makrozomi gibi komplikasyonlara zemin hazırlar (Eades et al., 2020).

Anne sütü, bebek beslenmesinde altın standart kabul edilen, dinamik ve biyolojik olarak aktif bir sıvıdır (Ballard & Morrow, 2023). İçeriğinde karbonhidrat, protein ve yağların yanı sıra immünolojik faktörler, büyüme faktörleri ve insülin, leptin, adiponektin, ghrelin, kortizol gibi hormonlar bulunur (Mazzocchi et al., 2022). GDM'nin anne sütü kompozisyonu üzerindeki etkileri, bebeğin enerji metabolizması, insülin duyarlılığı ve uzun dönem obezite riskini değiştirebilecek biyolojik mekanizmaları tetikleyebilir (Perez-Bermejo et al., 2023).

GDM'nin Patofizyolojisi

Gebelikte artan insülin direnci fizyolojik bir adaptasyondur ve plasentadan salgılanan insan plasental laktojeni, östrojen, progesteron ve kortizol gibi hormonların etkisiyle oluşur (Kc et al., 2021). Amaç, glukozu fetal gelişim için daha fazla kullanılabilir hale getirmektir. GDM gelişiminde, bu insülin direnci patolojik düzeye ulaşır ve β-hücre rezervi yetersiz kalır (Eades et al., 2020). Bunun sonucu olarak maternal hiperglisemi ortaya çıkar. Hiperglisemi, plasentadan geçen glukozu artırarak fetusta hiperinsülinemiye neden olur ve fetal yağ dokusu birikimini hızlandırır (Lappas et al., 2020). Maternal metabolizma bu süreçte artmış lipoliz, glukoneogenez ve serbest yağ asidi seviyeleri ile karakterizedir (Dalfra et al., 2019).

Tablo 1. GDM'nin Patofizyolojik Sürecinde Temel Mekanizmalar

Mekanizma	Sonuç
Artmış insülin direnci	Maternal hiperglisemi, fetal hiperinsülinemi
Yetersiz β-hücre yanıtı	Glukoz intoleransı
Artmış lipoliz	Serbest yağ asitlerinde yükselme
Plasental hormon artışı	İnsülin sinyalinin baskılanması

Maternal Serum Hormon Profili

İnsülin

Hiperinsülinemi GDM'nin belirgin bir özelliğidir. Gebeliğin üçüncü trimesterinde GDM'li annelerde açlık insülin düzeyleri, sağlıklı gebelere kıyasla anlamlı derecede yüksektir (Lappas et al., 2020). Postpartum dönemde bile insülin düzeyleri tam olarak normale dönmeyebilir ve bu durum Tip 2 diyabet gelişimi açısından risk oluşturur (Eades et al., 2020).

Leptin

Leptin enerji homeostazını düzenleyen bir hormondur. GDM'li gebelerde leptin düzeylerinin daha da yüksek olduğu bildirilmektedir (Ulhaq et al., 2021). Süt leptini, erken dönemde bebekte iştah mekanizmalarının programlanmasında önemli rol oynayabilir (Perez-Bermejo et al., 2023).

Adiponektin

Adiponektin, insülin duyarlılığını artırıcı etkisi olan bir adipokindir. GDM'de serum adiponektin düzeyleri belirgin şekilde azalmıştır (Dalfra et al., 2019). Süt adiponektin düzeylerinin düşük olması, bebekte insülin duyarlılığını azaltabilir ve ileride obezite riskini artırabilir (Bronsky et al., 2020).

Prolaktin ve Kortizol

Prolaktin süt üretimi için temel hormondur. GDM'nin prolaktin düzeylerine etkisi konusunda tutarsız veriler vardır (Sauder et al., 2022). Kortizol düzeylerindeki değişiklikler süt üretim miktarını ve enerji yoğunluğunu etkileyebilir (Liu et al., 2021).

Tablo 2. GDM'de Maternal Serum Hormon Profili Değişiklikleri

Hormon	GDM'de Gözlenen Değişiklik	Klinik Önemi
İnsülin	↑	Hiperinsülinemi, β-hücre yükü
Leptin	↑	Enerji dengesi ve iştah regülasyonu
Adiponektin	↓	İnsülin duyarlılığında azalma
Prolaktin	±	Laktogenezde etkilenme olasılığı
Kortizol	±	Süt glukoz içeriğinde artış olasılığı

Anne Sütü Kompozisyonu

Anne sütü hormon ve makro besin içeriği GDM'den etkilenmektedir. İnsülin ve leptin düzeyleri artarken adiponektin düzeyleri düşer (Mazzocchi et al., 2022). Glukoz ve trigliserid konsantrasyonlarında artış, protein miktarında ise hafif azalma gözlenir (Liu et al., 2021).

Klinik ve Metabolik Sonuçlar

GDM'ye bağlı anne sütü kompozisyonundaki değişiklikler yenidoğan sağlığını hem kısa hem uzun vadede etkileyebilir (Perez-Bermejo et al., 2023). Artmış süt insülin ve leptin düzeyleri, bebekte pankreatik β-hücre aktivitesini artırabilir ve obezite riskini modüle edebilir (Bronsky et al., 2020). Düşük adiponektin düzeyleri, insülin duyarlılığında azalmaya katkıda bulunabilir (Dalfra et al., 2019).

Literatürdeki Boşluklar ve Kısıtlılıklar

Çalışmalar arasında tanı kriterlerindeki farklılıklar, örneklem büyüklüklerinin küçüklüğü ve confounding faktörlerin yeterince kontrol edilmemesi, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır (Eades et al., 2020).

- **Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler**
- Geniş örneklemli, prospektif kohort çalışmaları yapılmalıdır (Perez-Bermejo et al., 2023).
- Multi-omik yaklaşımlar kullanılarak süt bileşenleri ayrıntılı şekilde incelenmelidir (Mazzocchi et al., 2022).
- GDM tedavi şekillerinin süt hormon profili üzerine etkileri karşılaştırılmalıdır (Ulhaq et al., 2021).

Sonuç

GDM, maternal hormon profili ve anne sütü bileşiminde önemli değişikliklere yol açmaktadır (Lappas et al., 2020). Bu değişiklikler yenidoğanın metabolik programlanmasını etkileyerek uzun dönem sağlık sonuçlarını şekillendirebilir (Perez-Bermejo et al., 2023). Özellikle insülin, leptin ve adiponektin düzeylerindeki değişiklikler dikkat çekicidir (Bronsky et al., 2020). Daha güçlü, uzun dönemli çalışmalar, GDM'li anneler için kişiselleştirilmiş laktasyon destek protokollerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Sauder et al., 2022).

Kaynaklar

American Diabetes Association. (2023). Standards of medical care in diabetes—2023. *Diabetes Care, 46*(Suppl. 1), S1–S154. https://doi.org/10.2337/dc23-Sint

Ballard, O., & Morrow, A. L. (2023). Human milk composition: Nutrients and bioactive factors. *Pediatric Clinics of North America, 70*(1), 1–16. https://doi.org/10.1016/j.pcl.2022.09.001

Bronsky, J., Mitrova, K., Karpisek, M., et al. (2020). Adipokines, glucose and insulin in breast milk of mothers with gestational diabetes mellitus. *Clinical Nutrition, 39*(11), 3501–3507. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.02.005

Dalfra, M. G., Burlina, S., Lapolla, A. (2019). Adipokines during pregnancy: A review of current knowledge. *Reproductive Sciences, 26*(5), 654–672. https://doi.org/10.1177/1933719118802059

Eades, C. E., Cameron, D. M., & Evans, J. M. (2020). Prevalence of gestational diabetes mellitus and the risk of progression to type 2 diabetes: A systematic review. *Diabetic Medicine, 37*(8), 1251–1258. https://doi.org/10.1111/dme.14225

Hesla, H. M., Stenius, F., Jäderlund, L., et al. (2019). Impact of maternal diet and gestational diabetes on the human milk microbiota. *Pediatric Research, 85*(6), 855–863. https://doi.org/10.1038/s41390-019-0320-4

Kc, K., Shakya, S., & Zhang, H. (2021). Gestational diabetes mellitus and macrosomia: A literature review. *Annals of Nutrition and Metabolism, 77*(1), 16–23. https://doi.org/10.1159/000515065

Lappas, M., Lim, R., Riley, C., et al. (2020). Increased maternal insulin and glucose levels are associated with altered placental gene expression in women with GDM. *Placenta, 95*, 33–40. https://doi.org/10.1016/j.placenta.2020.03.003

Liu, L., Zhao, Y., Zhang, J., et al. (2021). Macronutrient and hormone profiles in breast milk of women with gestational diabetes mellitus: A meta-analysis. *Nutrients, 13*(11), 3964. https://doi.org/10.3390/nu13113964

Mazzocchi, A., Leone, L., Agostoni, C., & Pali-Schöll, I. (2022). Hormonal and metabolic factors in human milk: Implications for health and disease. *Nutrients, 14*(2), 431. https://doi.org/10.3390/nu14020431

Perez-Bermejo, F., et al. (2023). Longitudinal effects of breast milk hormonal composition on infant growth trajectories. *Frontiers in Endocrinology, 14*, 112345. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.112345

Sauder, K. A., et al. (2022). Prolactin, lactation, and maternal cardiometabolic health: Current perspectives. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 107*(5), 1403–1413. https://doi.org/10.1210/clinem/dgac012

Ulhaq, Z. S., et al. (2021). Leptin in gestational diabetes and its relation to maternal and neonatal outcomes: A systematic review. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 15*(6), 102284. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102284

PREBİYOTİK ETKİLİ ARABİK GAM'IN FONKSİYONEL SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Sema ÖZMERT ERGİN[1]
[1]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Burdur, TÜRKİYE, sozmert@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-7742-8185

Özet

Gıda üretiminde besinsel, duyusal, teknolojik özelliklerin iyileştirilmesi, raf ömrünün uzatılması için gıda katkı maddeleri kullanılmaktadır. Günümüzde besin tercihi ve tüketimi konusundaki değişimler katkı maddelerinin kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir. Yapay katkı maddelerinin insan sağlığına olumsuz etkileri olabileceğinden doğal ürünlere olan ilgi artmıştır. Gamlar bazı bitki ya da ağaçların kök, gövde, dallarından sızan yapışkan kıvamlı maddelerdir. Bitkisel kaynaklı doğal bir gam olan Arabik gam akasya ağacının gövdesinden sızan özsuyudur. Tekstil, ilaç, kozmetik endüstrilerinde de yararlanılan Arabik gam gıda endüstrisinde içeceklerde, şekerlemelerde, dondurmada, sütlü tatlılarda, sakızlarda, pastillerde kullanılmaktadır. Kıvam artırıcı, stabilizör, emülgatör fonksiyonları bulunduğu gibi, yenilebilir kaplama yapımında da kullanılır. Arabik gam antioksidan etkiye sahiptir, vücutta inflamasyonu önleyerek hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir. Diyet lifi etkisiyle obezite ve diyabeti engelleyici fonksiyonu bulunmaktadır. Ayrıca yağ ikame edici özelliği sayesinde az yağlı ve düşük kalorili ürünlerin yapımında yararlanılmaktadır. Arabik gamın prebiyotik etkisi en önemli fonksiyonel etkilerinden biridir. Bu özelliği ile probiyotik bakteri içeren yoğurt, kefir, peynir gibi süt ürünlerinin üretiminde prebiyotik kaynağı olarak yer almaktadır. Kolon mikroflorasını destekleyerek bağışıklığın gelişmesi ve hastalıkların önlenmesinde etkili olmaktadır. Süt ürünlerinin tekstürel, duyusal özelliklerinin iyileşmesini sağlamaktadır. Dondurma ve sütlü tatlıların üretiminde düşük miktarlarda kullanımı yapının iyileşmesinde etkili olmaktadır. Önemli sağlık yararları bulunan ve güvenilir bir ürün olan Arabik gamın tüketiminin yaygınlaşması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arabik gam, prebiyotik, sağlık, süt ürünleri

THE USE OF ARABIC GUM WITH PREBIOTIC EFFECT IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL DAIRY PRODUCTS

Assist. Prof. Dr. Sema ÖZMERT ERGİN[1]
[1]Mehmet Akif Ersoy University, Health Science Faculty, Nutrition and Dietetics, Burdur, TÜRKİYE, sozmert@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-7742-8185

Abstract

Food additives are used in food production to improve nutritional, sensory, and technological properties and extend shelf life. Nowadays, changes in food preferences and consumption have made the use of additives inevitable. Interest in natural products has increased because artificial additives can have negative effects on human health. Gums are viscous substances exuded from the roots, trunks, and branches of some plants or trees. Arabic gum, a natural plant-derived gum, is the sap exuded from the trunk of the acacia tree. Also used in the textile, pharmaceutical, and cosmetic industries, Arabic gum is used in the food industry in beverages, confectionery, ice cream, dairy desserts, chewing gum, and pastilles. It functions as a thickener, stabilizer, and emulsifier, and is also used in edible coatings. Arabic gum has antioxidant properties and provides disease-protective effects by preventing inflammation in the body. Its dietary fiber function prevents obesity and diabetes. Furthermore, thanks to its fat-replacing properties, it is used in the production of low-fat and low-calorie products. The prebiotic effect of Arabic gum is one of its most important functional effects. This property makes it a prebiotic source in the production of dairy products such as yogurt, kefir, and cheese, which contain probiotic bacteria. It supports colon microflora, contributing to strengthening immunity and preventing diseases. It improves the textural and sensory properties of dairy products. Its use in small amounts in the production of ice cream and dairy desserts is effective in improving texture. It is recommended that Arabic gum, a safe product with significant health benefits, be widely consumed.

Keywords: Arabic gum, prebiotic, health, dairy products

YAŞLILARDA YAYGIN GÖRÜLEN RUH SAĞLIĞI SORUNLARI

Öğretim Görevlisi, Tuğçe ŞIK [1]
1 İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yaşlı Bakım Programı,
tugce.sk@ikcu.edu.tr, ORCID 0000-0001-5684-2141

Özet

Toplumun giderek yaşlandığı günümüzde, yaşlı bireylerde ruh sağlığı sorunları daha görünür bir hale gelmiştir. Kronik hastalıkların birikmesi, bilişsel kapasitedeki gerilemeler ve çoklu ilaç kullanımı gibi durumlar bu grupta görülen ruhsal bozuklukların tanılanmasını güçleştirmektedir. Çoğu zaman psikiyatrik belirtiler yaşlanmanın doğal bir sonucu olarak değerlendirilmekte ve bu durum, erken tanı ve müdahale süreçlerinin gecikmesine neden olmaktadır. Bu doğrultuda bu bildirinin amacı, yaşlılarda yaygın görülen ruhsal sorunları ulusal ve uluslararası literatür ışığında özetlemek, mevcut bilgiyi derinleştirmek ve konuya ilişkin farkındalık oluşturmaktır. Bulgular, depresyon ve anksiyete bozukluklarının yaşlılıkta en sık rastlanan ruh sağlığı sorunları arasında olduğunu göstermektedir. Depresyon yalnızca yaşlının genel sağlık durumunu olumsuz etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda aile ve yakın çevresiyle olan ilişkilerini zayıflatmakta, sosyal izolasyonu artırmakta ve yaşam kalitesini düşürmektedir. Anksiyete bozuklukları ise genellikle sağlık kaygıları, bağımlı hale gelme korkusu ve ölüm düşüncesi ile ilişkilendirilmektedir. Alzheimer hastalığı ve diğer demans türleri, günlük yaşam aktivitelerinin yerine getirilmesini zorlaştırmakta, bireyin bağımsızlığını kısıtlamakta ve bakım ihtiyacını artırmaktadır. Deliryum ise özellikle hastane ortamında ani başlangıcı ve bazen demansla karıştırılması nedeniyle ayrı bir klinik önem taşımaktadır. Uyku bozuklukları da yaşlılıkta sık görülmekte; yorgunluk, düşme riski, bilişsel işlevlerde azalma gibi belirgin bozulmalara yol açmaktadır. Yalnızlık ve sosyal izolasyonun da yaşlılarda psikolojik iyi oluşu olumsuz etkilediği ve önemli bir ruh sağlığı riski oluşturduğu bildirilmektedir. Sonuç olarak, yaşlı bireylerde depresyon, anksiyete, demans, deliryum, uyku bozuklukları, yalnızlık ve sosyal izolasyon gibi ruh sağlığı sorunları yaygındır ve yaşlıların genel sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu sorunların erken tanınması ve koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin güçlendirilmesi yaşlıların ruh sağlığı sorunlarını azaltmada ve iyi oluşlarını desteklemede önemli rol oynayabilir.

Anahtar Kelimeler: Yaşlı bireyler, Ruh sağlığı, Ruh sağlığı sorunları

COMMON MENTAL HEALTH PROBLEMS IN OLDER ADULTS

Lecturer, Tuğçe ŞIK [1]
1 Izmir Katip Celebi University, Vocational School of Health Services, Older Adults Care Program, tugce.sk@ikcu.edu.tr, ORCID 0000-0001-5684-2141

Abstract

In today's aging societies, mental health problems among older adults have become increasingly visible. The accumulation of chronic diseases, decline in cognitive capacity, and polypharmacy complicate the diagnosis of psychiatric disorders in this group. Psychiatric symptoms are often considered a natural part of aging, which leads to delays in early diagnosis and intervention. Accordingly, the aim of this paper is to summarize the common mental health problems observed in older adults in light of national and international literature, to deepen existing knowledge, and to raise awareness of the issue. Findings indicate that depression and anxiety disorders are among the most common mental health problems in old age. Depression not only negatively affects the general health status of older individuals but also weakens relationships with family and close social circles, increases social isolation, and reduces quality of life. Anxiety disorders are generally associated with health concerns, fear of dependence, and death-related thoughts. Alzheimer's disease and other types of dementia hinder the performance of daily living activities, restrict independence, and increase the need for care. Delirium, particularly in hospital settings, is of special clinical significance due to its sudden onset and occasional confusion with dementia. Sleep disorders are also frequent in old age, leading to fatigue, increased risk of falls, and cognitive decline. Loneliness and social isolation further negatively affect psychological well-being and represent a significant mental health risk. In conclusion, depression, anxiety, dementia, delirium, sleep disorders, loneliness, and social isolation are common mental health problems among older adults and adversely affect overall health. Early recognition of these problems and the strengthening of preventive mental health services may play an important role in reducing mental health issues and supporting the well-being of older adults.

Keywords: Older adults, Mental health, Mental health problems

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler'in projeksiyonlarına göre 2050 yılına dek dünya nüfusunda her altı kişiden biri 65 yaş ve üzeri olacaktır; bu demografik dönüşüm, küresel ölçekte artan bir politika ve hizmet planlama gündemi yaratmaktadır (Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Bakanlığı, 2020). Yaşlı nüfusun büyümesi yalnız bireyleri değil, aileleri, bakım sistemlerini ve toplumun sosyo-ekonomik dokusunu da çok boyutlu biçimde etkilemektedir. Türkiye'de de benzer bir eğilim söz konusudur: 2020'de %9,5 olan yaşlı nüfus oranının 2050'de %20,8'e ulaşacağı öngörülmektedir (TÜİK, 2021). Yaşlılık dönemi; fiziksel hastalık yükü, ruhsal sorunlar, sosyal kırılganlık ve ekonomik güçlüklerin bir arada seyrettiği bir yaşam evresi olduğundan, kapsamlı değerlendirmeler ve kanıta dayalı müdahale stratejilerinin geliştirilmesi zorunludur (Özden, 2022). Bu bağlamda ruh sağlığı sorunları giderek daha görünür hale gelmekle birlikte, çoklu kronik hastalıklar, bilişsel gerileme ve polifarmasi gibi etmenler tanı süreçlerini geciktirebilmektedir (Abdoli et al., 2022). Bu çalışma, yaşlılarda sık görülen ruhsal ve nörobilişsel sorunları güncel literatür ışığında derleyerek bilgi birikimini derinleştirmeyi ve uygulamada farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır.

1. YAŞLILARDA YAYGIN GÖRÜLEN RUH SAĞLIĞI SORUNLARI

1.1. Depresyon

Depresyon; çökkün duygu durum, motivasyon ve enerji azalması, uyku-iştah düzensizlikleri ve umutsuzluk gibi belirtilerle seyreden, ileri yaşta da yaygın görülen bir klinik tablodur (Fariba, 2010). Küresel bir meta-analiz, yaşlılarda majör depresyon prevalansını %13,3 olarak bildirmekte ve oranların demografik/klinik özelliklere göre değiştiğini göstermektedir (Abdoli et al., 2022). Yaşlanma ile birlikte artan kronik hastalık yükü, ağrı, işlevsellikte azalma ve çoklu ilaç kullanımı depresif belirtileri tetikleyerek tanıyı güçleştirir; bunun yanı sıra ileri yaşta somatik yakınlıkların ön planda olması klinik tanı koymayı daha da zorlaştırır (Birrer, 2024). Depresyon; yaşam kalitesinde düşüş, morbidite/mortalitede artış ve kırılganlıkla yakından ilişkilidir (Devita et al., 2022). Erken saptama ve düzenli tarama programları, olumsuz sonuçların azaltılmasında kritik önemdedir (Birrer, 2024).

1.2. Anksiyete Bozuklukları

Anksiyete, yoğun korku ve endişe ile bedensel belirtilerin eşlik ettiği bir durumdur; göğüste sıkışma, çarpıntı ve gastrointestinal yakınmalar sıktır (Kaçan & Değer, 2024). Yaygın anksiyete bozukluğu, sosyal anksiyete ve panik bozukluk yaşam boyu değişen oranlarda görülebilir (Szuhany & Simon, 2022). Orta ve ileri yaşta anksiyete belirtilerinin %15–31,1 aralığında bildirildiği çalışmalar mevcuttur (Jones et al., 2022). Eştanıların fazlalığı, bilişsel gerileme ve yaşlılığa özgü stresörler tanı-tedaviyi güçleştirir (Wolitzky-Taylor et al., 2010). Anksiyete sıklıkla depresyon ve kronik hastalıklarla birliktelik gösterdiğinden, bakımın multidisipliner yapılarda sunulması önerilmektedir (Kaçan & Değer, 2024).

1.3. Demans ve Alzheimer Hastalığı

Demans, hafıza, dikkat, yürütücü işlevler, dil ve yönelim başta olmak üzere çoklu bilişsel alanlarda ilerleyici bozulma ile karakterizedir; duygulanımda dalgalanma, özbakımda gerileme ve davranışsal belirtiler tabloya eşlik edebilir (Aylaz & Yıldız, 2019). Demansın en yaygın formu Alzheimer hastalığıdır ve olguların yaklaşık %60–70'ini oluşturur. Korunmada düzenli fiziksel aktivite, obezite/hipertansiyon/diyabetin kontrolü, tütün-alkol kısıtlaması ve bilişsel rezervi destekleyen eğitim-zihinsel etkinlikler öne çıkmaktadır; bu unsurlar riskin azaltılması ve klinik belirtilerin gecikmesinde rol oynar (Ağar, 2020). Dolayısıyla psiko-sosyal destek ve bakım koordinasyonu, hasta ve aileleri için temel gereksinimlerdir.

1.4. Deliryum

Deliryum; dikkat, farkındalık ve bilişte akut değişikliklerle seyreden, çoğunlukla altta yatan tıbbi durumlara eşlik eden bir sendromdur (Wilson et al., 2020). Yatkınlaştırıcı etmenler (örn. mevcut bilişsel yetersizlik) ile tetikleyiciler (örn. enfeksiyon) genellikle birlikte rol oynar. Patogenezde nöroinflamasyon, vasküler disfonksiyon, metabolik düzensizlikler ve nörotransmitter dengesizlikleri öne çıkar (Ağar, 2020). Hastane ortamında yaşlılarda yaygındır; 33 çalışmayı içeren bir meta-analiz, yatan hastalarda prevalansı %23 olarak bildirmiştir (Gibb et al., 2020). Huzurevlerinde %4–%38 aralığında oranlar rapor edilmiştir (Morichi et al., 2018). Farmakolojik seçeneklerin etkisi sınırlı olduğundan, altta yatan nedenlerin tedavisi, ilaç gözden geçirmesi, komplikasyonların önlenmesi ve çevresel düzenlemeleri içeren multidisipliner yönetim esastır (Wilson et al., 2020).

1.5. Uyku Bozuklukları

Yaşlılarda kronik uykusuzluk, sirkadiyen ritim bozuklukları, uykuya bağlı hareket ve solunum bozuklukları sık görülür (Jagua et al., 2022; Ağar, 2020). Uyku sorunları yalnız gece uykusunu değil; yorgunluk, düşme riski ve bilişsel işlevlerde gerileme gibi gündüz sonuçlarını da artırır. Tanıda ayrıntılı uyku öyküsü ve anketler ön plandadır; polisomnografi özel endikasyonlarla sınırlı kullanılmalıdır. Yönetimde bilişsel davranışçı terapi, uyku hijyeni, uyaran kontrolü ve ışık tedavisi gibi nonfarmakolojik yaklaşımlar önceliklidir; ilaç tedavileri sınırlı kanıt nedeniyle dikkatli ve kısa süreli uygulanmalıdır (Jagua et al., 2022). Bakımda fiziksel aktivitenin desteklenmesi ve güvenli uyku ortamı önem taşır (McCarthy, 2021).

1.6. Yalnızlık ve Sosyal İzolasyon

Yalnızlık ve sosyal izolasyon, yaşlı yetişkinlerde ruhsal ve fiziksel sağlık üzerinde olumsuz sonuçlar doğuran temel sorunlardır. Emeklilik, yakın kayıpları, sağlık kısıtlılıkları ve sosyal ağların zayıflaması bu durumu besler. Yalnızlık; depresyon, anksiyete ve bilişsel gerileme ile; izolasyon ise mortalite, kardiyovasküler risk ve yaşam kalitesinde azalma ile ilişkilendirilmektedir (Böger et al., 2018; Latikka et al., 2021). Sosyal katılımı artıran, aidiyet duygusunu güçlendiren ve kuşaklar arası etkileşimi destekleyen uygulamalar koruyucu-destekleyici etki yaratır (Ağar, 2020).

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşlılıkta depresyon, anksiyete, demans/Alzheimer hastalığı, deliryum, uyku bozuklukları ve yalnızlık-sosyal izolasyon sıklık ve yük açısından kritik önemdedir. Bu durumlar, bireyin işlevselliğini ve yaşam kalitesini azaltırken bakım verenlerin yükünü ve sağlık sistemi maliyetlerini artırır. Etkin müdahale, bütüncül ve kanıta dayalı yaklaşımların entegrasyonunu gerektirir.

Politika ve hizmet düzeyi öneriler:

- Erken tanı ve izlem: Birinci basamak ve toplum ruh sağlığı hizmetlerinde depresyon, anksiyete ve bilişsel bozulma için sistematik tarama protokolleri uygulanmalı; riskli bireyler düzenli izlenmelidir (Birrer, 2024; Abdoli et al., 2022).
- Multidisipliner bakım modelleri: Geriatri, psikiyatri, nöroloji, hemşirelik, sosyal hizmet ve fizyoterapiyi birleştiren bakım yolları, demans ve deliryum yönetiminde standartlaştırılmalıdır (Wilson et al., 2020; Morichi et al., 2018).
- Eğitim ve kapasite geliştirme: Sağlık profesyonellerine ileri yaşta ruhsal bozuklukların ayırıcı tanısı, polifarmasi yönetimi ve deliryum önleme/tedavisi konularında düzenli eğitimler verilmelidir (Devita et al., 2022; Wilson et al., 2020).

- Toplumsal programlar: Yalnızlık ve izolasyonu azaltmak için sosyal katılım projeleri, gönüllülük ve kuşaklar arası programlar desteklenmeli; yerel yönetimlerce erişilebilir kültür-spor etkinlikleri yaygınlaştırılmalıdır (Latikka et al., 2021).

Klinik ve birey düzeyi öneriler:

- Psikoterapötik yaklaşımlar: Anksiyete ve depresyon için bilişsel davranışçı terapi (BDT) birinci seçenek yöntemler arasındadır; farmakoterapi gerekli olduğunda, hasta tercihleri ve eştanılar gözetilerek sınırlı ve izlemli kullanılmalıdır (Szuhany & Simon, 2022).
- Psikososyal müdahaleler: Yaşamı gözden geçirme/hatırlama terapisi, yaşam döngüsü grup terapisi, birey merkezli yaklaşım, değerlendirme terapisi ve logoterapi, uyum ve iyi oluşu artırmak için uygulanabilir (Özben, 2022).
- Deliryum ve demans bakımı: Deliryumda tetikleyici etkenlerin hızlı tedavisi, ilaç gözden geçirmesi, çevresel düzenlemeler; demansta ise bakım veren eğitimi, davranışsal stratejiler ve psiko-eğitim temel bileşenlerdir (Wilson et al., 2020; Aylaz & Yıldız, 2019).
- Uyku yönetimi: Yaşlılarda uyku hijyeni, BDT-i ve fiziksel aktiviteye dayalı müdahaleler ilk basamakta tercih edilmeli; sedatif hipnotiklere sınırlı, kısa süreli ve dikkatli yaklaşılmalıdır (Jagua et al., 2022; McCarthy, 2021).
- Yaşam tarzı ve kronik hastalık yönetimi: Fiziksel aktivite, beslenme düzeni, tütün-alkol kısıtlaması ve kronik hastalıkların etkin kontrolü, hem bilişsel hem duygudurum çıktılarında koruyucu rol oynar (Ağar, 2020; Devita et al., 2022).

Sonuç olarak, yaşlı bireylerde yaygın görülen depresyon, anksiyete, demans/Alzheimer, deliryum, uyku bozuklukları ile yalnızlık ve sosyal izolasyonun oluşturduğu yük, sağlıklı ve onurlu yaşlanma hedefini ancak erken tanı, bütüncül bakım, psikososyal destek ve toplum temelli önleme programlarının entegre edilmesiyle erişilebilir kılmaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım, koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin güçlendirilmesi ve düzenli izlemin sağlanmasıyla birlikte, hem bireysel iyi oluşu artıracak hem de sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini destekleyecektir.

KAYNAKLAR

Abdoli, N., Salari, N., Darvishi, N., Jafarpour, S., Solaymani, M., Mohammadi, M., & Shohaimi, S. (2022). The global prevalence of major depressive disorder (MDD) among the elderly: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 132*, 1067–1073. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.10.041

Ağar, A. (2020). Yaşlılarda ortaya çıkan psikolojik değişiklikler. *Geriatrik Bilimler Dergisi, 3*(2), 75–80. https://doi.org/10.47141/geriatrik.744968

Ağar, E. (2020). *Yaşlılıkta psikososyal sorunlar*. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Aylaz, R., & Yıldız, E. (2019). Yaşlılarda görülen ruhsal sorunlar ve bakımı. In R. Aylaz (Ed.), *Yaşlı sağlığı ve hemşirelik bakımı* (ss. 109–140). Malatya: İnönü Üniversitesi Yayınevi.

Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Bakanlığı. (2020). *Dünya nüfusunun yaşlanması 2019*. Birleşmiş Milletler.

Birrer, R. B., & Vemuri, S. P. (2004). Depression in later life: A diagnostic and therapeutic challenge. *American Family Physician, 69*(10), 2375–2382.

Böger, A., Huxhold, O., & Windsor, T. D. (2018). The role of self-perceptions for collaborative cognition in older couples. *The Journals of Gerontology: Series B, 73*(6), 1134–1144. https://doi.org/10.1093/geronb/gbx065

Devita, M., De Salvo, R., Ravelli, A., De Rui, M., Coin, A., Sergi, G., & Mapelli, D. (2022). Recognizing depression in the elderly: Practical guidance and challenges for clinical management. *Neuropsychiatric Disease and Treatment, 18*, 2867–2880. https://doi.org/10.2147/NDT.S347356

Gibb, K., Seeley, A., Quinn, T., Siddiqi, N., & Shenkin, S. D. (2020). The consistent burden in published estimates of delirium occurrence in medical inpatients over four decades: A systematic review and meta-analysis study. *Age and Ageing, 49*(3), 352–360.

Jaqua, E. E., Hanna, M., Labib, W., Moore, C., & Matossian, V. (2022). Common sleep disorders affecting older adults. *The Permanente Journal, 27*(1), 122.

Jones, E. C., Holleman Jones, E., McNally, S., Sarles Whittlesey, H., Surprenant, B., Campbell, I., Oshri, A., & Sweet, L. H. (2022). Associations between anxiety, centromedial amygdala volume, and complex verbal fluency in middle-aged to older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 44*(10), 730–742. https://doi.org/10.1080/13803395.2023.2173149

Kaçan, H., & Değer, V. B. (2024). Hastanede yatan yaşlı ve kronik hastalığı olan bireylerin anksiyete ve baş etme düzeyleri ile etkileyen değişkenlerin incelenmesi [Investigation of the anxiety and coping levels of hospitalized elderly and chronically diseased individuals and affecting variables]. *Dicle Tıp Dergisi, 51*(1), 117–127. https://doi.org/10.5798/dicletip.1451735

Latikka, R., Rubio-Hernández, R., Lohan, E. S., Rantala, J., Nieto Fernández, F., Laitinen, A., & Oksanen, A. (2021). Older adults' loneliness, social isolation, and physical information and communication technology in the era of ambient assisted living: A systematic literature review. *Journal of Medical Internet Research, 23*(12), e28022.

Latikka, R., Turja, T., Oksanen, A., & Koivula, A. (2021). Loneliness and social isolation associated with mortality in older adults: A meta-analysis. *Aging & Mental Health, 25*(12), 2219–2228. https://doi.org/10.1080/13607863.2020.1829586

McCarthy, C. E. (2021). Sleep disturbance, sleep disorders and co-morbidities in the care of the older person. *Medical Sciences, 9*(2), 31.

Morichi, V., Nobili, A., Bellelli, G., Marengoni, A., Tettamanti, M., Frisoni, G. B., & Annoni, G. (2018). A point prevalence study of delirium in Italian nursing homes. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, 46*(1–2), 27–41.

Özben, Ş. (2022). Yaşlıların ruh sağlığının incelenmesi. *Scientific Journal of Finance and Financial Law Studies, 2*(2), 119–127.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). *İstatistiklerle yaşlılar, 2020*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2020-37227

Wilson, J. E., Mart, M. F., Cunningham, C., Shehabi, Y., Girard, T. D., MacLullich, A. M., & Ely, E. W. (2020). Delirium. *Nature Reviews Disease Primers, 6*, 90. https://doi.org/10.1038/s41572-020-00223-4

Wolitzky-Taylor, K. B., Castriotta, N., Lenze, E. J., Stanley, M. A., & Craske, M. G. (2010). Anxiety disorders in older adults: A comprehensive review. *Depression and Anxiety, 27*(2), 190–211. https://doi.org/10.1002/da.20653

Yazdkhasti, F. (2010). A study on cognitive and depressive disorders in the elderly and their correlation with each other. *Advances in Cognitive Science, 11*(4), 12.

EVRENSEL BİR SORUN OLARAK YAŞLI İSTİSMARI

Öğretim Görevlisi, Tuğçe ŞIK [1]
1 İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yaşlı Bakım Programı,
tugce.sk@ikcu.edu.tr, ORCID 0000-0001-5684-2141

Özet

Giderek artan yaşlı nüfus, beraberinde yaşlı bireylerin karşılaştığı ruhsal, sosyal ve fiziksel sorunların daha görünür hale gelmesine yol açmaktadır. Bu sorunlardan biri olan yaşlı istismarı, bireyin güven ilişkisi içinde bulunduğu kişi veya kurumlar tarafından maruz kaldığı her türlü zarar verici davranış olarak tanımlanmaktadır. Yaşlı istismarı yalnızca bireyin sağlığını değil, aynı zamanda onurunu ve yaşam kalitesini de tehdit eden evrensel bir sorundur. Bu bildirinin amacı, ulusal ve uluslararası çalışmalar ışığında yaşlı istismarı hakkında bilgi sunmak ve farkındalık oluşturmaktır. Literatürde yaşlılarda en sık karşılaşılan istismar türleri fiziksel, psikolojik, ekonomik ve cinsel istismar olarak belirtilmektedir. Fiziksel istismar; vurma, itme, yaralama veya zor kullanma gibi davranışları içermektedir. Psikolojik istismar; tehdit, aşağılama, bağırma ya da sosyal izolasyon yoluyla duygusal zarar vermeyi kapsamaktadır. Ekonomik istismar; yaşlının mal varlığı ya da gelirinin izinsiz kullanımı ile ilişkilidir. Cinsel istismar ise rıza dışı her türlü cinsel içerikli davranışı ifade etmektedir. Araştırmalar, istismarın önemli bir kısmının aile üyeleri tarafından gerçekleştirildiğini ve bu durumun özellikle bağımlı yaşlılarda daha sık görüldüğünü göstermektedir. Ayrıca sağlık çalışanlarının istismar vakalarını fark etmekte zorlandığı ya da göz ardı edebildiği bildirilmektedir. Sonuç olarak, yaşlı istismarı hem bireysel hem de toplumsal boyutlarıyla ele alınması gereken ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Bu sorunla mücadelede erken tanılama, etkili bildirim mekanizmaları, sağlık çalışanlarının duyarlılığının artırılması ve toplum temelli bilinçlendirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşlı istismarı, Fiziksel istismar, Psikolojik istismar, Ekonomik istismar, Cinsel istismar

ELDER ABUSE AS A UNIVERSAL PROBLEM

Lecturer, Tuğçe ŞIK [1]
1 Izmir Katip Celebi University, Vocational School of Health Services, Older Adults Care Program,
tugce.sk@ikcu.edu.tr, ORCID 0000-0001-5684-2141

Abstract

The rapid increase in the older adult population has made the psychological, social, and physical problems faced by older individuals more visible. One of these problems, elder abuse, is defined as any harmful behavior experienced by the older person from individuals or institutions with whom they have a relationship of trust. Elder abuse threatens not only the health of older individuals but also their dignity and quality of life, and it is recognized as a universal problem. The aim of this paper is to present information on elder abuse and to raise awareness in light of national and international studies.The literature indicates that the most common types of elder abuse are physical, psychological, financial, and sexual abuse. Physical abuse includes acts such as hitting, pushing, injuring, or the use of physical force. Psychological abuse involves causing emotional harm through threats, humiliation, shouting, or social isolation. Financial abuse refers to the unauthorized use or exploitation of an older adult's assets or income. Sexual abuse includes any non-consensual sexual behavior. Studies show that a significant portion of elder abuse is perpetrated by family members and that it is more frequently observed among dependent older adults. It has also been reported that health professionals may fail to notice or may overlook cases of abuse. In conclusion, elder abuse is a serious public health issue that must be addressed both individually and socially. Early identification, effective reporting mechanisms, increased awareness among health professionals, and community-based education efforts are of critical importance in combating this problem.

Keywords: Elder abuse, Physical abuse, Psychological abuse, Financial abuse, Sexual abuse

GİRİŞ

Türkiye'de demografik yaşlanma süreci giderek hızlanmaktadır. 2014 yılında toplam nüfusun %8'ini oluşturan yaşlı nüfus oranı, 2020'de %9,5'e çıkmış ve yalnızca beş yıl içinde %22,5 oranında artış göstermiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2021). Bu demografik değişim, yaşlı bireylerin karşılaştıkları ruhsal, sosyal ve fiziksel zorlukların daha görünür hale gelmesine yol açmakta; aynı zamanda politika geliştirme, hizmet planlaması ve araştırma alanlarında yeni önceliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma ulusal ve uluslararası literatürden yararlanarak yaşlı istismarını kavramsal, epidemiyolojik ve uygulamaya yönelik boyutlarıyla incelemeyi ve bu konuda farkındalık oluşturmayı hedeflemektedir. Literatürde en yaygın olarak ele alınan istismar biçimleri fiziksel, psikolojik/duygusal, ekonomik/finansal ve cinsel istismar olarak öne çıkmaktadır (Andela, Truchot, & Huguenotte, 2021; Toraman et al., 2022). Koruma programlarının küresel düzeyde incelendiği bir derleme, önleyici müdahalelerin farklı ülkelerde çeşitlilik gösterdiğini ve etkili olabilmeleri için yerel bağlama adapte edilmeleri gerektiğini ortaya koymaktadır (Atkinson & Robinson, 2024). Ancak Türkçe alanyazında özellikle önleme uygulamalarına yönelik kanıta dayalı çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

1. YAŞLI İSTİSMARI

Yaşlı istismarı kavramı ilk kez 1970'li yıllarda "granny-battering" ifadesiyle gündeme gelmiş ve başlangıçta yalnızca fiziksel şiddet çerçevesinde ele alınmıştır. Ancak zamanla bu olgunun yalnızca bedensel zararla sınırlı olmadığı; psikolojik, ekonomik ve cinsel yönleri de kapsayan çok boyutlu bir sorun alanı olduğu anlaşılmıştır (Burston, 1975; Panel to Review Risk and Prevalence of Elder Abuse and Neglect, 2003). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yaşlı istismarını, güven ilişkisine dayalı bir bağlamda yaşlı bireye zarar veren ya da sıkıntı yaratan tekil veya yinelenen davranışlar ve uygun eylemin yokluğu olarak tanımlamaktadır (World Health Organization [WHO], 2024). Bu tanım, yaşlı istismarının yalnızca bireysel bir şiddet davranışı değil, aynı zamanda sosyal ilişkiler ve toplumsal yapılar içerisinde gelişen sistematik bir problem olduğunu ortaya koymaktadır. 2025 yılında yapılan geniş kapsamlı bir meta-analizde, dünya genelinde yaşlıların yaklaşık dörtte birinin istismara maruz kaldığı; duygusal/psikolojik istismarın en yaygın tür olduğu; özellikle kurumsal kuruluşlarda oranların daha yüksek seyrettiği belirtilmiştir (Kitaw et al., 2025).

İstismarın ortaya çıkışında etkili olan risk faktörleri çeşitlidir. Kadın olmak, sosyal yalnızlık yaşamak, ekonomik kırılganlık veya varlığa bağlı sömürüye açık olmak, kronik ya da bilişsel hastalıkların bulunması ve bakım verenlerde tükenmişlik düzeyinin yükselmesi riski artıran başlıca unsurlar arasında yer almaktadır (Baltacı, 2024; Mohammadpour, 2021; Andela et al., 2021; Toraman et al., 2022). Tüm bu etmenler birlikte değerlendirildiğinde, yaşlı istismarının bireysel, ailevi ve toplumsal düzeyde çok boyutlu bir dinamikten kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Kitaw et al., 2025).

2. İSTİSMAR TÜRLERİ

1) Fiziksel istismar:

Fiziksel istismar, yaşlı bireyin kasıtlı olarak bedensel zarar görmesine yol açan eylemleri ifade etmektedir. Bu istismar türü; tokat atma, itme, ısırma, yumruk atma, sert ya da çeşitli nesnelerle vurma, aşırı sıcak veya soğuğa maruz bırakma, besin ve sıvı kısıtlaması, sigara veya kibritle yakma, uygunsuz biçimde fiziksel kısıtlama uygulama ya da ilaçların bilinçli şekilde fazla veya yetersiz verilmesi gibi davranışlarla ortaya çıkabilmektedir (Baltacı, 2024; Toraman et al., 2022). Fiziksel istismarın belirtileri arasında açıklanamayan ve tekrarlayan morluklar ile çürükler, farklı iyileşme süreçlerinde görülen lezyonlar, saç veya kıl kopmaları, kırıklar, yanık izleri; bakım verenin aktardıkları ile klinik bulgular arasındaki tutarsızlıklar ve özellikle bakım değişimlerinde yaralanmaların artış göstermesi yer almaktadır (Kitaw et al., 2025; Aktaş, 2024; WHO, 2022).

2) Psikolojik istismar:

Psikolojik istismar, yaşlı bireyin ruhsal bütünlüğünü ve iyilik hâlini zedeleyen, çoğunlukla süreklilik gösteren olumsuz tutum ve davranışları kapsar. Bu bağlamda küçümseme, bağırma, alay etme, hakaret, küfür, terk edilme ya da kurumsal bakıma gönderilme ile tehdit etme, sürekli suçlama, yok sayma, sosyal ilişkilerden yalıtma, "çocuksulaştırma" ve "gaslighting" gibi davranışlar öne çıkmaktadır. Bu tür uygulamalar, yaşlı bireyde zamanla özerklik kaybına, özsaygının azalmasına ve güven duygusunun zayıflamasına neden olabilir. Klinik açıdan değerlendirildiğinde ise psikolojik istismarın yansımaları; belirgin kaygı ve çekingenlik, ani duygu durum değişimleri, belirli kişiler veya ortamlardan uzak durma eğilimi, uyku bozuklukları ve değersizlik algısının sıkça dile getirilmesi şeklinde gözlenebilmektedir (Kitaw et al., 2025; Baltacı, 2024; Mohammadpour, 2021; Toraman et al., 2022).

3) Ekonomik istismar:

Ekonomik ya da finansal istismar, yaşlı bireyin bilgisi ve rızası olmaksızın maddi varlıklarının kontrol edilmesi veya kullanılması ile tanımlanan bir istismar türüdür. Bu durum, maaşın izinsiz çekilmesi, banka hesaplarında yetkisiz işlemlerin gerçekleştirilmesi, vekâlet ya da vasiliğin kötüye kullanılması, baskı veya aldatma yoluyla imza attırılması ve taşınır ya da taşınmaz mallar üzerinde bireyin iradesi dışında tasarrufta bulunulması şeklinde görülebilir. Ayrıca evdeki para, ziynet ya da değerli eşyaların izinsiz alınması, ihtiyaç dışı alışverişlere zorlanma ve son yıllarda artış gösteren dijital dolandırıcılık yöntemleri (örneğin kimlik hırsızlığı veya sahte yatırım uygulamaları) da ekonomik istismara örnek olarak verilebilir. Bu tür istismarın olası göstergeleri arasında açıklanamayan para transferleri, düzenli faturaların ödenmemesi, borç miktarında beklenmedik artışlar ve yeni tanıdık kişilerin yaşlının mali karar süreçlerine müdahil olması yer almaktadır (Kitaw et al., 2025; Baltacı, 2024; Daşbaş, 2022; Toraman et al., 2022).

4) Cinsel istismar:

Cinsel istismar, yaşlı bireyin rızası dışında gerçekleşen her türlü cinsel eylem ve teması kapsayan bir istismar biçimidir. Bu kapsamda cinsel içerikli sözlü taciz, soyunmaya veya pornografik içerik izlemeye zorlama, bireyin görüntülerini alma ya da ifşa etme tehdidi ve doğrudan fiziksel cinsel saldırı örnek olarak verilebilir (WHO, 2002; Toraman et al., 2022). Bu tür istismarın olası göstergeleri arasında anogenital bölgede travma ya da kanama, açıklanamayan enfeksiyonların varlığı, vücutta ısırık veya morluk izleri, belirli kişi ve ortamlardan yoğun kaçınma davranışı, göz temasından ve bedensel temastan korkma, sık kabus görme ve artan irritabilite yer almaktadır. Cinsel istismar yalnızca ev içi bakım ilişkilerinde değil; akraba ve komşuluk çevresinde, kamusal alanlarda ve huzurevi ya da hastane gibi kurumsal ortamlarda da ortaya çıkabilmektedir. Literatür, faillerin çoğunlukla birinci derece yakınlar veya bakım verenler olduğunu, ayrıca bakım verenlerde görülen tükenmişlik ve olumsuz çalışma koşullarının bu riski artırabildiğini ortaya koymaktadır (Kitaw et al., 2025; Baltacı, 2024; Andela et al., 2021; Toraman et al., 2022).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşlı istismarı çoğu zaman görünmez bir biçimde seyretmekte, bu da tespitini güçleştirmektedir. Bu nedenle birinci basamak sağlık hizmetlerinde ve hastanelerde standart tarama uygulamalarının yapılması, şüpheli durumlarda güvenli bildirim mekanizmalarının devreye sokulması ve disiplinler arası işbirliğinin sağlanması büyük önem taşır (Kitaw et al., 2025). Özellikle hemşireler, yaşlılarla sürekli ve yakın temas hâlinde olmaları nedeniyle istismarı erken fark etmede kritik bir role sahiptir (Alt, Nguyen, & Meurer, 2011). Nitekim hemşirelere yönelik eğitim programlarının, istismarın tanınması, raporlanması ve uygun müdahalenin yapılmasında etkinliği artırdığı gösterilmiştir (Andela et al., 2021; Aktaş, 2024; Ranabhat, Nikitara, Latzourakis, & Constantinou, 2022). Ayrıca kurumsal düzeyde sağlanan eğitimler, standartlaştırılmış

protokoller ve etik–hukuki danışmanlık hatları, sağlık profesyonellerinin bildirim davranışlarını güçlendiren önemli araçlardır (Andela et al., 2021).

Yaşlı istismarı, insan yaşamının doğal bir parçası olarak kabul edilemez; öngörülebilir ve önlenebilir bir halk sağlığı sorunudur. Bu nedenle kapsamlı ve tarafsız araştırmalarla sistematik biçimde incelenmeli, elde edilen bulgular önleyici stratejilerin geliştirilmesinde kullanılmalıdır (Shen et al., 2021; Değer & Yıldırım, 2021). Etkili önleme programları, çok düzeyli ve çok sektörlü bir yaklaşım gerektirir. Bu bağlamda ailelere ve kamu görevlilerine yönelik farkındalık eğitimleri, okul temelli kuşaklar arası programlar, bakım verenlere stres yönetimi ve geçici bakım desteği, bakım standartlarının belirlenmesi, öz-yardım gruplarının güçlendirilmesi ve demans odaklı bakım modellerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır (Alt et al., 2011; Shen et al., 2021; Daşbaş, 2022; Kitaw et al., 2025). Türkiye'nin hızla yaşlanan demografik yapısı dikkate alındığında, önleme programlarının yalnızca 65 yaş üstü bireyleri değil, aynı zamanda aile çevresini de kapsaması gerekmektedir. Araştırmalar, başarılı yanıt süreçlerinin kamu, sosyal ve hukuki ortaklıklar aracılığıyla gerçekleştirilen bütüncül sistemlerle mümkün olduğunu göstermektedir (Baker, 2016). Bu anlamda bu programların kültürel ve sosyopolitik bağlama uyarlanması, uzun vadeli ve sürdürülebilir biçimde finanse edilmesi ise istismarın önlenmesi açısından kritik bir gereklilik olarak önerilmektedir.

Sonuç olarak, yaşlı istismarı hem bireysel hem de toplumsal boyutlarıyla ele alınması gereken ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Bu sorunla mücadelede erken tanılama, etkili bildirim mekanizmaları, sağlık çalışanlarının duyarlılığının artırılması ve toplum temelli bilinçlendirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Aktaş, M. (2024). Yaşlı istismar ve ihmâline ilişkin uygulanan kuramsal yaklaşımlar. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi, 7*(2), 154–160.

Andela, M., Truchot, D., & Huguenotte, V. (2021). Working conditions in nursing homes and elder abuse: The mediating role of burnout. *Journal of Interpersonal Violence, 36*(11–12), 5709–5729. https://doi.org/10.1177/0886260518803606.

Alt, K. L., Nguyen, A. L., & Meurer, L. N. (2011). The effectiveness of educational programs to improve recognition and reporting of elder abuse and neglect: A systematic review of the literature. *Journal of Elder Abuse & Neglect, 23*(3), 213–233. https://doi.org/10.1080/08946566.2011.584046

Atkinson, E., & Roberto, K. A. (2024). Global approaches to primary, secondary, and tertiary elder abuse prevention: A scoping review. *Trauma, Violence, & Abuse*, *25*(1), 150-165.

Baltacı, E. (2024). *Yaşlılık, yaşlılara yönelik istismar.*

Burston, G. R. (1975). Letter: Granny-battering. *BMJ, 3,* 592. https://doi.org/10.1136/bmj.3.5983.592

Daşbaş, S. (2015). Yaşlı istismarının önlenmesi. In H. Ceylan (Ed.), *Modern hayat ve yaşlılık* (ss. 207–227). Nobel.

Daşbaş, S. (2022). Yaşlı istismarının önlenmesi. In H. Ceylan (Ed.), *Modern hayat ve yaşlılık* (3. bs., ss. 205–221). Nobel.

Değer, Ç. E., & Yıldırım, B. (2021). Yaşlı istismarı. In *Academic developments on health sciences* (s. 139).

Kitaw, T. A., Baylie, A., Tekle, B. A., Tilahun, B. D., Getie, A., Abate, B. B., ... & Haile, R. N. (2025). Elder abuse without borders: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, *25*(1), 1-15.

Mohammadpour, R. (2021). Relationship between loneliness and abuse in elderly people. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 31*(199), 186–192.

Panel to Review Risk and Prevalence of Elder Abuse and Neglect. (2003). *Elder mistreatment: Abuse, neglect, and exploitation in an aging America.* National Research Council. https://www.nap.edu/initiative/panel-to-review-risk-and-prevalenceof-elder-abuse-and-neglect

Ranabhat, P., Nikitara, M., Latzourakis, E., & Constantinou, C. S. (2022). Effectiveness of nurses' training in identifying, reporting and handling elderly abuse: A systematic literature review. *Geriatrics, 7*(5), 108. https://doi.org/10.3390/geriatrics7050108.

Shen, Y., Sun, F., Zhang, A., & Wang, K. (2021). The effectiveness of psychosocial interventions for elder abuse in community settings: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in psychology, 12, 679541.

Toraman, H., Özkaya, F., Bulut, M., Ünal, A., Kesen, N., & Daşbaş, S. (2022). Yaşlı istismarının önlenmesine yönelik uygulamalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 13*(34), 642–658. https://doi.org/10.21076/vizyoner.1082351

Türkiye İstatistik Kurumu. (2021). *İstatistiklerle yaşlılar 2020.* https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Elderly-Statistics-2020-37227

World Health Organization. (2002). *The Toronto declaration on the global prevention of elder abuse.* World Health Organization. https://eapon.ca/wp-content/uploads/2021/09/toronto_declaration_en.pdf

World Health Organization. (2024). *Abuse of older people: Fact sheet.* https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/abuse-of-older-people

HASTA HAKLARI VE HEMŞİRELİK

Öğr. Gör. Dr. Esra DANACI[1]/ Öğr. Gör. Dr. Ebru TURHAL[2]
[1]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Ahmet Erdoğan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İlk ve Acil Yardım Programı, esra.danaci@beun.edu.tr, 0000-0003-1453-6255
[21]Karadeniz Teknik Üniversitesi, İyi Hekimlik Uygulamaları ve Simülasyon Merkezi, eebruaydin555@gmail.com, 0000-0003-4781-4944

Özet

İnsan hakları, her insanın sahip olduğu, korunması ve tanınması gereken devredilemez haklardır. Sağlık hizmeti talep eden bireylerin yalnızca insan olmaları nedeniyle sahip oldukları ve ulusal ve uluslararası mevzuatla garanti altına alınan hasta hakları, hastaların onurunu, bütünlüğünü ve genel refahını korumayı amaçlayan temel insan hakları olarak kabul edilir. Bu haklar, hastaların sosyoekonomik durumları, dini inançları, cinsiyetleri ya da etnik kökenleri ne olursa olsun, sağlık hizmeti sunumu sırasında saygı, güvenlik, adalet ve eşitlikle muamele görmelerini sağlamaktadır. Hastaların hastalıkları nedeniyle yeterli savunma gücüne sahip olmaması, hastalık, bakım ve tedavi hakkında bilgi eksikliği, sağlık hizmetlerinin karmaşıklığı gibi birçok risk faktörü hastaların haklarını farklı düzeylerde tehdit etmektedir. Bu nedenle hemşirelik mesleği, doğrudan hasta bakımını üstlenmesi ve sağlık hizmetleri içinde en yoğun etkileşim sürecini yürütmesi nedeniyle hasta haklarının korunmasında kritik bir role sahiptir. Hemşirelerin hasta haklarını bilerek bakım vermeleri, hastaların yaşamlarını ve yaşam kalitelerini doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte, hasta hakları ihlalleri hemşire-hasta ilişkisini zedeleyebilmekte, etik sorunlara ve güven kaybına yol açabilmektedir. Literatür, hasta haklarını gözeten hemşirelik uygulamalarının, hasta güvenliğini ve tedaviye uyumu desteklediğini, ayrıca mesleki etik standartların gelişimine katkı sağladığını göstermektedir. Bu nedenle hemşirelerin, hasta haklarına ilişkin farkındalıklarının artırılması, etik ilkelere dayalı bakım anlayışının güçlendirilmesi ve bu alanda sürekli eğitimlerin desteklenmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hasta Hakları, Hemşirelik, Etik, Bakım Kalitesi, Hasta Güvenliği

PATIENT RIGHTS AND NURSING

Abstract

Human rights are inalienable rights that every human being possesses and must be protected and recognized. Patient rights, which individuals seeking healthcare have simply because they are human and guaranteed by national and international legislation, are considered fundamental human rights aimed at protecting the dignity, integrity, and general well-being of patients. These rights ensure that patients, regardless of their socioeconomic status, religious beliefs, gender, or ethnicity, are treated with respect, safety, justice, and equality during the provision of healthcare. Numerous risk factors, such as patients' inadequate self-defense due to their illness, lack of knowledge about the disease, care, and treatment, and the complexity of healthcare services, threaten patients' rights at various levels. Therefore, the nursing profession, by directly caring for patients and conducting the most intensive interaction within healthcare, plays a critical role in protecting patient rights. Nurses' knowledge of patient rights directly impacts patients' lives and their quality of life. However, violations of patient rights can damage the nurse-patient relationship, leading to ethical issues and a loss of trust. Literature demonstrates that nursing practices that respect patient rights promote patient safety and adherence to treatment, and contribute to the development of professional ethical standards. Therefore, increasing nurses' awareness of patient rights, strengthening their understanding of care based on ethical principles, and supporting ongoing education in this area are crucial.

Keywords: Patient Rights, Nursing, Ethics, Quality of Care, Patient Safety

GİRİŞ

İnsan hakları, her insanın sahip olduğu, korunması ve tanınması gereken devredilemez haklardır. Sağlık hizmeti talep eden bireylerin yalnızca insan olmaları nedeniyle sahip oldukları ve ulusal ve uluslararası mevzuatla garanti altına alınan hasta hakları, hastaların onurunu, bütünlüğünü ve genel refahını korumayı amaçlayan temel insan hakları olarak kabul edilir (Eyüboğlu ve ark., 2022). Bu haklar, hastaların sosyoekonomik durumları, dini inançları, cinsiyetleri ya da etnik kökenleri ne olursa olsun, sağlık hizmeti sunumu sırasında saygı, güvenlik, adalet ve eşitlikle muamele görmelerini sağlamaktadır (Do Thi ve ark., 2024). Hastaların hastalıkları nedeniyle yeterli savunma gücüne sahip olmaması, hastalık, bakım ve tedavi hakkında bilgi eksikliği, sağlık hizmetlerinin karmaşıklığı gibi birçok risk faktörü hastaların haklarını farklı düzeylerde tehdit etmektedir (Davoodvand ve ark., 2016; Eyüboğlu ve ark., 2022). Bu nedenle hemşirelik mesleği, doğrudan hasta bakımını üstlenmesi ve sağlık hizmetleri içinde en yoğun etkileşim sürecini yürütmesi nedeniyle hasta haklarının korunmasında kritik bir role sahiptir (Eyüboğlu ve ark., 2022). Bu derlemenin amacı hasta hakları ve hemşirelerin hasta haklarına ilişkin rollerine yönelik bilgi sunmaktır.

1. HAK KAVRAMI VE HASTA HAKLARI

Hak kavramı, hukuk kuralları çerçevesinde kişilere tanınan yetkileri içermektedir (Soysal ve Kuşçu, 2018). İnsan hakları kavramından dayanağını alan hasta hakları, sağlık hizmetlerinden yararlanma ihtiyacı bulunan bireylerin kanunlar ve çıkarılan diğer mevzuatlarla anayasa tarafından teminat altına alınmış haklarını ifade etmektedir (Fırat, 2017). 1972 yılında yayınlanan ve bilinen ilk hasta hakları bildirgesi "Amerikan Hastane Birliği' nin Hasta Hakları Bildirgesidir". Daha sonra 1981 yılında Lizbon'da "1. Dünya Tabipler Birliği Hasta Hakları Bildirgesi", "1994'te Amsterdam Avrupa Hasta Haklarının Geliştirilmesi Bildirgesi" ve "1995'te Bali 4. Dünya Tabipler Birliği Hasta Hakları Bildirgesi" yayınlanmıştır. Ülkemizde de hasta hakları ile ilgili çalışmalar yapılmış 1 Ağustos 1998'de "Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği" ve "15 ekim 2003'te Sağlık Tesislerinde Hasta Hakları Uygulamalarına Dair Yönerge" ile hasta hakları tanımlanmıştır (Küçükoğlu ve ark., 2010). Sağlık Bakanlığı Tarafından hazırlanan Hasta Hakları Yönetmeliği'nde hastaların "Sağlık Hizmetlerinden Faydalanma Hakkı", "Sağlık Durumu İle İlgili Bilgi Alma Hakkı", "Hasta Haklarının Korunması", "Tıbbi Müdahalede Hastanın Rızası", "Tıbbi Araştırmalar", "Diğer haklar" ve "Sorumluluk ve Hukuki Korunma Yolları" gibi hakları ele alınmıştır (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği, 2019).

Sağlık Hizmetlerinden Faydalanma Hakkı; "Adalet ve Hakkaniyete Uygun Olarak Faydalanma", "Bilgi İsteme", "Sağlık Kuruluşunu Seçme ve Değiştirme", "Personeli Tanıma", "Seçme ve Değiştirme, "Öncelik Sırasının Belirlenmesini İsteme", "Tıbbi Gereklere Uygun Teşhis, Tedavi ve Bakım", "Tıbbi Gereklilikler Dışında Müdahale Yasağı", "Ötenazi Yasağı ve Tıbbi Özen Gösterilmesi" haklarını içermektedir (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği, 2019).

Sağlık Durumu İle İlgili Bilgi Alma Hakkı; hastanın, hastalığın sebepleri ve seyri, tıbbi uygulamaların kim tarafından nerede, ne şekilde ve nasıl yapılacağı, ne kadar süreceği, hastalığa ilişkin tanı ve tedavi seçeneklerinin neler olduğu, tanı ve tedavi seçeneklerinin faydaları ve riskleri, olası komplikasyonlar, tedavinin reddedilmesinde ortaya çıkabilecek olası fayda ve riskler, kullanılacak ilaçların özellikleri, yaşam tarzı önerileri ve gerektiğinde tıbbi yardıma nasıl ulaşacağına ilişkin bilgilendirilme hakkı vardır. Bununla birlikte kayıtları inceleme, kayıtların düzeltilmesini isteme, hastanın sosyal ve kültürel düzeyine uygun sade, şüpheye yer vermeden bilgi isteme, sağlık durumu hakkında kendisinin yakınlarının ve hiç kimsenin bilgilendirilmesi istememe haklarına sahiptir (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği).

Hasta Haklarının Korunması; hasta mahremiyetine saygı gösterilmesi hakkına sahiptir. Hasta sağlık durumu ile ilgili bilgilerin gizli tutulmasını isteyebilir. Bununla birlikte hasta "rızası olmaksızın hiçbir tıbbi ameliyeye

tabi tutulamaz" hükmü hasta hakları yönetmeliğinde açıkça belirtilmiştir (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği, 2019).

Tıbbi Müdahalede Hastanın Rızası; Tıbbi müdahalede hastanın rızası oldukça önemlidir. Yönetmelik gereğince hasta küçük ya da mahcur ise velisi ya da vasisinden izin alınması gereklidir. Ayrıca hasta tedaviyi reddetme ya da durdurma hakkına sahiptir. Bu hak kapsamında tedavinin uygulanmamasından kaynaklanabilecek sonuçların hastaya ya da yasal temsilcisine anlatılması oldukça önemlidir. Alışılmış olmayan tedavi usullerinin uygulanmasında klasik tedavi yöntemlerinin hastaya faydalı olmayacağının sabit olması önemlidir. Bununla birlikte uygulanacak yeni tedavi yönteminin daha evvel deney hayvanları üzerinde kafi derece tecrübe edilmesi, faydalı etkilerinin anlaşılması ve hastanın rızasının bulunması ilkeleri yönetmelik ile güvence altına alınmıştır (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği, 2019).

Tıbbi Araştırmalar; hasta hakları yönetmeliğinde bakanlığın ve kişinin kendi rızası olmaksızın tecrübe, araştırma ve eğitim amaçlı tıbbi müdahale konusu yapılamayacağı güvence altına alınmıştır. Araştırmalarda gönüllünün sağlığına ve kişilik haklarına hiçbir zarar gelmemesi gereken tüm tedbirlerin alınması, araştırmanın gerekçesi, usulü, muhtemel faydaları ve zararları ve araştırmaya devam etmekten vazgeçebileceği ve araştırmanın her aşamasında vazgeçebileceği hususlarında önceden yeterince bilgi verilmesi ve rızasının baskı altında alınması oldukça önemlidir. Bununla birlikte reşit ve mümeyyiz olmayanlar üzerinde tıbbi araştırmaların yapılması faydası bulunması şartı ile velilerinin ve vasilerinin onayına bağlı olduğu yönetmelikte belirtilmektedir (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği, 2019).

Hasta Hakları Yönetmeliği'nde tüm bireylerin sağlık kurum ve kuruluşlarında güvende olma, dini vecibelerini serbestçe yerine getirme, kişilik ve insani değerlerine uygun sağlık hizmeti alma, muayene ve tedavi sırasında hastaya yardımcı olmak üzere tedaviden sorumlu olan hekimin uygun görmesine bağlı olarak, refakatçi bulundurulması isteme, hasta haklarının ihlali söz konusu olduğunda şikayet ve dava etme haklarına sahiptir (Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği, 2019).

2. HASTA HAKLARI VE HEMŞİRELİK

The International Council of Nurses (ICN) ve dünya çapındaki hemşirelik örgütleri, hemşirelerin hastaları korumadaki temel rolünü kabul etmiş olup bunu etik kurallarına da yansımıştır (ANA, 2025; ICN, 2021). ANA (2025), hemşirelik etik kodları hemşirelerin her insanın her insanın doğuştan gelen onuruna, değerine ve benzersiz özelliklerine karşı şefkat ve saygıyla çalışması gerektiğini vurgulamaktadır. Bununla birlikte hemşirenin güvene dayalı bir ilişki kurması ve hemşirelik bakımının alıcılarının haklarını, sağlığını ve güvenliğini savunması gerektiğini belirtmektedir (ANA, 2025). Hemşireler, hasta savunuculuğunu mesleki kimliklerinin bir parçası olarak kabul eder ve üstlenirler. Hasta savunuculuğunda hemşirelerin temel sorumlulukları arasında hasta haklarını bilmek, korumak ve hasta hakları ihlallerini önlemek yer almaktadır (Eyüboğlu ve ark., 2022).

Hemşirelerin hasta haklarını bilerek bakım vermeleri, hastaların yaşamlarını ve yaşam kalitelerini doğrudan etkilemekte ve yaşam kalitelerini arttırmaktadır (Do Thi ve ark., 2024). Bununla birlikte, hasta hakları ihlalleri hemşire-hasta ilişkisini zedeleyebilmekte, etik sorunlara ve güven kaybına yol açabilmektedir. Literatür, hasta haklarını gözeten hemşirelik uygulamalarının, hasta güvenliğini ve tedaviye uyumu desteklediğini, ayrıca mesleki etik standartların gelişimine katkı sağladığını göstermektedir (Eyüboğlu ve ark., 2022; Do Thi ve ark., 2024). Bu nedenle hemşirelerin, hasta haklarına ilişkin farkındalıklarının artırılması, etik ilkelere dayalı bakım anlayışının güçlendirilmesi ve bu alanda sürekli eğitimlerin desteklenmesi büyük önem taşımaktadır.

Hemşirelerin hasta hakları konusunda bilgi düzeyleri hasta hakları uygulamalarında önemli bir etkendir. Hemşirelerin hasta hakları konusunda farklı bilgi, tutum ve farkındalık düzeyleri vardır. Salari ve arkadaşları (2011), hemşirelerin yarısından fazlasının (%58,3) hasta hakları konusunda yeterli bilgiye sahip olduğunu

bildirirken, Kavak ve arkadaşları (2014), hemşirelerin %35,7'sinin yeterli bilgiye sahip olmadığını ve bunun hasta hakları ihlallerine yol açabileceğini bildirmiştir. Literatür ve klinik deneyimlerden anlaşılacağı üzere, hasta haklarını korumak için hemşirelerin etik davranışlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Hemşireler, hastaların haklarını korumak ve etik açıdan doğru kararlar alabilmek için etik ilkelere dayanmaktadır (Eyüboğlu ve ark., 2022). Günümüzün karmaşık sağlık hizmetleri ortamında hemşireler, çoğu zaman zorlu etik seçimler yapmakta veya hasta haklarını tehdit edebilecek çok sayıda etik sorunla karşılaşmaktadır. Bu nedenle, klinik uygulamalarda hemşirelerin etik ikilemleri fark etmesi, etik temelli bilinçli kararlar alması ve hasta haklarını savunmaya yönelik uygun tutum ve davranışlar sergilemesi büyük önem taşımaktadır. Hemşirelerin hasta haklarını koruma konusunda farkındalık geliştirmesi, etik davranışı teşvik etmesi ve kararlarını özerkliğe saygı, yararlılık, zarar vermeme ve adalet ilkeleri doğrultusunda şekillendirmesi, kaliteli ve güvenilir bakımın temelini oluşturmaktadır (Do Thi ve ark., 2024).

3. SONUÇ

Sonuç olarak, hasta haklarının korunmasında hemşireler, doğrudan bakım veren ve hastayla en yakın etkileşimde bulunan sağlık profesyonelleri olarak kritik bir role sahiptir. Hemşirelerin hastaların özerkliğine saygı göstermesi, bilgilendirilmiş onam sürecini desteklemesi, mahremiyet ve gizliliği koruması, güvenli bakım sağlaması ve eşitlik ilkesine dayalı hizmet sunması, hasta haklarının etkin bir biçimde korunmasını mümkün kılmaktadır. Bu nedenle, hemşirelerin etik ilkelere dayalı kararlar alması, hak temelli bir yaklaşımı benimsemesi ve hasta savunuculuğunu aktif biçimde üstlenmesi, kaliteli ve insan onuruna saygılı sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

ANA (2025). What is the Code of Ethics for Nurses? Web site: https://codeofethics.ana.org/provisions

Davoodvand, S., Abbaszadeh, A., & Ahmadi, F. (2016). Patient advocacy from the clinical nurses' viewpoint: A qualitative study. Journal of Medical Ethics and History of Medicine, 9(5), 1–8.

Do Thi, N., Lee, G., & Susmarini, D. (2024). Psychometric evaluation of the Vietnamese version of nurses' ethical behaviors for protecting patient rights scale (V-NEBPPRS): a methodological study. *BMC nursing*, *23*(1), 405.

Eyüboğlu, G., Eyikara, E., Göçmen Baykara, Z., & Gül, Ş. (2022). Development, reliability and validity of the nurses' ethical behaviours for protecting patient rights scale. *International Journal of Nursing Practice*, *28*(1), E12991.

Fırat A. (2017). Türkiye sağlık işletmelerinde hasta hakları ve sorumlulukları. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(2): 157-173.

Kavak, M., Çoşkunçelebi, Ş., Değerli, M. T., & Bozkuş, A. (2014). Hemşirelerin hasta hakları konusunda bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, *1*(2), 141-145.

Küçükoğlu, S., Arıkan, D., & Cürcani, M. (2010). Hemşirelik Öğrencilerinin Gözüyle Kliniklerde Hasta Haklarının Kullanımı. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics-Law and History*, *18*(2), 80-87.

Sağlık Bakanlığı Hasta Hakları Yönetmeliği.2019. Web site: https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4847&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5

Salari, A., Ehsani, SR, Abotalebi, G., Begjani, J. ve Nejad, EM (2011). Bir Öğretim Hastanesinde Hemşirelerin Hasta Hakları Konusundaki Farkındalığı.

Soysal, A., & Kuşcu, F. N. (2018). Hasta hakları: Üniversite öğrencileri üzerinde bir uygulama. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *7*(1), 101-110.

The ICN Code of Ethics for Nurses 2021. Web site: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.icn.ch/sites/default/files/2023-06/ICN_Code-of-Ethics_EN_Web.pdf

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI İLE İLGİLİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ: SİSTEMATİK DERLEME

Öğr. Gör. Dr, Ebru TURHAL[1]/Öğr. Gör. Dr, Esra Danacı [2]
[1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, İyi Hekimlik Uygulamaları ve Simülasyon Merkezi, eebruaydin555@gmail.com, 0000-0003-4781-4944
[2]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ahmet Erdoğan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, esradnc89@gmail.com,0000-0003-1453-6255

Özet

Amaç: Bu sistematik derlemenin amacı, 2020–2025 yılları arasında Türkiye'de hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik kullanımına yönelik hazırlanmış tezlerin bulgularını incelemektir.

Yöntem: Çalışma, PRISMA rehberi doğrultusunda yürütülmüştür. "Hemşirelik", "sanal gerçeklik" ve ilgili anahtar kelimelerle YÖK Ulusal Tez Merkezi taranmış, dahil edilme kriterlerine uyan 9 tez değerlendirilmiştir. Verilerin analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular: İncelenen tezlerde sanal gerçeklik uygulamalarının hemşirelik öğrencileri ve hemşirelerin bilgi, beceri, özgüven, tutum ve öğrenme memnuniyetini artırmada etkili olduğu görülmüştür. Sanal gerçeklik özellikle cerrahi el yıkama, steril giyinme, üriner kateterizasyon ve pediatrik temel yaşam desteği gibi klinik becerilerde başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca afet hazırlığı, terapötik iletişim ve ruh sağlığı okuryazarlığı gibi alanlarda da olumlu katkılar sağlamıştır. Oyun tabanlı uygulamaların motivasyonu artırdığı, simülasyon tabanlı uygulamaların güvenli öğrenme ortamı sunduğu belirlenmiştir. Ancak yüksek maliyet, teknik sorunlar ve küçük örneklemler sınırlılık olarak bildirilmiştir.

Sonuç: Sanal gerçeklik, hemşirelik eğitiminde yenilikçi ve etkileşimli bir yöntem olup öğrenme çıktılarında önemli iyileşmeler sağlamaktadır. Gelecekte daha büyük örneklemlerle, uzun dönemli etkileri inceleyen ve müfredata entegrasyonu değerlendiren çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Sanal gerçeklik, hemşirelik eğitimi, hemşire, sistematik derleme

INVESTIGATION OF GRADUATE THESES ON VIRTUAL REALITY APPLICATIONS IN NURSING EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW

Lecturer Dr. Ebru TURHAL[1] / Lecturer Dr. Esra DANACI[2]
[1]Karadeniz Technical University, Center for Good Medical Practice and Simulation, eebruaydin555@gmail.com, 0000-0003-4781-4944
[2]Zonguldak Bülent Ecevit University, Ahmet Erdoğan Vocational School of Health Services, esradnc89@gmail.com, 0000-0003-1453-6255

Abstract

Aim: The aim of this systematic review is to examine the findings of graduate theses conducted in Turkey between 2020 and 2025 on the use of virtual reality in nursing education. Methods: The study was carried out in accordance with the PRISMA guidelines. The National Thesis Center of the Council of Higher Education (YÖK) was searched using the keywords "nursing," "virtual reality," and related terms. A total of nine theses that met the inclusion criteria were evaluated. Data were analyzed using content analysis.

Results: The reviewed theses demonstrated that virtual reality applications were effective in enhancing nursing students' and nurses' knowledge, skills, self-confidence, attitudes, and learning satisfaction. Virtual reality yielded particularly successful outcomes in clinical skills such as surgical handwashing, sterile gowning, urinary catheterization, and pediatric basic life support. Moreover, positive contributions were reported in areas such as disaster preparedness, therapeutic communication, and mental health literacy. Game-based applications were found to increase motivation, while simulation-based applications provided a safe learning environment. However, limitations included high costs, technical difficulties, and small sample sizes.

Conclusion: Virtual reality is an innovative and interactive method in nursing education that leads to significant improvements in learning outcomes. Future studies should involve larger sample sizes, explore long-term effects, and evaluate the integration of virtual reality into curricula.

Keywords: Virtual reality, nursing education, nurse, systematic review

1.GİRİŞ

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, matematiksel akıl yürütme ve bilimsel deneylerden doğmuş, somut dünyayı anlamak, dönüştürmek ve geliştirmek için evrensel bir araç olarak öne çıkmaktadır (Yao et al.,2022). Bu teknoloji, bireylerin üç boyutlu bir görüntü veya ortamla etkileşime girmesine olanak tanıyan bilgisayar tabanlı simülasyonlardan oluşur. Kullanıcıların bu deneyime dâhil olabilmesi için sensörlerle donatılmış eldivenler veya entegre ekranlı gözlükler gibi özel elektronik donanımlar kullanılmaktadır (Jarvelainen et al.,2018). Eğitimdeki dönüşüm ve yükseköğretim standartlarının yükseltilmesine yönelik artan beklentiler dikkate alındığında, VR teknolojisi pedagojik açıdan giderek daha stratejik bir konum kazanmaktadır. Özellikle hemşirelik eğitimi alanında, öğretim maliyetlerini azaltma ve eğitim sürecine ilişkin riskleri en aza indirme potansiyeli sayesinde tıp eğitimi araştırmacılarının ilgisini yoğun bir şekilde çekmektedir (Saab et al.,2021; Ma et al.,2024).

Bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmelerle birlikte VR, hemşirelik eğitimine yenilikçi bir pedagojik yaklaşım sunmaktadır (Zhao et al.,2022). Bu teknoloji, öğrenciler için sürükleyici ve etkileşimli bir öğrenme ortamı yaratarak gerçekçi klinik senaryoları taklit etmekte, uygulamalı deneyimler sağlamaktadır Böylece doğrudan hasta katılımına gerek kalmadan klinik beceri kazanımı desteklenmekte, hem eğitim kaynaklarının etkin kullanımı sağlanmakta hem de hasta güvenliği korunmaktadır (Liu et al.,2023). Hemşirelik öğrencileri, sensörlü VR kulaklıklar veya eldivenler aracılığıyla sanal hastalar, tıbbi araçlar ve sağlık ortamlarıyla etkileşim kurarak karar alma becerilerini geliştirme ve klinik uygulamaları deneyimleme fırsatı bulmaktadır (Iwanaga et al.,2021).

Bu teknoloji, teorik bilgilerin uygulama ile bütünleşmesini kolaylaştırarak öğrencilerin öğrenme süreçlerini zenginleştirmekte ve güvenli bir ortamda deneyim kazanmalarını sağlamaktadır (Bayram ve Çalışkan, 2020). VR'nin etkileşimli boyutu, didaktik süreci destekleyerek öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırmakta, akademik katılımı güçlendirmekte ve becerilerin gelişimine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, mesleki öz-kimlik gelişimini destekleyen bu yaklaşım, öğrencilerde mesleğe bağlılık duygusunu beslemekte ve bağımsız bilgi keşfini teşvik etmektedir (Liu et al.,2023)

Yapılan araştırmalarda VR'nin prosedürel bilgi aktarımında geleneksel yöntemlere kıyasla daha üstün olduğunu ortaya koymuştur (Chen et al.,2020; Woon et al.,2021). Bunun yanı sıra, öğrenciler VR'yi genellikle yüksek düzeyde dalma ve olumlu öğrenme çıktıları sağlayan yenilikçi bir eğitim yöntemi olarak algılamaktadır (Farra et al., 2018).Bu noktada VR, klinik kaynakların etkin kullanımına katkı sağlayarak nitelikli hemşirelerin yetiştirilmesine destek sunmaktadır.

Sonuç olarak, VR teknolojisi hemşirelik eğitiminde öğretim ve öğrenme süreçlerini geliştirme potansiyeline sahiptir. Hemşirelik eğitiminin güncel gelişmelerle bütünleşmesini kolaylaştırmakta, klinik uygulamaların ilerlemesini hızlandırmakta ve uyumlu hemşirelik profesyonellerinin yetiştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Liu et al.,2023). Sanal gerçekliğin hemşirelik eğitimine entegrasyonu giderek kaçınılmaz bir yönelim haline gelmektedir. Bu doğrultuda hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik uygulamalarının mevcut durumunu ve potansiyel katkılarını ortaya koymak, bu teknolojinin etkili kullanımına yönelik bilimsel bir çerçeve oluşturmak açısından büyük önem taşımaktadır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Amaç

Bu sistematik derlemede, 2020-2025 yılları arasında hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik kullanımına yönelik yapılan tezlerin bulgularını incelemek amacıyla yapıldı.

Çalışmada şu sorulara yanıt aranmıştır:

1. 2020–2025 yılları arasında hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik kullanımı üzerine yapılan tezlerin genel özellikleri nelerdir? (yıl, ülke, tez türü vb.)
2. Tezlerde sanal gerçeklik hangi alanlarda (klinik beceri, teorik eğitim, hasta bakımı vb.) kullanılmıştır?
3. Tezlerde kullanılan sanal gerçeklik uygulamalarının eğitim çıktıları (bilgi, beceri,memnuüzerindeki etkileri nelerdir?
4. Tezlerde bildirilen güçlü yönler, sınırlılıklar ve öneriler nelerdir?

2.2. Tarama Yöntemi ve Süreci

Bu çalışmanın yapılma ve raporlanma aşamasında 27 maddeden oluşan 'Sistematik Derleme ve Meta-analiz Araştırma Raporunun Yazımında Bulunması Gereken Maddelerle İlgili Kontrol Listesi (PRISMA)' yazım rehberine uyulmuştur (Page et al., 2021). Yapılan sistematik derleme ile ilgili taramalar, son beş yılda yapılan çalışmaları içeren, "hemşire", "hemşirelik öğrencisi", "hemşirelik eğitimi", "hemşirelik" ve "sanal gerçeklik", "sanal hasta" ve "VR" anahtar kelimeleri farklı kombinasyonlarda kullanılarak "Ulusal Tez Merkezi" veri tabanından ilgili çalışmaların geriye dönük olarak taranarak, 10 Mayıs- 10 Temmuz 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anahtar kelimelerin seçiminde ve veri tabanında konu ile ilgili Türkçe dilinde yazılan bütün lisansüstü tez çalışmalarına ulaşmak hedeflenmiştir. Araştırmaların Seçim Kriterleri ve Seçimi Bu sistematik derlemeye dâhil edilecek araştırmalar PICOS kriterleri kapsamında değerlendirilmiştir (Tablo 1).

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 2020–2025 yılları arasında YÖK Tez Merkezi'nde yayımlanmış tezler
- Sanal gerçeklik teknolojisinin hemşirelik eğitimi amacıyla kullanıldığı tezler
- Yüksek lisans ve doktora tezleri

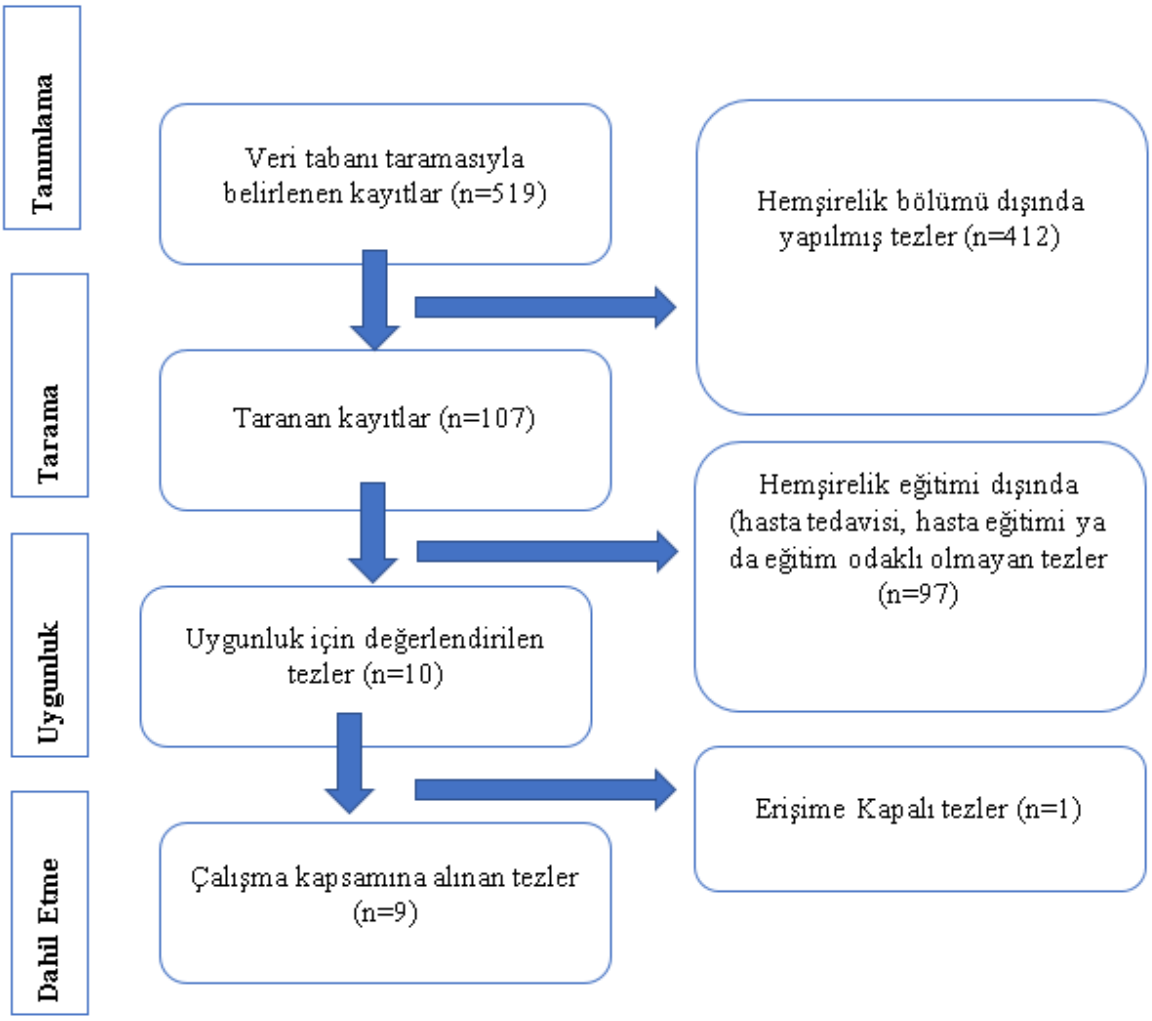
Dışlanma Kriterleri

- 2020 öncesi veya 2025 sonrası yayımlanan tezler
- Sanal gerçeklik yerine yalnızca artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik ya da klasik simülasyon yöntemlerini kullanan tezler
- Hemşirelik dışındaki bölümlerde yapılmış tezler
- Konusu doğrudan hemşirelik eğitimiyle ilişkili olmayan tezler (örn. hasta tedavisi, oyunlaştırma vb. ama eğitim odaklı olmayan)
- Erişime kapalı tezler.

Çalışmaların dâhil edilme kriterlerine göre seçilmesi iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapılmıştır. Çalışmada tekrarlanan araştırmalar çıkarıldıktan sonra başlık, özet ve tam metne göre seçimler yapılmıştır. Yapılan çalışmada takip edilen seçim süreci Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. PICOS dahil etme kriterleri

P (Population)/ Çalışma Grubu	Hemşirelik öğrencileri veya hemşireler
(Intervention / Müdahale):	Hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik kullanımı
C (Comparison / Karşılaştırma):	• Geleneksel öğretim yöntemleri • Diğer eğitim teknolojileri
O (Outcome / Çıktılar):	• Bilgi düzeyi • Beceri kazanımı • Öğrenme deneyimi • Öz-yeterlik / güven düzeyi • Klinik uygulamaya hazırlık
(Study Design / Çalışma Tasarımı):	2020–2025 yılları arasında YÖK Tez Merkezi'nde yayımlanmış, Türkçe yüksek lisans ve doktora tezleri



Şekil 1. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Akış Şeması

Araştırma Etiği

Yapılan çalışma, sistematik derleme kategorisinde yer almakta olup, kaynakları belirtilerek literatürde yayınlanan çalışmalara dayanmaktadır. Bu sebeplerden ötürü, herhangi bir kurumdan ya da bireyden onay

alınması veya etik kurul izni elde edilmesi gerekmemektedir. Çalışmamız, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri' ne uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırma sürecinde, verilerin analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır (Bellibaş, 2018).

3. Bulgular

Çalışmamızda, 2020–2025 yılları arasında Ulusal Tez Merkezi'nde yayımlanan tezler incelenmiş ve belirlenen dâhil edilme kriterleri doğrultusunda toplam dokuz tez değerlendirmeye alınmıştır. Bu tezlerin ikisi yüksek lisans, yedisi ise doktora düzeyindedir. Çalışmaların tamamı deneysel araştırmadır. İncelenen çalışmaların yedisi hemşirelik öğrencilerine yönelik eğitim içerirken, ikisi hemşirelere yönelik olarak sanal gerçeklik temelli eğitim uygulamalarını kapsamaktadır. Tezlerde kullanılan sanal gerçeklik yöntemleri incelendiğinde; beş çalışmada simülasyon tabanlı sanal gerçeklik, iki çalışmada video tabanlı sanal gerçeklik ve iki çalışmada ise oyun tabanlı sanal gerçeklik yönteminin tercih edildiği görülmüştür (Tablo1).

Tablo 2. Lisansüstü Tezlerin Bazı Özelliklerine Göre Dağılımları

Yazar/Yıl	Tez Türü	Tez Adı	Hedef Grup	Eğitim Konusu	Çalışma Yöntemi (Tasarım, Örneklem)	VR Yöntemi	Bulgular	Sınırlılıklar ve Güçlükler
Bekir Ertuğrul 2025	Doktora	Hemşirelik öğrencilerine verilen sanal gerçeklik tabanlı afet eğitiminin afete hazıroluşluğa etkisi: Randomize kontrollü çalışma	Hemşirelik Öğrencileri	Afet Hazırlığı	Randomize kontrollü çalışma	Simülasyon Tabanlı VR	Araştırma sonucunda sanal gerçeklik temelli afete hazırlık eğitiminin standart eğitim yöntemlerine göre afete hazırlık düzeylerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir.	Sanal gerçeklik temelli afete hazırlık eğitiminin yazılımının yüksek maliyetler içermesi, araştırma geliştirme sürecinde bütçe açısından sınırlamalara yol açmıştır.
Burcu Opak Yücel 2025	Doktora	Hastanın ameliyat sonrası kliniğe kabulüne yönelik oyun tabanlı sanal gerçeklik öğrenme yönteminin hemşirelik öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerine etkisi	Hemşirelik Öğrencileri	Ameliyat Sonrası Bakım	Randomize kontrollü çalışma	Oyun Tabanlı VR	Oyun tabanlı sanal gerçeklik uygulamalarının hemşirelik öğrencilerinin bilgi, beceri düzeylerini arttırdığı saptanmıştır	İkinci sınıf öğrencileri ile yapıldığından tüm hemşirelik öğrencilerine genellenememesi, Oyun tabanlı sanal gerçeklik uygulamasının oynanması sürecinde telefon ve bilgisayarlarda bazı teknik sorunların ortaya çıkması ve öğrencilerin oyun uygulamasını bitirmede sorun yaşamaları.
Aşkın Selvi 2025	Doktora	El hijyeni eğitimi sanal gerçeklik simülasyonu geliştirilmesi ve	Hemşire	El Hijyeni	Randomize kontrollü çalışma	Simülasyon Tabanlı VR	Geliştirilen el hijyeni VR simülasyon eğitiminin	Hemşirelerin VR simülasyonu ilk kez deneyimlemesi nedeniyle

		etkililiğinin değerlendirilmesi: Hemşirelikte hizmet içi eğitim örneği					hemşirelerin el hijyenine ilişkin bilgi düzeyi, el yıkama davranışı ve el hijyeni uyum oranlarının artırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.	uyumlaşma sürecinde zorluk yaşanması
Elmas Mutlugüneş Dönmez 2024	Doktora	Hemşirelik öğrencilerinin histerektomiye yönelik postoperatif bakım becerilerinin geliştirilmesinde oyun tabanlı sanal gerçeklik uygulamasının etkisi	Hemşirelik Öğrencileri	Postoperatif bakım becerisi	Kontrol gruplu deneysel	Oyun Tabanlı VR	Araştırmada, geliştirilen oyun tabanlı sanal gerçeklik uygulamasının hemşirelik öğrencilerinin eğitim yöntemlerinden memnuniyet, öğrenmede kendine güven, histerektomi ameliyatı sonrası postoperatif bakım bilgi puanları ve bakımın yönetimi klinik beceri puanları üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır	Öğrenci sayısının fazla olması nedeniyle oyun tabanlı sanal gerçekliğin bütün hemşirelik öğrencilerine uygulanamaması
Songül Güngör 2023	Doktora	Sanal gerçeklik gözlüğü kullanılarak yapılan senaryo tabanlı üç boyutlu videolu eğitimin hemşirelik öğrencilerinin cerrahi el yıkama ve steril giyinme becerisi üzerine etkisinin incelenmesi	Hemşirelik Öğrencileri	Cerrahi el yıkama ve steril giyinme becerisi	Randomize kontrollü çalışma	Video tabanlı VR	VR grubu beceriyi teorik eğitim grubuna göre daha kısa sürede tamamlamıştır. VR grubunun memnuniyet puanları diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Bilgi düzeyi ve kendine güven açısından gruplar arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir.	Beceri ölçüm basamağı cerrahi el yıkama ve steril giyinme ile sınırlandırılmıştır. Bone, maske, cerrahi eldiven ve cerrahi önlüğün çıkarılması ile steril cerrahi bohça açma/malzeme hazırlama gibi ameliyathaneye özgü beceriler değerlendirilmemiştir
Arzu Dikici 2023	Doktora	Ruh sağlığı ve psikiyatri hemşireliği dersi öğrencilerinin terapötik iletişim beceri düzeylerine sanal gerçeklik uygulamasının etkisi	Hemşirelik Öğrencileri	Terapötik iletişim beceri	Randomize kontrollü çalışma	Simülasyon Tabanlı VR	Sanal gerçeklik simülasyonu uygulanan öğrencilerin terapötik iletişim becerilerinin geliştiği, terapötik iletişim becerilerini daha fazla, non-terapötik iletişim	Sanal gerçeklik simülasyonun bir hasta senaryosu ile sınırlı olması

							becerilerini daha az kullandıkları belirlenmiştir.	
Melek Kozan 2023	Yüksek Lisans	Sanal gerçeklik ile verilen eğitimin hemşirelerin ruh sağlığı okuryazarlık ve ruhsal hastalıklara yönelik damgalama düzeyi üzerine etkisi	Hemşireler	Ruh sağlığı okuryazarlık ve ruhsal hastalıklara yönelik damgalama	Randomize kontrollü çalışma	Video tabanlı VR	Sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak hazırlanan ruh sağlığı okuryazarlığı eğitiminin hemşirelerin ruh sağlığı okuryazarlığı düzeyini artırdığı ve damgalama düzeylerini azalttığı ve klasik yönteme göre daha etkili olduğu görülmüştür.	Sanal gerçeklik gözlüğü kullanımından kaynaklı baş ağrısı, göz ağrısı, baş dönmesi gibi yan etkiler olması
Ece Kurt 2024	Doktora	Üriner kateterizasyon eğitiminde kullanılan sanal gerçeklik simülasyonu, bilgisayar temelli simülasyon ve düşük gerçeklikli simülasyon yöntemlerinin hemşirelik öğrencilerinde beceri, memnuniyet ve özgüven üzerine etkisi	Hemşirelik öğrencileri	Üriner kateterizasyon becerisi Memnuniyet Özgüven	Randomize Kontrollü olmayan çalışma	Simülasyon Tabanlı VR	Öğrencilerin beceri düzeylerinin en yüksekten en düşüğe doğru; sanal gerçeklik simülasyon grubu, düşük gerçeklikli simülasyon grubu, bilgisayar temelli simülasyon grubu şeklinde sıralandığı ve puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin memnuniyet ve kendine güven toplam puan ortalamalarının, sanal gerçeklik simülasyon grubu ile düşük gerçeklik simülasyon grubunda benzer olduğu ve bilgisayar temelli simülasyon grubundan anlamlı düzeyde daha yüksek değerde olduğu saptanmıştır	Çalışmanın yalnızca üriner katater uygulamasına odaklanılması, tek bir üniversitede (Adana'daki devlet üniversitesi) yürütülmesi ve öğrencilerin klinik ortamda gerçek hasta üzerinde performanslarının değerlendirilememesi

Arif Kolay 2024	Yüksek Lisans	Geliştirilen bir sanal gerçeklik uygulamasının hemşirelik öğrencilerinin pediatrik temel yaşam desteği becerileri üzerine etkisi	Hemşirelik Öğrencileri	Pediatrik temel yaşam desteği becerisi (PTYD)	Randomize kontrollü çalışma	Simülasyon Tabanlı VR	Sanal gerçeklik tabanlı PTYD simülasyon uygulamasının, hemşirelik öğrencilerinin PTYD becerilerini geliştirmede, öğrenme memnuniyetlerini artırmada ve özgüven düzeylerini yükseltmede etkili bir eğitim aracı olduğunu göstermiştir.	Sanal gerçeklik yazılımlarında dokunma hissinin eksikliği, öğrenme deneyimini gerçekçi hale getirme potansiyelini sınırlayarak öğrencilerin uygulamalı beceri geliştirme sürecini etkileyebilir

3. TARTIŞMA

Bu sistematik derleme sonucunda, 2020–2025 yılları arasında hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik uygulamalarının giderek daha fazla araştırma konusu haline geldiği görülmüştür. Çalışmaya dâhil edilen 9 tezde, sanal gerçeklik teknolojisinin hemşirelik öğrencilerinin ve hemşirelerin bilgi, beceri, özgüven, tutum ve memnuniyet düzeylerini artırmada etkili olduğu ortaya konmuştur. Bulgular, sanal gerçeklik uygulamalarının hem klinik becerilerin kazandırılmasında hem de iletişim, afet hazırlığı ve ruh sağlığı okuryazarlığı gibi bilişsel-duyuşsal alanlarda anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir.

Elde edilen bu sonuçlar, uluslararası literatürle de paralellik göstermektedir. Örneğin, Chen ve ark. (2020) sanal gerçeklik simülasyonlarının hemşirelik öğrencilerinde bilgi, beceri ve öz-güven gelişimini desteklediğini belirtmiştir. Aynı şekilde Kyaw ve ark. (2019) tarafından yapılan bir meta-analizde, sanal gerçeklik tabanlı eğitimlerin geleneksel yöntemlere kıyasla öğrenme çıktıları üzerinde daha olumlu etkiler yarattığı rapor edilmiştir. Bu bağlamda, YÖK Tez Merkezi'nde ulaşılan çalışmalar, küresel eğilimlerle uyumlu bir şekilde sanal gerçekliğin hemşirelik eğitiminde etkili bir öğrenme aracı olduğunu desteklemektedir.

Bu derlemede yer alan tezlerde, sanal gerçekliğin özellikle klinik beceri öğretiminde (örn. cerrahi el yıkama, steril giyinme, üriner kateterizasyon, pediatrik temel yaşam desteği) başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Benzer şekilde literatürde sanal gerçeklik uygulamalarının hemşirelik öğrencilerinin klinik uygulama öncesi beceri pratiğini artırdığını (Jallad ve Işık,2022), hata yapma kaygısını azalttığını ve öğrenme güvenliğini sağladığını (Kennedy et al.,2023) vurgulamaktadır. Bu açıdan, tez bulguları sanal gerçeklik teknolojisinin özellikle yüksek riskli veya erişimi kısıtlı klinik uygulamalarda güvenli bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir.

Derlemede sanal gerçekliğin yalnızca teknik becerilerde değil, afet hazırlığı, ruh sağlığı okuryazarlığı ve terapötik iletişim gibi bilişsel ve iletişimsel alanlarda da etkili bulunması, literatürle uyumludur (Şengül, 2024; Choi et al.,2022; Liu et al.,2023). Uluslararası çalışmalar, sanal gerçeklik uygulamalarının hemşirelik öğrencilerinin iletişim ve empati eğitiminde anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir (Quay et al.,2023; Silva et al.,2023). Bu bulgular, sanal gerçeklik uygulamalarının hemşirelik eğitiminde teknik beceri öğretiminin ötesine geçerek öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimine de katkı sunabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu derlemede incelenen tezlerde sanal gerçeklik uygulamalarının maliyet ve teknik altyapı gereksinimleri, sınırlı örneklem büyüklükleri ve elde edilen bulguların gerçek klinik ortama doğrudan aktarılmaması önemli sınırlılıklar olarak rapor edilmiştir. Ayrıca bazı çalışmalarda senaryo sayısının azlığı, dokunsal geri bildirim

eksikliği ve sanal gerçeklik gözlüğü kullanımına bağlı baş ağrısı, baş dönmesi gibi yan etkiler de belirtilmiştir. Bu sınırlılıklar literatürde de benzer şekilde vurgulanmaktadır. Örneğin, Ma ve arkadaşları (2024) küçük örneklemli çalışmaların sanal gerçekliğin uzun vadeli etkilerini göstermekte yetersiz kaldığını, Kiegaldie ve Shaw (2023) maliyet ve erişim sorunlarının VR'nin sürdürülebilirliğini kısıtladığını, Saab ve ark. (2021) ise kullanıcı konforu ve teknik kalite sorunlarının öğrenme deneyimini doğrudan etkilediğini ifade etmiştir. Dolayısıyla, VR'nin hemşirelik eğitiminde güçlü bir potansiyel sunmakla birlikte, bulguların genellenebilirliği için daha geniş örneklemli, çok merkezli, klinik ortama entegrasyonu sağlanmış ve teknik açıdan geliştirilmiş uygulamalara ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Genel olarak bulgular, sanal gerçekliğin hemşirelik eğitiminde yenilikçi, etkileşimli ve güvenli bir öğrenme yöntemi olduğunu, öğrencilerin aktif katılımını teşvik ettiğini ve öğrenme çıktılarında iyileşme sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte, gelecekte yapılacak çalışmalarda daha büyük örneklemlerle, uzun dönemli öğrenme etkilerini değerlendiren, farklı VR teknolojilerini karşılaştıran araştırmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, VR uygulamalarının öğretim müfredatına entegrasyonu ve sürdürülebilirliği üzerine çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Chen, F. Q., Leng, Y. F., Ge, J. F., Wang, D. W., Li, C., Chen, B., & Sun, Z. L. (2020). Effectiveness of virtual reality in nursing education: meta-analysis. *Journal of medical Internet research*, *22*(9), e18290.

Kyaw, B. M., Saxena, N., Posadzki, P., Vseteckova, J., Nikolaou, C. K., George, P. P., ... & Tudor Car, L. (2019). Virtual reality for health professions education: systematic review and meta-analysis by the digital health education collaboration. *Journal of medical Internet research*, *21*(1), e12959.

Jallad, S. T., & Işık, B. (2022). The effectiveness of virtual reality simulation as learning strategy in the acquisition of medical skills in nursing education: a systematic review. *Irish Journal of Medical Science (1971-)*, *191*(3), 1407-1426.

Kennedy, G. A., Pedram, S., & Sanzone, S. (2023). Improving safety outcomes through medical error reduction via virtual reality-based clinical skills training. *Safety Science*, *165*, 106200.

Şengül, T. (2024). The use of virtual reality in teaching psychomotor skills and cognitive development in nursing education. *Saglik Ve Yasam Bilimleri Dergisi*, *6*(1), 48-55.

Choi, J., Thompson, C. E., Choi, J., Waddill, C. B., & Choi, S. (2022). Effectiveness of immersive virtual reality in nursing education: systematic review. *Nurse Educator*, *47*(3), E57-E61.

Liu, K., Zhang, W., Li, W., Wang, T., & Zheng, Y. (2023). Effectiveness of virtual reality in nursing education: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*, *23*(1), 710.

Quay, C., & Ramakrishnan, A. (2023). Innovative use of virtual reality to facilitate empathy toward older adults in nursing education. *Nursing Education Perspectives*, *44*(5), 300-302.

Silva, L. I. M., de la Calle, R. C., Cuevas-Budhart, M. A., Martin, J. O. M., Rodriguez, J. M. B., & Madrid, M. G. D. P. G. (2023). Development of communication skills through virtual reality on nursing school students: clinical trial. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, *41*(1), 24-30.

Shorey, S., & Ng, E. D. (2021). The use of virtual reality simulation among nursing students and registered nurses: A systematic review. *Nurse education today*, *98*, 104662.

Kiegaldie, D., & Shaw, L. (2023). Virtual reality simulation for nursing education: effectiveness and feasibility. *BMC nursing*, *22*(1), 488.

Ma, J., Wang, Y., Joshi, S., Wang, H., Young, C., Pervez, A., ... & Washburn, S. (2024). Using immersive virtual reality technology to enhance nursing education: A comparative pilot study to understand efficacy and effectiveness. *Applied ergonomics*, *115*, 104159.

Saab, M. M., Hegarty, J., Murphy, D., & Landers, M. (2021). Incorporating virtual reality in nurse education: A qualitative study of nursing students' perspectives. *Nurse Education Today*, *105*, 105045.

Yao, X., Zhang, H., & Huo, X. (2022). Analysis of the applicability of virtual reality technology applied to basic nursing skills teaching [J]. *Research on Medical Teaching in Colleges and Universities.(Electronic Edition)*, *12*(05), 7-13.

Jarvelainen, M., Cooper, S., & Jones, J. (2018). Nursing students' educational experience in regional Australia: reflections on acute events. A qualitative review of clinical incidents. *Nurse education in practice*, *31*, 188-193.

Zhao, J., Lu, Y., Zhou, F., Mao, R., & Fei, F. (2022). Systematic bibliometric analysis of research hotspots and trends on the application of virtual reality in nursing. *Frontiers in public health*, *10*, 906715.

Liu, K., Zhang, W., Li, W., Wang, T., & Zheng, Y. (2023). Effectiveness of virtual reality in nursing education: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*, *23*(1), 710.

Iwanaga, J., Loukas, M., Dumont, A. S., & Tubbs, R. S. (2021). A review of anatomy education during and after the COVID-19 pandemic: Revisiting traditional and modern methods to achieve future innovation. *Clinical anatomy*, *34*(1), 108-114.

Bayram, S. B., & Caliskan, N. (2020). The use of virtual reality simulations in nursing education, and patient safety. In *Contemporary Topics in Patient Safety-Volume 1*. IntechOpen.

Woon, A. P. N., Mok, W. Q., Chieng, Y. J. S., Zhang, H. M., Ramos, P., Mustadi, H. B., & Lau, Y. (2021). Effectiveness of virtual reality training in improving knowledge among nursing students: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Nurse Education Today*, *98*, 104655.

Farra, S. L., Smith, S. J., & Ulrich, D. L. (2018). The student experience with varying immersion levels of virtual reality simulation. *Nursing education perspectives*, *39*(2), 99-101.

Chen, F. Q., Leng, Y. F., Ge, J. F., Wang, D. W., Li, C., Chen, B., & Sun, Z. L. (2020). Effectiveness of virtual reality in nursing education: meta-analysis. *Journal of medical Internet research*, *22*(9), e18290.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, *372*.

BALIKLARDA HİSTOLOJİK YÖNTEMLERİN KULLANIMI VE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Dr. Öğrencisi M.Kasım AYDIN[1], Doçent. Dr. Filiz ÖZCAN[2] Prof.Dr. Muzaffer Aydın KETANİ[3]
[1]Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı,
kasimaydin_23@hotmail.com
Orcid:0000-0003-3140-8618
[2]Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı,
felizozcan@gmail.com
Orcid: 0000-0003-4767-9893
[3]Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı, maketani@gmail.com
Orcid:0000-0002-1546-9747

Özet

Bu çalışma, balıklarda histolojik yöntemlerin uygulanma süreçlerini, kullanılan teknikleri ve karşılaşılan yaygın sorunları kapsamlı şekilde ele almaktadır. Histolojik analizler; balık dokularında morfolojik yapıların değerlendirilmesi, patolojik değişimlerin saptanması ve çevresel stres faktörlerinin etkilerinin belirlenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Çalışmada fiksasyon, dekalsifikasyon, parafinleme, kesit alma ve boyama gibi temel aşamalar detaylandırılmış, her aşamada ortaya çıkabilecek teknik artefaktlar örnekler üzerinden açıklanmıştır. Özellikle fiksasyon süresi, örnekleme koşulları, boyama protokolleri ve mikrotom kesim kalitesi gibi faktörlerin sonuçların doğruluğu üzerindeki etkisi vurgulanmıştır. Ayrıca teknik hataların kaynağı, artefakt türleri ve önleyici uygulamalar tablo ve görsellerle desteklenerek sunulmuştur. Balık histolojisinde güvenilir sonuçlar elde edebilmek için standardize edilmiş yöntemlerin uygulanması, eğitimli personel istihdamı ve kalite kontrol süreçlerinin önemi ön plana çıkarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balık histolojisi, fiksasyon, parafinleme, artefaktlar, doku analizi

USE OF HISTOLOGICAL METHODS IN FISH AND PROBLEMS ENCOUNTERED

Abstract

This study comprehensively examines the application processes, techniques, and common problems encountered in histological methods in fish.Histological analyses are of critical importance in the evaluation of morphological structures in fish tissues, the detection of pathological changes, and the determination of the effects of environmental stress factors.The present study provides a comprehensive account of the fundamental steps involved in the process of fixation, decalcification, paraffinization, sectioning, and staining. It also elucidates the technical artefacts that may emerge during each stage of the procedure, employing illustrative examples to elucidate the underlying mechanisms. The impact of factors such as fixation time, sampling conditions, staining protocols, and microtome cutting quality on the accuracy of the results is particularly emphasised. Furthermore, the sources of technical errors, types of artefacts, and preventative measures are presented, supported by tables and visuals.The necessity of implementing standardised methodologies, utilising trained personnel, and integrating quality control processes to ensure the reliability of results in the field of fish histology is underscored.

Keywords: Fish histology, fixation, paraffinization, artifacts, tissue analysis

1. GİRİŞ

Balıklarda histolojik yöntemler; doku, organ ve hücre düzeyinde morfolojik değerlendirmeler yapmak, fizyolojik durumları analiz etmek, patolojik değişimleri gözlemlemek ve çevresel stres faktörlerinin etkilerini incelemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikroskobik incelemeye olanak tanıyan bu teknikler sayesinde, balık sağlığı ve çevre biyolojisi hakkında detaylı bilgi elde edilebilmektedir (Cheng et al., 2017). Histolojik analizde genellikle üç temel aşama bulunur: doku örneklerinin alınması ve sabitlenmesi (fiksasyon), boyama işlemleri ve mikroskopik değerlendirme. Bu aşamaların her biri, elde edilen verinin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Ancak uygulama sırasında karşılaşılan kontaminasyon, yetersiz fiksasyon, boyama hataları ve örnek kayıpları gibi teknik sorunlar, analiz kalitesini düşürebilmektedir. Bu nedenle, standart protokollere uygunluk, kalite kontrol uygulamaları ve personel eğitimi büyük önem taşır (FRA, 2021).

2. HİSTOLOJİK YÖNTEMLER

2.1. Fiksasyon ve Örnekleme Süreci

Balıklarda özellikle metabolik olarak aktif dokular (karaciğer, solungaç, bağırsak) hızla otolize uğrayabildiği için, örnekleme sonrasında hızlı fiksasyon elzemdir. Fiksatif olarak en yaygın kullanılan ajan %10'luk nötral tamponlanmış formalindir; ancak Bouin's solüsyonu gibi daha penetratif çözeltiler, özellikle yoğun yapılı dokular için tercih edilebilmektedir (Cheng et al., 2017; Wolf et al., 2015). Örneklerin fiksatif ile teması genellikle hacimsel olarak dokunun en az 10 katı olacak şekilde planlanmalıdır. Ayrıca örnekleme sonrası ilk 30 dakika, artefaktların önlenmesi açısından kritik zaman aralığıdır (FRA, 2021). Örnek kalınlığı ideal olarak 1–2 mm arasında olmalı, kontaminasyon riskine karşı steril ortamda çalışılmalı ve tüm cihazlar dezenfekte edilmelidir.

2.2. Dekalsifikasyon ve Parafinleme

Kemikli balıkların omurga ve kranyal bölgeleri gibi sert dokuların incelenebilmesi için dekalsifikasyon gereklidir. Bu amaçla en yaygın kullanılan ajanlardan biri EDTA'dır; kalsiyumu çözerken protein yapısını koruyarak histolojik bütünlüğü bozmadan dokunun yumuşamasını sağlar (FAO, 2018). Parafin infiltrasyonu öncesinde dehidrasyon işlemi dikkatle yürütülmelidir. Aşamalı olarak yükselen alkol serileri ile yapılan dehidrasyon sonrası, parafinleme 58–60 °C sıcaklık aralığında gerçekleştirilmelidir. Uygun olmayan parafinleme, kesitlerde hava boşlukları ve çatlaklara neden olabilir (Histology Blog, 2023).

2.3. Mikrotomi ve Kesit Alma

Kesit kalınlığı, dokunun çözünürlüğünü doğrudan etkiler. Balıklarda kompakt hücre yapısı nedeniyle genellikle 3–4 µm kalınlık tercih edilir. Mikrotom bıçağının keskinliği ve blok sıcaklığı, kesit kalitesini belirler. Aksi takdirde, "chatter" (dalgalı kesit çizgileri) gibi artefaktlar oluşabilir (FRA, 2021).

2.4. Boyama Teknikleri

En yaygın kullanılan boyama yöntemi Hematoksilin-Eozin (H&E)'dir. Hematoksilin, hücre çekirdeğini mavi; eozin ise sitoplazmayı pembe renge boyar. Ancak lipid içerikli hücrelerin ayırt edilmesinde H&E yetersiz kalabilir. Bu gibi durumlarda Oil Red O ve Sudan Black gibi lipit-spesifik boyalar tercih edilmelidir (Cheng et al., 2017). Histokimyasal teknikler; protein, karbonhidrat ve enzim lokalizasyonunun belirlenmesinde kullanılır. Ancak bu tekniklerde boyama süresi, pH dengesi ve fiksatif seçimi çok kritiktir. Aksi halde, renk bozulmaları, yanlış pozitiflikler veya nonspecifik boyamalar oluşabilir (Wolf & Wheeler, 2015).

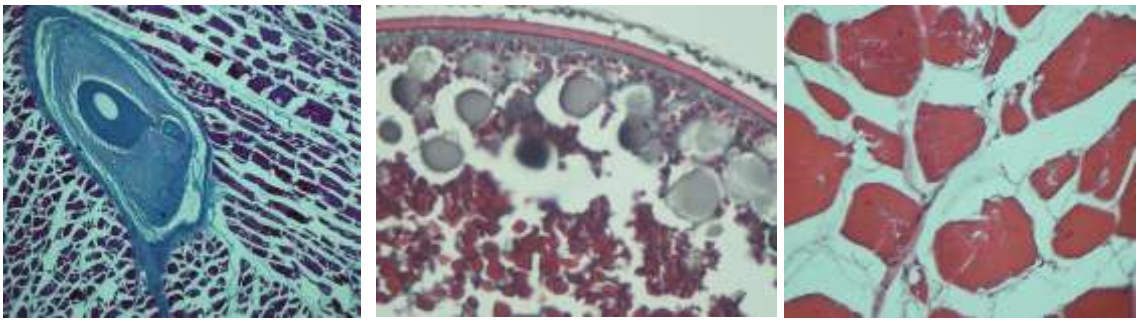
3. SORUNLAR VE ARTEFAKTLAR

3.1. Artefaktların Kaynakları

Histolojik dokularda artefaktlar, genellikle doku örneklerinin hazırlanması sırasında meydana gelen ve mikroskobik incelemeyi etkileyebilen yapay bozulmalardır. Bu artefaktların başlıca kaynakları arasında hatalı fiksasyon, yetersiz dehidratasyon, uygunsuz kesit alma, bıçak izleri, hava kabarcıkları ve boyama hataları yer alır. Özellikle fiksatifin geç uygulanması veya yetersiz penetrasyonu, hücre yapılarında dejenerasyona yol açarak artefakt oluşumunu artırabilir (Bancroft & Gamble, 2008). Ayrıca mikrotom bıçağının kör olması ya da kesitlerin düzgün yerleştirilmemesi gibi teknik sorunlar da doku morfolojisini bozarak yanlış yorumlara neden olabilir. Bu nedenle, doğru tekniklerin uygulanması ve dikkatli laboratuvar pratiği, histolojik artefaktların en aza indirilmesi açısından büyük önem taşır (Fischer et al., 2008).

Artefakt Türü	Kaynağı	Önleyici Tedbir
Otoliz, çekirdek kaybı	Fiksasyon gecikmesi	Örnekleme sonrası hızlı fiksasyon, soğuk ortamda muhafaza
Lamellar lifting, hemoraji	Travmatik örnekleme	Nazik disseksiyon, uygun ötenazi protokolü
Çatlama, boşluk oluşumu	Yetersiz dehidrasyon ve parafinleme	Solvent geçişleri optimize edilmeli
Kesit çizgileri (Chatter)	Mikrotom bıçağı kör, blok sıcaklığı yüksek	Keskin bıçak, blok soğutması, sabit kesim hızı
Aşırı boyama	Protokol dışı boyama süresi, pH hatası	Standardize boya süresi, pH tamponları kullanımı
Lipid kaybı	Lipit çözünmesi H&E'de görülebilir	Lipid-spesifik boyama uygulanmalı

3.2. Örnek İnceleme ve Teknik Hatalar

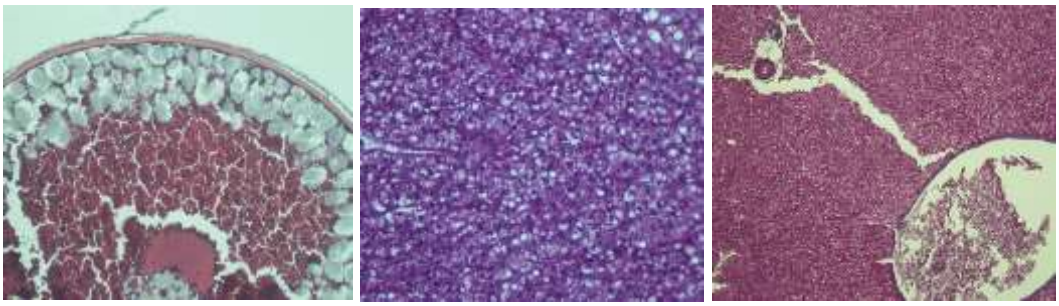


Figür 1 : Çeşitli dokularda tespit edilen teknik hatalar

Resim 1 : Sinir lifi + İskelet kası- Kas lifleri arası boşluklar, lif ayrışmaları- Yetersiz fiksasyon, doku büzüşmesi, infiltrasyon eksikliği

Resim 2: Kemik iliği (vertebra) -Yağ vakuollerinde çekilme, eritrositler dağınık- Parafin eksikliği, hızlı dehidratasyon, yetersiz fiksasyon

Resim 3: İskelet kası (enine kesit)- Kas lifleri düzensiz, bazı lifler parçalanmış - Kesme artefaktı (kör bıçak), blok aşırı ısınmış olabilir.



Figür 2 : Çeşitli dokularda tespit edilen teknik hatalar

Resim 4: Vertebra kemik iliği -Teknik açıdan düzgün -Uygun fiksasyon ve parafinleme

Resim 5:|Karaciğer-Hücre içi ayrışmalar, vakuoller, çekirdek kaybı -Otoliz, yetersiz fiksasyon, aşırı ısı

Resim 6:|Parazitli karaciğer dokusu , Parazit yapısı net değil, çevre doku ayrılmış ,Parafin penetrasyonu yetersiz, fiksasyon hataları

Genel olarak yorumlayacak olursak , 1. görselde periferik sinir ve çevresindeki kas dokusu görülebiliyor. Kas lifleri arası geniş boşluklar teknik artefaktlara işaret ediyor. **2. ve 4. görsel**, vertebra kemik iliği enine kesitleridir. 2 numarada yağ hücrelerinde deformasyon gözlenirken 4 numara daha düzgün. **3. görsel**, kas dokusunda kesme sırasında bıçak kaynaklı deformasyon içeriyor. **5. görsel**, karaciğer dokusunda vakuol oluşumu ve silik hücresel yapı ile dikkat çekiyor. **6. görselde**, parazit (muhtemelen helmint) çevresindeki doku net değil ve ayrışmış, bu da fiksasyon ya da parafinleme sorununa işaret etmektedir.

4. SONUÇ

Balık histolojisi, doku düzeyinde yapısal analizler ve patolojik değişimlerin tanımlanması açısından büyük önem taşır. Ancak bu yöntemlerin doğru uygulanabilmesi için tüm teknik aşamaların dikkatli ve standardize biçimde yürütülmesi gerekir. Fiksasyondan boyamaya kadar olan her adımda karşılaşılan hatalar, sonuçların doğruluğunu olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle; eğitimli personel, kalite kontrol süreçleri, uygun laboratuvar koşulları ve literatürle uyumlu protokollerin uygulanması, güvenilir veri elde edilmesini sağlar.

KAYNAKLAR

Bancroft, J. D., & Gamble, M. (2008). *Theory and practice of histological techniques* (6th ed.). Elsevier Health Sciences.

Cheng, K. C., Hsiao, C. D., Fan, C. T., Hong, J. R., & Lin, C. C. (2017). Optimized histological preparation of zebrafish for high-resolution anatomical analysis. *Zebrafish, 14*(2), 133–139. https://doi.org/10.1089/zeb.2016.1312

Ferguson, H. W. (2006). *Systemic pathology of fish: A text and atlas of normal tissues in teleosts and their responses in disease*. Scotian Press.

Fischer, A. H., Jacobson, K. A., Rose, J., & Zeller, R. (2008). Hematoxylin and eosin staining of tissue and cell sections. *Cold Spring Harbor Protocols, 2008*(5), pdb.prot4986. https://doi.org/10.1101/pdb.prot4986

Fisheries Research Agency. (2021). *Histological methods for fish pathology*. https://www.fra.go.jp/gijutsu/project/pathology/histological-methods_e.html

Food and Agriculture Organization. (2018). *Fish pathology techniques in aquaculture* (FAO Aquaculture Technical Paper No. 611). https://www.fao.org/3/ca2073en/ca2073en.pdf

Hibiya, T. (1982). *An atlas of fish histology: Normal and pathological features*. Kodansha Ltd.

Histology Blog. (2023). *Fixation and processing artifacts in histology*. https://histology.blog/about/index/fixation-and-processing-artifacts

Luna, L. G. (1968). *Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Roberts, R. J. (2012). *Fish pathology* (4th ed.). Wiley-Blackwell.

Wolf, J. C., & Wheeler, J. R. (2015). A critical review of histopathological findings associated with endocrine and non-endocrine hepatic toxicity in fish. *Aquatic Toxicology, 155*, 136–149. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2014.06.004

ANGUS SIĞIRLARDA GEBELİK BAŞINA TOHUMLAMA SAYISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dr. Öğr. Üyesi Tamer KAYAR
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye
tamerkayar@aksaray.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-4011-1050

Özet

Döl verimi, etçi sığır yetiştiriciliğinde verimliliği ve işletme ekonomisini doğrudan etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Angus gibi etçi ırklarda gebelik başarısını etkileyen birçok genetik ve çevresel faktör bulunmaktadır. Bu çalışma, Angus ırkı ineklerde gebelik başına tohumlama sayısını etkileyen başlıca genetik ve çevresel faktörleri belirleyerek, sürü yönetimi ve döl verimi optimizasyonuna katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışmada, damızlık Angus yetiştiriciliği yapılan özel bir işletmedeki ilk doğumlarını gerçekleştirmiş 434 ineğin 2010-2011 yıllarına ait tohumlama kayıtları analiz edilmiştir. Hayvanlar entansif koşullarda beslenmiş, aynı bakım protokolü uygulanmış ve toplam rasyon karışımı sabah ve akşam olmak üzere iki öğünde verilmiştir. Doğumlarını gerçekleştiren tüm hayvanların, doğum sonrası ≥45. günde kızgınlık takipleri yapılmış; doğal kızgınlık gösterenler direkt tohumlanmıştır. Doğal kızgınlık göstermeyen hayvanlar ise A, D ve E vitaminleri takviyesi ile prostaglandin $F_2\alpha$ ($PGF_2\alpha$) kullanılarak kızgınlıkları senkronize edilmiştir. Tohumlamalarda 7 farklı boğa sperması kullanılmıştır. Veriler, IBM SPSS Statistics v21 yazılımı ile analiz edilmiş; dağılım normalliği Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiş, sabit etkilerin gebelik başına tohumlama sayısı üzerine etkisi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan 'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. $P<0.05$ anlamlı kabul edilmiştir. Analizlerde anne yaşının tohumlama sayısı üzerinde anlamlı etkisi olmadığı saptanmıştır ($p=0.256$). Buna karşılık, tohumlamada kullanılan boğalar gebelik başına tohumlama sayısını istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilemiştir ($p = 0.000$). Yıllar arasında karşılaştırmada 2011 yılında ortalama tohumlama sayısı 2.07 ile 2010 yılındaki 1.60'a göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0.006$). Tohumlama sayısında aylara bağlı anlamlı farklılıklar gözlenmiş ve bazı aylarda sayının arttığı tespit edilmiştir (1.97–2.07, $p<0.001$). Bu bulgular, mevsimsel ve yönetimsel faktörlerin tohumlama başarısında önemli rol oynadığını göstermektedir. Doğru senkronizasyon protokollerinin uygulanması, uygun boğa sperması seçimi ve doğru tohumlama zamanlaması sürüdeki döl verimini artırmak için kritik öneme sahiptir. Mevsimsel etkiler dikkate alınarak yönetim uygulamalarının optimize edilmesi önerilir. Gelecek çalışmalarda çevresel faktörlerin daha detaylı incelenmesi faydalı olacaktır. Sonuç olarak, genetik ve çevresel faktörlerin detaylı analiz edilmesi ve uygun yönetim stratejilerinin geliştirilmesi, döl veriminin artırılmasında kritik rol oynayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Angus Sığırı, Suni Tohumlama, Döl Verimi, Genetik ve Çevresel Faktörler, Gebelik Başına Tohumlama Sayısı.

FACTORS AFFECTING THE NUMBER OF INSEMINATIONS PER PREGNANCY IN ANGUS CATTLE

Assist. Prof. Tamer KAYAR
Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science, Aksaray, Türkiye
tamerkayar@aksaray.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-4011-1050

Abstract

Fertility is one of the most important parameters directly affecting productivity and farm economics in beef cattle production. Numerous genetic and environmental factors influence pregnancy success in beef breeds such as Angus. This study aimed to identify the main genetic and environmental factors affecting the number of inseminations per pregnancy in Angus cows, thereby contributing to herd management and fertility optimization. In the study, insemination records of 434 primiparous Angus cows from a private breeding operation during 2010-2011 were analyzed. The animals were fed under intensive conditions, received uniform management, and were provided with a total mixed ration (TMR) twice daily, in the morning and evening. Estrus detection was performed at ≥45 days postpartum for all animals; those showing natural estrus were inseminated directly. For cows not exhibiting natural estrus, estrus synchronization was applied using prostaglandin $F_2\alpha$ ($PGF_2\alpha$) combined with supplementation of vitamins A, D, and E. Semen from seven different bulls was used for inseminations. Data were analyzed using IBM SPSS Statistics v21; normality of distribution was checked with the Kolmogorov-Smirnov test. Effects of fixed factors on the number of inseminations per pregnancy were evaluated by one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparison test, with significance set at $p<0.05$. The analysis showed no significant effect of dam age on the number of inseminations ($p=0.256$). However, the bull used for insemination had a statistically significant effect on the number of inseminations per pregnancy ($p=0.000$). Yearly comparison revealed a significantly higher average insemination number in 2011 (2.07) compared to 2010 (1.60) ($p=0.006$). Significant differences were observed among months, with an increase in insemination number detected in some months (1.97–2.07, $p<0.001$). These findings highlight the important role of seasonal and management factors on insemination success. The application of appropriate synchronization protocols, careful selection of bull semen, and optimal timing of insemination are critical for improving fertility in the herd. Management practices should be optimized by considering seasonal effects. Further studies are recommended to investigate environmental factors in more detail. In conclusion, detailed analysis of genetic and environmental factors and the development of appropriate management strategies play a critical role in improving fertility outcomes.

Keywords: Angus Cattle, Artificial Insemination, Fertility, Genetic and Environmental Factors, Number of Inseminations per Pregnancy.

DENİZEL EKOSİSTEMLERDE ISINMA VE FIRSATÇI PATOJEN DİNAMİKLERİ: *VİBRİO* VE *TENACİBACULUM*

Arş. Gör. Enes ÜSTÜNER
ORCID: 0000-0002-3837-5049
enesustuner@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ÖZ
ORCID: 0000-0001-5264-7103
ozmustafa@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Özet

İklim değişikliğinin neden olduğu okyanus ısınması, deniz fırsatçı patojenlerinin, özellikle *Vibrio* ve *Tenacibaculum* türlerinin çoğalması ve dağılımını etkileyen kritik bir faktör olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışma, son yirmi yılda artan deniz yüzey suyu sıcaklıkları ile deniz ekosistemlerindeki patojen dinamikleri arasındaki karmaşık ilişkileri incelemektedir. *V. cholerae*, *V. vulnificus* ve *V. parahaemolyticus* dahil farklı *Vibrio* türleri, coğrafi dağılımları ve mevsimsel bolluk desenlerini etkileyen değişken sıcaklık toleransları sergilemektedir. Önemli balık patojenleri olan *Tenacibaculum* türleri, ısınma koşullarında artan virülans göstererek hem yabani hem de kültür balık popülasyonlarını tehdit etmektedir. Yükselen sıcaklıklar, deniz organizmalarının bağışıklık sistemlerini zayıflatarak, termal stresin konak mikrobiyomlarında yol açtığı değişiklikler yoluyla patojenik enfeksiyonlara duyarlılıklarını artırmaktadır. Artan deniz patojeni bolluğu, deniz ürünleri tüketimi ve rekreasyonel su teması yoluyla insan sağlığına riskler oluşturduğundan, halk sağlığı etkileri önemlidir. Bu durum, özellikle kabuklu deniz ürünleri hasat alanlarında güncellenmiş deniz ürünleri güvenlik standartları ve geliştirilmiş izleme protokolleri gerektirmektedir. Deniz patojeni salgınları için erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve ısınma koşullarına uyarlanmış sürdürülebilir akvakültür uygulamaları dahil kapsamlı izleme ve azaltma stratejileri öneriyoruz. Biyoteknolojik yaklaşımlar, patojen kontrolü için umut vaat etmekte ve bu yeni tehditleri yönetmek için potansiyel çözümler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Deniz patojenleri, *Vibrio* türleri, *Tenacibaculum*

WARMING IN MARINE ECOSYSTEMS AND THE DYNAMICS OF OPPORTUNISTIC PATHOGENS: *VIBRIO* AND *TENACIBACULUM*

Arş. Gör. Enes ÜSTÜNER
ORCID: 0000-0002-3837-5049
enesustuner@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ÖZ
ORCID: 0000-0001-5264-7103
ozmustafa@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Abstract

Climate change-induced ocean warming has emerged as a critical factor influencing the proliferation and distribution of marine opportunistic pathogens, particularly *Vibrio* and *Tenacibaculum* species. This study examines the complex relationships between rising sea surface temperatures and pathogen dynamics in marine ecosystems over the past two decades. Different *Vibrio* species, including *V. cholerae*, *V. vulnificus*, and *V. parahaemolyticus*, exhibit varying temperature tolerances, with implications for their geographic distribution and seasonal abundance patterns. *Tenacibaculum* species, significant fish pathogens, show enhanced virulence under warming conditions, threatening both wild and farmed fish populations. Rising temperatures compromise marine organisms' immune systems, increasing their susceptibility to pathogenic infections through thermal stress-induced alterations in host microbiomes. The public health implications are substantial, as increased marine pathogen abundance poses risks to human health through seafood consumption and recreational water exposure. This necessitates updated seafood safety standards and enhanced monitoring protocols, particularly in shellfish harvesting areas. We propose comprehensive monitoring and mitigation strategies, including the development of early warning systems for marine pathogen outbreaks and sustainable aquaculture practices adapted to warming conditions. Biotechnological approaches show promise for pathogen control, offering potential solutions for managing these emerging threats. Understanding these pathogen-temperature relationships is crucial for predicting future disease risks and implementing effective management strategies in warming marine ecosystems.

Keywords: Climate change, Marine pathogens, *Vibrio* species, *Tenacibaculum*

Giriş

İklim değişikliği nedeniyle küresel sıcaklıkların artması, deniz ekosistemlerini derinden etkilemekte; biyolojik çeşitliliği, türlerin dağılımını ve deniz habitatlarının genel işlevselliğini şekillendirmektedir. Sıcaklıkların artmaya devam etmesiyle deniz ısı dalgaları gibi aşırı iklim olayları daha sık ve daha şiddetli bir hal almakta; böylece deniz ortamlarında önemli birer bozucu etmen olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ısı dalgaları, türler arası etkileşimleri değiştirmekte, besin ağlarını bozmakta ve hassas popülasyonlar üzerindeki stresi artırmaktadır (Bass, Wernberg, Thomsen, & Smale, 2021; Doney vd., 2012). Kronik sıcaklık stresinin etkileri, eş zamanlı olarak artan okyanus asitlenmesiyle birleşerek deniz türlerinin geniş bir yelpazesini tehdit etmektedir; özellikle tropikal poikilotermler gibi termal toleransı sınırlı olan türler bu durumdan daha fazla etkilenmektedir (Micheli vd., 2012). Küresel sıcaklık artışının deniz ekosistemlerindeki patojen salgınları üzerindeki etkisi, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem sağlığı açısından ortaya çıkardığı önemli sonuçlar nedeniyle bilimsel araştırmaların temel odağını oluşturmaktadır. Bu bağlamda Biota (2002), birçok patojenin yaşam döngüsü ve virülans profillerinin sıcaklık gibi çevresel koşullardan önemli ölçüde etkilendiğini; bunun da ısınan suların hem karasal hem de denizsel sistemlerde hastalık salgınları için daha elverişli koşullar yarattığını belirtmektedir. *Vibrio* ve *Tenacibaculum*, sıcaklık değişimlerine yüksek duyarlılıkları nedeniyle iklim-patojen etkileşimi çalışmalarında giderek daha fazla önem kazanan iki denizsel bakteri cinsidir. Hem *Vibrio* hem de *Tenacibaculum* türlerinin, özellikle sıcaklık olmak üzere değişen çevresel koşullara belirgin tepkiler verdiği gösterilmiştir; bu durum onları iklim-patojen çalışmaları için ideal model organizmalar haline getirmektedir. Örneğin, *Vibrio parahaemolyticus* ve *Vibrio vulnificus* gibi Vibrio türleri daha sıcak sularda gelişmekte ve artan sıcaklıklarla birlikte fırsatçı patojen davranışları sergilemektedir (Chen vd., 2023; Vezzulli vd., 2016; Zhang vd., 2023). Tenacibaculum cinsi de iklim-patojen etkileşimlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu bakteriyel cins, özellikle yaz aylarında meydana gelen sıcaklık artışlarının patojen yüklerinde artışa ve buna bağlı mortalite oranlarında yükselişe neden olduğu kültür somonlarındaki hastalık salgınları ile ilişkilendirilmektedir (Cicco vd., 2023; Spilsberg vd., 2022). Sonuç olarak, Vibrio ve Tenacibaculum cinsleriyle ilgili bulgular, iklim değişikliğinin deniz hastalıklarının dinamikleri üzerindeki doğrudan etkilerini ortaya koymakta ve deniz hastalık yönetiminde kritik yaklaşımlar sunmaktadır. Proaktif izleme sistemleri geliştirmek, topluluk katılımını artırmak, etkili sürveyans sistemleri kurmak ve disiplinlerarası iş birliğini teşvik etmek yoluyla, değişen iklim koşullarında ortaya çıkan deniz hastalıklarının etkilerine karşı daha etkin hazırlık yapılabilir ve bu etkiler azaltılabilir.

Deniz Ekosistemi Isınma Eğilimleri

Güncel literatür, küresel deniz yüzeyi sıcaklıklarında (SST) gözlenen belirgin artış trendini rapor etmektedir. Araştırma sonuçları, küresel ortalama SST'nin 1980'li yılların başından bu yana dekadal olarak yaklaşık 0.33 °C yükseldiğini ve bu artışın özellikle son iki dekadda tutarlı bir pattern sergilediğini göstermektedir (Sengupta, Gildor, & Ashkenazy, 2024). Mevcut literatür, küresel ortalamaları önemli ölçüde aşan ısınma trendleri gösteren belirli deniz bölgelerinin varlığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda kuzeybatı Atlantik, yıllık 0.03 °C'lik SST artışıyla küresel ısınma hızlarının en üst sıralarında yer almaktadır (Zhao, Ding, & Pang, 2019). Maine Körfezi, sıcaklık artışlarındaki dramatik değişiklikleri gösteren araştırmalarda kritik bir çalışma alanı haline gelmiş olup, ısınma oranları bakımından küresel okyanusların %99'unu aşmaktadır (Pershing vd., 2015). Benzer şekilde, Akdeniz'de de hızlanmış sıcaklık artışlarına dair güçlü kanıtlar bulunmakta; bu durum deniz ekosistemleri üzerinde ciddi ekolojik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Sengupta vd., 2024). Denizsel patojenlerin mevsimsel sıcaklık değişikliklerine gösterdiği yanıtlar, hastalık dinamiklerinin şekillenmesinde ve epidemiyolojik süreçlerde kritik öneme sahiptir. Sıcaklık artışlarının yaşandığı dönemlerde, *Vibrio* cinsi bakteriler gibi patojenler artan virülans ve genişleyen dağılım alanları sergileyerek mevcut ekolojik dengeleri modifiye etmektedir. Bu mevsimsel değişkenlik, özellikle yüksek sıcaklık kaynaklı stres koşullarında, virülans genlerinin ekspresyonunu ve patojenik kapasiteyi önemli ölçüde artırmaktadır (Wang vd., 2017). Sıcaklık kaynaklı

kaymalar, deniz hayvan toplulukları içinde konak-bakteri dinamiklerinde değişimleri de tetikleyebilir. Daha sıcak koşullar genellikle konakların bağışıklık savunmalarını zayıflatır ve onları enfeksiyonlara daha duyarlı hale getirir (Mabrok vd., 2016; Wu vd., 2022).

Vibrio Türleri ve Sıcaklık İlişkileri

Vibrio cinsi bakterilerin büyüme hızı ile su sıcaklığı arasındaki karmaşık ilişki, özellikle patojenik türler olan *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* bağlamında, sucul mikrobiyolojinin temel araştırma konularından biridir. Poikilotermik özellikleri nedeniyle bu mikroorganizmalar çevresel sıcaklık dalgalanmalarına yüksek derecede duyarlıdır; nitekim su sıcaklığındaki artışlar, söz konusu türlerin büyüme hızlarını pozitif yönde ve belirgin biçimde etkilemekte, özellikle sıcak mevsimlerde popülasyon yoğunluklarının artmasını kolaylaştırmaktadır. Literatürdeki çalışmalar, denizel ortamlarda su sıcaklığının yaklaşık 20 °C'nin üzerine çıkmasının *Vibrio* spp.'nin büyümesini anlamlı ölçüde desteklediğini; bunun da söz konusu patojenlerin izolasyon sıklığı ve bolluğundaki artışla ilişkili olduğunu göstermektedir (Böer vd., 2013). Bu bulgular, mevsimsel sıcaklık dalgalanmalarının, özellikle klinik virülensle ilişkili genleri taşıyan patojenik *Vibrio* türlerinin varlığını doğrudan etkilediği fikrini güçlendirmiştir (Turner, Malayil, Guadagnoli, Cole, & Lipp, 2014). Farklı sıcaklık rejimlerinde *Vibrio* türlerinin üreme dinamikleri, belirli eşik değerlerinin aşılmasıyla üstel (eksponansiyel) büyüme kalıpları sergiler. Literatür, *V. cholerae*'de üstel çoğalmanın kritik sıcaklık eşiğinin çoğunlukla 20 °C'nin üzerinde belirdiğini göstermektedir (Esteves vd., 2015). Söz konusu eşik ve buna karşılık gelen büyüme hızları; besin erişilebilirliği, tuzluluk düzeyleri ve benzeri ekolojik ile epidemiyolojik etmenlerden etkilenmektedir. Bu sıcaklık eşikleri yalnızca üreme için gerekli hücresel metabolik süreçleri tetiklemekle kalmaz, aynı zamanda çevresel hayatta kalma kapasitesini artırarak sucul ekosistemlerde kalıcılığı güçlendirir (Esteves vd., 2015; Jones vd., 2014). Sıcaklık toleransı bakımından *V. cholerae*, *V. vulnificus* ve *V. parahaemolyticus* farklı dayanıklılık profilleri sergiler. *V. cholerae*, diğer *Vibrio* türlerine kıyasla daha düşük sıcaklıklara daha iyi uyum sağlar ve sıcaklık dalgalanmalarının yaşandığı tatlısu ekosistemlerinde daha sık izole edilir (Tey, Jong, Fen, & Wong, 2015). Buna karşılık, *V. vulnificus* ve V. *parahaemolyticus* daha yüksek sıcaklıklara toleranslıdır; optimal büyüme koşulları genellikle 20–30 °C aralığında bildirilmiştir (Fri, Ndip, Njom, & Clarke, 2017). Bu termofilik eğilim, özellikle daha yüksek tuzluluğa sahip kıyı ortamlarında, sıcak aylarda bu patojenlerin bolluğundaki artışa doğrudan katkıda bulunmaktadır.

Tenacibaculum Patojenitesi ve Termal Tepkisi

Tenacibaculum cinsi bakterilerin balık hastalıklarındaki rolü, su ürünleri yetiştiriciliğinde deniz balığı sağlığı ve üretimi üzerindeki belirgin etkileri nedeniyle giderek artan ölçüde kabul görmektedir. Tenacibaculum cinsine ait türler, özellikle de *T. maritimum*, *T. dicentrarchi* ve *T. finnmarkense* ; başta somonidler olmak üzere çeşitli kültür balık türlerini etkileyen, yüksek morbidite ve mortaliteye yol açan ciddi ülseratif deri hastalığı tenasibaküloz ile ilişkilendirilmiştir (Lagadec, Småge, Trösse, & Nylund, 2021; Pérez-Pascual vd., 2017; Pontigo vd., 2024). Tenacibaculum türlerinin patojenitesi, konak balığın derisine adezyon ve ardından kolonizasyon yetenekleriyle yakından ilişkilidir; bu özellik enfeksiyonun başlatılmasını kolaylaştırarak kutanöz ülserlerin gelişimine ve ilerleyen olgularda sistemik hastalık belirtilerine yol açabilir (Pérez-Pascual vd., 2017). Tenacibaculum cinsi bakterilerin virülansı, balık konaklarıyla patojenik etkileşimlerin düzenlenmesinde belirleyici bir çevresel değişken olan sıcaklıktan anlamlı ölçüde etkilenmektedir. Literatürdeki bulgular, artan su sıcaklıklarının bu bakterilerde virülans faktörlerinin ifade düzeylerini yükseltebildiğini; bunun da kolonizasyon başarısını ve hastalık şiddetini artırdığını göstermektedir (Guijarro, Cascales, García-Torrico, García-Domínguez, & Méndez, 2015). Örneğin, sıcaklık dalgalanmaları metabolik ve virülans genlerinin ekspresyonunu modüle ederek daha yüksek sıcaklıklarda daha agresif enfeksiyonları kolaylaştırabilir. Özellikle *T. maritimum*, sıcaklık yükseldikçe artan virülans sergiler ve termal koşulların sık değiştiği yetiştiricilik ortamlarında özgül bir sorun olarak tanımlanmıştır (Guijarro vd., 2015; Pérez-Pascual vd., 2017).

İzleme ve Azaltma Stratejileri

İklim değişikliğinin etkileri altında su ürünleri yetiştiriciliğinde balık hastalığı salgınlarına bağlı risklerin azaltılabilmesi için denizel patojenlere yönelik erken uyarı sistemlerinin (EWS) geliştirilmesi kritik önemdedir. Bu sistemler, patojen tespit kapasitesini artırarak yetiştiricilik tesisleri ile deniz ekosistemlerinin korunmasına yönelik zamanında müdahaleleri olanaklı kılar. Etkili EWS'ler, çevresel izleme çıktıları, patojen veri tabanları ve geçmiş hastalık insidansı kayıtları gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen verileri bütünleştirebilir. Bu farklı veri kümelerinin bütünleştirilmesi, sıcaklık, tuzluluk ve besin düzeyleri gibi patojen çoğalmasını teşvik edebilen çevresel tetikleyicilere dayalı olası tehditlerin belirlenmesini sağlar (Morin vd., 2018). Denizel patojenlere yönelik erken uyarı sistemlerinin (EWS) geliştirilmesinin temel bileşenlerinden biri, patojen dinamiklerini şekillendiren çevresel koşulların düzenli ve sistematik gözetimidir. Örneğin, sıcaklık ve trofik durum gibi çevresel değişkenlere dayalı modeller, patojen çoğalmasını iklimsel değişkenlerle ilişkilendirerek hastalık salgınlarının olasılığını öngörebilir (Morin vd., 2018). Ayrıca, hesaplamalı modelleme ve büyük veri analitiğindeki son gelişmeler, zararlı alg patlamaları ve diğer denizel patojen salgınlarının tahmini açısından kritik öneme sahip gerçek zamanlı verilerin bütünleştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu öngörü kapasitesi, yaklaşan salgınları işaret eden örüntüleri saptamak amacıyla geniş veri setlerini analiz edebilen yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmalarının kullanımıyla daha da güçlendirilmektedir (Hernandez vd., 2020). Buna ek olarak, balıkçılık yöneticileri, yetiştiricilik üreticileri ve araştırmacılar gibi paydaşlar arasında etkili iletişim ve işbirliği, EWS'nin başarısı açısından belirleyicidir. Koordineli veri paylaşımı mekanizmaları, yetiştiricilik sektörünün ortaya çıkan patojenler ve çevresel zorluklara karşı genel yanıt kapasitesini artırabilir. Ayrıca, yetiştiricilik işletmecilerinin erken uyarı çıktılarının nasıl kullanılacağını kavraması ve salgınlara yönelik müdahale stratejilerini uygulayabilecek donanıma sahip olması için kapasite geliştirme girişimleri gereklidir (Morin vd., 2018). Sürdürülebilir yetiştiriciliği destekleyen bir diğer umut verici yaklaşım, patojen kontrolüne yönelik biyoteknoloji temelli yeniliklerin uygulanmasıdır. Özellikle, deniz balıklarında salgınlarla ilişkilendirilen fırsatçı bakteriler başta *Tenacibaculum* spp. gibi yaygın patojenlere karşı sucul türlerin korunmasına yönelik aşıların ve diğer immünolojik müdahalelerin geliştirilmesi, başlıca odak alanlarından biridir (Pontigo vd., 2024). Ayrıca, özellikle probiyotikler olmak üzere biyolojik kontrol ajanları, su kalitesini iyileştirerek çevresel faydalar sağlarken, balıkların doğal hastalık direncini güçlendirme açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır (Hernandez vd., 2020). Yetiştiricilik sistemlerine genetik mühendisliği yaklaşımlarının entegrasyonu, patojenlere karşı balık direncini artırmaya yönelik stratejik bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Örneğin, hastalık direnciyle ilişkili genlerin yaygın yetiştiricilik türlerinde hedeflenmesi ve işlevsel olarak güçlendirilmesi, doğal bağışıklık mekanizmalarının etkinliğini artırabilir. CRISPR–Cas9 gibi hassas gen düzenleme teknolojileri, spesifik lokuslarda kontrollü değişikliklere olanak tanıyarak hem iklim kaynaklı stresörlere hem de patojen baskılarına dayanıklı balık hatlarının geliştirilmesine kapı açmaktadır (Bango vd., 2021).

Sonuç

Bu çalışma, küresel iklim değişikliği kaynaklı okyanus ısınmasının deniz patojenlerinin dinamikleri üzerindeki kritik etkilerini ortaya koymaktadır. *Vibrio* ve *Tenacibaculum* türlerinin sıcaklık artışlarına gösterdiği yanıtların analizi, iklim değişikliğinin deniz ekosistemlerinde hastalık patternlerini nasıl yeniden şekillendirdiğine dair önemli bulgular sunmaktadır. Araştırma sonuçları, deniz yüzey sıcaklıklarındaki artışın (dekadal 0.33°C) özellikle *Vibrio* spp. için optimal büyüme koşulları yarattığını ve bu patojenlerin geografik dağılımını genişlettiğini göstermektedir. *Tenacibaculum* türlerinin artan sıcaklıklarda gösterdiği yüksek virülans ise akvakültür sektörü için ciddi tehditler oluşturmaktadır. Çalışmada önerilen erken uyarı sistemleri ve biyoteknolojik yaklaşımlar, gelecekteki patojen salgınlarının yönetiminde umut verici stratejiler sunmaktadır. Yapay zeka destekli izleme sistemleri ve probiyotik uygulamalar, sürdürülebilir deniz ekosistemi yönetiminin

temel bileşenleri olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, ısınan okyanuslarda patojen-iklim etkileşimlerinin anlaşılması, hem deniz ekosistemlerinin korunması hem de insan sağlığının güvence altına alınması açısından kritik öneme sahiptir. Bu bulgular, proaktif yaklaşımların benimsenmesi ve adaptif yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Kaynakça

Bango, J. J., Agostinelli, S. A., Maroney, M., Dziekan, M., Deeb, R., & Duman, G. (2021). A pandemic early warning system decision analysis concept utilizing a distributed network of air samplers via electrostatic air precipitation. *Applied Sciences, 11*(11), 5308.

Bass, A., Wernberg, T., Thomsen, M., & Smale, D. (2021). Another decade of marine climate change experiments: trends, progress and knowledge gaps. *Frontiers in Marine Science, 8*, 714462.

Biota, M. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial. *science, 1063699*(2158), 296.

Böer, S. I., Heinemeyer, E.-A., Luden, K., Erler, R., Gerdts, G., Janssen, F., & Brennholt, N. (2013). Temporal and spatial distribution patterns of potentially pathogenic Vibrio spp. at recreational beaches of the German North Sea. *Microbial ecology, 65*(4), 1052-1067.

Chen, L., Wang, J., Chen, J., Zhang, R., Zhang, H., Qi, X., & He, Y. (2023). Epidemiological characteristics of Vibrio parahaemolyticus outbreaks, Zhejiang, China, 2010–2022. *Frontiers in Microbiology, 14*, 1171350.

Cicco, E. D., Zinn, K. R., Johnston, S. D., Kaukinen, K. H., Li, S., Archambault, J. F., . . . Mordecai, G. J. (2023). Tenacibaculosis in wild-caught, captive Chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha) in British Columbia, Canada. *bioRxiv*, 2023.2002. 2017.529034.

Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Duffy, J. E., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., . . . Knowlton, N. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual review of marine science, 4*(2012), 11-37.

Esteves, K., Hervio-Heath, D., Mosser, T., Rodier, C., Tournoud, M.-G., Jumas-Bilak, E., . . . Monfort, P. (2015). Rapid proliferation of Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus, and Vibrio cholerae during freshwater flash floods in French Mediterranean coastal lagoons. *Applied and environmental microbiology, 81*(21), 7600-7609.

Fri, J., Ndip, R. N., Njom, H. A., & Clarke, A. M. (2017). Occurrence of virulence genes associated with human pathogenic vibrios isolated from two commercial dusky kob (Argyrosmus japonicus) farms and Kareiga estuary in the Eastern Cape Province, South Africa. *International journal of environmental research and public health, 14*(10), 1111.

Guijarro, J. A., Cascales, D., García-Torrico, A. I., García-Domínguez, M., & Méndez, J. (2015). Temperature-dependent expression of virulence genes in fish-pathogenic bacteria. *Frontiers in Microbiology, 6*, 700.

Hernandez, M. A., Milechin, L. E., Davis, S. K., DeLaura, R. A., Claypool, K. T., & Swiston, A. J. (2020). The impact of host-based early warning on disease outbreaks. *MedRxiv*, 2020.2003. 2006.20029793.

Jones, J. L., Lüdeke, C. H., Bowers, J. C., DeRosia-Banick, K., Carey, D. H., & Hastback, W. (2014). Abundance of Vibrio cholerae, V. vulnificus, and V. parahaemolyticus in Oysters (Crassostrea virginica) and Clams (Mercenaria mercenaria) from Long Island Sound. *Applied and environmental microbiology, 80*(24), 7667-7672.

Lagadec, E., Småge, S. B., Trösse, C., & Nylund, A. (2021). Phylogenetic analyses of Norwegian Tenacibaculum strains confirm high bacterial diversity and suggest circulation of ubiquitous virulent strains. *PloS one, 16*(10), e0259215.

Mabrok, M., Machado, M., Serra, C., Afonso, A., Valente, L., & Costas, B. (2016). Tenacibaculosis induction in the Senegalese sole (Solea senegalensis) and studies of Tenacibaculum maritimum survival against host mucus and plasma. *Journal of Fish Diseases, 39*(12), 1445-1455.

Micheli, F., Saenz-Arroyo, A., Greenley, A., Vazquez, L., Espinoza Montes, J. A., Rossetto, M., & De Leo, G. A. (2012). Evidence that marine reserves enhance resilience to climatic impacts. *PloS one, 7*(7), e40832.

Morin, C. W., Semenza, J. C., Trtanj, J. M., Glass, G. E., Boyer, C., & Ebi, K. L. (2018). Unexplored opportunities: use of climate-and weather-driven early warning systems to reduce the burden of infectious diseases. *Current environmental health reports, 5*(4), 430-438.

Pérez-Pascual, D., Lunazzi, A., Magdelenat, G., Rouy, Z., Roulet, A., Lopez-Roques, C., . . . Michel, G. (2017). The complete genome sequence of the fish pathogen Tenacibaculum maritimum provides insights into virulence mechanisms. *Frontiers in Microbiology, 8*, 1542.

Pershing, A. J., Alexander, M. A., Hernandez, C. M., Kerr, L. A., Le Bris, A., Mills, K. E., . . . Scott, J. D. (2015). Slow adaptation in the face of rapid warming leads to collapse of the Gulf of Maine cod fishery. *science, 350*(6262), 809-812.

Pontigo, J. P., Kibenge, F., Kibenge, M., Suarez, R., Labraña, M., de Oca, M. M., . . . Godoy, M. (2024). Tenacibaculum Virulence and Resistance: Genomic Insights.

Sengupta, S., Gildor, H., & Ashkenazy, Y. (2024). Depth-dependent warming of the Gulf of Eilat (Aqaba). *Climatic Change, 177*(7), 107.

Spilsberg, B., Nilsen, H. K., Tavornpanich, S., Gulla, S., Jansen, M. D., Lagesen, K., . . . Olsen, A. B. (2022). Tenacibaculosis in Norwegian Atlantic salmon (Salmo salar) cage-farmed in cold sea water is primarily associated with Tenacibaculum finnmarkense genomovar finnmarkense. *Journal of Fish Diseases, 45*(4), 523-534.

Tey, Y. H., Jong, K.-J., Fen, S.-Y., & Wong, H.-C. (2015). Occurrence of Vibrio parahaemolyticus, Vibrio cholerae, and Vibrio vulnificus in the aquacultural environments of Taiwan. *Journal of food protection, 78*(5), 969-976.

Turner, J. W., Malayil, L., Guadagnoli, D., Cole, D., & Lipp, E. K. (2014). Detection of V ibrio parahaemolyticus, V ibrio vulnificus and V ibrio cholerae with respect to seasonal fluctuations in temperature and plankton abundance. *Environmental Microbiology, 16*(4), 1019-1028.

Vezzulli, L., Grande, C., Reid, P. C., Hélaouët, P., Edwards, M., Höfle, M. G., . . . Pruzzo, C. (2016). Climate influence on Vibrio and associated human diseases during the past half-century in the coastal North Atlantic. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 113*(34), E5062-E5071.

Wang, Y., Barton, M., Elliott, L., Li, X., Abraham, S., O'Dea, M., & Munro, J. (2017). Bacteriophage therapy for the control of Vibrio harveyi in greenlip abalone (Haliotis laevigata). *Aquaculture, 473*, 251-258.

Wu, X., Li, X., Zhu, Y., Gong, J., Zhu, T., Ni, J., & Yang, D. (2022). Effects of water temperature on the growth, antioxidant capacity, and gut microbiota of percocypris pingi juveniles. *Fishes, 7*(6), 374.

Zhang, W., Chen, K., Zhang, L., Zhang, X., Zhu, B., Lv, N., & Mi, K. (2023). The impact of global warming on the signature virulence gene, thermolabile hemolysin, of Vibrio parahaemolyticus. *Microbiology Spectrum, 11*(6), e01502-01523.

Zhao, X., Ding, P., & Pang, J. (2019). *Implications of ocean bottom temperatures on the catch ability of American lobster.* Paper presented at the E3S Web of Conferences.

BALIK VİRÜSLERİNDE QUASİSPECİES DİNAMİKLERİ VE EVRİMSEL SONUÇLAR

Arş. Gör. Enes ÜSTÜNER
ORCID: 0000-0002-3837-5049
enesustuner@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ÖZ
ORCID: 0000-0001-5264-7103
ozmustafa@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Özet

Quasispecies modeli, balık patojenlerindeki viral popülasyonların dinamik yapısını açıklayan kritik bir kuramsal çerçevedir. RNA virüslerinin yüksek mutasyon oranları, yakın akraba genetik varyantlardan oluşan heterojen popülasyonlar yaratır. IHNV, VHSV ve betanodavirüsler gibi balık virüslerinde, bu dinamikler hastalık salgınlarının şiddetini ve süresini belirler. Viral çeşitlilik, konak bağışıklık sistemi, çevresel faktörler ve bulaş dinamikleri tarafından şekillenir. Akuakültür sistemlerindeki yüksek popülasyon yoğunluğu ve stres faktörleri, virülan varyantların hızlı evrimini tetikler. Vahşi ve çiftlik balıkları arasındaki temas, gen akışını artırarak epidemiyolojik dinamikleri güçlendirir.Quasispecies dinamikleri antiviral direnç gelişiminde kritik rol oynar. Viral popülasyonlardaki genetik çeşitlilik, tedavi baskısı altında dirençli varyantların seçilimini kolaylaştırır. Bu nedenle, kombinasyon tedavileri ve bütüncül yaklaşımlar önerilmektedir. Ekonomik açıdan, viral salgınlar balık ölümleri, büyüme gerilemeleri ve artan tedavi maliyetleriyle ciddi kayıplara yol açar. Quasispecies araştırmaları, erken uyarı sistemlerinin güçlendirilmesi, etkili aşı geliştirilmesi ve sürveyans protokollerinin iyileştirilmesine katkı sağlar. Evrimsel olarak korunmuş viral epitopların belirlenmesi, geniş spektrumlu aşı adaylarının geliştirilmesini mümkün kılar. Sonuç olarak, Quasispecies dinamiklerinin anlaşılması, akuakültürde hastalık yönetiminin vazgeçilmez unsurudur. Bu bilgi, viral enfeksiyonlarla mücadelede daha dayanıklı ve sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesine olanak sağlar.

Anahtar Kelimeler: Quasispecies modeli, Balık patojenları, Viral çeşitlilik, Akuakültür hastalıkları

QUASISPECIES DYNAMICS AND EVOLUTIONARY IMPLICATIONS IN FISH VIRUSES

Arş. Gör. Enes ÜSTÜNER
ORCID: 0000-0002-3837-5049
enesustuner@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ÖZ
ORCID: 0000-0001-5264-7103
ozmustafa@aksaray.edu.tr
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Abstract

The Quasispecies model provides a critical theoretical framework for understanding viral population dynamics in fish pathogens. High mutation rates of RNA viruses create heterogeneous populations consisting of closely related genetic variants. In fish viruses such as IHNV, VHSV, and betanodaviruses, these dynamics determine the severity and duration of disease outbreaks. Viral diversity is shaped by host immune systems, environmental factors, and transmission dynamics. High population density and stress factors in aquaculture systems trigger rapid evolution of virulent variants. Contact between wild and farmed fish increases gene flow, strengthening epidemiological dynamics. Quasispecies dynamics play a critical role in antiviral resistance development. Genetic diversity in viral populations facilitates selection of resistant variants under treatment pressure. Therefore, combination therapies and holistic approaches are recommended. Economically, viral outbreaks cause significant losses through fish mortality, growth retardation, and increased treatment costs. Quasispecies research contributes to strengthening early warning systems, developing effective vaccines, and improving surveillance protocols. Identification of evolutionarily conserved viral epitopes enables development of broad-spectrum vaccine candidates. The impact of environmental factors such as water temperature and population-level stressors on viral replication and genetic diversity is particularly significant. Understanding transmission bottlenecks during fish-to-fish transmission reveals how viral populations undergo genetic shifts that can alter pathogenicity and adaptation capacity. In conclusion, understanding Quasispecies dynamics is an essential element of disease management in aquaculture. This knowledge enables development of more resilient and sustainable strategies for combating viral infections, ultimately supporting the long-term viability of the aquaculture industry.

Keywords: Quasispecies model, Fish pathogens, Viral diversity, Aquaculture diseases

Giriş

Quasispecies modeli, balıkları etkileyenlerin de dahil olduğu çeşitli patojenlerdeki viral popülasyonların yapısını anlamak için kritik bir kuramsal çerçeve sunar. Bu model, replikasyon sırasında yüksek mutasyon oranları nedeniyle ortaya çıkan ve kuazi türler (quasispecies) olarak adlandırılan, yakın akraba genetik varyantlardan oluşan dinamik bir spektrum olarak viral popülasyonları tanımlar. Balık patojenleri bağlamında kuazi tür dinamikleri, IHNV ve RGNNV gibi çeşitli virüslerde açık biçimde gözlemlenmektedir. IHNV üzerine yürütülen bir çalışma, viral kuazi türlerin doğal çeşitliliğinin kültivasyon koşullarında da korunduğunu ve bunun, patojenite ile farklı konak ortamlarına uyum için gerekli evrimsel potansiyelin sürdürülmesine katkı sağladığını göstermiştir (Enzmann vd., 2010). Quasispecies kuramı, konak içindeki viral popülasyonların yalnızca bağımsız mutantların bir toplamı olmadığını; tersine, varyantların iş birliği içinde etkileşime girerek kolektif bir evrimsel birim oluşturabildiğini ileri sürer (Lauring & Andino, 2010; Vignuzzi, Stone, Arnold, Cameron, & Andino, 2006). Bu etkileşimsel dinamik, belirli çevresel ya da immün koşullar altında bazı varyantların baskınlaşmasına karşın, bu varyantların daha geniş varyant spektrumu ile genetik ve işlevsel olarak bağlantılı kalması sayesinde viral kaçış stratejilerinin etkinliğini artırabilir. Quasispecies topluluklarının, konağın immün sisteminin uyguladığı seçilim baskılarını aşma kapasitesi ise çoğunlukla, belirli suşlarda konak hücre reseptörleriyle etkileşimi yeniden düzenleyen ve nihayetinde enfektiviteyi artıran adaptif mutasyonlarla örneklendirilir (Ortega-del Campo vd., 2023). Habitat bağlantılılığı ve benzeri çevresel faktörlerdeki değişkenlik, balıklar ve diğer sucul konakları etkileyen viral popülasyonlardaki Quasispecies yapısını ve dinamiklerini önemli ölçüde şekillendirir (López-Bueno, Rastrojo, Peiró, Arenas, & Alcamí, 2015). Farklı ekolojik ortamlar, yalnızca virüslerin genetik çeşitliliğini değil, aynı zamanda onların evrimsel yörüngelerini de etkileyebilir. Bu durum, sucul çevrelerde ve tarımsal ortamlarda su özellikleri, konak erişilebilirliği ve hatta viral uygunluk dinamiklerinin iç içe geçtiği; viral suşların direnci ve uyum yeteneğini etkilediği koşullarda görülür (Schneider & Roossinck, 2001). Balıklarda viral Quasispecies dinamikleri, su sıcaklığı ve popülasyon düzeyindeki stresörler gibi çevresel değişkenlerden güçlü biçimde etkilenir; bu faktörler viral replikasyonu kolaylaştırarak genetik çeşitliliği artırabilir. Örneğin, NNV'de patojenitenin su sıcaklığına bağlı olarak değiştiği ve yüksek sıcaklıklarda mortalite oranlarının yükseldiği gösterilmiştir (Geoghegan vd., 2021). Akuakültür sistemlerinde konak popülasyonlarının artmış duyarlılığı ve yüksek yoğunluk, viral Quasispecies'in hızlı evrimini tetikleyerek daha virülan varyantların ortaya çıkmasına ve çiftlik balıkları arasında hızla yayılmasına; bunun sonucunda da daha şiddetli ve uzun süreli salgınlara yol açabilir. Vahşi popülasyonlarla evcil/çiftlik stokları arasındaki temas ve olası konak değişimleri, gen akışını ve varyant zenginliğini artırarak bu virüslerin genetik çeşitliliğini genişletir; bu da salgınların şiddetini ve süresini yükseltebilecek epidemiyolojik dinamikleri güçlendirir (Moreno vd., 2014). Belirli balık virüslerinde gözlenen virülans farklılıkları, Quasispecies topluluğu içindeki genetik mutasyonlara bağlanabilir. Örneğin, betanodavirüsler üzerine yapılan çalışmalar, kapsid proteinindeki belirli mutasyonların *Dicentrarchus labrax* gibi türlerde artmış virülans ve doku tropizmiyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Bazı amino asit değişimlerinin enfekte balıklardaki mortalite oranlarını anlamlı ölçüde etkilediği rapor edilmiştir; bu bulgular, Quasispecies bileşimi ile hastalık şiddeti arasındaki ilişkiye işaret etmektedir (Moreno vd., 2019). Sonuç olarak, balıklarda viral Quasispecies dinamikleri; çevresel faktörler, genetik değişkenlik, ko-enfeksiyonlar ve konak bağışıklığı arasındaki etkileşimler yoluyla hastalık salgınlarının şiddetini ve süresini önemli ölçüde belirler. Akuakültürün genişlemesi, bu dinamiklerden kaynaklanan güçlüklerin ele alınmasını balık sağlığının korunması ve yaygın salgınların önlenmesi açısından hayati kılmakta; aynı zamanda sucul sistemlerdeki viral evrimin kapsamlı biçimde anlaşılmasına duyulan gereksinimi vurgulamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, hem yabani hem de çiftlik balığı popülasyonlarında profilaktik ve terapötik stratejiler geliştirebilmek amacıyla Quasispecies dinamiklerinin genetik temellerini ve ekolojik belirleyicilerini aydınlatmaya devam etmelidir.

Quasispecies Teorisi ve Balık Virüsleri

Viral Quasispecies dinamikleri, özellikle balıklarda, farklı virüs ailelerinin sucul ortamlarda nasıl uyum sağladığı ve yayıldığına ilişkin değerli içgörüler sunan virolojinin öne çıkan bir boyutunu oluşturur. Quasispecies, başta balıklar açısından kritik öneme sahip RNA virüsleri (ör. Rhabdoviridae, Nodaviridae) olmak üzere, RNA virüslerine özgü yüksek mutasyon oranlarının ürünü olan geniş bir genetik varyasyon yelpazesi sergileyen virüs popülasyonlarını ifade eder. Bu dinamiklerin anlaşılması, viral bulaşmanın ve hastalık salgınlarının seyrinin yanı sıra, viral adaptasyon ile konak özgüllüğünü biçimlendiren evrimsel mekanizmaların karmaşıklığını aydınlatmaya katkı sağlar. Quasispecies çeşitliliği, mutasyon oranları ile replikasyon mekanizmalarındaki farklılıklara bağlı olarak balık virüsü aileleri arasında belirgin biçimde değişkenlik gösterir. Örneğin Rhabdoviridae üyeleri, özellikle viral hemorajik septisemi virüsü (VHSV), yüksek mutasyon/hata oranları sergileyerek farklı viral suşların ortaya çıkışını ve sürekliliğini kolaylaştırır. Nitekim çalışmalar, salgınlar sırasında VHSV'nin bireysel konaklar içinde konak-içi Quasispecies popülasyonları oluşturabildiğini ve bunun da farklı çevresel koşullara uyumu destekleyen genetik çeşitliliği artırdığını ortaya koymuştur (Garver vd., 2013). Buna karşılık, Iridoviridae ailesine mensup DNA virüsleri, daha düşük mutasyon oranları nedeniyle görece daha stabil genomik yapılara sahiptir ve RNA virüsleriyle karşılaştırıldığında Quasispecies çeşitliliği belirgin ölçüde daha sınırlıdır (Subramaniam vd., 2016). Bu ayrışma, virüs tipi ile Quasispecies dinamikleri arasındaki ilişkiyi vurgular; yüksek mutasyon ve rekombinasyon oranları nedeniyle RNA virüsleri genellikle daha yüksek düzeyde karmaşıklık sergiler. Örneğin, enterovirüsler üzerine yapılan çalışmalar, seri pasaj sayısındaki artışın Quasispecies çeşitliliğini genişletebildiğini; buna karşılık eşzamanlı olarak mutasyon oranını düşürebildiğini ve bunun da virüsün yeni çevresel koşullarda sürekliliğini destekleyebileceğini göstermektedir (Chang vd., 2021). Ayrıca, çevresel faktörler (ör. konak stresi, immün yanıtlar) mutasyon oranlarını etkileyerek viral popülasyonların Quasispecies dinamiklerinde değişimlere yol açabilir (Xu, Chu, Cui, & Bi, 2018). Yüksek mutasyon oranlarının tetiklediği hızlı evrim, Quasispecies dinamikleri üzerinden virüslerin değişen çevresel parametreler ile farklı konak immün yanıtlarının oluşturduğu evrimsel baskılara uyumunu kolaylaştırarak kalıcılığını güçlendirir (Jarungsriapisit vd., 2016). Viral uyumun kritik bir yönü, özellikle farklı konaklara geçiş sırasında, genetik stabilite ile uyum yeteneği arasındaki dengede yatar. Virüsler, işlevsellikleri için hayati olan çekirdek bir genetik özellik setini korurken, uyum için gerekli bazı genom bölgelerinde değişkenliğe izin verirler. Bu durum, yüksek derecede mutabl olmalarına rağmen yeni konaklarda replikasyon ve patojenite için gerekli kritik viral işlevleri koruyan betanodavirüs çalışmalarında doğrulanmıştır (Vendramin vd., 2013). Bu da balık virüslerinin, korunan evrimsel yollar aracılığıyla genetik stabiliteyi sürdürürken, farklı konakların veya çevresel koşulların dayattığı seçilim baskılarına yanıt verecek yeterli değişkenliği barındırabildiğini düşündürür. Quasispecies hızlı evrimi ve konak değişimlerini kolaylaştırabilse de, tüm viral suşların yeni konak türlerinde başarılı enfeksiyonlar kuramayacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir. Bir Quasispecies'in yeni bir konağa uyum başarısı; viral genomun konak hücresel mekanizmaları ve immün yanıtlarıyla fonksiyonel uyumluluğu başta olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Farklı konaklarda Quasispecies'in yerleşmesi, asemptomatik enfeksiyonlardan ağır hastalık tablolarına uzanan geniş bir klinik yelpazeye yol açabilir (Borrego, Valverde, Labella, & Castro, 2017). Viral popülasyonlardaki Quasispecies dinamiklerinin etkileşimi, vahşi balık popülasyonlarında gözlemlenen epidemiyolojik örüntüleri anlamlı ölçüde şekillendirir. Akuakültür uygulamalarının yoğunlaşmasıyla vahşi ve çiftlik balıkları arasındaki temasın artması, daha yüksek virülans ve genişlemiş konak aralığına sahip yeni viral suşların ortaya çıkışını kolaylaştırabilir (Moreno vd., 2014). Sucul ortamlarda Quasispecies dinamiklerinin analizi, yalnızca virüslerin evrimsel uyum kapasitesini değil, aynı zamanda koruma biyologları ve akuakültür profesyonellerinin viral salgınları yönetirken karşılaştıkları zorlukları da görünür kılar. Bu dinamiklerin kapsamlı biçimde anlaşılması, hem vahşi hem de kültüre alınmış balık popülasyonlarında viral hastalıkların etkisini azaltmada kritik önemdedir.

Viral Popülasyon Dinamikleri

Balıklardaki viral Quasispecies popülasyonlarının boyutu ve bileşimi; viral özellikler, konak bağışıklık yanıtları, çevresel koşullar ve bulaş dinamikleri gibi birbiriyle ilişkili faktörler tarafından şekillendirilir. Bu faktörlerin kapsamlı biçimde anlaşılması, balık popülasyonlarında viral adaptasyon kapasitesi ve patojenitenin altta yatan mekanizmalarının aydınlatılması için kritiktir. Viral taksonomi ve replikasyon stratejileri, Quasispecies popülasyonlarının kompozisyonunu ve çeşitliliğini doğrudan etkiler. RNA virüslerinin tipik olarak yüksek mutasyon oranları ve hızlı çoğalma dinamikleri, DNA virüslerine nazaran daha büyük genetik çeşitliliğe yol açar. Örneğin Rhabdoviridae ailesine ait IHNV, replikasyon esnasındaki hızlı mutasyon birikimi nedeniyle belirgin bir Quasispecies çeşitlenmesi sergiler (Weli, Bernhardt, Qviller, Dale, & Lillehaug, 2021). Buna karşılık, Iridoviridae ailesindeki DNA virüsleri tipik olarak daha düşük mutasyon oranları sergiler ve bunun sonucunda, kırmızı çipura iridovirüsü gibi türlerde görüldüğü üzere, daha küçük kuazi tür popülasyonlarına yol açar (Kawato, Mekata, Inada, & Ito, 2021). Söz konusu intrinsik varyasyon, Quasispecies düzeyindeki genetik çeşitliliğin şekillenmesinde viral replikasyon stratejisinin kritik önemini öne çıkarır. Konak bağışıklık yanıtları, viral Quasispecies'in bileşiminin belirlenmesinde temel bir rol oynar. Enfeksiyonla tetiklenen immün efektörler viral popülasyon üzerinde güçlü bir seçilim baskısı oluşturur; bağışıklıktan kaçabilen veya onu zayıflatabilen varyantlar çoğalma avantajı kazanarak Quasispecies çeşitliliğini artırır. Nitekim bazı balık virüslerinde, immün meydan okuma altında yüzey proteinlerinde gerçekleşen değişimler, konak ortamına uyumu artıran çeşitli viral varyantların seçilimini teşvik eder (Kawato vd., 2021). Bu etkileşim, viral Quasispecies ile konak savunmaları arasındaki karşılıklı ve dinamik gerilimi örnekler; seçilim bağlamında başarılı olan varyantlar, çoğunlukla bu savunma engellerini etkili biçimde aşabilenlerdir. Mevsimsel dalgalanmalar ve kuraklık ya da sel gibi ekolojik olaylar, balıklarda stres yanıtlarını tetikleyerek viral yükte artışlara yol açabilir; virüsler konağın değişmiş fizyolojik durumuna uyum sağlarken Quasispecies karmaşıklığı da artabilir (Matthews & Marsh-Matthews, 2003). Balıktan balığa bulaş sırasında ortaya çıkan darboğaz etkileri, salgınların arkasındaki patojenlerin evrimini ve genetik çeşitliliğini derinden şekillendirir. Darboğaz, yeni bir konağı başarıyla enfekte edebilen viral varyant sayısında belirgin bir azalma ile karakterizedir ve bu durum, aktarılan kuazi türlerin genetik çeşitliliğini ciddi biçimde sınırlayabilir. Bu olgu, birçok viral enfeksiyonda gözlenmiştir; RNA virüslerinde yalnızca küçük bir varyant alt kümesinin bulaşım için seçilmesi, alıcı konaklarda genel çeşitliliğin azalmasına yol açar (Bull vd., 2011). Balık patojenlerinde gözlenen bulaş darboğazları, Quasispecies mimarisinde kırılmalara yol açar ve hızlı uyumu sınırlar; bununla birlikte, ardışık konak geçişleri sırasında gerçekleşen yeniden örnekleme süreçleri daha virülan varyantların seçilme olasılığını yükseltebilir (Aiewsakun & Katzourakis, 2017). Araştırmalar, transmisyon darboğazının büyüklüğünün başlangıçtaki viral yük, konak duyarlılığı ve bulaş biçimi (ör. yatay/dikey) gibi etmenlerden etkilendiğini göstermektedir; bu parametreler, aktarılan Quasispecies'in genetik çeşitliliğini belirleyici biçimde modüle eder (McCrone & Lauring, 2018). Viral yük, Quasispecies çeşitliliğinin sürdürülmesinde kritik bir belirleyicidir. Konak içindeki yüksek viral yükler, artmış replikatif kapasite ve mutasyonların ortaya çıkması için genişleyen fırsat pencereleriyle ilişkili olup çeşitliliği teşvik eder (Popa vd., 2020). Buna karşılık, immün yanıt veya hücresel kontrol mekanizmaları nedeniyle viral yükün belirgin şekilde azalması durumunda, ortaya çıkan kuazi tür popülasyonları stabilize olabilir—bu da daha ileri evrim potansiyelini azaltır (Weli vd., 2021). viral kuazi tür popülasyonlarını etkileyen faktörlerin—özellikle viral özellikler, konak etkileşimleri, çevresel koşullar ve bulaş sırasında ortaya çıkan darboğaz etkileri—anlaşılması, balık virüsü evriminin altında yatan karmaşık süreçlere dair kritik içgörüler sunar. Bu dinamikler yalnızca sucul ekosistemlerde hastalık epidemiyolojisini kavramak açısından değil, aynı zamanda akuakültür ortamlarında etkili yönetim stratejileri geliştirmek için de temel önemdedir.

Konak-Patojen Etkileşiminde Evrimsel Baskılar

Balık bağışıklık sistemi çeşitliliği, popülasyonlar arasında değişen immün yanıtların yön verdiği özgün konak–patojen dinamikleri nedeniyle viral Quasispecies evriminde kritik bir rol oynar. Doğuştan (innate) ve edinilmiş (adaptif) bileşenlerden oluşan bu sistem, çeşitli hücre ve moleküler aracılarla patojenlere (virüsler dâhil) yanıt üretir ve böylece Quasispecies dinamiklerini şekillendiren güçlü bir seçilim baskısı oluşturur; immün tanımadan ve etkiden etkin biçimde kaçabilen varyantların ortaya çıkışı bu baskının bir sonucudur (Woo & Reifman, 2012). Özellikle T-lenfositler aracılığıyla yürütülen hücresel bağışıklık yanıtı, viral popülasyonlar üzerinde önemli bir baskı oluşturur. Kaçış mutantlarının—epitoplarını değiştirerek bağışıklık hücreleri tarafından tanınmaktan kaçan virüslerin—ortaya çıkışı çeşitli viral enfeksiyonlarda belgelenmiştir. Woo ve Reifman, bir konak içinde bağışıklık sisteminin etkisinin, bağışık algılamadan kaçabilen viral varyantların seçilimine yönelik kesintisiz bir döngü oluşturduğunu ve bunun viral popülasyonlarda karmaşık bir kuazi tür yapısını kolaylaştırdığını göstermiştir (Woo & Reifman, 2012). Ayrıca, çevresel faktörler ve konağın özgül immün repertuarı tarafından şekillenen balık popülasyonlarındaki genetik çeşitlilik, bazı viral suşların konak bağışıklığındaki değişkenlikten yararlanarak enfeksiyon kurmasını kolaylaştırabilir; bu da viral Quasispecies çeşitliliğini daha da artırabilir. Bununla birlikte, kavram genel olarak destek görse de, balıklarda popülasyon-genetik çeşitliliği ile Quasispecies dinamiklerini doğrudan ilişkilendiren özgül çalışmalar hâlen sınırlıdır (Fischer vd., 2010). Viral uyum gücü, sucul konaklarda virülans–bulaşma dengesine duyarlıdır. Yüksek virülans, replikatif kapasite ve dolayısıyla bulaş olasılığını artırabilse de, konak bütünlüğüne verdiği zarar nedeniyle enfeksiyonun süresini kısaltır ve ikincil vaka üretimini azaltabilir. Bu ödünleşim, evrimsel olarak "optimum" ara düzeyde bir virülansın seçilimini öngörür (Gaud, Langer, Petropoulou, Thomas, & Karayiannis, 2003). Bu ödünleşim çeşitli balık virüslerinde belgelenmiştir; örneğin red-spotted grouper nervous necrosis virus (RGNNV) üzerine yapılan çalışmalar, Quasispecies spektrumu içindeki bazı varyantların daha yüksek virülans sergilediğini, ancak konağın hızla iş göremez hâle gelmesi veya erken mortalite nedeniyle efektif bulaşma potansiyelinin azaldığını göstermiştir (Ortega-del Campo vd., 2023). Dolayısıyla başarılı viral suşlar, çoğunlukla virülans ile bulaşma verimliliği arasında optimal bir dengeye doğru evrimleşir ve evrimsel yollarını sucul ortamlarının ekolojik dinamiklerine göre şekillendirir. Balıkların birden fazla viral suşla eşzamanlı enfeksiyonu (ko-enfeksiyon), Quasispecies dinamiklerini karmaşıklaştırarak viral popülasyonların evrimine anlamlı katkıda bulunabilir. Aynı konak içinde oluşan bu çoklu enfeksiyonlar, çeşitlenmiş bir viral ekosistem yaratarak farklı suşlar arasında karmaşık etkileşimlere zemin hazırlar. Bu etkileşimler rekabetten sinerjik ilişkilere uzanan bir yelpazede seyreder ve her iki durum da Quasispecies çeşitliliğinin kompozisyonunu ile frekans dağılımını şekillendirir (Sguanci, Bagnoli, & Liò, 2007). Örneğin, ko-enfekte balık popülasyonlarında bir viral suş, kaynaklar veya hedef hücreler için rekabette diğerini alt edebilir; bu durum, Quasispecies spektrumu içinde bazı varyantları zenginleştirirken diğerlerini baskılayan yönlü bir seçilim baskısı oluşturur (Lancaster & Pfeiffer, 2011). Bağışıklık baskısının yön verdiği viral evrim, virülans–bulaşma ödünleşimleri ve ko-enfeksiyonların etkileri, balık popülasyonları içinde gözlenen Quasispecies dinamiklerine içkin karmaşıklığı vurgular. Bu unsurların her biri, virüslerin sucul konaklarda kalıcılık (persistans) ve patojeniteyi sürdürmek için benimsediği evrimsel stratejilere dair önemli içgörüler sunar ve konak–patojen etkileşimlerinin girift doğasını çözümlemek üzere kapsamlı, çok düzeyli çalışmalara duyulan gereksinimi öne çıkarır. Sonuç olarak, balık bağışıklık sistemi çeşitliliği ile viral Quasispecies evrimi arasındaki çift yönlü etkileşim, sucul ekosistemlerde enfeksiyon dinamiklerini kavramak açısından kritiktir. Virülans–bulaşma ödünleşimleri ve ko-enfeksiyonların büyütücü etkileri, balık virüslerinin evrimsel sonuçlarını şekillendirir ve hastalık epidemiyolojisini anlamada ekolojik bağlamın belirleyici rolünü öne çıkarır.

Antiviral Direnç Gelişimi

Quasispecies çeşitliliği, insan viral patojenlerinde gözlemlenene benzer biçimde, balık virüslerinde antiviral ilaç direncinin ortaya çıkışında kritik bir rol oynar. Bu çeşitlilik, viral popülasyonların hızla evrimleşmesini kolaylaştırarak antiviral tedavilerin uyguladığı seçilim baskılarına uyum sağlamalarını mümkün kılar. Direncin gelişimini yöneten moleküler mekanizmaların aydınlatılması, özellikle akuakültür bağlamında, etkili ve sürdürülebilir antiviral stratejilerin geliştirilmesi açısından esastır. Quasispecies spektrumunun zenginliği, antiviral maruziyet koşullarında dirençli fenotiplerin seçilimine zemin hazırlayan bir mutasyon havuzu yaratır. RNA virüslerinin yüksek mutasyon oranları bu olguyu pekiştirir. IHNV ve VHSV örneklerinde, büyük popülasyonlar ve yoğun mutasyon akışı geniş genetik çeşitlilik üretmekte; bu da dirençle ilişkili mutasyonları taşıyan nadir alt popülasyonların, tedavi baskısı altında hızla çoğalmasını kolaylaştırmaktadır (Schneider & Roossinck, 2001). Direncin ortaya çıkışına ilişkin yerleşik bir moleküler mekanizma, kuazi tür içinde önceden var olan ve antivirale daha az duyarlı mutantların seçilmesidir. Özellikle HIV ve hepatit C virüsü (HCV) kaynaklı insan enfeksiyonlarında yapılan araştırmalar, viral varyantların bir alt kümesinin ilaç tedavisinden sağ çıkıp çoğalabildiğini ve sonunda viral popülasyona egemen hale gelebildiğini göstermiştir (Kuntzen vd., 2008; Ribeiro & Bonhoeffer, 2000). Viral Quasispecies dinamikleri bağlamında, seçilim baskısı özellikle yüksek antiviral konsantrasyonlarının oluşturduğu farmakolojik baskı hızla etkisini gösterebilir ve dirençli suşların prevalansında artışa yol açabilir. Ayrıca, direnç mutasyonlarının neden olduğu uygunluk kaybını telafi eden kompansatuvar (telafi edici) mutasyonlar ortaya çıkabilir; böylelikle bu varyantlar, antiviral tedavilerin varlığında dahi replikasyonlarını sürdürebilir (Kijak vd., 2002). Direnç dinamiklerini daha da karmaşıklaştıran bir diğer unsur, özellikle koenfekte konaklarda gözlenebilen viral rekombinasyon olasılığıdır. Koenfeksiyon koşullarında farklı viral suşlar arasındaki genetik materyal değişimi, artmış virülans ve ilaç direnci gibi birleşik fenotiplere sahip yeni varyantların ortaya çıkışını kolaylaştırabilir. Bu rekombinasyon olgusu çeşitli viral sistemlerde belgelenmiş olup, koenfeksiyonların Quasispecies popülasyonlarında direncin hızlanmış evrimi için bir zemin oluşturabileceğini düşündürmektedir (Shire vd., 2006). Quasispecies kuramı, bu dinamiklerin akuakültürde antiviral tedavi stratejilerinin tasarım ve optimizasyonuna nasıl yön verebileceğine ilişkin önemli içgörüler sunmaktadır. Kuramın temel ilkelerinden biri, bir viral popülasyonun ilişkili varyantlardan oluşan bir "bulut" olarak kavramsallaştırılabileceği ve viral uygunluğun popülasyon içi çeşitliliğin bir fonksiyonu olduğudur. Bu perspektif, antiviral müdahaleler tasarlanırken tüm Quasispecies manzarasının bütüncül biçimde dikkate alınmasının önemini vurgular. Buna göre, tek bir viral suşu hedeflemek yerine, toplam viral yükü azaltırken seçilim baskısını en aza indiren tedavi yaklaşımları, balık yetiştiriciliği sistemlerinde viral enfeksiyonların yönetiminde daha etkili olabilir (Lau vd., 2000). Kombinasyon antiviral tedavileri, direnç gelişim hızını düşük tutmayı amaçlayan stratejik bir yaklaşımdır. Eşzamanlı olarak farklı viral mekanizmaları ya da yaşam döngüsü basamaklarını hedefleyen ilaçların birlikte uygulanması, Quasispecies'in direnç geliştirme olasılığını azaltır; zira birden fazla bağımsız mutasyonun aynı anda ortaya çıkması ve popülasyonda sabitlenmesi istatistiksel olarak daha düşük bir olasılıktır. Bu strateji, HIV ve HCV enfeksiyonlarının yönetiminde etkili biçimde kullanılmış olup, akuakültür sistemlerinde görülen viral hastalıklarla mücadelede balık popülasyonlarına uyarlanabilir (Wu vd., 2014). Balık virüslerinde antiviral ilaç direncinin ortaya çıkışında Quasispecies çeşitliliği merkezi bir rol oynar; bu süreç yüksek mutasyon oranları, önceden var olan varyant havuzları ve karışık enfeksiyonlar (koenfeksiyonlar) tarafından yönlendirilir. Direnç gelişimini şekillendiren moleküler mekanizmalar, akuakültür ortamlarında viral popülasyonların sergilediği karmaşıklığı dikkate alan kapsamlı antiviral stratejilere duyulan gereksinimi vurgulamaktadır. Quasispecies kuramı, kombinasyon tedavilerinin rasyonel tasarımına rehberlik ederken, direnç evrimini etkili biçimde sınırlamak amacıyla viral çeşitliliğin düzenli olarak izlenmesinin önemini de öne çıkarmaktadır.

Klinik ve Ekonomik Sonuçlar

Quasispecies dinamiklerinin anlaşılması, virüslerin nasıl evrimleştiğini ve balık konaklarıyla nasıl etkileşime girdiklerini ortaya koyduğundan, akuakültürde hastalık yönetiminin iyileştirilmesinde belirleyici öneme sahiptir. Viral Quasispecies'in yüksek mutasyon oranları ve genetik çeşitliliği, bu patojenlerin antiviral tedaviler ve konak bağışıklık yanıtları dâhil olmak üzere çevresel seçilim baskılarına hızla uyum sağlamasına imkân tanır. Söz konusu dinamiklerin kavranması, akuakültür uygulayıcılarının viral salgınları önlemeyi ve kontrol etmeyi amaçlayan daha etkili yönetim stratejileri geliştirmesine yardımcı olur. Quasispecies dinamiklerinin anlaşılmasının başlıca yararlarından biri, viral salgınlara yönelik erken uyarı ve sürveyans sistemlerinin güçlendirilmesidir. Viral popülasyonların genetik çeşitliliği ile evrimsel dinamiklerinin düzenli izlenmesi, balık yetiştiricilerinin yaygın bir hastalık tablosu oluşmadan önce ortaya çıkan yeni viral suşları saptamasına olanak tanır (Moreno vd., 2014). Düzenli genetik değerlendirmeler ve izleme, akuakültür türlerini etkileyen viral enfeksiyonların virülansı, bulaşma potansiyeli ve adaptasyon kapasitesine ilişkin öngörü sağlamaya olanak tanır; bu da biyogüvenlik önlemleri ile aşılama protokollerini kapsayan önleyici stratejilerin geliştirilmesi için esastır (Leiva-Rebollo, Labella, Gémez-Mata, Castro, & Borrego, 2024). Ayrıca yabani balık popülasyonlarına odaklanan çalışmalar, yabani ve çiftlik balıkları arasındaki etkileşimlerin kapsamlı biçimde anlaşılmasının, türler arası viral sıçrama ve bulaşma risklerini azaltarak kültür koşullarında yetiştirilen balık stoklarının korunmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Moreno vd., 2014). Viral evrimin balıkçılık endüstrisi üzerindeki ekonomik etkileri ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Viral salgınlar; balık ölümleri, büyüme hızlarında yavaşlama ve tedavi ile biyogüvenlik önlemlerine yönelik artan harcamalar nedeniyle önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Güncel çalışmalar, viral hastalıkların yalnızca enfeksiyonların yönetimi ve tedavisine ilişkin doğrudan maliyetleri değil, aynı zamanda tüketici güvenindeki azalma ve piyasa dalgalanmalarına bağlı dolaylı maliyetleri de içeren kayda değer bir ekonomik yük oluşturduğunu göstermektedir (John, Sivasankar, & George, 2023). Tilapia lake virus (TiLV) gibi yeni virüslerin ortaya çıkışı, akuakültürün viral patojenlere karşı kırılganlığını açık biçimde ortaya koymakta; balık popülasyonlarında yıkıcı düşüşlere ve yetiştiriciler ile tedarik zincirleri açısından önemli ekonomik sonuçlara yol açmaktadır (Mugimba, Byarugaba, Mutoloki, Evensen, & Munang'andu, 2021). Bu durum, akuakültür sistemlerinin sürdürülebilirliği ve kârlılığı için viral dinamiklerin kapsamlı biçimde anlaşılmasını ve etkin biçimde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Quasispecies araştırmaları, balık hastalıklarına karşı etkili aşıların geliştirilmesine kayda değer katkılar sağlayabilir. Quasispecies'lerin doğuştan gelen genetik heterojenliği, aşı tasarımında adayların yalnızca baskın viral suşlara karşı değil, aynı Quasispecies popülasyonu içindeki geniş varyant spektrumuna karşı da koruma sağlayacak şekilde yapılandırılmasını gerektirmektedir (Dhar, Manna, & Thomas Allnutt, 2014). Quasispecies kuramından yararlanan araştırmacılar, evrimsel olarak korunan ve mutasyonlara görece dirençli viral epitopları belirleyebilir; bu sayede, aynı Quasispecies popülasyonu içindeki birden çok varyant ve suşu etkili biçimde hedefleyen, geniş nötralizan etkiye sahip aşı adayları geliştirilebilir (Dhar vd., 2014). Bu strateji, tedaviye yanıt olarak aşıdan kaçış varyantlarının ortaya çıkma olasılığını azaltarak aşı etkinliğini artırabilir. Quasispecies araştırmalarına eşlik eden genomik ve moleküler tekniklerdeki ilerlemeler, patojenite ile ilişkili kilit viral mutasyonların saptanmasını kolaylaştırabilir; bu da aşı ve antiviral geliştirme çabalarının söz konusu mutasyonlara odaklanmasına imkân tanıyarak daha etkili antiviral tedavilerin geliştirilmesine zemin hazırlayabilir (Ortega-Villaizan, Chico, & Perez, 2022). Bu stratejilerin uygulanması, yalnızca çiftlik balıklarının anlık sağlığını iyileştirmekle kalmaz; aynı zamanda evrilen viral patojenlere karşı çoğu zaman etkisiz olan antibiyotikler ve diğer tedavi ajanlarına bağımlılığı azaltarak akuakültürde uzun vadeli sürdürülebilirliği de destekler. Sonuç olarak, Quasispecies dinamiklerinin anlaşılması; sürveyans faaliyetlerinin yönlendirilmesi, aşı geliştirme süreçlerinin güçlendirilmesi ve viral enfeksiyonlara bağlı ekonomik kayıpların azaltılması bakımından, akuakültürde hastalık yönetiminin vazgeçilmez bir unsurudur. Viral Quasispecies üzerine yürütülen araştırmalar, akuakültüre yönelik yönetim stratejilerini dönüştürerek, küresel gıda talebini

karşılamaya elverişli, daha dayanıklı ve ekonomik açıdan uygulanabilir bir endüstrinin inşasına olanak sağlayacaktır.

Sonuç

Balık virüslerinde Quasispecies dinamikleri, sucul ekosistemlerde ve akuakültür sistemlerinde viral enfeksiyonların evrimini, yayılımını ve kontrolünü belirleyen kritik bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada ele alınan bulgular, RNA virüslerinin yüksek mutasyon oranları sayesinde oluşturdukları genetik çeşitliliğin, viral popülasyonların değişen çevresel koşullara hızlı adaptasyonunu sağladığını ortaya koymaktadır. IHNV, VHSV ve betanodavirüsler gibi ekonomik öneme sahip balık patojenlerinde gözlemlenen Quasispecies yapısı, bu virüslerin konak bağışıklık sisteminden kaçış stratejileri geliştirmesinde ve antiviral tedavilere karşı direnç kazanmasında merkezi rol oynamaktadır. Akuakültür sistemlerinin karakteristik özellikleri olan yüksek popülasyon yoğunluğu, stres faktörleri ve vahşi-çiftlik balık etkileşimleri, viral Quasispecies çeşitliliğini artırarak daha virülan varyantların ortaya çıkışını tetiklemektedir. Bulaşma sırasında meydana gelen genetik darboğazlar, viral popülasyonların evrimsel yörüngelerini şekillendirirken, ko-enfeksiyonlar ve rekombinasyon olayları yeni patojen varyantların gelişimini hızlandırmaktadır. Bu dinamiklerin anlaşılması, erken uyarı sistemlerinin güçlendirilmesi, etkili aşı stratejilerinin geliştirilmesi ve sürveyans protokollerinin optimize edilmesi açısından vazgeçilmez öneme sahiptir. Quasispecies kuramından yola çıkarak geliştirilen kombinasyon tedavi yaklaşımları ve evrimsel olarak korunmuş viral epitopları hedefleyen geniş spektrumlu aşı adayları, akuakültürde hastalık yönetiminin geleceğini şekillendirecek stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, viral salgınların neden olduğu kayıpların önlenmesi veya minimize edilmesi, küresel gıda güvenliği ve sürdürülebilir akuakültür açısından kritik önem taşımaktadır. Gelecekteki araştırmalar, Quasispecies dinamiklerinin moleküler temellerinin daha derinlemesine anlaşılmasına, çevresel faktörlerin viral evrim üzerindeki etkilerinin modellenmesine ve bu bilgilerin pratik yönetim stratejilerine dönüştürülmesine odaklanmalıdır. Ancak bu bütüncül yaklaşım sayesinde, balık virüslerinin oluşturduğu tehditlere karşı daha dayanıklı, sürdürülebilir ve ekonomik açıdan uygulanabilir çözümler geliştirilebilecektir.

Kaynakça

Aiewsakun, P., & Katzourakis, A. (2017). Marine origin of retroviruses in the early Palaeozoic Era. *Nature communications, 8*(1), 13954.

Borrego, J. J., Valverde, E. J., Labella, A. M., & Castro, D. (2017). Lymphocystis disease virus: its importance in aquaculture. *Reviews in Aquaculture, 9*(2), 179-193.

Bull, R. A., Luciani, F., McElroy, K., Gaudieri, S., Pham, S. T., Chopra, A., . . . White, P. A. (2011). Sequential bottlenecks drive viral evolution in early acute hepatitis C virus infection. *PLoS pathogens, 7*(9), e1002243.

Chang, X., Zhu, L., Hu, J., Zhang, Q., Zhang, F., Lin, Q., . . . Wang, X. (2021). Unveiling of Evolution Pattern for HY12 Enterovirus Quasispecies and Pathogenicity Alteration. *Viruses, 13*(11), 2174.

Dhar, A. K., Manna, S. K., & Thomas Allnutt, F. (2014). Viral vaccines for farmed finfish. *Virusdisease, 25*(1), 1-17.

Enzmann, P.-J., Castric, J., Bovo, G., Thiery, R., Fichtner, D., Schütze, H., & Wahli, T. (2010). Evolution of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV), a fish rhabdovirus, in Europe over 20 years: implications for control. *Diseases of aquatic organisms, 89*(1), 9-15.

Fischer, W., Ganusov, V. V., Giorgi, E. E., Hraber, P. T., Keele, B. F., Leitner, T., . . . Lo, C.-C. (2010). Transmission of single HIV-1 genomes and dynamics of early immune escape revealed by ultra-deep sequencing. *PloS one, 5*(8), e12303.

Garver, K. A., Traxler, G. S., Hawley, L. M., Richard, J., Ross, J. P., & Lovy, J. (2013). Molecular epidemiology of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in British Columbia, Canada, reveals transmission from wild to farmed fish. *Diseases of aquatic organisms, 104*(2), 93-104.

Gaud, U., Langer, B., Petropoulou, T., Thomas, H. C., & Karayiannis, P. (2003). Changes in hypervariable region 1 of the envelope 2 glycoprotein of hepatitis C virus in children and adults with humoral immune defects. *Journal of medical virology, 69*(3), 350-356.

Geoghegan, J. L., Di Giallonardo, F., Wille, M., Ortiz-Baez, A. S., Costa, V. A., Ghaly, T., . . . Williamson, J. E. (2021). Virome composition in marine fish revealed by meta-transcriptomics. *Virus Evolution, 7*(1), veab005.

Jarungsriapisit, J., Moore, L. J., Mæhle, S., Skår, C., Einen, A. C., Fiksdal, I. U., . . . Patel, S. (2016). Relationship between viral dose and outcome of infection in Atlantic salmon, Salmo salar L., post-smolts bath-challenged with salmonid alphavirus subtype 3. *Veterinary Research, 47*(1), 102. doi:10.1186/s13567-016-0385-2

John, K. R., Sivasankar, P., & George, M. R. (2023). Status of emerging and reemerging fish viral infections in India. In *Viral Outbreaks-Global Impact and Newer Horizons*: IntechOpen.

Kawato, Y., Mekata, T., Inada, M., & Ito, T. (2021). Application of environmental DNA for monitoring Red Sea bream Iridovirus at a fish farm. *Microbiology spectrum, 9*(2), e00796-00721.

Kijak, G. H., Simon, V., Balfe, P., Vanderhoeven, J., Pampuro, S. E., Zala, C., . . . Salomon, H. (2002). Origin of human immunodeficiency virus type 1 quasispecies emerging after antiretroviral treatment interruption in patients with therapeutic failure. *Journal of virology, 76*(14), 7000-7009.

Kuntzen, T., Timm, J., Berical, A., Lennon, N., Berlin, A. M., Young, S. K., . . . Reyor, L. L. (2008). Naturally occurring dominant resistance mutations to hepatitis C virus protease and polymerase inhibitors in treatment-naive patients. *Hepatology, 48*(6), 1769-1778.

Lancaster, K. Z., & Pfeiffer, J. K. (2011). Mechanisms controlling virulence thresholds of mixed viral populations. *Journal of virology, 85*(19), 9778-9788.

Lau, G. K., Tsiang, M., Hou, J., Yuen, S. t., Carman, W. F., Zhang, L., . . . Lam, S. k. (2000). Combination therapy with lamivudine and famciclovir for chronic hepatitis B–infected Chinese patients: a viral dynamics study. *Hepatology, 32*(2), 394-399.

Lauring, A. S., & Andino, R. (2010). Quasispecies theory and the behavior of RNA viruses. *PLoS pathogens, 6*(7), e1001005.

Leiva-Rebollo, R., Labella, A. M., Gémez-Mata, J., Castro, D., & Borrego, J. J. (2024). Fish Iridoviridae: infection, vaccination and immune response. *Veterinary Research, 55*(1), 88.

López-Bueno, A., Rastrojo, A., Peiró, R., Arenas, M., & Alcamí, A. (2015). Ecological connectivity shapes quasispecies structure of RNA viruses in an Antarctic lake. *Molecular Ecology, 24*(19), 4812-4825.

Matthews, W. J., & Marsh-Matthews, E. (2003). Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity. *Freshwater biology, 48*(7), 1232-1253.

McCrone, J. T., & Lauring, A. S. (2018). Genetic bottlenecks in intraspecies virus transmission. *Current opinion in virology, 28*, 20-25.

Moreno, P., Olveira, J. G., Labella, A., Cutrín, J. M., Baro, J. C., Borrego, J. J., & Dopazo, C. P. (2014). Surveillance of viruses in wild fish populations in areas around the Gulf of Cadiz (South Atlantic Iberian Peninsula). *Applied and environmental microbiology, 80*(20), 6560-6571.

Moreno, P., Souto, S., Leiva-Rebollo, R., Borrego, J. J., Bandín, I., & Alonso, M. C. (2019). Capsid amino acids at positions 247 and 270 are involved in the virulence of betanodaviruses to European sea bass. *Scientific Reports, 9*(1), 14068.

Mugimba, K. K., Byarugaba, D. K., Mutoloki, S., Evensen, Ø., & Munang'andu, H. M. (2021). Challenges and solutions to viral diseases of finfish in marine aquaculture. *Pathogens, 10*(6), 673.

Ortega-del Campo, S., Díaz-Martínez, L., Moreno, P., García-Rosado, E., Alonso, M. C., Béjar, J., & Grande-Pérez, A. (2023). The genetic variability and evolution of red-spotted grouper nervous necrosis virus quasispecies can be associated with its virulence. *Frontiers in microbiology, 14*, 1182695.

Ortega-Villaizan, M. d. M., Chico, V., & Perez, L. (2022). Fish innate immune response to viral infection—An overview of five major antiviral genes. *Viruses, 14*(7), 1546.

Popa, A., Genger, J.-W., Nicholson, M. D., Penz, T., Schmid, D., Aberle, S. W., . . . Colaço, H. (2020). Genomic epidemiology of superspreading events in Austria reveals mutational dynamics and transmission properties of SARS-CoV-2. *Science translational medicine, 12*(573), eabe2555.

Ribeiro, R. M., & Bonhoeffer, S. (2000). Production of resistant HIV mutants during antiretroviral therapy. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 97*(14), 7681-7686.

Schneider, W. L., & Roossinck, M. J. (2001). Genetic diversity in RNA virus quasispecies is controlled by host-virus interactions. *Journal of virology, 75*(14), 6566-6571.

Sguanci, L., Bagnoli, F., & Liò, P. (2007). Modeling HIV quasispecies evolutionary dynamics. *BMC Evolutionary Biology, 7*(Suppl 2), S5.

Shire, N. J., Horn, P. S., Rouster, S. D., Stanford, S., Eyster, M. E., Sherman, K. E., & Group, M. H. C. H. S. (2006). HCV kinetics, quasispecies, and clearance in treated HCV-infected and HCV/HIV-1-coinfected patients with hemophilia. *Hepatology, 44*(5), 1146-1157.

Subramaniam, K., Gotesman, M., Smith, C. E., Steckler, N. K., Kelley, K. L., Groff, J. M., & Waltzek, T. B. (2016). Megalocytivirus infection in cultured Nile tilapia Oreochromis niloticus. *Diseases of aquatic organisms, 119*(3), 253-258.

Vendramin, N., Patarnello, P., Toffan, A., Panzarin, V., Cappellozza, E., Tedesco, P., . . . Cattoli, G. (2013). Viral Encephalopathy and Retinopathy in groupers (Epinephelus spp.) in southern Italy: a threat for wild endangered species? *BMC Veterinary Research, 9*(1), 20.

Vignuzzi, M., Stone, J. K., Arnold, J. J., Cameron, C. E., & Andino, R. (2006). Quasispecies diversity determines pathogenesis through cooperative interactions in a viral population. *Nature, 439*(7074), 344-348.

Weli, S. C., Bernhardt, L.-V., Qviller, L., Dale, O. B., & Lillehaug, A. (2021). Infectious salmon anemia virus shedding from infected Atlantic salmon (Salmo salar L.)—Application of a droplet digital PCR assay for virus quantification in seawater. *Viruses, 13*(9), 1770.

Woo, H.-J., & Reifman, J. (2012). A quantitative quasispecies theory-based model of virus escape mutation under immune selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(32), 12980-12985.

Wu, N. C., De La Cruz, J., Al-Mawsawi, L. Q., Olson, C. A., Qi, H., Luan, H. H., . . . Wu, T.-T. (2014). HIV-1 quasispecies delineation by tag linkage deep sequencing. *PloS one, 9*(5), e97505.

Xu, T., Chu, Q., Cui, J., & Bi, D. (2018). Inducible MicroRNA-3570 Feedback Inhibits the RIG-I-Dependent Innate Immune Response to Rhabdovirus in Teleost Fish by Targeting MAVS/IPS-1. *Journal of virology, 92*(2), 10.1128/jvi.01594-01517. doi:doi:10.1128/jvi.01594-17

Mannheimia haemolytica'nın ANTİBİYOTİK DİRENÇ GENLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Doçent Doktor, Derya KARATAŞ YENİ (Birinci yazar)1/ Doçent Doktor, Aslı BALEVİ (İkinci yazar)2/ Araştırma Görevlisi, Muhammed Can GÖKMEN (Üçüncü yazar)3

1Necmettin Erbakan Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, derya.karatasyeni@erbakan.edu.tr, 0000-0001-7261-1394

2Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, aslisakmanoglu@gmail.com, 0000-0002-7266-1049

3Necmettin Erbakan Üniversitesi Veteriner Fakültesi Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, muhammedcan.gokmen@erbakan.edu.tr, 0009-0003-6385-5495

Özet

Mannheimia haemolytica, solunum sistemi enfeksiyonlarının etiyolojisinde rol oynayan majör bakteriyel etkenlerden birisidir. Etken Gram negatif kokobasil ve fakültatif anaerobtur. *M. haemolytica*, konağın nazal florasında kommensal olarak yaşamaktadır. Bakteri genellikle stresli koşullar altında, örneğin taşınma, kalabalık besi ortamları veya viral enfeksiyonlarla eş zamanlı olduğunda hastalık yapma kapasitesine sahiptir. Enfeksiyon sonucu bronşit, pnömoni ve akciğer dokusunda nekroz gibi ciddi patolojik değişiklikler gözlemlenebilmektedir. Etkenin çeşitli antimikrobiyal direnç genlerini taşıması tedavi sürecini zorlaştırmakta ve hayvan sağlığı üzerinde ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Günümüzde tedavi amaçlı kullanılan antibiyotiklerin bilinçsiz kullanımı ile antimikrobiyal direncin endişe verici sonuçları ile karşılaşılmaktadır. Çalışmamızda, laboratuvarımızda bulunan ve daha önceki çalışmalarda elde edilen on üç *M. haemolytica* izolatının antibiyotik direnç profilinin moleküler yöntemle belirlenmesi amaçlanmıştır. PCR yöntemi ile *M. haemolytica*'ya spesifik antibiyotik direnç gen bölgeleri *tetH* (tetrasiklin), *ICE tetR* (oksitetrasiklin), *blaOXA-2* (penisilin), *blaROB-1* (ampisilin), *sul2* (sülfonamid), *aadB* (gentamisin), *strA/ strB* (streptomisin) *catAIII* (kloramfenikol) ve *gyrA* (kinolon) araştırılmıştır. İzolatların moleküler çalışması sonucunda dokuzunda (%69) gentamisin ve streptomisine karşı direnç tespit edilmiştir. Bunun yanında hiçbir izolatta tetrasiklin, oksitetrasiklin, penisilin, ampisilin, sülfonamid, kloramfenikole ve kinolonlara karşı direnç saptanamamıştır. Bulgular, sağlıklı buzağıların nazal florasında antimikrobiyal direnç profiline sahip *M. haemolytica* suşlarının bulunduğunu göstererek, sürü yönetimi, hastalık kontrolü, antibiyotik kullanım denetimlerinin artırılması ve tedavi stratejilerinin belirlenmesinde önemli sonuçlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal Direnç, Buzağı, Flora, *Mannheimia haemolytica*, PCR

INVESTIGATION OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES IN *Mannheimia haemolytica*

Associate Professor, Derya KARATAŞ YENİ (First author)1/ Associate Professor, Aslı BALEVİ (Second author)2/ Research Assistant, Muhammed Can GÖKMEN (Third author)2

1Necmettin Erbakan University, Faculty of Veterinary Medicine, Preclinical Sciences Section, Department of Microbiology, derya.karatasyeni@erbakan.edu.tr, 0000-0001-7261-1394

2Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Preclinical Sciences Section, Department of Microbiology, aslisakmanoglu@gmail.com, 0000-0002-7266-1049

3Necmettin Erbakan University, Faculty of Veterinary Medicine, Preclinical Sciences Section, Department of Microbiology, muhammedcan.gokmen@erbakan.edu.tr, 0009-0003-6385-5495

Abstract

Mannheimia haemolytica is one of the major bacterial agents involved in the etiology of respiratory system infections. The agent in question has been identified as a Gram-negative coccobacillus and facultative anaerobe. *M. haemolytica* is a commensal organism that lives within the nasal flora of its host. The bacterium has been observed to exhibit a proclivity for inducing disease in circumstances characterised by elevated stress levels, including but not limited to: transportation, overcrowded rearing environments, and concurrent viral infections. In consequence of the infection, significant pathological alterations, including bronchitis, pneumonia, and necrosis of lung tissue, may be discerned. The pathogen is found to carry various antimicrobial resistance genes, which has been shown to complicate the treatment process and result in economic losses in the field of animal health. The present day is characterised by the indiscriminate use of antibiotics for therapeutic purposes, a phenomenon which has given rise to a number of alarming consequences in terms of antimicrobial resistance. The objective of the present study was to ascertain the antibiotic resistance profile of 13 *M. haemolytica* isolates obtained from the laboratory and previous studies using molecular methods. The present study investigates the PCR method for *M. haemolytica*-specific antibiotic resistance gene regions, including *tetH* (tetracycline), *ICE tetR* (oxytetracycline), *blaOXA-2* (penicillin), *blaROB-1* (ampicillin), *sul2* (sulfonamide), *aadB* (gentamicin), *strA/strB* (streptomycin), *catAIII* (chloramphenicol), and *gyrA* (quinolone). The molecular study of the isolates revealed that nine of them (69%) were resistant to gentamicin and streptomycin. Furthermore, no resistance to tetracycline, oxytetracycline, penicillin, ampicillin, sulfonamide, chloramphenicol, or quinolones was detected in any of the isolates. The findings indicate the presence of *M. haemolytica* strains with an antimicrobial resistance profile in the nasal flora of healthy calves, providing important results for herd management, disease control, increased antibiotic use monitoring, and the determination of treatment strategies.

Keywords: Antimicrobial Resistance, Calf, Flora, *Mannheimia haemolytica*, PCR

GİRİŞ

Sığır yetiştiriciliğinde en önemli sağlık problemlerinden biri, genç buzağılarda görülen solunum sistemi hastalıklarıdır. Bu hastalıkların etiyolojisinde çok sayıda viral ve bakteriyel ajan rol oynamaktadır. Bakteriyel ajanlardan birisi olan *Mannheimia haemolytica,* başlıca patojenlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Rice et al., 2007). Normalde sağlıklı buzağıların üst solunum yollarında kommensal olarak bulunabilen *M. haemolytica*, stres faktörleri, viral enfeksiyonlar veya çevresel koşulların etkisiyle fırsatçı patojen haline gelerek "bovine respiratory disease complex" (BRDC) tablosunun gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır (Confer, 2009; Griffin et al., 2010). Çevresel ve kommensal bakteriler, doğal olarak antibiyotiklere karşı dirençli genleri barındırabilmektedir. Bunlar, uzun süreli evrimsel süreçler sonucunda ortamda sentezlenen antibiyotiklere karşı evrimleşmiş sistemlerdir. Bu genler daha sonra horizontal gen transferi (HGT) yoluyla patojen bakterilere taşınarak tedavi başarısını ciddi şekilde etkileyebilmektedir (Wellington et al., 2013; Woolhouse et al., 2015). Bu nedenle, sağlıklı hayvanların nazal florasında *M. haemolytica*'nın varlığı yalnızca taşıyıcılığı göstermekle kalmamakta, aynı zamanda ileride gelişebilecek klinik vakaların kaynağını da işaret etmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, *M. haemolytica*'nın sadece patojenitesi açısından değil, aynı zamanda antimikrobiyal direnç (AMR) geliştirme kapasitesi nedeniyle de dikkatle incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle sağlıklı buzağılarda burun boşluğunda bulunan izolatların direnç profilleri, sahada kullanılan antibiyotiklere karşı gelişebilecek direnç mekanizmalarının erken göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Klima et al., 2011). Bu durum, sağlıklı popülasyonların görünmez bir direnç rezervuarı olabileceğini göstermekte ve hayvan sağlığının yanı sıra halk sağlığı açısından da risk oluşturmaktadır (Wellington et al., 2013).

M. haemolytica'da bildirilen başlıca direnç mekanizmaları arasında β-laktamaz enzim üretimi, effluks pompaları, ribozomal hedef değişiklikleri ve integron aracılı gen kazanımı yer almaktadır (Kadlec & Schwarz, 2009). Bakterinin makrolid, tetrasiklin, florfenikol ve β-laktam grubu antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesine benzeri mekanizmalar aracılık etmektedir. Özellikle tetrasiklinlere karşı görülen yaygın direnç, saha uygulamalarında bu antibiyotiklerin uzun süreli ve kontrolsüz kullanımıyla ilişkilendirilmektedir (Klima, Alexander, et al., 2014). Son yıllarda plazmid aracılı gen transferiyle antimikrobiyal direnç genlerinin hızla yayılması, direnç sorununu daha karmaşık hâle getirmektedir (Katsuda et al., 2012). Almanya'da yürütülen ulusal izleme programı (GERM-Vet, 2009–2020) kapsamında analiz edilen *M. haemolytica* izolatlarında, gentamisin ve streptomisin direncinde kritik rol oynayan genlerin varlığı belirlenmiştir. 'Integrative ve conjugative element' (ICE) adı verilen genlerin mobil genetik yapılarda yer alması, direnç genlerinin HGT yoluyla hızla yayılabileceğini göstermektedir. Bu durum, *M. haemolytica*'nın aminoglikozidlere karşı gelişen direnç dinamiklerini anlamada kritik bir noktadır. Mobil direnç genlerinin varlığı, bu dirençlerin hayvan popülasyonları içinde hızla yayılabileceğine ve tedavi stratejilerini karmaşıklaştıracağına işaret etmektedir. Genetik mekanizmaların izlenmesi ve direnç profillerinin ortaya konulması hem veteriner hekimlik pratiği hem de halk sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Kostova et al., 2024).

Antimikrobiyal direncin önemi yalnızca tedavi etkinliğinin azalmasıyla sınırlı değildir. Dirençli bakterilerin hayvan popülasyonlarında persiste olması, tedavi maliyetlerini artırmakta, hayvan refahını olumsuz etkilemekte ve üretim kayıplarına neden olmaktadır (McEwen & Collignon, 2018). Ayrıca, zoonotik açıdan da risk taşımaktadır; zira hayvansal üretim zincirinde bulunan direnç genleri, doğrudan veya dolaylı yollarla insanlara taşınabilmekte ve halk sağlığı açısından küresel bir tehdit oluşturmaktadır (Van Boeckel et al., 2015). Sağlıklı buzağıların nazal florasında *M. haemolytica*'nın varlığının ve direnç profillerinin araştırılması hem hayvan sağlığı hem de antimikrobiyal direnç ile mücadele stratejileri açısından kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, sağlıklı buzağılarda nazal florada bulunan *M. haemolytica*'nın varlığının araştırılması, yalnızca kolonizasyon düzeyini belirlemekle kalmaz; aynı zamanda BRDC patogenezinde potansiyel rolü, antimikrobiyal direnç mekanizmalarının yayılımı ve direnç sorunlarının yönetimi için önemli bilgiler sunar. Bu

nedenle yapılacak çalışmalar, hem veteriner hekimlik pratiğinde tedavi seçimlerini yönlendirmeye hem de antimikrobiyal dirençle mücadelede önleyici stratejiler geliştirmeye katkı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Materyali

Bu çalışmada, serotipleri ve virülens genleri belirlenmiş laboratuvarımızda izole edilen on üç suş kullanılmıştır. Suşların ait olduğu tüm buzağılar klinik olarak sağlıklıydı. *M. hameolytica*, %5 koyun kanı ilave edilmiş kanlı agarda izole edilmiş ve 37°C'de 24 saat boyunca %7 CO_2 atmosferinde inkübe edilmiştir. Bu suşların koloni seçimi ve değerlendirilmesi, Tabatabaei & Abdollahi (2018)'nin çalışmasında belirtildiği şekilde incelenmiştir.

2.2. DNA Ekstraksiyonu

Kültür izolasyonu sonrası elde edilen izolatlardan DNA ekstraksiyonu, ticari kit (DNeasy Blood & Tissue Kit, Qiagen, Almanya) eşliğinde üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

2.3. PCR ile antibiyotik direnç genlerinin analizi

M. haemolytica'ya spesifik antibiyotik direnç gen bölgeleri *tetH* (tetrasiklin), *ICE tetR* (oksitetrasiklin), *blaOXA-2* (penisilin), *blaROB-1* (ampisilin), *sul2* (sülfonamid), *aadB* (gentamisin), *strA/ strB* (streptomisin) *catAIII* (kloramfenikol) ve *gyrA* (kinolon) araştırılmıştır. İlgili gen bölgelerinin primer dizileri ve döngüleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Antibiyotik direnç genleri primer ve döngü koşulları

Gen	Sekans (5'→3')	Bağlanma Sıcaklığı (°C)	(bp)	Kaynak
tetH	(F) ATACTGCTGATCACCGT (R) TCCCAATAAGCGACGCT	60	1076	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
ICE tetR	(F) CGGCTTGGGTTAATAATGGCG (R) ATAACGCGAAAAGCTTCCGC	58	425	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
blaOXA-2	(F) GCAGACGAACGCCAAGCGGA (R) CCCGCACGATTGCCTCCCTC	64	625	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
blaROB-1	(F) AATAACCCTTGCCCCAATTC (R) TCGCTTATCAGGTGTGCTTG	60	685	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
sul2	(F) CCAATACCGCCAGCCCGTCG (R) TGCCTTGTCGCGTGGTGTGG	64	489	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
aadB	(F) TTACGCAGCAGGGCAGTCGC (R) GCGGCACGCAAGACCTCAAC	66	551	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
strA/ strB	(F) AAGGCAAGGCGTTCGCGGTC (R) CCGGCGGCTGATCTGTCTGG (F) TCGCACCTGCTTGATCGCGG (R) GCTCGAATATGCCGGGGAGCG	64	506/586	(Klima, Zaheer, et al., 2014)
catAIII	(F) ACCATGTGGTTTTAGCTTAACA (R) GCAATAACAGTCTATCCCCTTC	64	470	(Sahay et al., 2020)
gyrA	(F) TTCAATGAGCGAATTAGCCA (R) TCAGGAATCATCTCTTTGCC	55	474	(Katsuda et al., 2009)

Tüm PCR ürünlerinin analizi %1,5'luk agaroz jel elektroforezi ile gerçekleştirilmiştir. Elektroforez sonrası jel UV ışığı altında incelenmiş ve ilgili genler yönünden Tablo 1'deki ürün büyüklükleri dikkate alınmıştır.

3. BULGULAR

On üç izolatın dokuzunda (%69) gentamisin ve streptomisine karşı direnç geni tespit edilmiştir. Bunun yanında hiçbir izolatta tetrasiklin, oksitetrasiklin, penisilin, ampisilin, sülfonamid, kloramfenikole ve kinolonlara karşı direnç geni saptanamamıştır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada değerlendirilen on üç izolattan dokuzunda (%69) gentamisin ve streptomisine karşı direnç belirlenmiş, diğer antibiyotik gruplarına (tetrasiklin, oksitetrasiklin, penisilin, ampisilin, sülfonamid, kloramfenikol ve kinolonlar) karşı ise direnç saptanmamıştır.

Bulgularımız, özellikle aminoglikozid grubu antibiyotiklere karşı gelişen direncin önemli düzeyde olduğunu göstermektedir. Gentamisin ve streptomisin, Gram negatif ve Gram pozitif bakterilere karşı etkinliği nedeniyle hem veteriner hekimlikte hem de insan sağlığında yaygın kullanılan aminoglikozid antibiyotiklerdir. Ancak bu grubun uzun süreli ve kontrolsüz kullanımı, bakterilerde direnç oranlarının artmasına yol açmaktadır (Davies & Wright, 1997; Ramirez & Tolmasky, 2010). Bulgularımız, bu antibiyotiklerin bölgesel kullanım yoğunluğuna bağlı olarak direnç oranlarının artış gösterebileceğini desteklemektedir.

Öte yandan, izolatlardan hiçbirinde tetrasiklin, oksitetrasiklin, penisilin, ampisilin, sülfonamid, kloramfenikol ve kinolonlara karşı direnç tespit edilmemesi dikkat çekicidir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda tetrasiklin ve kinolonlara karşı yüksek direnç oranları bildirilmişken (Chopra & Roberts, 2001; Ruiz, 2003), bizim bulgularımız bu ajanlara karşı direnç gelişiminin henüz sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu farklılık, antibiyotiklerin bölgesel kullanım pratiklerinden, antibiyotik tüketim politikalarından veya direnç genlerinin bakteriyel popülasyonlara henüz taşınmamış olmasından kaynaklanabilir.

Çalışmamızda ayrıca direnç mekanizmalarının dağılımı açısından da değerlendirildiğinde çarpıcı sonuçlar elde edilmiştir. Aminoglikozid direncinin sık görülmesi, aminoglikozid-modifiye edici enzimlerin veya effluks pompalarının varlığı ile ilişkili olabilir (Shaw et al., 1993). Diğer antibiyotiklerde direnç bulunmaması ise bu ajanların daha az kullanılmasına veya direnç genlerinin sınırlı dolaşımına işaret etmektedir. Bu nedenle, bölgemizde antibiyotik kullanım politikalarının gözden geçirilmesi, özellikle aminoglikozidlerin kontrollü kullanımının sağlanması ve direnç gelişiminin düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir.

Antibiyotik kullanımının rasyonelleştirilmesi, direnç genlerinin yayılımının önlenmesi ve bölgesel antimikrobiyal direnç profillerinin düzenli olarak takip edilmesi hem veteriner hekimlik uygulamaları hem de halk sağlığı açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

Chopra, I., & Roberts, M. (2001). Tetracycline antibiotics: mode of action, applications, molecular biology, and epidemiology of bacterial resistance. *Microbiology and molecular biology reviews*, *65*(2), 232-260.

Confer, A. W. (2009). Update on bacterial pathogenesis in BRD. *Animal health research reviews*, *10*(2), 145-148.

Davies, J., & Wright, G. D. (1997). Bacterial resistance to aminoglycoside antibiotics. *Trends in microbiology*, *5*(6), 234-240.

Griffin, D., Chengappa, M., Kuszak, J., & McVey, D. S. (2010). Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *26*(2), 381-394.

Kadlec, K., & Schwarz, S. (2009). Novel ABC transporter gene, vga (C), located on a multiresistance plasmid from a porcine methicillin-resistant Staphylococcus aureus ST398 strain. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, *53*(8), 3589-3591.

Katsuda, K., Kohmoto, M., Mikami, O., Tamamura, Y., & Uchida, I. (2012). Plasmid-mediated florfenicol resistance in Mannheimia haemolytica isolated from cattle. *Veterinary microbiology*, *155*(2-4), 444-447.

Katsuda, K., Kohmoto, M., Mikami, O., & Uchida, I. (2009). Antimicrobial resistance and genetic characterization of fluoroquinolone-resistant Mannheimia haemolytica isolates from cattle with bovine pneumonia. *Veterinary microbiology*, *139*(1-2), 74-79.

Klima, C., Alexander, T., Read, R., Gow, S., Booker, C., Hannon, S., Sheedy, C., McAllister, T., & Selinger, L. (2011). Genetic characterization and antimicrobial susceptibility of Mannheimia haemolytica isolated from the nasopharynx of feedlot cattle. *Veterinary microbiology*, *149*(3-4), 390-398.

Klima, C. L., Alexander, T. W., Hendrick, S., & McAllister, T. A. (2014). Characterization of Mannheimia haemolytica isolated from feedlot cattle that were healthy or treated for bovine respiratory disease. *Canadian journal of veterinary research*, *78*(1), 38-45.

Klima, C. L., Zaheer, R., Cook, S. R., Booker, C. W., Hendrick, S., Alexander, T. W., & McAllister, T. A. (2014). Pathogens of bovine respiratory disease in North American feedlots conferring multidrug resistance via integrative conjugative elements. *Journal of Clinical Microbiology*, *52*(2), 438-448.

Kostova, V., Hanke, D., Kaspar, H., Fiedler, S., Schwarz, S., & Krüger-Haker, H. (2024). Macrolide resistance in Mannheimia haemolytica isolates associated with bovine respiratory disease from the German national resistance monitoring program GE RM-Vet 2009 to 2020. *Frontiers in Microbiology*, *15*, 1356208.

McEwen, S. A., & Collignon, P. J. (2018). Antimicrobial resistance: a one health perspective. *Antimicrobial resistance in bacteria from livestock and companion animals*, 521-547.

Ramirez, M. S., & Tolmasky, M. E. (2010). Aminoglycoside modifying enzymes. *Drug resistance updates*, *13*(6), 151-171.

Rice, J., Carrasco-Medina, L., Hodgins, D., & Shewen, P. (2007). Mannheimia haemolytica and bovine respiratory disease. *Animal health research reviews*, *8*(2), 117-128.

Ruiz, J. (2003). Mechanisms of resistance to quinolones: target alterations, decreased accumulation and DNA gyrase protection. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *51*(5), 1109-1117.

Sahay, S., Natesan, K., Prajapati, A., Kalleshmurthy, T., Shome, B. R., Rahman, H., & Shome, R. (2020). Prevalence and antibiotic susceptibility of Mannheimia haemolytica and Pasteurella multocida isolated from ovine respiratory infection: A study from Karnataka, Southern India. *Veterinary world*, *13*(9), 1947.

Shaw, K., Rather, P., Hare, R., & Miller, G. (1993). Molecular genetics of aminoglycoside resistance genes and familial relationships of the aminoglycoside-modifying enzymes. *Microbiological reviews*, *57*(1), 138-163.

Tabatabaei, M., & Abdollahi, F. (2018). Isolation and identification of Mannheimia haemolytica by culture and polymerase chain reaction from sheep's pulmonary samples in Shiraz, Iran. *Veterinary world*, *11*(5), 636.

Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., Teillant, A., & Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(18), 5649-5654.

Wellington, E. M., Boxall, A. B., Cross, P., Feil, E. J., Gaze, W. H., Hawkey, P. M., Johnson-Rollings, A. S., Jones, D. L., Lee, N. M., & Otten, W. (2013). The role of the natural environment in the emergence of antibiotic resistance in Gram-negative bacteria. *The Lancet infectious diseases*, *13*(2), 155-165.

Woolhouse, M., Ward, M., Van Bunnik, B., & Farrar, J. (2015). Antimicrobial resistance in humans, livestock and the wider environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *370*(1670), 20140083.

ÇELİK-BETON ARAYÜZLERİNİN BAĞLANMA MEKANİZMALARI VE DAYANIM ÖZELLİKLERİ

Dr. Ömer KARAGÖZ[1]/ Dr. Serdal ÜNAL[2]/ Dr. Kerem AYBAR[3]/ Dr. Mehmet CANBAZ[4]
[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, okaragoz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3755-8345
[2] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, serdalunall@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5200-9969
[3] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, kaybar@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6347-843X
[4] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, mcanbaz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0175-6155

Özet

Aderans, beton ve çelik donatı arasındaki kuvvet aktarımını sağlayarak betonarme elemanların güvenli yük taşıma kapasitesi ve yapısal bütünlüğü açısından kritik bir rol oynar. Ayrıca aderansın yeterli olması, betonarme elemanlarda çatlamayı önler ve donatının etkin bir şekilde yük taşımasını sağlar. Bu çalışmada, betonarme yapılarda çelik donatı ile beton arasındaki aderans davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Farklı çap ve gömülü uzunluktaki çelik donatılarla üretilen beton numuneler, standart kür süresinin ardından pull-out testine tabi tutulmuştur. Donatı olarak Ø8 mm ve Ø10 mm çaplı çubuklar, 4 cm, 8 cm ve 12 cm uzunluklarda beton içerisine, eksenleri beton yüzeyine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Testlerde yük, sabit bir hızda artırılmış ve donatı betondan ayrılana kadar uygulanmıştır. Elde edilen maksimum yük değerlerinden ortalama aderans dayanımları hesaplanmış, kırılma modları sınıflandırılmıştır. Sonuçlar, gömülü uzunluğun artmasıyla aderans dayanımının belirgin biçimde yükseldiğini göstermiştir. Ø8 donatılarda sırasıyla 6,9 MPa, 10,8 MPa ve 15,2 MPa; Ø10 donatılarda ise 5,9 MPa, 8,9 MPa ve 13,2 MPa aderans dayanımları elde edilmiştir. Kırılma modları incelendiğinde, kısa gömülü uzunluklarda genellikle çekme kırılmaları, orta uzunluklarda karışık koni veya beton koni kırılmaları, uzun gömülü uzunluklarda ise beton sıyrılma kırılmaları gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, donatı çapı ve gömülü uzunluğun aderans dayanımı ve kırılma davranışları üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, betonarme elemanların güvenli tasarımı ve donatı detaylandırmasının optimizasyonu açısından mühendislik uygulamalarına önemli katkılar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aderans dayanımı, Bağ mekanizmaları, Gömülme uzunluğu, Çelik-beton bağı.

BONDING MECHANISMS AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF STEEL–CONCRETE INTERFACES

Dr. Ömer KARAGÖZ[1]/ Dr. Serdal ÜNAL[2]/ Dr. Kerem AYBAR[3]/ Dr. Mehmet CANBAZ[4]
[1] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Civil Engineering, okaragoz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3755-8345
[2] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Civil Engineering, serdalunall@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5200-9969
[3] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Metallurgical and Materials Engineering, kaybar@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6347-843X
[4] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Civil Engineering, mcanbaz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0175-6155

Abstract

Adhesion plays a critical role in the safe load-bearing capacity and structural integrity of reinforced concrete elements by enabling the transfer of forces between concrete and steel reinforcement. In addition, sufficient adhesion prevents cracking in reinforced concrete elements and ensures that the reinforcement carries loads effectively. In this study, the bond behavior between steel reinforcement and concrete in reinforced concrete structures was experimentally investigated. Concrete specimens with reinforcing bars of different diameters and embedment lengths were subjected to pull-out tests after the standard curing period. Ø8 mm and Ø10 mm bars were embedded into the concrete at lengths of 4 cm, 8 cm, and 12 cm, with their axes positioned perpendicular to the concrete surface. During testing, the load was applied at a constant rate until the reinforcement was pulled out of the concrete. The maximum load values obtained were used to calculate the average bond strengths, and the failure modes were classified. The results showed that bond strength increased significantly with embedment length. For Ø8 bars, bond strengths of 6.9 MPa, 10.8 MPa, and 15.2 MPa were obtained, while Ø10 bars yielded bond strengths of 5.9 MPa, 8.9 MPa, and 13.2 MPa, respectively. Examination of the failure modes revealed that short embedment lengths generally resulted in pull-out failure, medium lengths in mixed cone or concrete cone failure, and long embedment lengths in concrete splitting failure. The findings highlight the influence of bar diameter and embedment length on bond strength and failure behavior, providing valuable insights for the safe design of reinforced concrete elements and the optimization of reinforcement detailing in engineering applications.

Keywords: Adherence strength, Bonding Mechanisms, Embedment length, Steel–concrete bond.

1. INTRODUCTION

The bond between steel reinforcement and concrete is a critical factor in the structural performance of reinforced concrete elements (Rabi et al., 2022). It governs the transfer of stresses from the concrete to the steel, ensuring composite action and preventing premature failure of the member (Mujalli et al., 2022). Adequate bond strength is particularly important in tension zones, anchorage regions, and lap splice areas, where load transfer relies heavily on the adhesion, friction, and mechanical interlock between the materials (Lagier et al., 2015). Numerous factors influence bond behavior, including concrete strength, reinforcement diameter, surface texture, embedment length, and concrete cover (Afandi et al., 2023). Despite extensive research, predicting bond performance remains challenging due to the complex interaction of these parameters, especially under varying geometrical and environmental conditions (Dachev et al., 2025).

The bond between concrete and reinforcement is governed by three main mechanisms: chemical adhesion, mechanical interlock, and frictional resistance (Soong et al., 2011). Chemical adhesion arises from the interaction between cement hydration products and the thin oxide layer on the steel surface, playing a key role in the initial stages of bonding (He et al., 2017). These bonds, formed through hydrogen bonding, ionic bridges, and weak coordination interactions, can be easily broken under increased loading or cracking (Shao et al., 2017).

Mechanical interlock is the strongest and most durable component of bond (Wang et al., 1997). Ribbed reinforcements act like hooks within the concrete, transferring tensile loads through compressive stresses rather than shear (González et al., 2006). The wedge effect created by ribs and the interlocking with the concrete's rough surface prevent slip, while coarse aggregates provide additional micro-anchorage, enhancing bond strength. Failure of mechanical interlock typically occurs due to concrete crushing behind the ribs or coalescence of microcracks.

Frictional resistance serves as a supplementary mechanism, maintaining load transfer when mechanical interlock is partially compromised or chemical adhesion is lost (Diógenes et al., 2015). Radial pressures induced by concrete setting and shrinkage generate surface friction around the reinforcement (Gribniak et al., 2008). Factors such as surface roughness, environmental conditions, and coating types influence the effectiveness of friction. The development length, which is proportional to the reinforcement diameter, reflects the minimum embedment length required for safely transferring the design loads in concrete, incorporating contributions from all three bond mechanisms. Figure 1 shows a schematic representation of the adhesion mechanism (Tastani and Pantazopoulou, 2013).

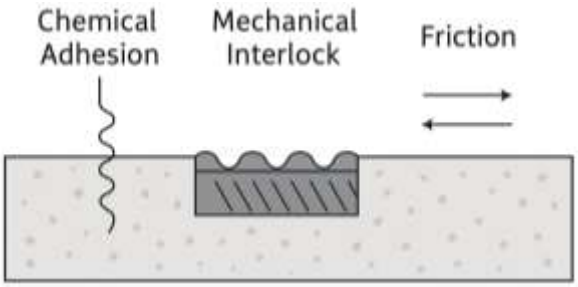


Figure 1. Mechanism of adherence

The embedment depth plays an important role in determining the bearing capacity of the bar diameter and the associated failure modes. Shallow embedment generally results in pull-out failures, whereas deeper embedment can trigger splitting, conical, or mixed failure modes. The type of cement, aggregate size, and concrete mix

design also significantly influence bond strength. Recent research has focused on innovative materials and high-performance concretes, yet conventional Portland and blended cements are still widely used in practice. Understanding how these variables interact in realistic concrete mixes is essential for developing safe, economical, and durable structural designs.

The present study aims to experimentally investigate the bond behavior of Ø8 and Ø10 steel bars embedded at various depths in concrete produced with CEM IV/B (P) 32.5 N cement. Pull-out tests were conducted to evaluate bond strength, while failure modes were carefully documented to understand the underlying load transfer mechanisms. The results provide insights into how reinforcement diameter and embedment depth influence bond performance and structural safety.

2. METHOD

For concrete production, CEM IV/B (P) 32.5 N cement, whose properties are given in Table 1, was used. Tap water from the municipal supply was used as mixing water. Crushed sand with a particle size range of 0–4 mm and crushed stone with a particle size range of 4–22.4 mm were used as aggregates.

Table 1. Properties of cement

SiO_2	38.0	Density, kg/dm^3	2.87
Al_2	9.68	Specific surface, cm^2/g	4450
Fe_2	2.91	İnitial setting, min	190
CaO	32.2	Final Setting, min	270
Mg	1.64	Expansion, mm	1
K_2O	1.14	Compressive strength, MPa	
Na_2	1.00	7 days	20.1
SO_3	2.06	28 days	38.1

S420 reinforced concrete steel was used as reinforcement. The material properties are shown in Table 2.

Table 2. Properties of S420

Yield Strength, MPa ≥420	C <0.25
	S <0.05
Tensile Strength, MPa ≥500	P <0.05
Elongation at break, % 10<	

The concrete mixture was prepared using the mix proportions given in Table 3 and placed into 15 cm molds as shown in Figure 2. During placement, Ø8 and Ø10 reinforcement bars were embedded at depths of 4 cm, 8 cm, and 12 cm in the center of the specimens. The axis of the reinforcement was positioned perpendicular to the concrete surface. The specimens were cured under standard conditions for 28 days.

Table 3. Mixing ratio, kg/m^3

Cement	Water	Crushed sand	Crushed stone
350	180	900	950



Figure 2. Fixing the rebar to the middle of the fresh concrete in the mold

As shown in Figure 3, while the reinforcement was pulled upward using a hydraulic pull-out device, the concrete specimen was fixed at the lower part of the apparatus. The load was applied gradually and continuously (approximately 0.1–0.2 kN/s) until the reinforcement began to be extracted from the concrete. The maximum load was recorded, and the average bond strength was calculated. The surface of the reinforcement was examined to determine the type of failure.



Figure 3. Adherence test

This method is based on pulling a steel reinforcement embedded in concrete out of the matrix. During the test, the maximum tensile force (P_{max}) is measured. The adherence strength (σ_{as}) is usually calculated using the following formula:

$$\sigma_{as} = \frac{Pmax}{\pi x \, \emptyset \, x \, lb} \qquad (1)$$

σ_{as} = Adherence strength

P_{max} = Maximum tensile force
Ø = Diameter of the reinforcement
lb = Embedded length of the reinforcement in concrete

3. DISCUSION

Figure 4 shows the results obtained from the adhesion test of samples containing Ø8 rebar. As shown in Figure 4, a significant increase in bond strength was observed in concrete specimens containing Ø8 steel reinforcement with increasing embedment depth. The bond strength for specimens with a 4 cm embedment was 6.9 MPa, which increased to 10.8 MPa at 8 cm and reached 15.2 MPa at 12 cm. These findings indicate that embedment depth directly affects the bond performance between concrete and reinforcement and plays a critical role, particularly beyond certain critical lengths. The increase from 4 cm to 12 cm is approximately 120%, highlighting the importance of embedment depth on bond strength. The primary reason for the observed increase in bond strength is the enlarged contact surface area between the concrete and the reinforcement with increasing embedment depth. A more deeply embedded bar interacts with a larger volume of concrete, which enhances frictional and mechanical interlock effects. The ribs and surface roughness of the steel provide a longer interlock path within the concrete matrix, contributing to bond strength under tensile loading. Chemical adhesion also contributes to the increased bond strength with greater embedment depth. During cement hydration, the formation of the C–S–H gel layer at the steel–concrete interface becomes more effective as the contact volume increases. Combined with mechanical interlock and friction effects, this phenomenon explains the experimentally observed increase in bond strength. The data further indicate a non-linear increase in bond strength with embedment depth. The increase from 4 cm to 8 cm is approximately 56.5%, while the increase from 8 cm to 12 cm is about 40.7%. This suggests that the contribution of additional concrete to the interface decreases with increasing embedment depth, indicating a diminishing return beyond a certain critical length.

In conclusion, in concrete specimens containing Ø8 steel reinforcement, increasing the embedment depth significantly enhances bond strength. This increase is attributed to the combined effects of mechanical interlock, friction, and chemical adhesion. These findings emphasize the critical influence of embedment length on bond performance, which is an essential parameter to consider in design.

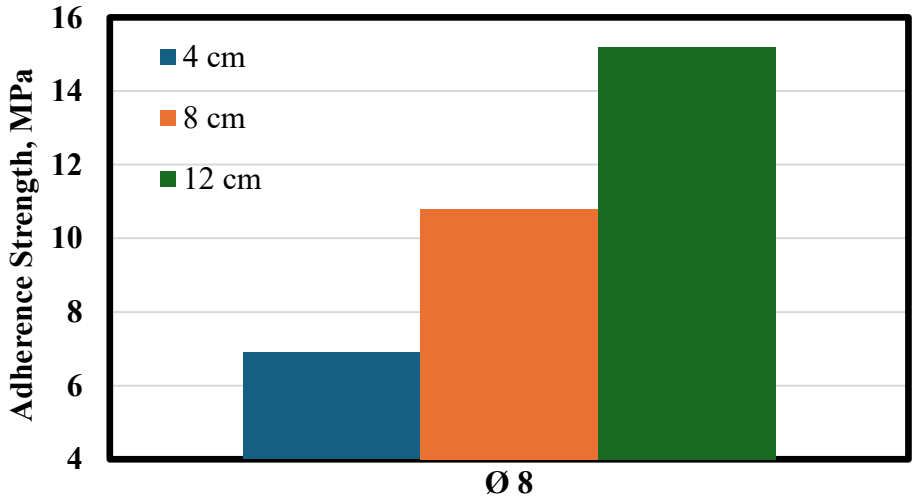


Figure 4. Adherence strengths of Ø8 rebars embedded at different lengths

Figure 5 shows the results obtained from the adhesion test of samples containing Ø10 rebar. As shown in Figure 5, concrete specimens containing Ø10 steel reinforcement also exhibited an increase in bond strength with

greater embedment depth. For Ø10 rebars, the measured bond strengths were 5.9 MPa at 4 cm embedment, 8.9 MPa at 8 cm, and 13.2 MPa at 12 cm. Compared to Ø8 rebars, these values indicate a lower initial bond strength at each embedment depth. This suggests that the larger bar diameter reduces the relative concrete-to-steel contact area per unit embedment length, thereby limiting the initial contribution of friction and mechanical interlock.

The observed increase in bond strength with embedment depth is primarily attributed to the extension of mechanical interlock and frictional resistance over a longer engagement length. The larger diameter of Ø10 rebars increases the surrounding concrete volume's capacity to distribute stresses, enabling a wider stress dispersion under pull-out loading. Consequently, bond strength rises more prominently as the embedment depth increases. From a chemical adhesion perspective, the larger diameter increases the total contact surface between steel and concrete, but the effect becomes more evenly distributed with increasing embedment depth. The bonding zone around the bar works more uniformly, with mechanical interlock and chemical adhesion complementing each other to produce the strength gains observed experimentally.

The data also show that Ø10 rebars display a different growth pattern in relative bond strength compared to Ø8 bars. The increase from 4 cm to 8 cm is approximately 50.8%, while the increase from 8 cm to 12 cm is about 48.3%. This suggests that larger diameter bars distribute the contribution of additional embedment depth more evenly, resulting in a steadier rate of bond strength improvement.

In conclusion, for concrete specimens with Ø10 steel reinforcement, bond strength increases with embedment depth, but the bar diameter significantly influences both the effectiveness of embedment and the initial bond capacity. These findings highlight the importance of jointly considering bar diameter and embedment length in reinforced concrete design to achieve optimal bond performance.

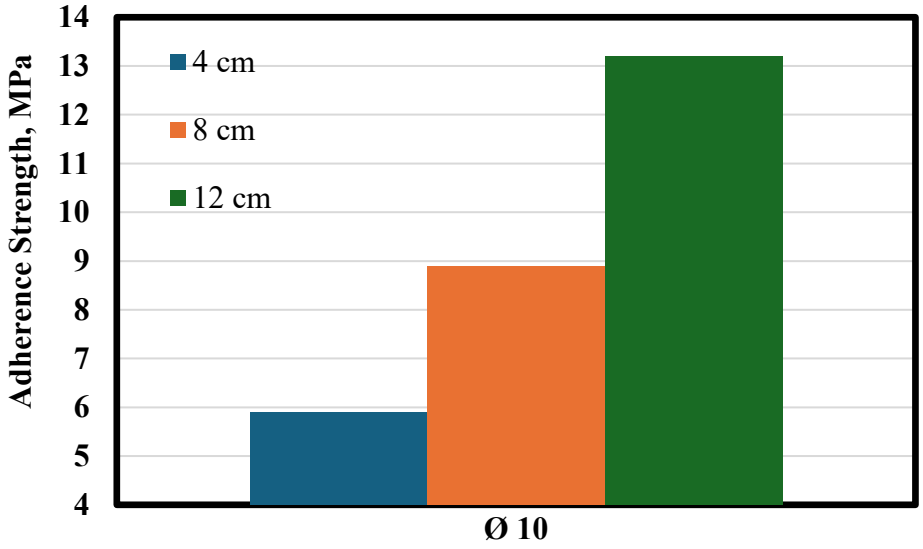


Figure 5. Adherence strengths of Ø10 rebars embedded at different lengths

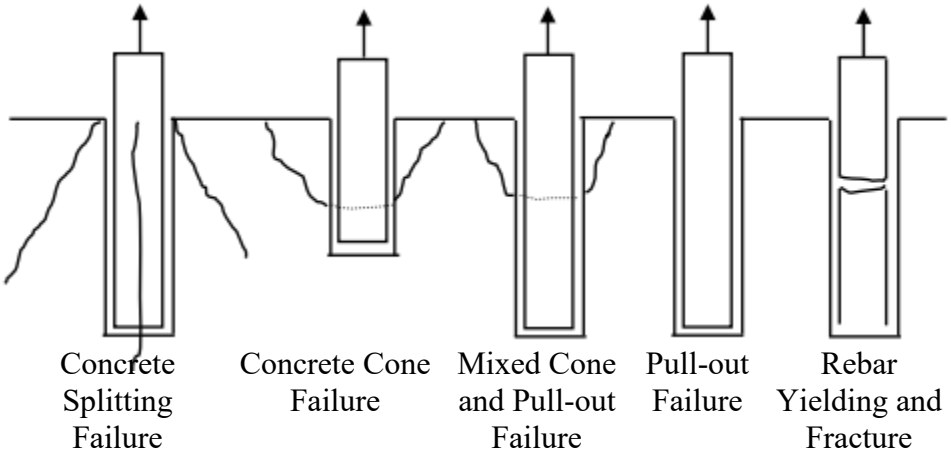


Figure 6. Types of failure (Boğa, 2005)

Figure 6 schematically shows the different fracture modes observed during the adhesion test. These modes clearly demonstrate how the load transfer mechanism changes with different reinforcement diameters and embedment depths, and which types of fractures are triggered by the stress distributions formed at the concrete–steel interface during loading. During bond tests, various failure modes can be observed at the concrete–steel interface. Concrete splitting failure occurs when the radial tensile stresses around the reinforcement exceed the tensile strength of the concrete, causing longitudinal splitting along the bar's axis. Concrete cone failure is characterized by the formation of a conical fracture surface as the concrete around the bar's embedded end crushes under load transfer. Mixed cone and pull-out failure represents a combined mechanism in which partial conical fracture and partial bar slip occur simultaneously. Pull-out failure takes place when the bar loses its bond with the surrounding concrete and is completely extracted through shear and friction, typically occurring in cases of low bond or short embedment lengths. In rebar yielding and fracture, the bond capacity surpasses the strength of the surrounding concrete, the load is fully transferred to the reinforcement, yielding begins once the bar reaches its yield strength, and fracture may occur under higher loads. The likelihood of these failure modes depends on several parameters, including the compressive and tensile strength of the concrete, bar diameter, embedment depth, concrete cover thickness, and the presence of transverse reinforcement.

Table 3. Failure mechanism of specimens

	4 cm	8 cm	12 cm
Ø8	Pull-out failure	Mixed cone and pull-out failure	Concrete splitting failure
Ø10	Pull-out failure	Concrete cone failure	Concrete splitting failure

Table 3 shows the different fracture modes observed during the adhesion test performed on the samples. As shown in Table 3, the failure modes observed during the bond tests varied systematically with embedment depth and bar diameter. For Ø8 specimens, pull-out failure occurred at 4 cm, mixed cone and pull-out failure at 8 cm, and concrete splitting failure at 12 cm. For Ø10 specimens, pull-out failure was observed at 4 cm, concrete cone failure at 8 cm, and concrete splitting failure at 12 cm. This sequence demonstrates that as embedment length and bar geometry increase, the stress transfer area at the steel–concrete interface expands, and the load transfer mechanism evolves progressively from frictional/adhesive control to crushing–cone type failure, and finally to radial tension-induced splitting in the concrete cover.

At the initial stage (4 cm), the dominance of pull-out in both bar diameters indicates that at short embedments, the shear–slip behavior is mainly governed by rib bearing plus friction, without mobilizing enough compressive/tensile stresses in the concrete to trigger significant bulk fracture. In this case, bond stress is limited by local bearing and micro-scale pull-off at the rib–matrix interface; the effective development length required to form a concrete cone has not yet been reached. The fact that Ø10 at 4 cm also exhibits pull-out—despite its larger contact area—suggests that the effective perimeter-to-embedment ratio and the initial stiffness of bond per unit length remain relatively low for larger bars in short anchorage conditions.

At intermediate embedment (8 cm), Ø8 specimens exhibited a mixed cone and pull-out mode, whereas Ø10 specimens showed a fully developed concrete cone. This distinction indicates that a larger bar diameter amplifies local bearing pressures, promoting the formation of inclined compression struts in the concrete around the bar, which more readily activate a conical fracture surface toward the free surface. For Ø8, the mixed mode suggests partial bond slip coexisting with limited cone formation, while for Ø10, the more effective strut formation drives cone failure as the primary mechanism. Here, cover thickness and specimen geometry play a significant role: in a 15 cm mold, embedments of 8–12 cm reduce the distance between the bar end and free edges, facilitating the development of a fracture cone to the surface.

At the largest embedment (12 cm), both bar diameters experienced concrete splitting failure, indicating that the high confining pressures mobilized at the interface generated radial tensile stresses around the bar, leading to the coalescence of longitudinal cracks in the cover and a sudden brittle fracture. As embedment increases, bond stress is transferred over a greater length; accompanying Poisson-effect-driven lateral expansion and rib bearing intensify hoop tensile stresses. In the absence of transverse reinforcement and with the CEM IV/B (P) 32.5 N binder's typical low–moderate early tensile strength, the system predictably shifts toward a splitting-controlled regime at long embedments. These results suggest that the high bond strengths measured at 12 cm are ultimately limited by the tensile–cracking capacity of the concrete cover, meaning that further interface strengthening is structurally "cut off" by the cover's failure.

4. CONCLUSION

The following results were obtained in this study:

- Bond strength increased significantly with greater embedment depth. For Ø8 bars, an increase from 4 cm to 12 cm embedment depth resulted in approximately a 120% increase, while for Ø10 bars the increase was around 124%. This demonstrates that a larger load transfer surface enhances bond capacity.
- At the same embedment depth, Ø8 bars exhibited higher bond stress compared to Ø10 bars. This outcome indicates that smaller-diameter reinforcement has a higher perimeter-to-diameter ratio, enabling more efficient stress transfer.
- Failure modes varied depending on embedment depth and bar diameter. At short embedment lengths, pull-out failure was dominant, while medium embedment lengths more frequently exhibited mixed cone and pull-out or cone failure modes. At long embedment lengths, concrete splitting failure was more prevalent.
- The study revealed that bond strength is influenced not only by the material strengths but also by reinforcement geometry, embedment length, concrete cover thickness, and the failure mode governing the load transfer mechanism. These findings provide essential engineering insights for safe and economical reinforcement detailing.

This study provides important engineering data for safe and economical reinforcement design by revealing the effects of different bar diameters and embedment depths on concrete–steel bond strength and failure modes.

Future research could investigate bond behavior under varying concrete strengths, steel surface roughness, and cyclic loading conditions to enhance the generalizability of the findings.

REFERENCES

Afandi, M. E., Yehia, S., Landolsi, T., Qaddoumi, N., & Elchalakani, M. (2023). Concrete-to-concrete bond Strength: A review. Construction and Building Materials, 363, 129820.

Boğa, A. R. (2005). Investigation of reinforcement corrosion in fly ash reinforced concrete elements by accelerated methods. Master's Thesis, Institute of Science, Eskişehir.

Dachev, D., Kazilas, M., Alfano, G., & Omairey, S. (2025). Towards Reliable Adhesive Bonding: A Comprehensive Review of Mechanisms, Defects, and Design Considerations. Materials, 18(12), 2724.

Diógenes, H. J., El Debs, A. L. H., & Valente, I. B. (2015). Experimental analysis of new interfaces for connections by adhesion, interlocking and friction. Journal of Constructional Steel Research, 110, 170-181.

González, J. J., Setién, J., Álvarez, J. A., Polanco, J. A., & Ferreño, D. (2006). Failure of reinforcing concrete steel ribbed bars. Engineering Failure Analysis, 13(8), 1376-1387.

Gribniak, V., Kaklauskas, G., & Bacinskas, D. (2008). Shrinkage in reinforced concrete structures: A computational aspect. Journal of civil engineering and management, 14(1), 49-60.

He, Y., Zhang, X., Hooton, R. D., & Zhang, X. (2017). Effects of interface roughness and interface adhesion on new-to-old concrete bonding. Construction and Building Materials, 151, 582-590.

Lagier, F., Massicotte, B., & Charron, J. P. (2015). Bond strength of tension lap splice specimens in UHPFRC. Construction and Building Materials, 93, 84-94.

Mujalli, M. A., Dirar, S., Mushtaha, E., Hussien, A., & Maksoud, A. (2022). Evaluation of the tensile characteristics and bond behaviour of steel fibre-reinforced concrete: An overview. Fibers, 10(12), 104.

Rabi, M., Shamass, R., & Cashell, K. A. (2022). Structural performance of stainless steel reinforced concrete members: A review. Construction and Building Materials, 325, 126673.

Shao, C., Chang, H., Wang, M., Xu, F., & Yang, J. (2017). High-strength, tough, and self-healing nanocomposite physical hydrogels based on the synergistic effects of dynamic hydrogen bond and dual coordination bonds. ACS applied materials & interfaces, 9(34), 28305-28318.

Soong, W. H., Raghavan, J., & Rizkalla, S. H. (2011). Fundamental mechanisms of bonding of glass fiber reinforced polymer reinforcement to concrete. Construction and building Materials, 25(6), 2813-2821.

Tastani, S. P., & Pantazopoulou, S. J. (2013). Reinforcement and concrete bond: State determination along the development length. Journal of Structural Engineering, 139(9), 1567-1581.

Wang, W. N., Meng, C. L., & Tarng, T. H. (1997). Bond strength: a comparison between chemical coated and mechanical interlock bases of ceramic and metal brackets. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 111(4), 374-381.

KİREÇ BAZLI 3D TEKSTİL TAKVİYELİ KOMPOZİTLERİN MEKANİK PERFORMANSI

Dr. Ömer KARAGÖZ[1]/ Dr. Serdal ÜNAL[2]/ Dr. Kerem AYBAR[3]/ Dr. Mehmet CANBAZ[4]
[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, okaragoz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3755-8345
[2] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, serdalunall@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5200-9969
[3] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, kaybar@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6347-843X
[4] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, mcanbaz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0175-6155

Özet

Son yıllarda 3D tekstil takviyeli kompozitlerin inşaat ve altyapı uygulamalarında kullanımı giderek artmaktadır. Bu malzemeler, tekstil takviyesi sayesinde çatlak ilerlemesini geciktirerek yüksek süneklik ve enerji yutma kapasitesi sağlamaktadır. Bununla birlikte, geleneksel çimento bazlı matrisler yüksek karbon ayak izi ve çevresel yükler nedeniyle sürdürülebilirlik açısından sınırlamalara sahiptir. Bu çalışmada, çimento yerine kireç bazlı matris kullanılarak çevre dostu ve yüksek performanslı 3D tekstil kompozitler geliştirilmiştir. Numuneler 7 ve 28 gün sonra fiziksel ve mekanik performanslarını değerlendirmek amacıyla birim ağırlık, sehim, eğilme ve çekme testlerine tabi tutulmuştur. Çekme testlerinde hem yavaş (statik) hem de hızlı (dinamik) yükleme uygulanmıştır. Sonuçlar, mekanik performansın zamanla belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Eğilme dayanımı 7 günde 1,8 MPa iken 28 günde 3,9 MPa'ye yükselmiş, dinamik ve statik çekme dayanımları da yaş ilerledikçe artış göstermiştir. Ayrıca, uzama ve defleksiyon analizleri daha olgun numunelerde sünekliğin ve enerji yutma kapasitesinin arttığını ortaya koymuştur. Dinamik yükleme başlangıçta hafifçe daha yüksek tepe gerilme ancak daha düşük uzama sağlamış, 28. günde farklar matrisin olgunlaşması ve tekstil–matris etkileşiminin güçlenmesiyle azalmıştır. Numunelerin birim ağırlığında hafif bir azalma gözlenmesine rağmen mekanik performans artmış, bu da hafif fakat güçlü kompozitlerin elde edilebileceğini göstermektedir. Bu çalışma, kireç bazlı 3D tekstil kompozitlerin çevre dostu, dayanıklı ve yüksek performanslı yapı malzemeleri olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: 3D tekstil kompozitler, Kireç, Mekanik performans, Dinamik ve statik çekme davranışı

MECHANICAL PERFORMANCE OF LIME-BASED 3D TEXTILE REINFORCED COMPOSITES

Dr. Ömer KARAGÖZ[1]/ Dr. Serdal ÜNAL[2]/ Dr. Kerem AYBAR[3]/ Dr. Mehmet CANBAZ[4]
[1] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Civil Engineering, okaragoz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3755-8345
[2] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Civil Engineering, serdalunall@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5200-9969
[3] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Metallurgical and Materials Engineering, kaybar@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6347-843X
[4] Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, Department of Civil Engineering, mcanbaz@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0175-6155

Abstract

In recent years, the use of 3D textile-reinforced composites in construction and infrastructure applications has been steadily increasing. These materials provide high ductility and energy absorption capacity by delaying crack propagation due to the textile reinforcement. However, conventional cement-based matrices have limitations in terms of sustainability due to their high carbon footprint and environmental impact. In this study, lime-based matrices were used instead of cement to develop environmentally friendly and high-performance 3D textile composites. The specimens were evaluated for physical and mechanical performance at 7 and 28 days through measurements of unit weight, deflection, bending, and tensile tests. In the tensile tests, both slow (static) and fast (dynamic) loading were applied. The results showed that mechanical performance significantly improved over time. Bending strength increased from 1.8 MPa at 7 days to 3.9 MPa at 28 days, and both dynamic and static tensile strengths also increased with curing age. Moreover, elongation and deflection analyses indicated enhanced ductility and energy absorption capacity in older specimens. Dynamic loading initially produced slightly higher peak stresses but lower elongation, while by 28 days these differences decreased due to the maturation of the matrix and improved textile–matrix interaction. Although a slight decrease in unit weight was observed, mechanical performance increased, demonstrating that lightweight yet strong composites can be achieved. This study highlights the potential of lime-based 3D textile composites as environmentally friendly, durable, and high-performance construction materials.

Keywords: 3D textile composite, Lime, Mechanical performance, Dynamic and static tensile behavior

1. INTRODUCTION

In recent years, the use of 3D textile-reinforced composites in construction and infrastructure applications has been steadily increasing (Friese et al., 2022). These materials provide higher ductility, energy absorption capacity, and crack control compared to conventional concrete and mortar systems (Kim et al., 2018). In particular, in applications requiring high performance and durability, such as bridges, tunnels, road pavements, and prefabricated structural elements, 3D textile composites enable more uniform load distribution and delay crack propagation due to their three-dimensional fiber architecture (Zhang et al., 2023). Furthermore, these composites allow for lighter structural elements, facilitating transportation and installation processes, increasing design flexibility, and optimizing structural performance. Literature surveys indicate that 3D textile-reinforced composites offer significant advantages in terms of mechanical strength and ductility over conventional reinforced concrete, and their use in engineering applications is expected to continue expanding (Barman et al., 2024). However, most studies still focus on cement-based matrices, while environmental sustainability remains a secondary concern.

On the other hand, cement usage in the construction sector poses serious environmental challenges (Mohamad et al., 2022). The production of Portland cement involves high-temperature clinker formation, resulting in substantial carbon dioxide (CO_2) emissions (Nie et al., 2022). A significant portion of global carbon emissions originates from the construction sector and cement production, contributing to climate change and greenhouse gas effects (Akan et al., 2017). Cement-based materials not only create a high carbon footprint but also raise concerns regarding energy consumption, raw material usage, and waste management, limiting their sustainability (Sonebi et al., 2016). Therefore, reducing environmental impact, developing alternative binders with lower carbon emissions, and promoting sustainable construction technologies have become increasingly critical research areas.

- In this context, lime-based binders emerge as a more environmentally sustainable alternative (Forster et al., 2020). Lime is naturally occurring and can be processed with low energy input, and through carbonation and hydration reactions, it provides durability and ductility in construction materials (Campo et al., 2021). Using lime instead of cement significantly reduces carbon emissions during production and minimizes environmental impact. Additionally, lime-based composites offer porosity that helps regulate moisture and diffusion, contributing to the long-term durability of structural elements (Pivák et al., 2025). While previous studies on lime-based materials provide valuable insights for the restoration of historic structures and eco-friendly construction, their systematic evaluation in combination with modern high-performance textile reinforcements remains very limited.
- To address this gap in the literature, systematic studies examining the mechanical performance of lime-based 3D textile-reinforced composites are scarce. Most previous research has been limited to cement-based systems, and comprehensive mechanical testing of lime-based alternatives has not been extensively conducted. This study provides a unique contribution by comparatively evaluating the bending and tensile behavior of lime-based 3D textile composites under both static and dynamic loading conditions. Furthermore, the study investigates the effects of curing age, fiber–matrix interaction, and 3D textile architecture on mechanical performance, addressing current knowledge gaps and providing a foundation for the development of sustainable construction materials.

Lime-based 3D textile composites can be utilized in a wide range of construction applications due to their high ductility, crack resistance, and energy absorption capacity (Wu et al., 2023). They are particularly advantageous in infrastructure projects such as bridges, tunnels, road pavements, and prefabricated structural elements, where high strength and deformation control are required. Additionally, their crack-resistant and lightweight nature makes them suitable for residential and commercial buildings in seismic regions, as well as prefabricated

systems where ease of transport and installation is important. Due to their porous structure, which provides moisture and water management, these composites can also be effectively applied in exterior claddings, curbs, sidewalks, and other urban infrastructure elements. Furthermore, their environmentally friendly and low-carbon footprint characteristics make them attractive for green building designs, sustainable urban projects, and restoration works. Overall, lime-based 3D textile composites offer both structural and environmental advantages, providing a broad potential for application in modern civil engineering practices.

In this study, 3D textiles with a thickness of 6 mm and 0.2 mm thick waterproof membranes were used to produce lime-based 3D textile composite specimens, which were evaluated at 7 and 28 days for their physical and mechanical performance. Specimens were subjected to measurements of unit weight, deflection, bending, and tensile tests, with tensile tests conducted under both slow (static) and fast (dynamic) loading. The results demonstrated age-dependent improvements in mechanical performance, differences between dynamic and static loading behaviors, and increases in ductility and energy absorption capacity, indicating that lime-based 3D textile composites have the potential to serve as lightweight yet strong construction materials.

2. METHOD

Pieces measuring 30 cm x 30 cm and 10 cm x 30 cm were cut from 3D fabrics 6 mm thick with the properties given in Table 1 and waterproofing membranes 0.2 mm thick with the properties given in Table 2. The cut 3D fabric pieces were placed inside a wooden mold. One side of the fabric is tightly woven, allowing water to pass through and be retained; the other side has a porous structure. When placed in the mold, the tightly woven surface was positioned facing the base.

Table 1. Properties of 3D spacer fabrics (Han et al. 2016a, 2016b).

Components	Materials	Elongation, %	Tensile strength, MPa
Warp/Weft yarn_MF	Polyethylene terephthalate multifilaments	9.2	443
Warp/weft yarn_SF		6.1	731
Spacer yarn	Polyethylene terephthalate monofilaments	9.8	705

Table 2. Properties of waterproof material

Components	Unit Area Weight, gr/m^2	Tear Resistance, N
Oxidized bituminous waterproofing membrane	500	100

Lime with the properties given in Table 3 was spread on the fabric surface, and a table vibrator was used to completely fill the 3D fabric with lime. Excess lime on the upper surface was cleaned. Then, adhesive was applied to the fibrous surface of the waterproofing membrane and glued to the sample surface.

Table 3. Properties of lime

Chemical Content,%		Physical Properties	
$Ca(0H)_2$	≥ 90%	Density, g/cm^3	2.35
MgO	≤ 5%	Unit weight, g/cm^3	0.5
CO_2	≤ 4%	Residue on 0.09 mm sieve	≤ 2%
Insoluble residue	≤ 1.5%	Free moisture content	≤ 1%

The inverted samples were then sprayed with water. The fabric absorbed the water and allowed the lime to react with the water inside. The watering process was carried out sufficiently to ensure that the lime was completely mixed with the water and that the water was saturated. These steps are shown in Figure 1.



Cutting 3D textile and water proof materials



Filling the lime and applying adhesive to the waterproofing material



Spraying water onto inverted samples

Figure 1. Details of manufactured specimens

As shown in Figure 2, the specimens were weighed at 7 and 28 days after production and subjected to bending and tensile tests to evaluate their mechanical performance. Bending tests were performed on specimens

measuring 30 cm × 30 cm, while tensile tests were conducted on specimens measuring 10 cm × 30 cm. In the tensile tests, both fast and slow loading rates were applied to investigate the effect of loading speed on material behavior; fast loading was defined as dynamic loading, while slow loading was defined as static loading. These tests allowed a comparative assessment of the performance of 3D textile composites under both short-term rapid loads and long-term sustained loads. Additionally, the method enabled the evaluation of age-dependent changes in the mechanical properties of the specimens.



Figure 2. Details of tests

3. DISCUSION

Figure 3 shows the unit weight, bending strength, and deflection values of 3D textile composite specimens at 7 and 28 days. At 7 days, the specimens exhibited a unit weight of 0.585 kg/dm³, a bending strength of 1.8 kPa, and a deflection of 3.48 cm. At 28 days, the unit weight was measured as 0.537 kg/dm³, the bending strength as 3.9 kPa, and the deflection as 3.05 cm. When the 28-day results are examined, a 8.2% decrease in unit weight is observed. This can be attributed to the removal of free water within the structure during the drying process and the increase in porosity. Since lime-based binders form lower-density products compared to cement, a gradual mass reduction over time is an expected outcome.

In terms of bending strength, the 28-day specimens demonstrated a 116.6% increase. This significant improvement is related to the progress of the reaction between lime and water, allowing the textile structure to more effectively retain the lime matrix. Over time, the crystallization of the binder phase and the stronger adhesion to the textile fibers directly contributed to the strength gain.

As for deflection, the values decreased from 3.48 cm at 7 days to 3.05 cm at 28 days, corresponding to a 12.3% reduction. This reduction can be explained by the stiffening of the matrix over time and the improved interlocking between the textile fibers and the lime matrix, which enhanced rigidity. Initially, the composite exhibited a more ductile behavior, but as it gained strength with curing, its deformation capacity decreased. Despite the lower unit weight at 28 days, a significant increase in bending strength was achieved. This indicates that the mechanical performance of lime-based 3D textile composites improves over time and that the textile–matrix interaction plays a decisive role in the behavior of the specimens.

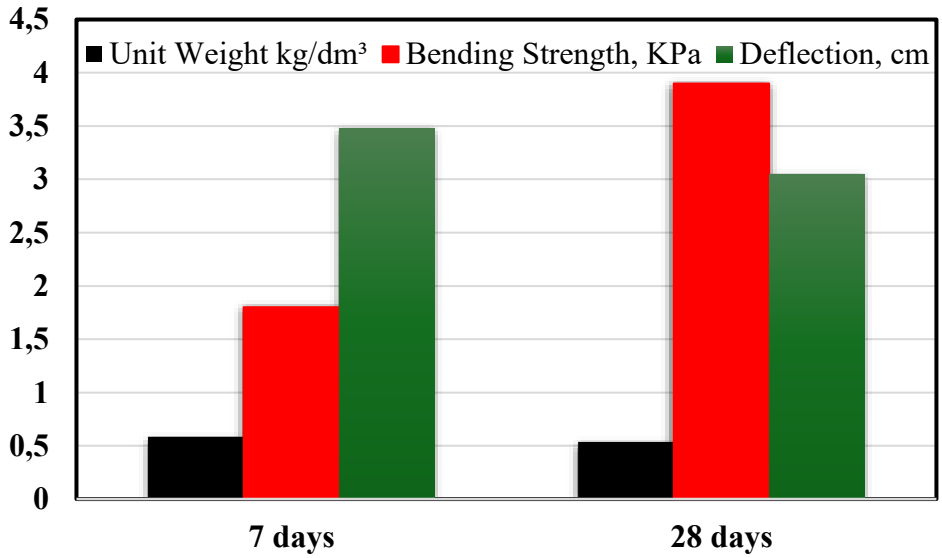


Figure 3. Unit weight and bending strength of 3D Textile composite specimens

Figure 4 shows the dynamic and static tensile strength values of 3D textile composite specimens at 7 and 28 days. At 7 days, the dynamic tensile strength was measured as 15.64 MPa, while the static tensile strength was 14.98 MPa. At 28 days, the dynamic tensile strength increased to 16.21 MPa, and the static tensile strength reached 16.03 MPa.

When the results are examined, the dynamic tensile strength exhibited a 3.6% increase from 7 to 28 days, whereas the static tensile strength showed a higher 7.0% increase. The greater improvement in static tensile strength suggests that under long-term load application, the specimens developed a more effective binder–fiber interlocking.

When comparing dynamic and static loading at the same age, the dynamic tensile strength was 4.4% higher than the static tensile strength at 7 days. This difference can be attributed to the limited crack propagation during rapid loading and the more immediate stress transfer to the fibers. At 28 days, however, the dynamic and static values became very close, with only a 1.1% difference. This convergence indicates that at later ages, as the matrix hardens and the fiber–matrix interaction stabilizes, the effect of loading rate on strength becomes more limited.

Overall, the results demonstrate that 3D textile composites exhibit high tensile strength under both dynamic and static loading. In addition, with curing, a notable improvement was observed particularly in static tensile strength, showing that the lime-based matrix gradually developed a more stable microstructure and enhanced the efficiency of fibers in carrying loads.

.

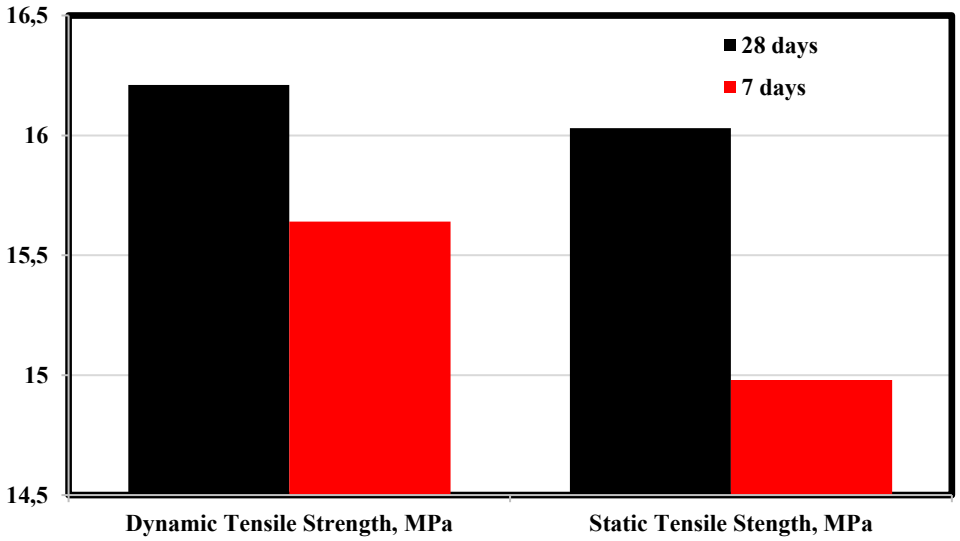


Figure 4. Tensile strength of 3D Textile composite specimens

Figure 5 shows the dynamic and static elongation (%) of 3D textile composite specimens at 7 and 28 days. At 7 days, dynamic elongation was 9.3% and static elongation 10.4%; at 28 days, dynamic elongation increased to 11.1% and static elongation to 11.7%. A notable observation is the increase in elongation with age: dynamic elongation increased by 19.3% from 7 to 28 days, while static elongation increased by 12.5%. The higher increase under dynamic conditions suggests that the sensitivity to loading rate decreases with age; as the lime-based matrix matures (through hydration, carbonation, and improved adhesion with the textile), fiber bridging mechanisms become more effective even under rapid loading. This indicates that the initially brittle behavior under fast loading evolves into a more ductile response over time.

Comparing dynamic and static elongation at the same age, static elongation is higher than dynamic elongation at both 7 days (10.4% vs. 9.3%) and 28 days (11.7% vs. 11.1%). At 7 days, static elongation is 11.8% higher than dynamic, while at 28 days the difference decreases to 5.4%. This convergence can be attributed to the strengthening of the matrix–fiber interface, which reduces the effect of loading rate on crack propagation. In other words, the matured microstructure stabilizes stress transfer to the fibers regardless of loading speed.

The increase in elongation is also a positive indicator for energy absorption and toughness. Fiber bridging under tensile load and the spatial anchoring provided by the 3D textile architecture (tight surface facing the bottom, porous surface fully filled with lime) promote a multi-crack, gradual failure mode, reducing the risk of sudden fracture. Additionally, applying adhesive to the fibrous surface of the waterproof membrane and subsequent top-side misting/irrigation ensured effective hydration and carbonation of the lime, likely enhancing interface adhesion and fiber pull-out resistance, which explains the increases in both static and dynamic elongation. Although deflection decreased in bending tests at 28 days (indicating increased stiffness), the increase in peak elongation in tensile tests is not contradictory: in bending, global displacement is affected by rigidity, whereas in tension, measured elongation reflects ductile mechanisms such as crack formation, fiber pull-out, and interface slip. Even with a stiffer matrix, effective fiber engagement can increase peak elongation.

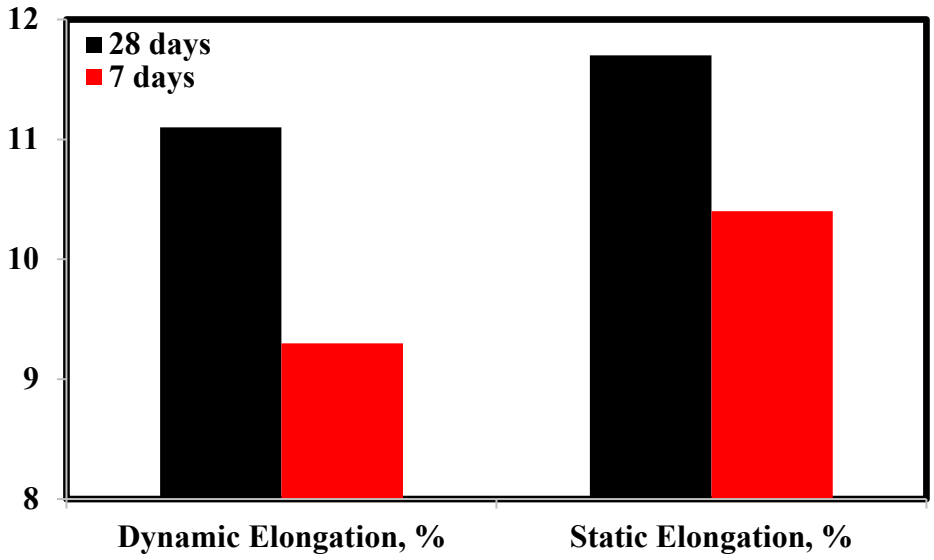


Figure 5. Elongation of 3D Textile composite specimens

Figure 6 shows the stress–strain behavior of 3D textile composite specimens under static and dynamic loading at 7 and 28 days. At 7 days, the specimens under static loading exhibited stress ranging from 0 to 14.98 MPa and strain from 0 to 10.4%, whereas under dynamic loading, stress ranged from 0 to 15.64 MPa and strain from 0 to 9.3%. At 28 days, static specimens reached 0–15.69 MPa stress and 0–11% strain, while dynamic specimens reached 0–16.21 MPa stress and 0–11.1% strain.

Analysis of the results shows that both stress and strain capacities increased with age for both loading types. In static loading, the increase from 7 to 28 days was approximately 4.7% in stress and 5.8% in strain. In dynamic loading, stress increased by 3.7%, while strain increased by 19.3%. The higher increase in dynamic strain is attributed to the enhanced engagement of fibers under rapid loading conditions and the improved fiber–matrix interfacial bonding as the lime-based matrix matures.

Comparing dynamic and static behavior at the same age, the 7-day specimens under dynamic loading showed a 4.4% lower peak stress and 10.6% lower strain than static specimens. This is likely due to limited crack propagation under rapid loading and the more immediate stress transfer to the fibers. At 28 days, the dynamic and static curves converged, with only 3.3% difference in stress and 0.9% in strain, indicating that matrix hardening and the maturation of fiber–matrix interaction reduce the effect of loading rate on both strength and deformation.

The general shape of the curves shows a linear-elastic behavior followed by a ductile region for both static and dynamic loading. Fiber pull-out and sliding mechanisms initially provide limited ductility under dynamic loading, but with age, the enhanced fiber–matrix interaction results in more gradual crack propagation, increasing the energy absorption capacity. These findings indicate that lime-based 3D textile composites can sustain both short-term dynamic and long-term static loads, and their mechanical performance improves significantly with age.

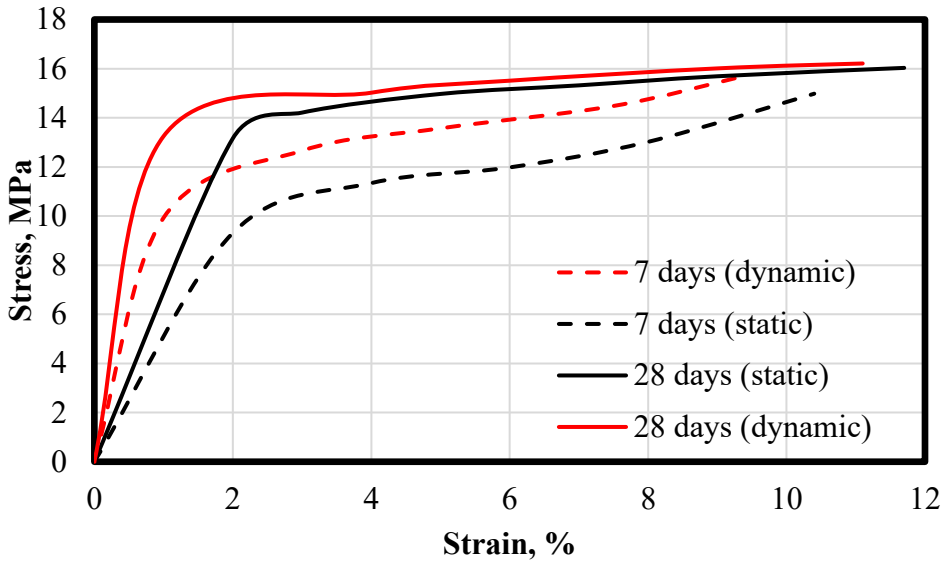


Figure 6. Stress-strain curve of 3D Textile composite specimens

4. CONCLUSION

To summarize the results obtained from the experiments and analyzes:

- The mechanical performance of 3D textile composite specimens improved over time as the lime-based matrix matured, with bending strength nearly doubling and tensile strength significantly increasing at 28 days.
- Although dynamic and static loading behaviors initially differed, these differences decreased with age, as the maturation of the matrix–fiber interface reduced the sensitivity to loading rate.
- Both static and dynamic elongation values increased over time, with the specimens exhibiting more ductile behavior and higher energy absorption capacity; fibers and the 3D textile architecture delayed crack propagation.
- Despite a slight decrease in unit weight, the mechanical strengths increased, indicating that the porous lime-based matrix and effective fiber interaction produced a lightweight yet strong composite.
- The study demonstrates that lime-based 3D textile composites can serve as durable, ductile, and sustainable construction materials capable of withstanding both rapid dynamic loads and long-term static loads.

This study is significant as it highlights the potential of lime-based 3D textile composites as high-performance construction materials with lower environmental impact. For future research, it is recommended to investigate the long-term durability of these materials under environmental exposure.

REFERENCES

Akan, M. Ö. A., Dhavale, D. G., & Sarkis, J. (2017). Greenhouse gas emissions in the construction industry: An analysis and evaluation of a concrete supply chain. Journal of Cleaner Production, 167, 1195-1207.

Barman, N. K., Bhattacharya, S. S., & Alagirusamy, R. (2024). Textile structures in concrete reinforcement. Textile Progress, 56(1), 1-229.

Campo, F. P., Tua, C., Biganzoli, L., Pantini, S., & Grosso, M. (2021). Natural and enhanced carbonation of lime in its different applications: a review. Environmental Technology Reviews, 10(1), 224-237.

Forster, A. M., Válek, J., Hughes, J. J., & Pilcher, N. (2020). Lime binders for the repair of historic buildings: Considerations for CO2 abatement. Journal of Cleaner Production, 252, 119802.

Friese, D., Scheurer, M., Hahn, L., Gries, T., & Cherif, C. (2022). Textile reinforcement structures for concrete construction applications—a review. Journal of Composite Materials, 56(26), 4041-4064.

Han, F., Chen, H., Li, X., Bao, B., Lv, T., Zhang, W., Hui, D. W., 2016a. Improvement of mechanical properties of concrete canvas by anhydrite-modified calcium sulfoaluminate cement. Journal of Composite Materials 50(14) 1937-1950.

Han, F., Chen, H., Zhang, W., Lv, T., Yang, Y., (2016b). Influence of 3D spacer fabric on drying shrinkage of concrete canvas. Journal of Industrial Textiles 45(6) 1457-1476.

Kim, S. G., Park, J. K., & Kim, D. J. (2018). Direct tensile responses of aramid fiber reinforced cementitious composites and textile reinforced cementitious composites with 3D spacer fabric at high strain rates. Construction and Building Materials, 168, 232-243.

Mohamad, N., Muthusamy, K., Embong, R., Kusbiantoro, A., & Hashim, M. H. (2022). Environmental impact of cement production and Solutions: A review. Materials Today: Proceedings, 48, 741-746.

Nie, S., Zhou, J., Yang, F., Lan, M., Li, J., Zhang, Z., ... & Sanjayan, J. G. (2022). Analysis of theoretical carbon dioxide emissions from cement production: Methodology and application. Journal of Cleaner Production, 334, 130270.

Pivák, A., Záleská, M., Pavlíková, M., & Pavlík, Z. (2025). Enhancing Lime-Based Mortars with Multiwalled Carbon Nanotubes—Composites for Historic Building Restoration: Mechanical, Thermal, and Hygric Performance Analysis. Journal of Composites Science, 9(6), 266.

Sonebi, M., Ammar, Y., & Diederich, P. (2016). Sustainability of cement, concrete and cement replacement materials in construction. In Sustainability of construction materials (pp. 371-396). Woodhead Publishing.

Wu, C., Pan, Y., & Yan, L. (2023). Mechanical properties and durability of textile reinforced concrete (TRC)—a review. Polymers, 15(18), 3826.

Zhang, J., Huang, S., Gu, B., & Sun, B. (2023). Fiber architecture effect on tensile and compressive damage mechanisms of 3D angle-interlock woven composites. Composites Communications, 40, 101582.

DOĞU KARADENİZ HAVZASI'NDAKİ VADİ İÇİ YERLEŞİMLERDE TAŞKIN OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER KONUSUNDA UZMAN GÖRÜŞLERİ HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA

Ahmet APAYDIN
Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye
ahmet.apaydin@giresun.edu.tr, (ORCID: 0000-0002-6437-7208)

Özet

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Havzası'ndaki (DKH) vadi içi kentsel yerleşimlerde taşkınların meydana gelmesinde belirleyici ana faktörler anket yönteminden faydalanılarak önem derecelerine göre sıralanmakta, sonuçları uzmanlardan oluşan anketörlerin de görüşleri dikkate alınarak yorumlanmaktadır. Faktörler yağış şiddeti, taşkın debisi, havza alanı, akım toplanma zamanı, sediment verimi, yukarı havza önlemleri, yatak eğimi, yerleşim içinde yatak kesiti, yatak kesitinin taşkın debisine ve havza alanına oranı, yerleşimin konumu ve yerleşime ait özel durumlardır. Belirlenen faktörlere ait anket formu üniversiteler, uygulayıcı kamu kurumu ve özel sektörde sel ve taşkın konularında çalışan kişilere gönderilmiştir. 52 kişinin katıldığı anket çalışmasına göre yağış şiddeti, yerleşimin akarsuya göre konumu, yerleşim içinde akarsu yatağı kesiti, yerleşim içinde yatak kesitini daraltan veya suyun yataktan taşmasına neden olan özel durumlar ve yukarı havzada taşkını önlemeye veya kontrol altına almaya yönelik mühendislik hizmetlerinin en fazla belirleyici faktörler olduğu görülmüştür. Tamamen doğal faktörler olan yağış şiddeti ve havza alanının ağırlığı %19, doğal faktörler olup mühendislik uygulamalarıyla iyileştirilebilen taşkın debisi, akım toplanma süresi, sediment verimi, yatak eğimi ve yerleşimin akarsuya göre konumunun toplam ağırlığı % 40, tamamen insanın elinde olan yukarı havza mühendislik önlemleri, yatak kesiti ve yerleşime ait özel durumların ağırlığı ise % 41'dir.

Bu anket çalışması, bir risk analizi olmayıp, sonuçları DKH'sını ve taşkın olaylarını bilen uzmanların bakış açılarını yansıtan ve elde edilen bulguları değerlendiren, yorumlayan bir çalışmadır. Ankete katılanların dışında çok sayıda taşkın uzmanı veya o konuda çalışan, emek veren kişilerin katılımı ile sonuçların değişebileceği, hatta yaşanan yeni deneyimlerle ankete katılanların görüşlerinin bile değişebileceği dikkate alınarak, bu çalışmanın bir vaka çalışması olarak kabul edilmesi uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akarsu taşkını, kentsel yerleşim, anket, etki puanlaması, Doğu Karadeniz Havzası

A STUDY ON EXPERT OPINIONS ON FACTORS AFFECTING FLOOD FORMATION IN VALLEY SETTLEMENTS IN THE EASTERN BLACK SEA BASIN

Ahmet APAYDIN
Giresun University, Engineering Faculty, Dept. of Civil Engineering, Giresun, Türkiye
ahmet.apaydin@giresun.edu.tr, (ORCID: 0000-0002-6437-7208)

Abstract

In this study, the main factors determining the occurrence of river floods in intra-valley urban settlements in the Eastern Black Sea Basin (DKH) are ranked according to their importance using the questionnaire method, and the results are interpreted by taking into account the opinions of the experts. The factors are rainfall intensity, flood flow rate, basin area, flow collection time, sediment yield, upper basin measures, bed slope, bed section within the settlement, the ratio of bed section to flood flow rate and basin area, location of the settlement and special conditions of the settlement. The questionnaire form regarding the determined factors was sent to people working on flood and inundation issues in universities, implementing public institutions and private sector. According to the survey in which 52 experts participated, it was seen that rainfall intensity, location of the settlement relative to the stream, stream bed section within the settlement, special conditions that narrow the bed section within the settlement or cause water to overflow from the bed, and engineering services aimed at preventing or controlling floods in the upper basin are the main determining factors. The weight of rainfall intensity and basin area, which are completely natural factors, is 19 %, the total weight of flood flow, flow collection period, sediment yield, bed slope, and location of the settlement relative to the stream, which are natural factors and can be improved with engineering applications, is 40%, and the weight of upper basin engineering measures, which are completely in the hands of humans, the adequacy of the bed section, and special negative conditions of the settlement are 41 %.

This survey study is not a risk analysis, but a study whose results reflect the perspectives of experts who know the DKH and flood events, and evaluate and interpret the findings. Considering that the findings may change with the participation of many flood experts or people working on the subject other than the survey participants, and even the opinions of the survey participants may change with new experiences, it would be appropriate to consider this study as a case study.

Key words: River flood, urban settlement, questionnaire, Impact scoring, Eastern Black Sea Basin

1. GİRİŞ

Türkiye'de 2023 yılı nüfus sayımına göre Türkiye'de kentsel nüfus oranı %93'e ulaşmıştır (URL-1). Hızlı kentleşme ve sanayileşme kentlerde birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Günümüz Türkiye'sinde kentlerin en büyük sorunu; en yıkıcı afetlerden depremler ile sel ve taşkınlara karşı dirençsiz olmasıdır. Çarpık kentleşme diye adlandırılan olumsuz durum nedeniyle Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere birçok yerde kentleşmeye bağlı sel ve taşkınlar meydana gelmekte, bu olaylar can ve mal kayıplarıyla sonuçlanmaktadır. Kentleşme ve sanayileşme yoluyla gerçekleşen insan baskısına ek olarak, iklim değişikliğinin dünyanın değişik bölgelerinde daha çok ve daha şiddetli sel ve taşkınların meydana gelmesine neden olacağı ve bunun görülmeye başladığı ifade edilmektedir (Prudhomme vd. 2003; Lehner vd. 2006; Arnel and Gosling 2013; Visser vd., 2014; Aksu vd. 2022; Nacar vd. 2022; Babacan ve Yüksel 2024). Bu durum Türkiye ve yurt dışında son yıllarda meydana gelen sel afetleriyle de bizzat görülmektedir. Küresel iklim değişikliği sel ve taşkınların gelecekteki eğilimleri ve projeksiyonlarının ele alındığı bir çalışmada, 2050 yılında dünya genelinde sel ve taşkınların iki kat artacağı ve daha şiddetli yaşanacağı, 450 milyon insanın sel bölgelerinde kalacağı ve bu durumun da en fazla Asya kıtasını etkileyeceği öngörülmüştür (Arnell & Gosling, 2014).

Sel ve taşkınların meydana gelmesinde doğal faktörlerin yanı sıra insan faaliyetlerinin birlikte etkili olduğu, birçok araştırmada (Akman, 2021; Apaydın 2021; Binici ve Aksoy 2022; Yüksek vd. 2022) vurgulanmaktadır. Doğu Karadeniz Havzası'nın batısındaki Ordu ve Giresun'da gerçekleştirilen bir çalışmada (Apaydın (2024c), kentlerde taşkınların meydana gelmesinde insan kaynaklı yerel faktörlerin meteorolojik faktörler ve akarsu havzasına ait faktörlerden daha belirleyici olduğuna örneklerle dikkat çekilmektedir.

Türkiye'de uzun yıllara ait veriler incelendiğinde sel ve taşkınların Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri'nde genellikle yazın, Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgesi'nde ise kışın meydana geldiği görülmektedir (Ceylan ve Kömüşçü, 2007). Bu çalışmanın konusu olan Doğu Karadeniz Havzası (DKH)'nda taşkın dönemi Mayıs ile Kasım arasıdır (Kandemir 2025). Temmuz-Ekim arası ise özellikle dikkat çekicidir (Apaydın 2024a).

Başta Karadeniz havzaları olmak üzere Türkiye'nin değişik bölgelerinde meydana gelen taşkınlarla ilgili literatürde çeşitli yöntem veya bakış açılarıyla gerçekleştirilen çalışmalar yer almaktadır. En çok rastlananlar; çoklu göstergelere dayanan taşkın analizi (çok kriterli duyarlılık veya karar analizi) (Köroğlu ve Akıncı 2023) ve taşkın tehlike alanlarını belirleme (Ünal vd. 2022; Hatipoğlu 2022), analitik hiyerarşi yöntemiyle taşkın analizi (Sütünç ve Yavuz 2022; Taş ve Yanık 2022; Ocak ve Bahadır 2020), farklı senaryolara veya koşullara göre taşkın risk analizi (Korkmaz 2022; Özdemir 2007), herhangi bir alanda taşkın seviyesi ve yayılma alanının belirlenmesi (Oğuz vd. 2016), taşkın istatistiklerini değerlendirme (Haltas vd.l. 2021, Yüksek vd. 2013, Kandemir 2025), taşkına yönelik havza morfometri ve hidrometrisi (Avcı ve Sunkar, 2015; Apaydın 2021) konularındadır. Taşkın yönetimi konusundakiler (SYGM 2020, Yüksek vd. 2021, 2022) veya ona altlık olabilecek çalışmalar (Apaydın 2024b,d) ise konuya geniş çerçeveden bakan ve değerlendirmeyi havza-bölge ölçeğinde yapan çalışmalardır. Bunların yanında az sayıda da olsa taşkınların sosyolojik-psikolojik-ekonomik yönden değerlendirmesi (Anılan vd. 2024; Demir ve Keskin 2022; Korkanç ve Korkanç, 2006) ile ilgili çalışmalar da söz konusudur.

Doğu Karadeniz Havzası'ndaki yerleşimler özellikle yaz aylarında yağış şiddeti ve süresi ile birlikte havza özellikleri ve yerleşimin kendi özelliklerine bağlı olarak taşkınların az veya çok tehdidi altındadır. Özellikle sahilden içeride vadi içlerine sıkışmış kentsel yerleşimler taşkınlara karşı daha dirençsizdir. Bu yerleşimler sahilden kuş uçuşu kabaca 15-50 km mesafede, vadi içlerinde dar ve uzunlamasına alüvyon düzlüklerinde kurulmuş ve zamanla toplu yerleşim haline gelmiş, içinden bir veya birden çok akarsuyun geçtiği çoğunlukla ilçe ve beldelerdir. Bu çalışmada, yukarıdaki çalışma yöntemlerinden biraz farklı olarak Doğu Karadeniz Havzası'nda (DKH) bulunan vadi içi toplu yerleşimlerde bölgenin yağış koşulları, yerleşimlerden geçen akarsuların havza özellikleri ve antropojenik faktörler göz önüne alınarak akarsu taşkınlarının oluşmasındaki

faktörlerin etki ağırlıkları veya belirleyicilikleri araştırılmaktadır. Havza karakterine uygun olarak belirlenen faktörler anket yöntemiyle puanlanmakta, önem derecelerine göre sıralanmakta ve havzadaki bazı yerleşimlerden örnekler verilerek yorumlanmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANININ KISA TANITIMI

Çalışma alanı; Türkiye'nin 26 su havzasından biri olan DKH'dır (Şekil 1). Türkiye'nin en yağışlı bölgesi olan havza sık sık şiddetli yağışlara bağlı olarak meydana gelen taşkınlarla bilinir. Havza büyük oranda Rize, Trabzon ve Ordu il topraklarının tamamına yakını ile Artvin, Gümüşhane ve Giresun'un bir bölümünden oluşmaktadır. Sivas, Bayburt, Erzurum, Samsun ve Tokat'ın çok az bir alanı da güneyden havza içine girmektedir. Havzadaki akarsular çoğunlukla dar ve derin vadiler boyunca akmaktadır. Vadiler arasındaki bölgelerde kot sahilden örneğin Rize ve Giresun'da kabaca 15 km, Trabzon ve Ordu'da 20 km içeride 500 m'ye yükselmekte, 25-30 km güneyde ise 1000 m'nin üzerine çıkmaktadır. DKH ile güneydeki Kelkit Havzası'nı ayıran yükseltiler Ordu'da 2500 m'ye, Giresun'da 3000 m'ye Rize'de Kaçkar Dağları'nda neredeyse 4000 m'ye çıkmaktadır. Havza doğu kesiminde Çoruh Havzası ile komşudur. Sahilde Ordu, Giresun, Trabzon, Rize il merkezi ile birlikte büyük ilçe merkezleri ve ortalama her 15-20 km'de bir ilçe merkezi bulunmaktadır. Gümüşhane ve ona bağlı Kürtün ve Torul ilçeleri iç kesimde (Harşit alt havzası içindedir).

Havzada sel (şehir selleri dahil), heyelan ve akarsu taşkınları sık sık meydana gelmekte, bazı yerleşimler deniz taşkının da tehdidi altındadır (Apaydın 2023). Akarsu taşkınları can ve mal kaybına neden olmakta, taşkın önleme, taşkın zararlarını azaltma ve yaraları sarma çalışmaları yüksek maliyetler gerektirmektedir. Taşkınların ayrıca göç, ekonomik aktivite, tedarik, iş kaybetme ve başka yönlerden psiko-sosyolojik sonuçları da önem taşımaktadır (Apaydın 2024c).

DKH'nda yerleşimler sel ve taşkın tehlikesi yönüyle yüksek bölge, vadi içi ve sahil yerleşimleri olmak üzere üç ana grupta toplanabilir. Bu çalışmaya konu olan vadi yerleşimleri akarsu taşkınlarına karşı son derece dirençsizdirler (Şekil 2).



Şekil 1. Türkiye haritasında DKH'nın konumu



Şekil 2. DKH'ndaki vadi içi yerleşimlerin ve büyük sahil yerleşimlerinin dağılım haritası

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma; DKH'ndaki vadi yerleşimlerinde taşkın oluşumunda belirleyici olan faktörlerin belirlenmesi, bunların anket yönteminden (uzmanlarca doldurulan) faydalanılarak önem derecelerine göre puanlanarak sıralanması ve puanlamada anketörlerin yaklaşımlarının yorumlanmasıdır. Faktörlerin tespitinde istatistiki bir faktör analizi yapılmamıştır ancak, faktörler havzada meydana gelen taşkınlara ait yayınlar, arazi gözlemleri, bizzat yaşanan-gözlenen taşkın olayları incelenerek belirlenmiştir. Faktörler belirlenip, kodlanıp listelendikten (Tablo 1) sonra anketin gerekçesini de ifade eden anket sorusu hazırlanmıştır.

Havzada kentsel taşkınların oluşmasında etkili olan 11 adet ana faktör belirlenmiştir. Bu 11 faktörden biri meteorolojik, altısı havzaya ait, dördü ise yerleşime aittir. Bu faktörler yağış şiddeti (M-1), Taşkın debisi (H-2), Havza alanı (H-3), Akım toplanma zamanı (H-4), Havza sediment verimi (H-5), Yukarı havza önlemleri (H-6), Yatak eğimi (H-7), Yerleşim içinde yatak kesiti (Y-8), Yatak kesitinin taşkın debisine ve havza alanına oranı (Y-9), Yerleşimin konumu (Y-10), Özel durum (Y-11) şeklinde belirlenmiştir. Belirlenen faktörlerden ikisi (yağış şiddeti ve havza alanı) tamamen doğal, beşi insan faaliyetleriyle iyileştirilebilecek doğal faktörler (taşkın debisi, akım toplanma süresi, sediment verimi ve yatak eğimi, yerleşimin konumu) dördü de (yukarı havza mühendislik önlemleri, yatak kesiti, yatak kesitinin havzaya ve debiye oranı, yerleşime ait özel durumlar) tamamen insanın kontrolünde olan faktörlerdir.

Faktörler belirlendikten sonra üniversiteler, uygulayıcı kamu ve özel sektör kuruluşlarında sel ve taşkın konularında faaliyet gösteren ve ankete katılabileceği tahmin edilen uzmanlar belirlenerek kendilerine anket formu gönderilmiştir. Ankette, DKH'ndaki vadi içi kentsel yerleşimlerde taşkınların oluşumunda etkili olan faktörlerin en fazla etkili olandan en az etkili olana doğru (etkisi en fazla olana 11 puan, etkisi en az olana 1 puan verecek şekilde) sıralanması istenmiştir. Ayrıca, anketörlerden faktörlerle ilgili varsa ilave görüş bildirmeleri de istenmiştir. Geri dönüşlerin istenen sayıya ulaşmaması üzerine (gönderilen elli civarındaki uzmandan 25'i katılmıştır), yöntem değiştirilerek dijital ortamda telefon mesajı ile uygulama yapılmış ve anket mesaj yoluyla daha önce geri dönüş yapmayanlara gönderilmiştir. Bu yöntemde anketörlerden, 11 faktörden en fazla etkili olan üçünün seçilmesi istenmiştir. Ankete ikinci etapta 27 olmak üzere toplam 52 uzman katılmıştır. Ankete katılanların 19'u akademisyen, 22'si kamu kurum mühendisi, 11'i özel sektörde çalışan mühendistir.

İki aşamadan oluşan anketin sonuçları birleştirilerek (ilk etap anketinde ilk üç sıradaki tercihler dikkate alınmıştır) değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır (Şekil 3). Ayrıca, bazı anketörlerin tercih yaparken bakış açıları konusunda görüşleri de alınmıştır.

Tablo 1. DKH'ndaki vadi içi kentsel yerleşimlerde taşkın oluşmasında etkili olan faktörler

Kod	Faktör	Açıklama	Kod	Faktör	Açıklama
M-1	Yağış şiddeti	En yakın meteoroloji istasyonunda kaydedilen en yüksek yağış şiddetleri (günlük, saatlik), örneğin son 20-30 yılda 50, 75, 100 mm/gün üzerindeki yağışların sayısı vb.	H-7	Yatak eğimi	Özellikle kent içinde ve yakın yukarısında yatak eğiminin azalması riski artırır
H-2	Taşkın debisi	50, 100, 500, 1000 yıllık taşkın debisi. Debi ne kadar fazla se risk o derece yüksek	Y-8	Yerleşim içinde yatak kesiti	Minimum yatak kesiti (en dar yerindeki) ne kadar dar ise risk o kadar fazla
H-3	Havza alanı	Havza ne kadar büyükse risk o derece yüksek	Y-9	Yatak kesitinin taşkın debisine (m^2/m^3) ve havza alanına oranı (m^2/km^2)	Oran ne kadar büyükse direnç o kadar yüksek, oran ne kadar küçükse direnç o kadar zayıf, risk o kadar yüksek
H-4	Akım toplanma süresi (zamanı)	Akım toplanma süresi ne kadar kısa ise risk o kadar yüksek	Y-10	Yerleşimin konumu	Yerleşim alanının minimum zemin kotu ile akarsu yatağı üst kotu (kanal üst kotu) arasındaki fark ne kadar fazla ise direnç o kadar yüksek, risk o kadar düşük
H-5	Havza sediment verimi	Akarsuyun sediment yükü ne kadar fazla ise risk o kadar yüksek	Y-11	Özel durum	Yerleşimde iki akarsuyun birleşmesi, yatağın kıvrımlı olması, köprü-menfez-mahmuz gibi yapılarla ani daralma, çöp-sediment gibi malzeme ile kesitin küçülmesi riski artırır
H-6	Yukarı havza önlemleri	Teraslama, su depolama yapıları, sediment tutucu yapılar, yatak düzenleme vb. mühendislik çalışmaları riski azaltır			



Şekil 3. İş akış şeması

4. BULGULAR

4.1. Anket Sonuçları

Çalışmada ilk olarak, 52 ankete ait uzman tercihleri ve farklı sektörlerin (üniversite, kamu ve özel) tercihleri tablolara işlenmiştir (Tablo 2 ve 3). DKH'ndaki vadi içi yerleşimlerde akarsu taşkınlarının oluşmasında rol oynayan faktörlerin etki puanlaması ayrı ayrı grafiğe dökülerek (Şekil 4) üniversite, kamu kurumu, özel sektör ve genel toplam olarak dört ayrı inceleme ve değerlendirme yapılmıştır. Ankete katılan üç gruptaki anketör sayılarının eşit olmaması dikkate alınarak puanlar gruplar içinde ve genel değerlendirmede yüzdeye çevrilmiştir. Üniversitelerde görev yapan akademisyen uzmanların değerlendirmesinde (Şekil 4a) yağış şiddeti (M1) % 25 ile ilk sırada, yerleşimin konumu (Y10) % 19 ile ikinci sırada, taşkın debisi (H-2) ve yerleşim içinde yatak kesiti (Y-8) %12 ile üçüncü ve dördüncü sıradadır. Bu faktörlerin 11 adet faktör içindeki toplam

ağırlığı % 68'dir. Akademisyenlere göre vadi içi yerleşimlerde sediment verimi (H-5), havza alanı (H-3), yatak kesitinin taşkın debisine ve havza alanına oranı (Y-9) ve özel durum (Y-11) en az belirleyici faktörler ol muştur. Bunların ağırlığı ise % 10,5'dur.

Kamu kurumunda çalışan mühendis uzmanların değerlendirmesine göre (Şekil 4b) yerleşimde daralan köprü, menfez, keskin kavis vb özel durum (Y-11) %17 ile ilk sırada, yukarı havza önlemlerinin alınıp alınmamış olması (H-6) %14,5 ile ikinci sırada, sediment verimi (H-5) % 13 ile üçüncü sıradadır, %12'ye yakın ağırlığı olan akarsu yatak kesiti (Y-8) ise önem derecesi yüksek olan dördüncü faktördür. Mühendislere göre taşkın debisi (H-2), havza alanı (H-3), akım toplanma süresi (H-4), yatak eğimi (H-7) ve yatak kesitinin taşkın debisine ve havza alanına oranı (Y-9) faktörlerinin önem derecesi diğerlerine göre düşüktür.

Özel sektör uzmanlarının değerlendirmesine göre (Şekil 4c)en yüksek etkiye sahip faktörler sırasıyla %21'er oranlarla yağış şiddeti ve özel durum (Y-11 ve %15 oranla yatak kesitidir (Y-8). %12'şer oranla yukarı havza önlemler (H-6) ve yerleşimin konumu (Y-10) ise dördüncü ve beşinci sıradadır. Özel sektör uzmanlarından yatak kesit oranına (Y-9) çok düşük puan (%3) verilmiş, havza alanı (H-3), akım toplanma süresi (H-4) ve yatak eğimine (H-7) puan verilmemiştir. Bunda, ankete özel sektörden katılanların sayısının diğer iki grubun yarısı kadar olmasının da etkisi olabilir.

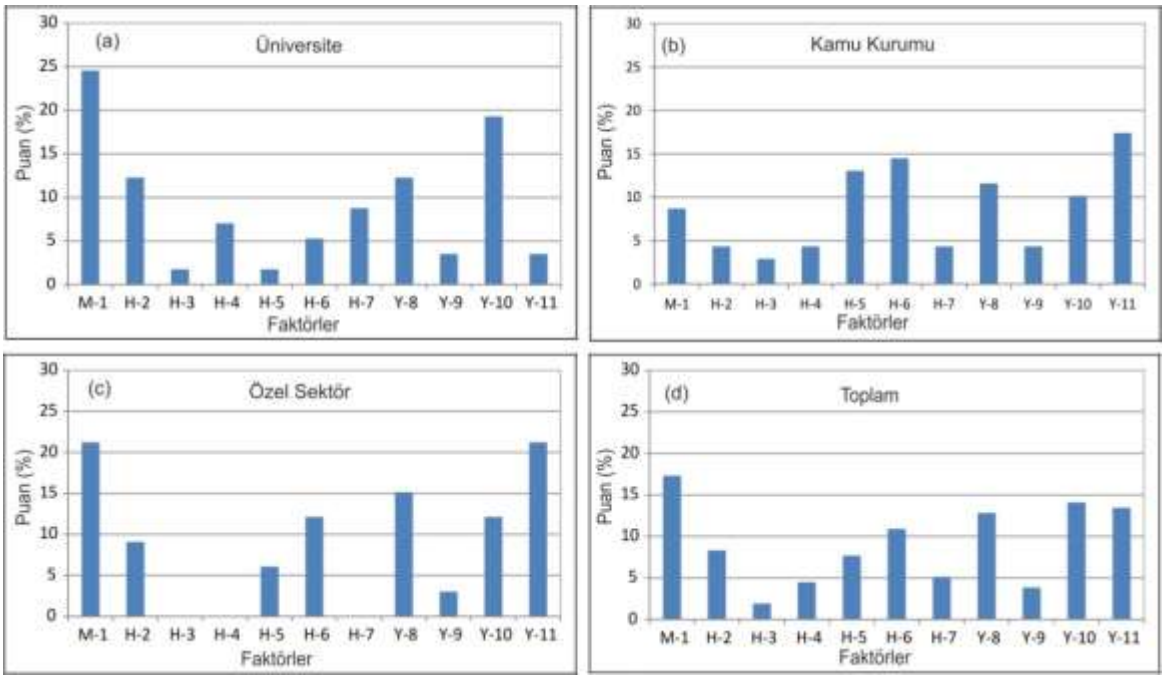
Ankete katılan 52 uzmanın puanlarının topluca değerlendirmesine göre (Şekil 4d) ise yağış şiddetinin (Y-1) %17.5 oranla en fazla etkiye sahip olduğu, onu %14 ile yerleşimin konumu faktörünün (Y-10) izlediği ve üçüncü olarak %13,5 oranla özel durumun (Y-11), dördüncü olarak da yaklaşık %13 ile yatak kesitinin (Y-8) yer aldığı görülmektedir. Yukarı havza önlemleri (H-6) ise %11 ile kayda değer öneme sahip diğer faktördür. Etkisi düşük faktörler ise havza alanı (H-3), yatak kesitinin taşkın debisine ve havza alanına oranı (Y-9), akım toplanma süresi (H-4) ve yatak eğimi (H-7)'dir.

Tablo 2. İki aşamalı anketin puanlama sonuçları

Faktör	M-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	Y-8	Y-9	Y-10	Y-11
Anket-1	13	9	1	2	9	9	3	9	2	9	9
Anket-2	14	4	2	5	3	8	5	11	4	13	12
Toplam	27	13	3	7	12	17	8	20	6	22	21

Tablo 3. Üç farklı sektörün puanlamasına ait bilgiler

Faktör	M-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	Y-8	Y-9	Y-10	Y-11
Üniversite	14	7	1	4	1	3	5	7	2	11	2
%	24,6	12,3	1,8	7,0	1,8	5,3	8,8	12,3	3,5	19,3	3,5
Kamu	6	3	2	3	9	10	3	8	3	7	12
%	8,7	4,3	2,9	4,3	13,0	14,5	4,3	11,6	4,3	10,1	17,4
Özel	7	3	0	0	2	4	0	5	1	4	7
%	21,2	9,1	0,0	0,0	6,1	12,1	0,0	15,2	3,0	12,1	21,2
Toplam	27	13	3	7	12	17	8	20	6	22	21
%	17,3	8,3	1,9	4,5	7,7	10,9	5,1	12,8	3,8	14,1	13,5



Şekil 4. Anket sonuçlarının farklı kesimlere göre kolon grafikleri

4.2. Faktörler ve Anketörlerin Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi

4.2.1. Yağış Şiddeti

Hangi coğrafyada olursa olsun sel ve akarsu taşkınlarının meydana gelmesinde öncelikle yağış şiddetinin belirleyici olduğu bilinen bir gerçektir. Şiddet ile birlikte yağışın süresi de önemli bir faktördür. Bu çalışmada DKH'ndaki vadi içi yerleşimlerde taşkınların meydana gelmesinde yağışın şiddetinin çok önemli faktör olduğu ve bu nedenle genel puanlamada ilk sırada yer aldığı görülmüştür. Bazı anketörlerle yapılan görüşmede bu faktöre en yüksek puanın verilme nedeni olarak şiddeti tahmin edememe ve atmosferik olayları kontrol edememe özelliği şeklinde açıklanmıştır. İklim değişikliği de göz önüne alındığında havzada yağış şiddetlerinde ve yüksek şiddetli yağış olaylarının sayısında gittikçe artış olduğuna da dikkat çekilerek, bu faktörün gelecekte daha da belirleyici olacağı ifade edilmiştir. Bu faktöre yüksek puan vermeyen kamu kurumu uzmanlarıyla yapılan görüşmede ise taşkın oluşumunda her zaman çok şiddetli yağışa gerek olmadığını, özellikle insan faktörünün belirleyici olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle uygulayıcı kurum uzmanları yerleşimdeki yerel olumsuzlukların (dar ve alçak köprü, ani kesit daralması, ani kavis, sediment, moloz, çöp vb. maddelerle kesit daralması vb. özel durumlar) veya yerleşimin yukarısında taşkını kontrol altına alacak önlemlerin (taşkın kontrol yapıları, yatak düzenleme vb.) çok belirleyici olduğuna dikkat çekmişledir. Havzada yakın zamanda meydana gelen 2020 yılındaki Giresun-Dereli taşkını (köprülerin tıkanmasına bağlı) ve 2024 Ordu-İkizce taşkını (mendereslenmeye bağlı) buna örnek teşkil eden taşkınlardır. Başka bir örnek ise 18 Haziran 2019 tarihli Araklı (Trabzon) taşkınında yağış ve taşkın debisi düşük olmasına rağmen, havzada meydana gelen bir heyelanın vadiyi tıkaması ve arkasında suyun birikmesinden sonra setin yıkılmasıyla ani boşalma sonucu taşkının oluşmasıdır (Yüksek 2022). Benzer durumlar havzada iç kesimlerdeki diğer yerleşimler için de muhtemeldir.

4.2.2. Taşkın Debisi

Taşkın debisi yağışın şiddet ve süresi ile birlikte havzanın morfometrisi ve hidrometrisine bağlıdır. Yerleşim içinden geçen akarsu debisinin yatağa sığıp sığmamasını yağışın şiddetinden ziyade pik debiyle ilişkili

olduğunu savunanlar taşkın debisi faktörüne en yüksek puanı vermişlerdir. Taşkın debisinin çeşitli yöntemlerle tahmin edilmesi mümkün olsa da, elde edilen değerin bir tahmin olduğu, ayrıca, herhangi olay bazlı şiddetli bir yağış öncesinde havzada toprak nemi, mevsime göre bitki örtüsü ve insan faaliyetleri gibi faktörlerin taşkın debisini ve sediment-moloz vb. yükünü etkilediği ve bütün bunların ise debiyi ve davranışını tahmin etmeyi zorlaştırdığını belirtenler olmuştur. Anketörlerin gözünde, tahmin veya kontrol edilmesi güç olan faktörlerin taşkını meydana getirmede daha belirleyici olarak kabul etme düşüncesinin bu faktör için de geçerli olduğu görülmektedir.

4.2.3. Havza Alanı

Yerleşimin bulunduğu yerdeki ana akarsudaki debinin büyüklüğünde yağış havzasının alanının rolü olduğu ancak yağışın havzanın her yerine yağmayabileceği veya homojen dağılmayacağı gerekçesiyle yüksek puan verilmediği ifade edilmiştir. Ayrıca, havza alanı büyüdükçe debinin artacağı kabul edilse de, şiddetli yağışa bağlı debi grafiğinin şeklinin ve pik seviyenin havzanın morfolojik ve hidrolojik özelliklerine ve hatta akımı tutucu veya geciktirici mühendislik yapılarına da bağlı olduğunu vurgulayanlar olmuştur.

4.2.4. Akım Toplanma Süresi

Ankete katılan bazı uzmanlar taşkının meydana gelmesinde havza alanı, morfometri ve hidrometrisi gibi fiziksel özelliklerine bağlı olarak akım toplanma süresinin de önemli olduğunu göstermişlerdir. Ancak bu faktör ankete katılanların en az önem atfettiği faktörlerden biri olmuştur. Bir uzman, havzadaki olay bazlı şiddetli bir yağışta akım toplanma süresi uzun olsa bile, yağış süresinin havzanın yağış rejimi gereği genellikle uzun olduğu için, yağışın oluşturduğu debinin çan eğrisi yayvan ancak yüksek olacağına dikkat çekerek sadece sürenin çok da belirleyici olamayacağını düşündüğünü ifade etmiştir.

4.2.5. Havza Sediment Verimi

Sel ve akarsu taşkınlarında su ile birlikte sediment yükünün de önemi bilinmektedir. Şiddetli yağışlarda debisi ve hızı yükselen akarsular yukarı havzalarda aşındırma ve taşıma, aşağılara indikçe enerjilerini azalttıkça iri malzemeleri çökeltme davranışı göstermektedir. Bu genel kabul doğru olmakla birlikte, DKH'ndaki akarsuların yataklarının Karadeniz'e yaklaşana kadar yüksek eğimde olduğu, çoğunlukla sahilden 15-45 km mesafede bulunan vadi içi yerleşimlere bu yüksek eğimlerin de etkisiyle her boyutlu sediment malzeme ile ağaç kök ve dalları gibi malzemeleri de getirdiği görülmektedir. Dolayısıyla, taşkın debisi hesabında sediment yükünün de dikkate alınması önem taşımaktadır. Havza sediment verimi veya akarsu sediment yükü bazı anketörler tarafından önemli bir faktör olarak puanlanmıştır. Bu faktöre yüksek puan veren uzmanlar çoğunlukla kamu kurumundan ve kısmen de özel sektördendir.

Havzadaki vadi içi yerleşimlerde meydana gelen taşkınlarda sediment malzemenin etkisine verilebilecek en önemli örneklerden biri 22 Ağustos 2020 Dereli Taşkınıdır (Şekil 5). Bu taşkında ilçe merkezinde Dereli Deresi (Akkaya Deresi) üzerinde bulunan iki köprü tıkanmış ve sediment yüklü dere, ilçenin caddelerine yönelmiştir. Motorlu araçlar dahil olmak üzere önüne gelen her şeyi sürükleyen suyun getirdiği binlerce ton sediment, cadde ve sokaklar ile binaların giriş katlarına yığılmıştır (Apaydın 2021).



Şekil 5. 2020 yılındaki taşkında Dereli'nin sediment malzeme ile dolması (URL-2, 3, 4, 5, 6)

4.2.6. Yukarı Havza Önlemleri

Ağaçlandırma ve teraslama faaliyetleri ile ıslah sekisi, moloz bariyeri, sel tırmığı, tersip bendi, sel kapanı ve hatta taşkın kontrol barajı gibi mühendislik yapıları ve ayrıca yatak düzenleme ve temizleme faaliyetleri (Şekil 6) aşağıdaki yerleşimlerin ve arazilerin taşkınlardan korunmasında önemli olduğu havzadaki bazı uygulamalarla görülmüştür. Bu yapılar sedimenti ve diğer materyalleri havza yukarısında tutmakta ve akarsu akış hızını yavaşlatarak pik debiyi düşürmektedir. Başka bir ifadeyle sediment ve su tutucu yapılar akarsuyun hem debisini ve sediment yükünü azaltmakta, hem de akım toplanma süresini uzatarak pik debiyi düşürmektedir. Bu da, suyun akarsu yatağına sığarak taşkına neden olmasını engellemektedir. Ankete katılan uzmanların önemli bir kısmı (Kamu ve özel sektör) olayı böyle değerlendirerek bu faktöre yüksek puan vermişlerdir.

4.2.7. Yatak Eğimi

Akarsu yatak eğimi en temel hidrolik özelliklerden biri olarak su hızını ve seviyesini doğrudan etkilemektedir. Yerleşimin yukarısında ana yatak ve yan kollarda eğimin düşük, sürtünmenin yüksek olması aşağıdaki yerleşimi taşkından korumada olumlu etki yapmaktadır. Buna karşın yerleşim içinde akarsuyun düz bir hatta ve mümkün olduğunca yüksek eğimde akması suyun yatağa sığmasını kolaylaştırır. Bu faktör anketörler tarafından genellikle düşük puanla değerlendirilmiştir. Bunun nedeni, havzadaki yerleşimlerin bulunduğu vadilerde akarsu yatağının genellikle yüksek eğimli olduğu ve havzalar arasında veya yerleşimler arasında eğim yönünden çok da fark olmadığına bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Bazı yerleşimlerde akarsu kanalının menderesli olması nedeniyle yolun uzamasına bağlı olarak eğimin azalması ve böylece akış hızı düşerek taşkın meydana gelebilmektedir.



Şekil 6. Dereli'de 2020 taşkınından sonra gerçekleştirilen yukarı havza önlemlerine örnekler (a,b: Akkaya Deresi'nde ilçe merkezinin 2 km yukarısında inşa edilen tersip bendi ve arkasında ince malzeme birikmesi, b ve c: Tersip bendinen aşağı kesimde taşkından hemen sonra ve yatak düzenleme yapıldıktan sonraki hali) (Foto: A.Apaydın)

4.2.7. Yatak Eğimi

Akarsu yatak eğimi en temel hidrolik özelliklerden biri olarak su hızını ve seviyesini doğrudan etkilemektedir. Ana yatak ve yan kollarda eğimin düşük, sürtünmenin yüksek olması aşağıdaki yerleşimi taşkından korumada olumlu etki yapmaktadır. Buna karşın yerleşim içinde akarsuyun düz bir hatta ve mümkün olduğunca yüksek eğimde akması suyun yatağa sığmasını kolaylaştırır. Bu faktör anketörler tarafından genellikle düşük puanla değerlendirilmiştir. Bunun nedeni, havzadaki yerleşimlerin bulunduğu vadilerde akarsu yatağının genellikle yüksek eğimli olduğu ve havzalar arasında veya yerleşimler arasında eğim yönünden çok da fark olmadığına bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Bazı yerleşimlerde akarsu kanalının menderesli olması nedeniyle yolun uzamasına bağlı olarak eğimin azalması ve böylece akış hızı düşerek taşkın meydana gelebilmektedir.

4.2.8. Yerleşim İçinde Yatak Kesiti

Bir akarsu kanalından taşmadan geçebilecek debide kesit, eğim ve sürtünme belirleyicidir. DKH'sında vadi içi yerleşimlerde doğal akarsu yatağının daraltılması en büyük insan kaynaklı sorun olarak değerlendirilmektedir. Havzada çoğu yerleşim içindeki yatak kesitleri, sediment yüklü su ile birlikte tomruk, ağaç kökü ve dalı gibi uzunlamasına materyalleri geçirerek taşkına neden olmayacak şekilde geniş ve derin olmadığından taşkınlar da belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle bazı uzmanlar tarafından yüksek puan verilmiştir. Bu faktör üniversite ve özel sektör uzmanları tarafından üçüncü sırada, genel puanlamada ise dördüncü sırada önemli kabul edilmiştir.

4.2.9. Yatak Kesitinin Taşkın Debisine (m^2/m^3) ve Havza Alanına Oranı (m^2/km^2)

Yatak kesitinin taşkın debisine ve havza alanına oranı (4.2.8) maddesindeki "yatak kesiti" faktörüne göre daha net ve daha güvenli bir faktör olarak değerlendirilmiş, bu nedenle genel olarak daha düşük puan verilmiştir. Ancak küçük havzalarda yatak kesitinin dar bırakılmasının uzunlamasına malzemelerin tıkama ihtimalini yükselteceği ve bu nedenle bu faktörün de önemli olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, yatak kesitinin taşkın debisine veya havza alanına göre belirlenmesi tek başına kurtarıcı olamamakta, suyun taşıdığı katı malzemelerin tıkama etkisi de dikkate alınarak daha da geniş bırakılması gerekmektedir. Sonuç olarak, Y-8 faktörünün Y-9 faktörüne göre daha belirleyici veya önemli olduğu düşünülmektedir.

4.2.10. Yerleşimin Konumu

Yerleşim alanının minimum kotu ile akarsu kanal üst kotu arasındaki fark ne kadar fazla ise direnç o kadar yüksek, risk o kadar düşüktür. Bazı yerleşimlerde zemin seviyesi akarsu kanalının kenarındaki duvarın kret seviyesinde, hatta ondan daha düşüktür. Bu nedenle yatakta suyun kret kotunu aşar aşmaz yerleşim su altında kalabilmektedir. Örneğin Giresun'un Dereli ilçesinde 22 Ağustos 2020 tarihinde Akkaya Deresi'nin taşarak ilçe merkezine yönelmesi ve ilçeyi sediment malzeme ile doldurarak hayatı felç etmesi böyle olmuştur (Şekil 7). 18 Temmuz 2024 tarihinde İkizce (Ordu) şehir içindeki taşkın benzer nedenle geniş bir alana yayılmıştır.



Şekil 7. Tıkanan köprüler, Akkaya Deresi'nin talveg kotunun yükselmesiyle ilçeye yönelmesi (kırmızı oklar) ve derenin ana akarsu ola Aksu'ya boşalmasına kısmen bariyer teşkil eden binalar (B) (URL-7).

4.2.11. Özel Durum

Yerleşim içinde iki akarsuyun birleşmesi, yatağın kıvrımlı olması, köprü, menfez, mahmuz, kabartma yapısı gibi yapılarla ani kesit küçülmesi, yatağın üzerinin kapatılması, çöp-moloz-sediment malzeme ile kesitin daralması gibi yerel durumlar riski artırmaktadır. Örneğin 22 Ağustos 2020 tarihindeki Dereli taşkının meydana gelmesinde ilçenin ortasından geçen Aksu Deresi ile yan kol olan Akkaya Deresi'nin birleşme yerinde birbirine çok yakın iki köprünün tıkanması baş rol oynamıştır. Bu tıkanmada, köprülerin dar ve yan yana olması ile birlikte, hemen mansapta seviyesi yükselen Aksu'nun Akkaya Deresi'nin enerjisini düşürerek taşıdığı sediment malzemeyi köprüler ve arkasında çökeltmesi etkili olmuştur. Benzer şekilde, yatak eğimi yüksek ve muhtemelen sediment verimi yüksek alt havzaları temsil eden iki akarsuyun birleşim yerinde kurulmuş olan Köprübaşı (Trabzon) yerleşimi böyle bir tehlike ile karşı karşıyadır. Bu yerleşimde yatağın darlığı ve köprü ve menfezlerle ani yerel daralmalar tehlikeyi daha da artırmaktadır (Şekil 8). Yerleşim içinde ani kesit daralmasına başka iki örnek Ordu İkizce ve Kabataş ilçeleridir (Şekil 9). Ayrıca, daha önce de belirtildiği gibi, yerleşim içinden geçerken akarsu yatağının menderesli ve kavisli olması da taşkın oluşmasında etkilidir. Menderesli yatak akış hızını düşürerek suyun yükselmesine neden olmakta, ayrıca kavislerde su dış kısma hücum ederek o bölgede akım kanalından taşabilmektedir. Ordu'nun İkizce ilçesinde 18 Temmuz 2024 tarihli taşkın bu şekilde meydana gelmiştir. Üstelik, suyun taştığı kavisin arkasındaki köprü ayakları suya türbülans etkisi yapmıştır. Yine, Ordu'nun bir başka ilçesi Kabataş aynı tehlike ile karşı karşıyadır.



Şekil 8. Taşkın tehlikesiyle karşı karşıya olan Köprübaşı'ından görüntüler (İki derenin birleşim yerinden mansaba doğru uzayan yerleşime mansaptan (a) ve menbadan (b) bakış, yan kol (c) ve ana kolda (d) yatağın işgali, yatak kesitini daha da daraltan binalar (e) ve köprü (f) (URL-8)



Şekil 9. Ordu-İkizce'de kesitin daraldığı köprü gerisinde kesit küçülmesi olumsuzluğunun düşü ile önlenmeye çalışılması (a ve b), ancak şiddetli yağışlarda yükselen suyun mendereslenme nedeniyle 18 Temmuz 2024 tarihinde taşması (c,d,e), Ordu-Kabataş'ta yerleşim içinde menderesli olan yatakta (f ve g) kavislerin dış bölgesinin taşkın yönünden sorunlu oluşuna ait fotoğraflar (URL-9, URL-10, URL-11, URL-12)

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

DKH'nda bulunan vadi içi kentsel yerleşimlerde taşkınların meydana gelmesinde etkili olan 11 adet faktör üzerinde anket yöntemiyle yapılan genel puanlamaya göre yağış şiddeti, yerleşimin akarsuya göre konumu, yerleşim içinde akarsu yatağı kesiti, yerleşim içinde yatak kesitini daraltan veya suyun yataktan taşmasına neden olan özel durumlar ve havzada taşkını önleme veya kontrol altına alma amaçlı mühendislik hizmetleri başlıca belirleyici faktörler olarak belirlenmiştir. Bu beş ana faktörün 11 faktör içindeki ağırlığı yaklaşık %70'dir. Bu faktörlerden sadece yağış şiddeti doğal faktör olup, diğer dört faktör insanın kontrol altına alabileceği veya en azından iyileştirebileceği faktörlerdir. Buradan şu sonuç çıkmaktadır ki, taşkınlardan korunmada dikkate alınacak temel faktör yağış şiddetidir. Yağış şiddeti havzaya ait başka faktörlerle birlikte debiyi ve hatta sediment yükünü bile etkilediğinden taşkınlara karşı dirençli kentler inşa etmede referans alınacak en önemli faktör olmaktadır.

Anket sonuçlarına bakıldığında, tamamen doğal faktörler olan yağış şiddeti ve havza alanının ağırlığı % 19, doğal faktörler olup da mühendislik uygulamalarıyla iyileştirilebilen taşkın pik debisi, akım toplanma süresi,

sediment verimi, yatak eğimi ve yerleşimin akarsuya göre konumunun toplam ağırlığı % 40, insanın elinde olan yukarı havza mühendislik önlemleri, yatak kesitinin yeterli olması ve yerleşime ait özel olumsuz durumların ağırlığı ise % 41'dir.

Taşkınlar deprem veya volkanik patlama gibi tamamen doğal, yani insan kontrolü dışında değildir. Herhangi bir tehlikeden korunmada aslolan yaklaşım veya strateji "tehlikeden uzak durmak veya tehlikeyi dikkate alarak" yaşamaktır. Bu bağlamda, taşkınlara karşı dirençli kentler inşa edilmesinde akılcı ve gerçekçi yaklaşımla doğaya uyum anlayışı yeterlidir. Bunun somut ifadesi ise yerleşimlerde debisi ne kadar artarsa artsın, seviyesi ne kadar yükselirse yükselsin, akarsuyu kendi yatağına sığdırmak, başka bir ifadeyle yatağı ona göre geniş tutmaktır. Bunun çözümü de kentleşme, yapılaşma vb. uygulamalarda doğal akarsu yatağının işgal edilmemesidir. Taşkın kontrol yapılarının ve havzada yapılacak bazı düzenlemelerin taşkınların meydana gelme riskini çoğu zaman azalttığı ve aşağıdaki yerleşimler için güven artırıcı olduğu bir gerçektir. Ancak sarp topoğrafya, ulaşım güçlükleri, bakım-onarım mecburiyeti ve maliyet gibi faktörler yönünden inşasında ve işletilmesinde güçlükler söz konusudur. Ayrıca, yukarı havza önlemlerinin tehlikeyi tamamen ortadan kaldırmadığı, aşağıdaki yerleşimleri taşkınlardan yüzde yüz koruyamayacağı bilinmelidir. Başka bir ifadeyle, yukarı havza önlemlerine güvenerek, aşağıda kentsel bölgede yanlış uygulamalara devam edilmesinin büyük bir yanılgı ve çelişki olduğu bilinmelidir.

Bu anket çalışması DKH'ndaki sadece vadi içi yerleşimlerde taşkınların meydana gelmesindeki faktörlerin ağırlığını ölçmeye yönelik olup, bir risk analizi veya hasar analizi değildir. Anketin sonuçları DKH'sını ve taşkın olaylarını bilen kişilerin bakış açılarını yansıtan ve elde edilen bulguları değerlendiren, yorumlayan bir çalışma olarak kabul edilmelidir. Şunu özellikle vurgulamak gerekir ki, ankete katılanların dışında çok sayıda taşkın uzmanı veya o konuda çalışan, emek veren kişilerin katılımı ile bu sonuçların değişebileceği, hatta yaşanacak yeni deneyimlerle ankete katılanların görüşlerinin bile zamanla değişebileceği dikkate alınarak, bu çalışmanın bir vaka çalışması olarak kabul edilmesi uygun olacaktır. Çalışmadan elde edilen sonuçların makul kabul edilmesi halinde bundan sonra yapılacak çalışma ile faktörlerin ağırlıklarına uygun olarak risk puanlamasının yapılması ve her yerleşim için taşkın tehlikesi yönünden toplam risk puanının hesaplanması mümkün olabilir. Bunun sonucunda havzadaki yerleşimlerin yüksek riskliden düşük riskliye doğru sıralanması ve ayrıca, yerleşimlerin taşkınlara karşı zayıf yönlerinin ortaya konması mümkün olabilir. Böylece yerleşimleri taşkınlara karşı daha dirençli hale getirebilmek için hangi iyileştirmelerin yapılabileceğine veya hangilerine öncelik verileceğine daha kolay karar verilebilecektir.

TEŞEKKÜR

Anket çalışmasını dijital ortama taşıma konusundaki fikir ve desteği nedeniyle Dr. Öğretim Üyesi Enes YILDIRIM'a (Giresun Üniversitesi) teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Akman, M.U (2021). Taşkın koruma ve kontrol yapılarının değerlendirilmesi,Türk Hidrolik Dergisi (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : 5, Sayı (Number) : 1, Sayfa (Page) : 25-31.

Aksu, H., Çetin, M., Aksoy, H., Yaldız, S.G.,Yildirim, I., Keklik G., (2022). Spatial and temporal characterization of standard duration-maximum precipitation over Black Sea Region in Turkey, Natural Hazards (2022) 111:2379–2405

Anılan T, Sayıl MC, Yüksek O, Bayram S (2024). Taşkın risk yönetiminde sosyal faktörlerin değerlendirilmesi ve Doğu Karadeniz Havzası için risk algısı yönetim önerisi, Afet ve Risk Dergisi (Journal of Disaster and Risk), 7(1), 2024, 172-194.

Apaydın, A. (2024a). Giresun'da iklimin ana özellikleri ve yeni meteorolojik kayıtlara göre bölgesel-yerel farklar, 3. Bilsel International Çatalhöyük Scientific Researches Cogress 24-25 August, 2024 Konya/Türkiye,415-443.

Apaydın, A. (2024b). Doğu Karadeniz Havzası'ndaki kentsel yerleşimlerin sel ve taşkın tehlikesi yönüyle sınıflaması ve bazı önemli örneklerin incelenmesi, I. Uluslararası Ayasofya Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi-İstanbul-Türkiye, 17-18 Kasım 2024, 764-786.

Apaydın, A. (202c). Ordu ve Giresun sahilindeki kentsel yerleşimlerin sel ve taşkın tehlikesi yönünden karşılaştırmalı incelemesi, 1. International Ayasofya Scıentific Researches and Innovation Congress, 16-17 November 2024 İstanbul-Türkiye, 781-811.

Apaydın, A. (2023). Karadeniz Sahil Yolunun yüzey drenajına etkilerinin Giresun'dan bazı örneklerle incelenmesi, II. Bilsel Uluslararası Dünya Bilim ve Araştırma Kongresi-İstanbul, 484-499.

Apaydın, A. (2021). 22 Ağustos 2020 Tarihli Taşkına Neden Olan Dereli Deresi (Giresun) Havza Analizleri, Taşkının Nedenleri ve Sonuçları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 11*(2), 392-425.

Arnell, N. W. and Gosling, S. N. (2014). The Impacts of Climate Change on River Flood Risk at the Global Scale. *Climatic Change,* 134: 387-401, https://doi.org/10.1007/s10584-014-1084-5.

Arnell NW, Gosling SN (2013). The impacts of climate change on hydrological regimes at the global scale. JHydrol 486:351–364.

Avcı V. ve Sunkar M (2015). Giresun'da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri. *Coğrafya Dergisi, 30,* 91-119.

Babacan, HT., Yüksek Ö., (2024). Investigation of climate change impacts on daily streamflow extremes in Eastern Black Sea Basin, Turkey, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 134, June 2024, 103599.

Binici F, Aksoy, T. (2022). Şehirleşmenin taşkın üzerindeki etkisi, GSI Journals Serıe C: Advancements In Informatıon Scıences And Technologıes, Volume: 5, Issue: 1, 64-76.

Ceylan, A. ve Kömüşcü, A.U. (2007). Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları. 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK (11-13 Nisan 2007), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Demir, V., Keskin, A.Ü. (2022). Taşkınların ekonomik zararlarının değerlendirilmesi (Samsun-Mert Irmağı Havzası), Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, UMAGD, (2022) 14(2), 663-678.

Haltas I, Yildirim E, Oztas F And Demir I (2021). A comprehensive flood event specification and inventory: 1930–2020 turkey case study, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 56, April 2021, page 102086.

Hatipoğlu İK (2022). Giresun'da (merkez ilçe) bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanılarak taşkın risk alanlarının belirlenmesi, *Sosyal Bilimlerde Güncel tartışmalar 11*, Ed. Zeynel Karacagil, Bilgin Kültür Sanat yayınları, 401-421.

Kandemir, Ş. (2025). Doğu Karadeniz Havzası'ndaki meydana gelen taşkınların çoklu göstergelerle analizi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniv. Fen Bilimleri Enst. 158 s.

Korkan, Y.S, Korkanç M (2006). Sel ve taşkinlarin insan hayati üzerindeki etkileri, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi Yıl: 2006 Cilt:8 Sayı:9, 42-50.

Korkmaz M (2022), Nehirlerde taşkın tekerrür debisi hesabı ve taşkın risk değerlendirmesi, El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi (ECJSE), Cilt 9, No 2, 532-541.

Köroğlu B, Akıncı H (2023). Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı çok kriterli karar analizi ile Giresun ili Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık analizi, Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt: 1, No: 2, 62-81.

Lehner B, Döll P, Alcamo J, Henrichs T, Kaspar F (2006). Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental,integrated analysis. Clim Chang 75:273–299.

Nacar S., Kankal, M., Okkan U., (2022). Doğu Karadeniz Havzası Lokal Meteorolojik Değişkenleri İçin Bir Ölçek İndirgeme Uygulaması ve Senaryo Esaslı Öngörüler, Teknik Dergi, 2022, 12877-12911, Yazı 709.

Ocak F, Bahadır M (2020). Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere Ait Taşkın Risk Analizleri, The Journal of Academic Social Sciences Studies, yıl 13, sayı 80, 499-524.

Oğuz K, Oğuz E, Coşkun M (2016). Coğrafi bilgi sistemleri ile taşkın risk alanlarının belirlenmesi: Artvin ili örneği, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 21-24 Kasım 2016, Rize, 12 s. https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/cbs-taskin.pdf

Özdemir H (2007). Farklı senaryolara göre taşkın risk analizi: havran Çayı örneği (Balıkesir), TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007, İMO Kongre-Kültür Merkezi, Ankara, 155-165, https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/afet_sempozyumu_2007.pdf

Prudhomme C, Jakob D, Svensson C (2003). Uncertainty and climate change impact on the flood regime of smallUK catchments. J Hydrol 277:1–2

Sütünç HS ve Yavuz VS (2022). Taşkın risk alanlarının analitik hiyerarşi süreci kullanılarak mikro-havza ölçeğinde değerlendirilmesi, İdealkent, sayı 37, cilt 13, yıl 2022-3, 1667-1690.

SYGM (2020a). Doğu Karadeniz Havzası taşkın yönetim planı, Su Yönetimi Genel Müd., Ankara, 978 s. https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y%C3%B6netim%20Planlar%C4%B1%2026.12.2022/DOGU_KARADENIZ_HAVZASI_Taskin_Yonetim_Plani.pdf

Taş MA, Yanık ME (2022). Analitik hiyerarşi süreci (AHS) metodu ile Behzat Deresi (Tokat) havzası taşkın risk analizi, Erzincan Üniversites Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, yıl 15, sayış 2, 185-199.

Ünal A, Çamcı KG, Tonyalıoğlu EE (2022). Çok kriterli karar analizi ile doğal afetlerde haritalama: Aydın ili sel-taşkın örneği, Uluslararası Çalışmalar Dergisi (Journal of International Studies, ULISA),Cilt 6, sayı 2, 136-150.

Visser, H., Petersen, A. C. and Ligtvoet, W. (2014). On the Relation Between Weather-Related Disaster Impacts, Vulnerability and Climate Change. *Climatic Change*, 125: 461-477.

Yüksek İ, Babacan HT, Yüksek O (2022). Doğu Karadeniz Havzası'nda Taşkın Sebepleri, Zararları ve Taşkın Yönetimi Çalışmaları, Türk Hidrolik Dergisi (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : 6, Sayı (Number) : 2, Sayfa (Page) : 36-46.

Yüksek Ö., Anılan, T., Akçalı, E., (2021). "A1 Afet Sorunsalı/Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetimi", Taşkın Yönetimi, Doğu Karadeniz Çevre Tartışmaları", Livre de Lyon, Lyon, pp.1-26.

Yüksek, Ö., Kankal, M., Üçüncü, O., (2013). Assessment of Big Floods in the Eastern Black Sea Basin of Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 185:797–814.

İnternet Kaynakları

URL-1: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2023-49684

URL-2:https://sigortamedya.com.tr/giresunda-sel-felaketi/, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-3:https://x.com/duzceuniversite/status/1297483544449765377/photo/1, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-4:https://www.aa.com.tr/tr/pg/foto-galeri/derelide-selin-ardindan-enkaz-kaldirma-ve-temizlik-calismalari-suruyor/146, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-5:https://www.yesilgiresun.com.tr/haber/5147985/derelide-yikilan-kopru-havadan-goruntulendi, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-6:https://yurtsever.org.tr/2020/giresunda-sel-felaketi-379570/, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-7: https://www.yenisafak.com/foto-galeri/gundem/devlet-sozunu-tuttu-sel-felaketinin-yasandigi-giresun-derelide-yikilan-evler-bir-yilda-tamamlandi-2052421/5, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-8: https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/trabzonda-tedirgin-eden-goruntu-giresunun-dereli-ilcesi-gibi-sel-riski-tasiyor,6IrvK75EWki8RAphgU-EKw/XBuA_HQmskCpHdOE8yKQQQ, (erişim tarihi: 25 Ocak 2025)

URL-9: https://www.gezi-yorum.net/ordu-ikizce/

URL-10 https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/ordu-ve-musta-sel-felaketi-2-kisi-hayatini-kaybetti,pzM6KsQ610Ct3RzEm-flDg

URL-11: https://wowturkey.net/konu/ordu-kabatas.2235/

URL-12: https://abkplastik.com.tr/index.php?route=journal3/blog/post&journal_blog_post_id=872.

"TAŞKIN", "SEL", "SU BASKINI" KAVRAMLARI VE DOĞU KARADENİZ HAVZASI'NDAN ÖRNEKLERLE BİR İNCELEME

Ahmet APAYDIN
Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye
(ORCID: 0000-0002-6437-7208)
ahmet.apaydin@giresun.edu.tr

Özet

Sel, taşkın ve su baskını terimleri zaman zaman eş anlamlı olarak kullanılmakta ise de bunlar arasında meydana geliş yerleri, biçimleri, nedenleri ve sonuçları bakımından farklar vardır. Sel, genellikle kuru olan araziyi sular altında bırakan bir olay olup, "akma halinde olan su" anlamına gelmekte, eylem olarak suyun araziye yayılması olayıdır. Sel bir yamaç arazide, kuru bir dere yatağı ve çevresinde, yerleşim alanında yamaca dayanan bir sokakta veya yolda, yerleşimin çukur bölgesinde meydana gelebilmektedir. Buna göre de vadi seli, yamaç seli, şehir seli gibi adlar verilmektedir. Vadi ve yamaç selleriyle su ile beraber iri sediment malzeme de taşınır. Taşkın ise selden farklı olarak akarsuyun yatağına, göl veya denizin rezervuarına sığmayarak her zamanki mekânının dışına çıkması ve oralara zarar vermesi olayıdır. Dolayısıyla sel ve taşkın sadece akarsu yatakları ve etrafında meydana gelen doğa olayları değildir. Ancak ülkemizde en yıkıcı olan taşkın türü akarsu taşkınlarıdır. Su baskını terimi, bazen sel ile aynı anlamda kullanılsa da, bir bölgenin (kıyı, tarım arazisi, kentsel bölge vb) uzun süre veya kalıcı olarak su altında kalması olarak kabul edilmektedir. Su baskını ayrıca, doğal olarak değil de kanalizasyon ve içmesuyu kaçaklarıyla da meydana gelebilmektedir.

Ülkemizin en fazla yağış alan bölgesi olan Doğu Karadeniz Havzası'nda sel, taşkın ve su baskınları sık sık meydana gelmekte, hatta aynı anda birden çok olay birbirine karışabilmektedir. Örneğin, özellikle yaz aylarında taşkınla birlikte hem yamaç ve vadi selleri, hem de şehir selleri meydana gelebilmektedir. Bu bildiride, kavramlar literatürden de beslenerek tanımlanmakta, birbirleriyle ilişkileri veya farkları tartışılmakta, daha sonra da Doğu Karadeniz Havzası'ndan örneklerle pekiştirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, sel, su baskını, kıyı taşkını, Doğu Karadeniz Havzası

FLOOD TYPES AND AN INVESTIGATION WITH EXAMPLES IN THE EASTERN BLACK SEA BASIN

Abstract

The Turkish terms “sel”, “taşkın” and “su baskını”, which correspond to the English words, “pluvial flood”, “river flood” and “inundation” respectively, are sometimes used synonymously, but there are differences in terms of their location, form, causes, and consequences. Pluvial flood is a phenomenon that generally inundates dry land and means "flowing water." It is the process of water spreading over the land. It can occur on a hillside, in and around a dry stream bed, on a street or road that backs onto a hillside or in a depression within a residential area. Accordingly, they are referred to as “valley flood”, “hillside flood” and “urban flood”. Large sediments are carried along with the water in valley and slope floods. Floods, unlike pluvial floods, are events in which a stream, lake, or sea reservoir overflows beyond its usual location, causing damage. Therefore, floods and pluvial flood are not merely natural phenomena that occur in and around stream beds. However, the most destructive type of flood in Turkey is river flood (fluvial floods). Although the term inundation is sometimes used synonymously with flood, it is considered to be the prolonged or permanent submersion of an area (coast, agricultural land, urban area, etc.). Inundation can also occur not naturally but due to sewage and drinking water leaks in the urban areas.

In the Eastern Black Sea Basin, the region that receives the most rainfall in our country, river floods, inundations, and pluvial floods occur frequently, and even multiple events can occur simultaneously. For example, especially in the summer months, river floods can occur with hillside flood and valley floods, as well as urban floods. In this paper, the above concepts are defined by drawing on the literature; their relationships and differences are discussed, and then reinforced with examples from the Eastern Black Sea Basin.

Key Words: Flood types, river flood, urban flood, coastal flood, Eastern Black Sea Basin

1. GİRİŞ

Bilindiği üzere sel ve taşkın olayları insan yerleşimlerini önemli oranda tehdit eden, can ve mal kayıplarına yol açan, toplum yaşamını doğrudan ve dolaylı etkileyen, fiziksel ve ekonomik etkilerinin yanında salgın hastalıklara, zararlı kimyasalların etrafa yayılmasıyla çevre kirliliğine vb. neden olabilen doğa olaylarıdır. Sel ve taşkın sadece akarsu yatakları ve etrafında meydana gelen doğa olayları değildir. İnsan yerleşimlerinin olduğu hemen her yerde, yanlış yapılaşmanın ve yanlış arazi kullanımının sonucu olarak meydana gelebilmektedir. Ülkemizde Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere sık sık sel ve taşkınlar meydana gelmektedir. Bunlar basın ve medyada "taşkın", "sel" ve "su baskını" şeklinde ifade edilmekte, kavramlar birbirine karıştırılmaktadır. Dilimizdeki sel ve taşkın kelimelerinin karşılığı olarak İngilizce'de "flood", su baskınının karşılığı olarak "inundation" kullanılır. 'Flood' kelimesi Cermen kökenlidir, 'inundation' kelimesi ise Latincedir.

Ülkemizin en fazla yağış alan havzası olan Doğu Karadeniz Havzası'nda (DKH) sel, taşkın ve su baskınları sık sık meydana gelmekte, hatta aynı anda birden çok olay birbirini etkilemektedir. Örneğin, özellikle yaz aylarında taşkınla birlikte hem yamaç ve vadi selleri, hem de şehir selleri meydana gelebilmektedir. Bu bildiride, taşkın, sel ve su baskını kavramları literatürden de beslenerek tanımlanmakta, birbirleriyle ilişkileri veya farkları tartışılmakta, daha sonra da Doğu Karadeniz Havzası'ndan örneklerle pekiştirilmektedir.

2. "TAŞKIN", "SEL", "SU BASKINI" KAVRAMLARI

Sel ve taşkın terimleri bazı çevrelerce eş anlamlı olarak kullanılmakta ise de bu iki hidrolojik olay arasında oluş biçimleri, nedenleri, yerleri ve sonuçları bakımından fark vardır (Korkanç, 2005). Sel, genellikle kuru olan araziyi sular altında bırakan bir olay olup, "akma halinde olan su" anlamına gelmekte, sellenme ise suyun araziye yayılması olayıdır. Sel bir yamaç arazide, kuru bir dere yatağı ve çevresinde, yerleşim alanında yamaca dayanan sokaklarda, caddelerde, yollarda meydana gelebilmektedir. Buna göre de kuru vadi seli, yamaç seli, şehir seli gibi isimler almaktadır (Apaydın 2024a).

Şehir selleri hariç, sel olayı havzaların yukarı bölgelerinde veya yamaç arazilerde oluşan, genellikle iri taneli sediment, moloz vb. katı malzemeyi taşıyan, aşağı kesimlerdeki yerleşimler, tesisler ve araziler üzerinde yıkıcı etkisi fazla olan hızlı ve yüksek debili akımları tanımlamaktadır. Seller genellikle üst havzalarda yüksek eğimli akarsular (yan dereler) veya çok şiddetli yağışlara bağlı olarak yamaçlarda meydana gelir. Ancak seller kentsel yerleşim alanlarında da meydana gelmekte, kent seli veya şehir seli adını almaktadır. Sellerin etki alanı genellikle taşkınlara göre sınırlıdır. Bu açıklamalara göre seli; şiddetli yağışlarda bitki örtüsünün, toprağın veya zemini kaplayan herhangi bir yapay örtünün (daha çok kentsel alanlardaki çatı, asfalt, beton vb.) tuttuğu sudan fazlasının arazide hayatı etkileyecek şekilde akması olayı olarak da tanımlayabiliriz.

Taşkın bir akarsuyun, akış hızının azaldığı ve yatak eğiminin düştüğü aşağı havza kesimlerinde yatağından taşarak çevresindeki arazilere yayılmasına neden olan yüksek akımlardır (Özyuvacı, 2001). Başka bir tanıma (URL-1) göre taşkın; yan derelerden gelen sellerin kısa sürede ana akarsuya ulaşmasıyla vadi boyunca yatakta akan suyun yükselmesi ve normal yatağına sığmayıp taşkın yatağına ve çevresindeki taşkın düzlüğüne yayılması şeklinde gerçekleşen olaydır. Başka bir deyişle (Apaydın 2024a) taşkın, yan derelerden ve yamaçlardan gelen sel sularının kısa sürede ana akarsuya ulaşmasıyla ana yatakta seviyenin yükselmesi ve yatağına sığmayıp, yatak dışına yayılması şeklinde gerçekleşen olaya denmektedir. Bu taşkın tanımları sadece akarsu taşkınları için geçerlidir. Çünkü akarsu taşkınları haricinde deniz ve göllerin de taşması söz konusudur. Hatta yeraltısuyunun yeryüzüne yükselmesiyle bile taşkın oluşabilmektedir. Bunlara sırasıyla sahil taşkını (deniz taşkını, göl taşkını) ve yeraltısuyu taşkını adı verilmektedir. Hatta barajlardan ani tahliye edilen sular veya baraj yıkılmaları nedeniyle de taşkınlar meydana gelebilmektedir (baraj taşkını).

Meydana geliş ve sonuçları bakımından yukarı havzadaki yamaç ve vadi selleri genellikle doğal nedenlerle, taşkınlar ve şehir selleri ise insan faktörüne bağlı olarak meydana gelir. Havza yukarılarında akarsu ve yamaç

sellerini kontrol altına almak veya etkilerini azaltmak aynı zamanda aşağı bölgede ana akarsuda taşkını da önlemek anlamına gelmektedir (Apaydın 2024a).

USACE (Glossary, 2012), taşkını ve seli (flooding); "normalde kuru olan kara alanlarının iç suların veya gelgit sularının taşması veya herhangi bir kaynaktan gelen yüzey sularının olağandışı ve hızlı birikmesi veya akması sonucu kısmen veya tamamen sular altında kalmasıyla oluşan genel ve geçici bir durum " olarak tanımlamıştır. Bizim kullandığımız "taşkın yatağı", "taşkın alanı" veya "sel yatağı" terimlerinin (floodplain) karşılığı olarak "akarsu, göl veya okyanus gibi bir su kütlesine bitişik, sular altında kalmaya müsait kuru arazi" (URL-2) tanımını yapmıştır.

SYGM (2017)'ne göre taşkın (akarsu taşkını ile sınırlı kalan bir tanımdır) "bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşarak, çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vererek o bölgedeki ekonomik ve sosyal faaliyetleri kesintiye uğratan bir tabii olay" şeklinde tanımlanmış ve meydana geliş yerlerine göre "nehir taşkını", "dağlık alan taşkını", "kıyı taşkını", "yeraltısuyu taşkını" ve "göl taşkını" şeklinde sınıflanmıştır. Kerim ve Sümer (2019) taşkınları türüne göre önce nehir taşkınları ve kıyı taşkınları olarak iki başlık halinde sınıflamış, nehir taşkınlarını memba ve ani taşkınlar ve mansap taşkınları olarak ikiye ayırmış, kıyı taşkınlarını ise okyanus, deniz, göl vb. olarak örneklemişlerdir. Oluşma yerlerine göre dere ve nehir taşkınları, dağlık alan taşkınları, şehir taşkınları ve kıyı taşkınları olarak gruplamışlardır.

Avrupa Birliği Avrupa Çevre Ajansı'na göre (Floods Directive (2007/60/EC), sel veya taşkın (flood) normal koşullar altında sularla kaplı olmayan arazilerin geçici olarak sularla kaplanması anlamını taşımakta, meydana geliş yerlerine göre nehir selleri (veya taşkınları) (river flood), şehir selleri (urban flood), sahil veya kıyı taşkınları (flood from the sea in coastal areas) ve baraj taşkınları (dam flood) olarak gruplanmaktadır (URL-3). Burada dikkat çekmek gerekir ki, İngilizcede "flood" kelimesi dilimizdeki taşkın ve selin karşılığı olduğu için, sel ve taşkın çeşitlerinin Türkçedeki karşılığının bulunmasında güçlük çekilebilmektedir. Aslında, hidrolojik çevrimin bir parçası olarak su; atmosfer, yeryüzü ve yeraltında bir ortamdan başka bir ortama hareket eden, dönüşen, adı değişen dinamik nesne olduğu için sınırlarını çizmek, davranışını tam olarak tanımlamak veya ona bir ad vermek zor olabilmektedir. Örneğin bir bölgede kısa süreli aşırı yağışla yamaç seli ve kentsel alanda şehir seli oluşabilir. Yağış kesildikten hemen sonra sel olayı bitip, ana yatakta birleşen bütün suların yükselmesiyle taşkın başlayabilir. Bu olaydan da görüleceği üzere sel ve taşkın olayında zaman faktörü de belirleyici olup, seller taşkınların habercisi olarak da değerlendirilebilir.

Seller şiddetli yağışla başlar, genellikle yağış bitip suların çekilmesiyle sona erer. Akarsu taşkını ise genellikle şiddetli yağışın başlamasından bir süre sonra başlar, yağış kesildikten sonra da devam edebilir. Hatta taşkının olduğu yere hiç yağmur yağmayabilir de. Bu durumda taşkının nedeni, akarsu havzasının yukarı bölgesine düşen şiddetli yağışlardır. Taşkın veya seller kar erimesine bağlı olarak da meydana gelebilir.

Yamaç ve kuru vadi selleri sona erdiğinde, yayıldığı alanda genellikle kum, çakıl, blok boyutlu sediment malzeme, moloz ve ağaç kök ve dalları gibi malzemeler kalır. Bu tür sellerin en olumsuz özelliği, taşıdığı iri bloklar ve özellikle uzunlamasına malzemelerin (ağaç kökleri, tomruklar ve dallar) köprü ve menfezleri tıkamasıdır. Kentsel alanlarda şiddetli yağışlarda yamaçlardan gelen sediment malzeme ve çöpler mazgalları tıkayarak sele neden olmakta veya selin şiddetini artırmaktadır.

Su baskını terimi, bazen taşkın ve sel ile aynı anlamda kullanılsa da su baskınını diğerlerinden ayıran iki özellik vardır. Birincisi, su baskınının sel ve taşkından daha uzun süre veya kalıcı olarak gerçekleşmesi, ikincisi ise su baskınının şiddetli yağışlardan bağımsız olarak, örneğin kanalizasyon patlaması nedeniyle meydana gelebilmesidir. Bazen taşkın ve sel, olayın adı; su baskını ise bu olayın sonucu olarak da kullanılabilmektedir. Bazı haber sitelerinde veya TV haberlerinde "seller su baskınlarına neden oldu" ifadesi yer alabilmektedir.

Flick vd. (2012), "sel ve taşkın" teriminin (flooding), kuru alanların geçici olarak (periyodik veya ara sıra) ıslanması veya su altında kalması durumunda kullanılmasını, buna karşın "su baskını" teriminin, kurak bir alanın kalıcı olarak su altında kalma sürecini belirtmek için kullanılmasını önermektedirler. Önerilen ayırıma göre, sel veya taşkın her zaman su baskınından şiddetlidir. Gelgitsel taşkınlar veya fırtınalara bağlı deniz basması kıyı taşkını olarak tanımlanır. Ancak deniz seviyesinin yükselmesiyle kıyıların kalıcı olarak su altında kalması su baskınıdır. Buna göre geçmişte (90'lı yıllar) aşırı yağışlarla Van Gölü'nde seviye yükselmesiyle kıyı alanlarının su altında kalması su baskını olarak kabul edilebilir. Yazarlar, makalede su seviyesi eğer ortalama deniz seviyesinin üzerine çıkmışsa (gel-git vb.) buna taşkın (flooding), eğer ortalama deniz seviyesi yükselmişse "su baskını" denmesini önermektedirler.

Tarım alanlarında, şehirlerde drenajı olmayan veya çok yavaş olan düz veya çukur bölgelerde çevreden sel suları veya örneğin akarsudan taşkın suları gelmese bile şiddetli yağışlarda su birikmekte, su seviyesi yükselmekte, bu alanlar günlerce, haftalarca hatta aylarca su altında kalabilmektedir. Bu olay su baskını olarak tanımlanmakta olup, İngilizcesi "water logging"'dir. Bu kavram, tarımsal alanda çoğunlukla aşırı yağış ve fazla sulama ile çukur veya düz alanların su ile kaplanması, suyun belirli bir kalınlığa erişerek bitki gelişimine zarar vermesi olayıdır. Çok geniş arazilerde söz konusu olursa ürün rekoltesi ve kalitesi yönünden büyük zararlara neden olabilmektedir.

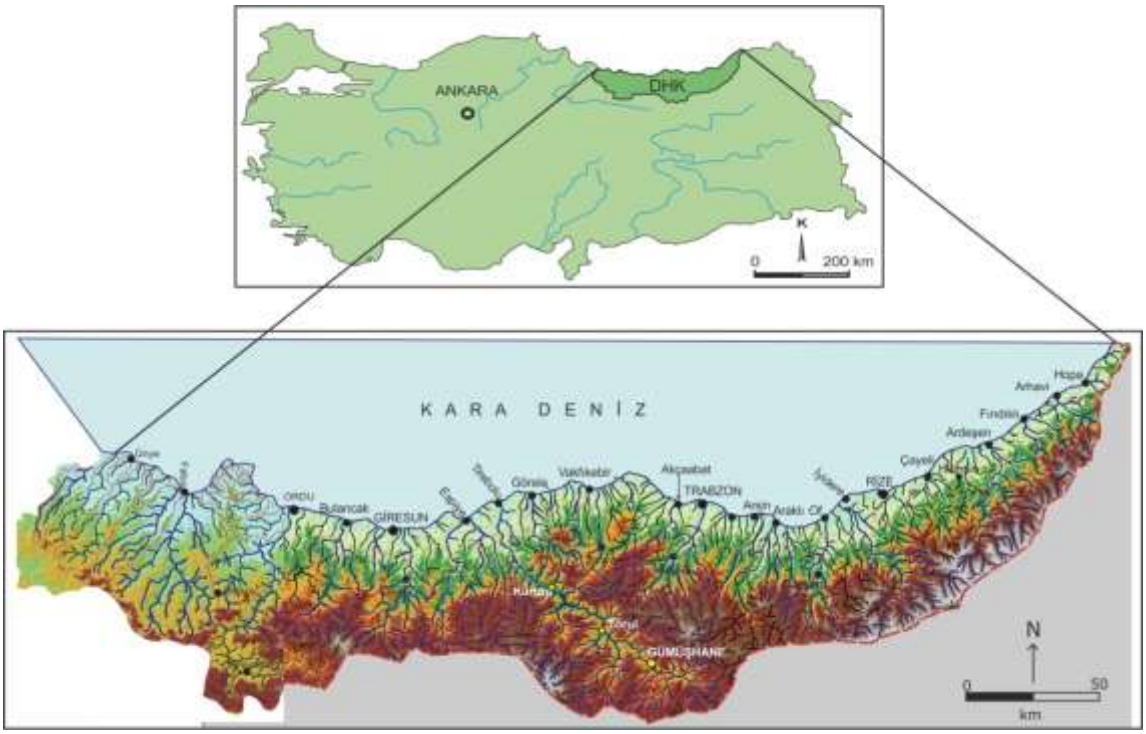
Akarsu havzalarının yukarı kesimlerinde kuru vadi ve yamaç sellerinin doğal nedenlerle meydana geldiği, sellerle ana yatakta toplanan suyun, yatak kapasitesi yetersiz kaldığında çevre arazilere taşmasının ise insan kaynaklı olduğu bilinmektedir Ayrıca, kentsel alanlarda şehir selleri yüzey ve yeraltı drenaj kapasitesinin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır.

Kentsel alanlarda kanalizasyon (atıksu ve yağmur suyunun birlikte deşarj edildiği birleşik sistem) şebekelerinin şiddetli yağışlarda aşırı yüklenme ile yetersiz kalması sonucu taşma (geri tepme de denir) veya ender de olsa içme suyu şebekesinde patlama ile meydana gelen büyük kaçaklar meydana gelebilmekte, cadde ve sokaklar su altında kalabilmekte, hatta binaların bodrum veya giriş katlarına su dolabilmektedir. Böyle bir olay İngilizce literatürde "sewer flood" olarak adlandırılsa da, sel veya taşkın olarak değil, su baskını olarak tanımlamak daha doğrudur.

3. DOĞU KARADENİZ HAVZASINDA ÖERNEKLERLE TAŞKINLAR VE SELLER

Doğu Karadeniz Havzası, Türkiye'nin yedi coğrafik bölgesinden biri olan Karadeniz Bölgesinin doğusunda, doğuda Gürcistan sınırından batıda Ordu-Samsun sınırına kadar olan bölgede Karadeniz'e dökülen akarsu havzalarının oluşturduğu büyük havzadır (Şekil 1).

Doğu Karadeniz Havzası'nda sel, taşkın ve su baskınlarının birçok çeşidi sık sık meydana gelmekte, hatta aynı anda birden çok olay birbirine karışabilmektedir. Örneğin, özellikle yaz aylarında taşkınla birlikte hem yamaç ve vadi selleri, hem de şehir selleri meydana gelebilmektedir. Özellikle kentsel alanlarda taşkın suları ile şehir selleri birleşerek tehlikeyi daha da artırmaktadır. Bazı sahil yerleşimlerinde deniz taşkınları da meydana gelmektedir. Kandemir (2025)'e göre Doğu Karadeniz Havzası'nda 1956-2023 arasındaki 68 yıllık dönemde 351 adet il ve ilçe yerleşimini etkileyen 194 farklı tarihli taşkın olmuş, buna göre yılda ortalama 5 yerleşim taşkına maruz kalmıştır. Ortalama insan kaybı ise yılda 6 kişidir.



Şekil 1. DKH nın bulduru haritası

Apaydın (2024), sel ve taşkının tanımı, meydana gelme nedenleri, oluşum süreçleri ve sonuçlarını dikkate alarak DKH'nda sel ve taşkınları yamaç veya vadi selleri, şehir selleri, akarsu taşkınları ve deniz taşkınları şeklinde gruplamış, havzadaki kentsel yerleşimlerin bunların en az birinin etkisi altında olduğuna dikkat çekmiştir. Aynı çalışmada havzadaki yerleşimler sel ve taşkın olayı ile ilişkilendirilerek sahil yerleşimleri, vadi içi yerleşimler ve yüksek bölge yerleşimleri olarak üçe ayrılmıştır. Bunlardan en fazla risk altında olanlar sahil yerleşimleri, en dirençli olanlar yüksek bölge yerleşimleridir.

DKH'nda çok şiddetli yağışların meydana gelmesi ve ayrıca topoğrafik eğimin yüksek olması sellerin oluşması için en temel iki faktördür (Şekil 2). Havzanın büyük bir kısmının % 45 ve üzeri eğime sahip olması, yağış sularının hızla akmasına ve aşağı kotlara doğru yönlenmesine neden olmaktadır. Akarsu vadilerinin denize ulaştığı düzlükler ve kıyı ovaları yerleşim için daha elverişlidir ancak çevrelerinden gelen sulara maruz kalmaları, bu bölgeleri taşkın açısından dirençsiz hale getirmektedir (SYGM, 2020).

Jeolojik yapı, toprak yapısı ve bitki örtüsü özelliklerine bağlı olarak erozyon durumu da sel sularının sediment malzeme yükünü belirlemektedir. Şiddetli yağışlar esnasında yüksek hızla eğimli ve gevşek yapılı yamaçlara düşen ve ısrarlı bir şekilde aşındıran yağmur damlaları sürükledikleri malzeme ile birlikte yamaçlardan küçük derelere akarak selleri oluştururlar. Akarsu havzalarının özellikle yukarı bölgelerinde bulunan vadi içi yerleşimler başta olmak üzere neredeyse bütün yerleşimler vadi ve yamaç sellerinin tehdidi altındadır. Bu tür yerleşimlerde yamaç selleri özellikle yamaçlara dayanan yüksek eğimli sokaklarda etkili olmaktadır. Hatta aşağı havzadaki bazı yerleşimlerin ortasından geçen akarsu taşarken aynı zamanda küçük bir yan kolda vadi seli ve başka bir yerde yamaç seli meydana gelebilmektedir. Yamaç selleri heyelan ve moloz akması gibi olayları da tetiklemektedir (Şekil 3). Vadi seli ise yan dere veya dereciklerde şiddetli yağışla toplanan sediment yüklü yağış sularının hızla akması, akarken yatağını aşındırarak malzemece daha da zenginleşmesi ve ana akarsuya doğru akması olayıdır. Böyle bir olayda yatak kenarındaki tarım arazilerinin aşınması ve tahribi, buralara sediment ve su dolması, köprülerin ve menfezlerin tıkanması, yolların tahrip olarak kullanılamaması vb. olumsuzluklar meydana gelmektedir (Şekil 4).



Şekil 2. DKH'da kentsel alanların dışında çay (a) ve fındık ile biraz üst kotlarda mevsimlik ağaçlardan oluşan ormanlar (b), yüksek kotlarda çayır ve iğne yapraklı ağaçlardan (göknar ve ladin) oluşan ormanlar (c) ve daha da üst kotlarda otsu bitkilerle kaplı yaylaları (d) temsil eden fotoğraflar (URL-4, 5, 6, 7)



Şekil 3. Yamaç seline ait örnekler (a: Beşikdüzü, b: Şalpazarı, c: Yağlıdere, d: Piraziz)(URL-8, 9, 10, 11)



Şekil 4. Vadi seline ait örnekler (a: Araklı (Trabzon), b: Duroğlu (Giresun), c,d: Ordu ((URL12, 13, 14, 15)

DKH içindeki kentsel yerleşimlerin tamamı şu veya bu şekilde şehir sellerinin tehdidi altındadır. Buralarda özellikle binalar, asfalt ve beton yollar, kaldırımlar, otomobiller için inşa edilen park alanları geçirimsiz olması nedeniyle yağış sularının toprağa sızması gerçekleşememektedir. Şiddetli yağışlara bağlı olarak kentsel alanlarda yağmursuyu drenaj tesislerinin kapasitesinin yetersiz olması veya çeşitli nedenlerle tıkanma, kırılma vb. olumsuzluklara bağlı olarak görevini yerine getirememesi gibi durumlar tehlikeyi artırmaktadır. Bunun sonucunda cadde ve sokaklar su ile dolmakta, araç trafiği aksamakta, hatta özellikle eğimli yollarda suların yükselmesi ve hızını arttırmasıyla araçlar sürüklenebilmekte, yağış suları binaların bodrum katları ve hatta giriş katlarına dolabilmektedir (Şekil 5). Bazı yerleşimlerde cadde veya sokakların dere yataklarının üzeri kapatılarak vadi boyunca inşa edilmesi, şehir sellerinde trafiğin aksamasına ve araçların sürüklenmesine ve hatta insanların sele kapılmasına neden olmaktadır.

DKH'da en fazla can ve mal kaybına neden olan ve afet olarak tanımlanan olay, akarsu taşkınlarıdır (Şekil 6, 7). Bu tür taşkınlar, akarsu debisinin yatağın (kanalın) kapasitesini aşması nedeniyle meydana gelir. Akarsu taşkınlarında yan derelerden, doğal yamaçlardan veya kentsel alanlardan gelen sel suları ana yatakta zaten yükselmiş olan suyu iyice yükselterek taşkına neden olabilir veya taşkın yayılım alanını ve su yüksekliğini artırır (Şekil 8)

Havza içindeki vadi içi kentsel yerleşimlerin tamamı ve sahil yerleşimlerinin çoğu taşkın alanına yayılmıştır. Hatta çoğu yerleşimde binalar doğal akarsu yatağı daraltılmak ve yatağın en azından bir kısmı işgal edilerek inşa edilmiştir. Kentsel yerleşimleri etkileyen akarsu taşkınlarının oluşmasında yağış şiddeti ve süresi ile birlikte, havzaya ait özellikler ve ne yazık ki çeşitli nedenlerle yatağın veya taşkın alanının yapılaşmaya açılması (Şekil 9), daraltılması, üzerinin kapatılması, şehir yağmursuyu drenaj alt yapısının yetersiz olması, yol,

kaldırım, bina vb. yapıların yüzeysel drenaja engel olacak şekilde inşa edilmesi vb. gibi olumsuzluklar baş roldedir. Bunlara ait birçok örnek bulmak mümkündür (Şekil 10, 11, 12). Ayrıca bazı sahil yerleşimlerinde deniz taşkını da söz konusudur (Şekil 13). Bunlara ait ayrıntılı bilgiler Apaydın (2024a,b)'de verilmiştir.



Şekil 5. Şehir sellerinden örnekler (a: Akçaabat, b:Giresun, c: Bulancak, d: Ordu, e: Fatsa) (URL-16, 17, 18, 19, 20). Akçaabat'ta yamaçlardan aşınma ile taşınan ince malzemenin ana caddede çamur yığını halinde çökelmesi, şehir seli ile yamaç selinin birlikte oluşması.



Şekil 6. Akarsu taşkınlarına ait görüntüler (a: Hopa'da 24.8.2015 tarihli taşkında yatağa sığmayan suyun yatak dışından akışı, b: (a) daki taşkında sular çekildikten sonraki görüntü, c,d: Aynı taşkının daha aşağıda şehir içindeki görüntüleri (URL-21, 22, 23)



Şekil 7. Ordu'da akarsu taşkınlarından görüntüler (a: Bülbül D., b: Civil D., c: Fatsa D. , d: İkizce D.) (URL-24, 25, 26, 27)



Şekil 8. Hopa Deresi'ne yol, cadde ve sokaklardan katılan şehir seli sularına ait görüntüler (a: Hopa'da 24.8.2015 tarihinde yamaç ve şehir selinin Hopa Çayı'nda su seviyesini daha da yükselterek taşkını tetiklemesi, b: Arhavi'de 22.7.2021 tarihinde cadde, sokak ve yollardan gelen şehir selinin ana yatağa akarak taşkın tehlikesini artırması) (URL-28, 29)



Şekil 9. Hopa şehir merkezinden 2,5 km yukarıda, sanayi sitesinin inşa edilmesiyle yamaç kenarına sıkıştırılmış ve yatağı daraltılmış Hopa Çayı'nın 24.8.2015 tarihinde taşarak bütün sahayı ve aradaki yolu istila edişinden bir gün sonraki görüntüleri (URL-30)



Şekil 10. Hopa'da 24.8.2015 tarihli taşkın ve sellerde (Hopa Deresi şehir sellerini de alarak taştı, ayrıca akarsuyla bağımsız olarak sahile yakın düz yerlerde drenajın da yetersiz olması nedeniyle su baskınları meydana geldi) Karadeniz Sahil Yolu'nun ve bağlantılarının yüzey drenajına karşı bariyer etkisini gösteren fotoğraflar (URL-31)



Şekil 11. Karadeniz sahil yolunun yüzeysel akışa baraj oluşturması nedeniyle su altında kalması veya arkasındaki yerleşim alanını su içinde bırakmasına ait görüntüler (a: Hopa, b:Rize, c: Trabzon) (URL-32, 33, 34)



Şekil 12. Arhavi'de (Artvin) 22.7.2021'de meydana gelen şiddetli yağışlar sonucu Arhavi Deresi'nin ilçe içine taşması ve Karadeniz sahil yolunun da buna bariyer olarak katkısını gösteren fotoğraflar (URL-35, 36)



Şekil 13. Bazı sahil yerleşimlerinde deniz taşkını (a: Hopa-Kemalpaşa arası, b: Sürmene, c: Giresun, d: Fatsa) (URL-37, 38, 39, 40)

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sel ve taşkın terimlerinin kullanılmasındaki karışıklık deniz, göl veya bir rezervuarın taşması olayı için söz konusu olmayıp (bunlar taşkın olarak tanımlanır), şiddetli yağışlara bağlı olarak, örneğin Doğu Karadeniz Havzası'nda sık sık olduğu gibi, genellikle sel ve akarsu taşkınları beraber meydana geldiğinde olmaktadır. Bu olayları doğru ifade etmek, doğru haber yapmak için uzmanına danışarak örneğin hem sel hem de taşkınlar söz konusu ise "Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dün meydana gelen sel ve taşkınlarda…" şeklinde haber yapılabilir.

Flick vd. (2012)'nin önerdiği üzere, eğer bir bölgenin uzun süre su altında kalması, arazinin eskiden olduğu şekliyle kullanılamaması vb. durumlar söz konusu ise veya deniz seviyesi yükselmesi gibi kalıcı bir seviye yükselmesi söz konusu ise veyahut da su altında kalma durumu meteorolojik-klimatolojik bir nedene bağlı olmayıp kanalizasyon patlaması vb. insan kaynaklı ise "su baskını" olarak kabul etmek yerinde olacaktır. Ancak "baskın" kelimesinin sözlük anlamı incelendiğinde, "suç işlediği veya suçluların bulunduğu sanılan bir yere ansızın girme", "kısa süreli, beklenmedik saldırı", "ansızın çıkagelme" olarak yer almıştır. Bu üç tanımın ortak noktası, eylemin çabuk olmasıdır. Buna dayanarak herhangi bir kara parçasının su ile kaplanmasının "su baskını" olarak tanımlanabilmesi için olayın hızlı gelişmesi gerekir diye düşünülebilir. Ancak burada "su basmak" eylemi su ile kaplanmak, su altında kalmak, suya boğulmak anlamındadır. Bu değerlendirmeye göre su baskını; bir yerin (kapalı veya açık mekan olabilir) doğal nedenlerle veya insan eliyle uzun bir süre veya kalıcı olarak su altında kalması, su ile kaplanması olarak tanımlanabilir. Bu olay şiddetli yağışlar nedeniyle (taşkın veya seller dahil) olabilir, sulama veya drenaj kanallarının taşmasından, kanalizasyonlar veya patlayan içme suyu boru hatlarından kaçaklardan, hatta artezyen yapan bir sondaj kuyusundan kontrolsüzce akan sudan bile meydana gelebilir.

KAYNAKLAR

Apaydın, A. (2024a). Doğu Karadeniz Havzası'ndaki kentsel yerleşimlerin sel ve taşkın tehlikesi yönüyle sınıflaması ve bazı önemli örneklerin incelenmesi, I. Uluslararası Ayasofya Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi-İstanbul-Türkiye, 17-18 Kasım 2024, 764-786.

Apaydın, A. (2024b). Ordu ve Giresun sahilindeki kentsel yerleşimlerin sel ve taşkın tehlikesi yönünden karşılaştırmalı incelemesi, 1. International Ayasofya Scientific Researches and Innovation Congress, 16-17 November 2024 İstanbul-Türkiye, 781-811.

Flick, R.E., Harper, K., Chadwick, B. (2012). "Flooding" Versus "Inundation"Eos, Vol. 93, No. 38, 18 September 2012, 365-366, https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2012EO380009

Kerim, A., Süme, V. (2019). Taşkınlar, Taşkın Koruma ve Kontrol Yapıları, Rize İlinde Örnek Çalışmalar, TürkHid. Der. (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : 3, Sayı (Number): 1, Sayfa (Page): 01-13 (2019) Korkanç, S., (2005). Sel ve Taşkınlardan Korunmada Erken Uyarı ve Önemi, 55.Cilt. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 124-125

Özyuvacı, N., (2001). Havza Analizi ve Değerlendirme Ders Notları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi,Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, İstanbul.

SYGM. (2020). Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı. Ankara, (2) 139-152.

SYGM (2017). Taşkın Yönetimi, Su Yönetimi Genel Müd., Ankara, 229 .https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Taşkın%20Dairesi%20Sunum/Taşkın_kitap.pdf

URL-1: https://ktu.edu.tr/dosyalar/havzaamenajmani_18760.pdf (erişim tarihi, 25.08.2025)

URL-2: Glossary, 2012, http:// chl.erdc.usace.army.mil/glossary

URL-3: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/floods_en (erişim tarihi: 6 Ekim 2024)

URL-4: https://www.gunubirlikturlartrabzon.com/Ozel-turlar-ceceva-cay-bahceleri-turu-10996.html (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-5: https://www.tripadvisor.com.tr/LocationPhotoDirectLink-g781291-d2356132-i323716457-Giresun_Castle-Giresun_Giresun_Province_Turkish_Black_Sea_Coast.html (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-6: https://www.bumed.org.tr/dogu-karadenize-doga-yolculugu/ (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-7: https://shuttleist.com/blog-Doğu-Karadeniz-Bölgesi-Gezilecek-Yerler-39 (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-8: https://www.akcaabathaber.com/haberler/besikduzunde-sel-12420h (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-9: (https://www.arihaber.net/haber/trabzonu-sel-vurdu-3732, erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-10: https://www.alucrahaber.com/haber/15737258/giresunu-sel-fena-vurdu-dereler-tasti-yollar-gole-dondu (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-11: https://www.suhutpostasi.com/haber/suhut_akyuvada_sel_sulari_parke_taslarini_yerinden_soktu-3056.html (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL12: https://www.yenisafak.com/foto-galeri/gundem/araklida-sel-felaketinin-yil-donumunde-acilar-tazelendi-hic-unutmamistim-2039417/1 (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-13: https://www.liderhaber.com.tr/giresunda-sel-ev-ve-is-yerleri-su-altinda-kaldi (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-14: https://gazeteoksijen.com/turkiye/ordu-ve-musta-sel-felaketi-2-kisi-hayatini-kaybetti-216181 (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-15: https://www.netordu.com/orduda-sel-felaketi-can-aldi (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-16: https://www.ahaber.com.tr/gundem/2025/06/04/trabzonda-selin-izleri-siliniyor-arama-ve-temizlik-calismalari-suruyor (erişim tarihi, 26.8.2025)

URL-17: https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/giresunda-saganak-su-baskinlarina-neden-oldu,NSiowJuHVkeZ-xuLvnZhvw/VMY5vDl22E6TFbE_W4IXFg (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-18: https://www.yildizhaber.com.tr/haber-bulancaki-sel-aldi-145927.html (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-19: https://www.aa.com.tr/tr/gundem/ordunun-fatsa-ilcesinde-saganak-nedeniyle-cok-sayida-ev-ve-is-yerini-su-basti/2333929 (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-20: https://www.aa.com.tr/tr/gundem/ordunun-altinordu-ilcesinde-siddetli-yagis-su-baskinlarina-neden-oldu-/3300991 (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-21: https://www.turksail.com/genel-haberler/13894-doa-kendisinden-alnan-hopada-misliyle-iade-etti (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-22: https://www.kaptanhaber.com/hopa-da-yasanan-afetin-raporu-yayinlandi/41103/, erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-23: https://dersimnews.com/haberler/2015-08-25/hopada-doga-tahribati-felaket-getirdi (erişim tarihi 28.6.2025)
URL-24: https://www.orduulak.com/ordu-da-sel-ve-taskinlara-karsin-onlemler-artiyor/23296/ (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-25: https://www.yenisafak.com/gundem/saglik-bakani-koca-ordudaki-selde-bir-vatandas-kayboldu-4544219 (erişim tarihi, 27.8.2025)
URL-26: https://www.61saat.com/fatsa-sele-teslim-evleri-ve-is-yerlerini-su-basti (erişim tarihi, 27.8. 2025)
URL-27: https://www.trthaber.com/haber/gundem/ordu-ikizcede-bazi-evler-tahliye-edildi-379384.html (erişim tarihi, 27.8. 2025)
URL-28: https://www.sabah.com.tr/yasam/hopada-sel-ve-heyelan-felaketi-3194588, erişim tarihi, 27.8.2025)
URL-29: https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/artvinde-sel-afetinin-bilancosu-agir-39-yapi-yikildi-1459u-hasarli,yqyoYiGJJUyFBBVsx0ffjg/1quc7FogE02Lf4kgLHzUiw
URL-30: https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/felakete-kusbakisi,r6WS5apQhkqmjoQ-M2NCzw/VZlvK0btVESLqHAAgk1UZw, erişim tarihi, 27.8.2025)
URL-31: https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/felakete-kusbakisi,r6WS5apQhkqmjoQ-M2NCzw (erişim tarihi, 28.8.2025)
URL-32: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1160311353983669&id=119565974724884&sea
717198144961661 (erişim tarihi, 26.8.2025)
URL-33: https://giresunoncu.com/haber/20616091/siddetli-yagmur-karadeniz-sahil-yolunu-sular-altinda-birakti (erişim tarihi, 28.8.2025)
URL-34: https://www.61saat.com/trabzon-felaketi-yasadi-devlet-sahil-yolu-sular-altinda-kaldi (erişim tarihi, 28.8.2025)
URL-35: https://www.aa.com.tr/tr/gundem/dsinin-arhavi-sel-bolgesindeki-calismalari-devam-ediyor/2330795 (erişim tarihi, 28.8.2025)
URL-36: https://www.trthaber.com/haber/turkiye/arhavide-yaralarin-sarilmasi-icin-ekipler-seferber-oldu-597219.html (erişim tarihi, 28.8.2025)
URL-37: https://politikahaber.com/karadenizde-firtina-sahil-yolu-sular-altinda/
URL-38: https://www.karadenizekonomi.com.tr/bolgesel-haberleri/karadeniz-sahil-yolu-sular-altinda-kaldi/23369/detay
URL-39: https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/karadeniz-sahil-yolu-trafige-acildi/117213
URL-40: https://www.fatsagazetesi.net/gundem/sahil-yolunda-deniz-taskini-48136

SARSMA MASASI TEST SISTEMLERI: GELIŞIMI, ÇALIŞMA PRENSIPLERI VE MÜHENDISLIK UYGULAMALARI

Gamze Türkan BAĞ[1], Dr. Öğr. Üyesi Cemaleddin ŞİMŞEK[2], Prof. Dr. Sadık Alper YILDIZEL[3]
[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, g.turkanbag@gmail.com, 0009-0002-6928-8412
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik/Elektronik Mühendisliği, csimsek@kmu.edu.tr, 0000-0002-0888-052X
[3]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, sayildizel@kmu.edu.tr, 0000-0001-5702-807X

Özet

Bu çalışmada, deprem mühendisliği alanında kritik öneme sahip sarsma masası sistemleri ve bu sistemlerle gerçekleştirilen deprem testleri kapsamlı olarak incelenmiştir. Sarsma masası teknolojisinin 1960'lı yıllardan günümüze kadar olan gelişim süreci, temel çalışma prensipleri ve mühendislik uygulamaları detaylı olarak ele alınmıştır.

Çalışmada, tek eksenli sistemlerden altı serbestlik dereceli (6-DOF) sistemlere kadar farklı sarsma masası türleri, hidrolik ve elektrikli tahrik sistemleri, kontrol algoritmaları ve ölçüm teknolojileri incelenmiştir. Test metodolojileri kapsamında, model ölçeklendirme kuralları, enstrümantasyon teknikleri, test protokolleri ve güvenlik önlemleri açıklanmıştır.

Sarsma masası testlerinin uygulama alanları; yapı mühendisliği, köprü ve altyapı testleri, endüstriyel ekipman testleri olmak üzere üç ana kategoride değerlendirilmiştir. Bu testlerden elde edilen sonuçların, mevcut tasarım yönetmeliklerinin geliştirilmesi, performansa dayalı tasarım yaklaşımlarının oluşturulması ve yapısal sağlık izleme sistemlerinin geliştirilmesindeki katkıları ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, sarsma masası sistemlerinin deprem mühendisliği alanında vazgeçilmez bir araç olduğu ve gelecekte hibrit simülasyon teknikleri ile yapay zeka uygulamalarının bu alandaki gelişimi hızlandıracağı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarsma masası, deprem testi, sismik simülasyon, yapı dinamiği, deneysel mühendislik

SHAKE TABLE TEST SYSTEMS: DEVELOPMENT, OPERATING PRINCIPLES, AND ENGINEERING APPLICATIONS

Abstract

This study comprehensively examines shake table systems and earthquake tests conducted with these systems, which are of critical importance in the field of earthquake engineering. The development process of shake table technology from the 1960s to the present, fundamental operating principles, and engineering applications are discussed in detail.

The study investigates different types of shake tables from single-axis systems to six-degree-of-freedom (6-DOF) systems, hydraulic and electric drive systems, control algorithms, and measurement technologies. Within the scope of test methodologies, model scaling laws, instrumentation techniques, test protocols, and safety measures are explained.

The application areas of shake table testing are evaluated in three main categories: structural engineering, bridge and infrastructure testing, and industrial equipment testing. The contributions of results obtained from these tests to the development of existing design codes, formation of performance-based design approaches, and development of structural health monitoring systems are presented.

In conclusion, it is assessed that shake table systems are an indispensable tool in the field of earthquake engineering, and hybrid simulation techniques and artificial intelligence applications will accelerate development in this field in the future.

Keywords: Shake table, earthquake testing, seismic simulation, structural dynamics, experimental engineering

GİRİŞ

Depremler, yapı mühendisliği açısından en kritik doğal afetlerden biri olup, yapıların sismik davranışının anlaşılması ve güvenli tasarımı için kapsamlı araştırmalar gerektirmektedir. Deprem etkisi altındaki yapıların dinamik davranışını incelemek amacıyla geliştirilen deneysel yöntemler arasında sarsma masası testleri, en güvenilir ve yaygın kullanılan tekniklerden biridir (Chopra, 2017).

Sarsma masası, gerçek deprem kayıtlarını veya sentetik yer hareketlerini laboratuvar ortamında simüle ederek, yapı modellerinin sismik performansını değerlendirme imkanı sunan özel bir test düzeneğidir. Bu sistem, yapıların doğrusal ve doğrusal olmayan davranışlarını, hasar mekanizmalarını ve dinamik özelliklerini kontrollü koşullar altında inceleme olanağı sağlamaktadır (Naeim, 2001).

1970'li yıllardan itibaren geliştirilmeye başlanan sarsma masası teknolojisi, günümüzde altı serbestlik dereceli (6-DOF) sistemler ile üç boyutlu yer hareketlerini simüle edebilecek seviyeye ulaşmıştır. Bu gelişim, özellikle yüksek katlı binalar, köprüler ve endüstriyel yapılar gibi kritik altyapıların sismik güvenliğinin değerlendirilmesinde önemli katkılar sağlamıştır (Takewaki et al., 2011).

Sarsma masası testleri, analitik yöntemler ve bilgisayar simülasyonlarının doğrulanması, yeni sismik tasarım yöntemlerinin geliştirilmesi ve mevcut yapıların güçlendirilmesi konularında vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Bu çalışmada, sarsma masası sistemlerinin çalışma prensipleri, test prosedürleri ve deprem mühendisliği alanındaki uygulamaları detaylı olarak incelenmiştir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Sarsma masası teknolojisinin gelişimi, 1960'lı yıllarda Japonya'da başlayan öncü çalışmalara dayanmaktadır. İlk sarsma masası testleri, Tokyo Üniversitesi'nde Housner ve Hudson (1958) tarafından gerçekleştirilen basit tek eksenli sistemlerle yapılmıştır. Bu erken dönem çalışmaları, yapıların dinamik davranışının deneysel olarak incelenmesi için temel metodolojileri oluşturmuştur.

1970'li yıllarda, özellikle 1971 San Fernando depremi sonrasında, sarsma masası testlerinin önemi daha da artmıştır. Clough ve Penzien (1975), yapı dinamiği alanındaki temel eserleriyle sarsma masası testlerinin teorik altyapısını güçlendirmiştir. Bu dönemde, California Üniversitesi Berkeley kampüsünde kurulan sarsma masası, akademik araştırmalarda önemli bir dönüm noktası olmuştur.

1980'li yıllarda Japonya'da gerçekleştirilen büyük ölçekli testler, sarsma masası teknolojisinin gelişiminde kritik rol oynamıştır. Aoyama (1981), betonarme yapıların sismik davranışı konusunda yaptığı kapsamlı sarsma masası testleriyle, hasar mekanizmalarının anlaşılmasına önemli katkılar sağlamıştır.

1990'lı yıllarda, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte hibrit simülasyon teknikleri geliştirilmiştir. Mahin ve Shing (1985) tarafından önerilen pseudodynamic test yöntemi, sarsma masası testleriyle birlikte kullanılarak daha karmaşık yapıların test edilmesine olanak sağlamıştır.

2000'li yıllardan itibaren, Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES) projesi kapsamında Amerika'da kurulan gelişmiş sarsma masası tesisleri, çok serbestlik dereceli testlerin yaygınlaşmasını sağlamıştır (Spencer et al., 2004). Bu dönemde, gerçek zamanlı hibrit simülasyon teknikleri de geliştirilmiştir.



Şekil.1. Spencer ve diğerlerinin çalışmalarında kullandıkları sistem(Spencer et al., 2004)

Günümüzde, E-Defense (Japonya), LHPOST (İtalya) ve UCSD (Amerika) gibi büyük ölçekli sarsma masası tesisleri, tam ölçekli yapı testlerinin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır (Takahashi et al., 2005).

2. UYGULAMA TEKNOLOJİLERİ

Hafif betonların yeraltı askeri yapılarda uygulanabilirliği, hem şantiye koşulları hem de operasyonel gereksinimler doğrultusunda çeşitli teknolojilerle mümkündür. En yaygın üç sistem, yerinde döküm, prekast modül kullanımı ve püskürtme beton (shotcrete) tekniklerdir.

Yerinde Döküm Sistemler: Bu yöntem, genellikle büyük çaplı ve kalıcı tünel sistemlerinde tercih edilmektedir. Avantajı, kalıp geometrisinin ihtiyaca göre uyarlanabilir olması ve yapının sürekliliğinin sağlanmasıdır. Hafif agregalarla üretilen betonun pompalanabilirliği, bu sistemin verimliliğini artırmaktadır.

Prekast Modüler Paneller: Özellikle hızlı kurulumun gerekli olduğu sahalarda, hafif betonla üretilmiş paneller önceden hazırlanarak montaj sahasına taşınır. Bu yöntem, minimum saha operasyonu ve kolay taşınabilirlik avantajları nedeniyle mobil askeri üslere entegrasyonda tercih edilmektedir. ABD Savunma Bakanlığı'nın HUTCH sistemi, bu yöntemin başarılı bir örneğidir (Moriarty et al., 1990).

Püskürtme Beton (Shotcrete): Yeraltı kazı desteklerinde sıklıkla kullanılan bu teknik, hafif betonun duvar yüzeylerine doğrudan uygulanmasını sağlar. Özellikle zamana duyarlı durumlarda tercih edilir. Karışımın priz süresi, bağlayıcı katkılar ile optimize edilerek yapının hızlı sertleşmesi sağlanır.

Ayrıca son yıllarda, 3D baskı teknolojileri ile hafif beton kullanılarak savunma amaçlı yapı prototiplerinin saha içinde otomatik olarak inşa edilmesine yönelik çalışmalar artmaktadır. Bu gelişmeler, özellikle ileri konuşlanma üslerinde insan gücü gereksinimini azaltarak güvenliği ve hız faktörünü optimize etmektedir.

3. SARSMA MASASI SİSTEMLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

3.1 Sarsma Masası Türleri

Sarsma masaları, hareket kapasitelerine göre tek eksenli, çift eksenli ve altı serbestlik dereceli (6-DOF) sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Tek eksenli sistemler, genellikle yatay doğrultuda hareket sağlayarak temel sismik davranışın incelenmesinde kullanılmaktadır (Conte et al., 2004).

Çift eksenli sistemler, iki yatay doğrultuda eşzamanlı hareket uygulayabilme kabiliyetine sahiptir. Bu sistemler, çok bileşenli yer hareketlerinin etkilerini incelemek için geliştirilmiştir. Altı serbestlik dereceli sistemler ise üç öteleme ve üç dönme hareketi uygulayarak, gerçek deprem hareketlerini en doğru şekilde simüle edebilmektedir (Dyke et al., 1995).

Ayrıca gözenekli yapısı sayesinde, hafif beton basınç dalgalarını daha etkili şekilde dağıtarak yapının içinde oluşabilecek ani kırılmaları ve yapısal çöküşü minimize eder. Bu yönüyle darbe testlerinde hem enerji emici hem de dayanıklı bir yapı sunarak savunma altyapılarında ideal malzeme profiline yaklaşmaktadır.

3.2 Tahrik Sistemleri

Sarsma masalarında iki temel tahrik sistemi kullanılmaktadır: hidrolik ve elektrikli tahrik sistemleri. Hidrolik sistemler, yüksek güç yoğunluğu ve hızlı tepki süreleri nedeniyle büyük ölçekli testlerde tercih edilmektedir. Bu sistemler, servo-valf kontrollü hidrolik aktüatörler kullanarak hassas hareket kontrolü sağlamaktadır (Thewalt & Mahin, 1987).

Elektrikli tahrik sistemleri, özellikle küçük ve orta ölçekli testlerde kullanılmaktadır. Bu sistemler, servo motorlar ve ball-screw mekanizmaları ile çalışarak daha sessiz ve temiz bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Son yıllarda geliştirilen doğrusal motorlu sistemler, mekanik sürtünmeyi minimize ederek daha hassas kontrol imkanı sunmaktadır (Stoten & Gomez, 2001).

3.3 Kontrol Sistemleri

Modern sarsma masalarında, genellikle kapalı çevrim kontrol sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, referans sinyal ile gerçek masa hareketi arasındaki farkı minimize etmek için geri besleme kontrolü uygular. PID (Proportional-Integral-Derivative) kontrol algoritmaları, temel kontrol stratejisi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Crewe et al., 2006).

Gelişmiş kontrol stratejileri arasında adaptif kontrol, robust kontrol ve model öngörülü kontrol yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler, özellikle nonlineer davranış gösteren test numuneleri için daha iyi performans sağlamaktadır.

3.4 Ölçüm ve Veri Toplama Sistemleri

Sarsma masası testlerinde, ivmeölçerler, deplasman sensörleri, yük hücreleri ve strain gauge'lar gibi çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Yüksek örnekleme hızına sahip veri toplama sistemleri, dinamik tepkilerin doğru şekilde kaydedilmesini sağlamaktadır (Nakata, 2010).

4. TEST YÖNTEMLERİ VE PROTOKOLLERİ

4.1 Test Hazırlığı ve Model Ölçeklendirme

Sarsma masası testlerinde, gerçek yapıların küçültülmüş modelleri kullanılması yaygın bir uygulamadır. Ölçeklendirme işlemi, benzerlik kurallarına (similarity laws) göre yapılmaktadır. Buckingham Pi teoremi temelinde geliştirilen bu kurallar, geometrik, kinematik ve dinamik benzerliklerin sağlanmasını gerektirmektedir (Harris & Sabnis, 1999).

En yaygın kullanılan ölçeklendirme yaklaşımları arasında tam benzerlik (complete similarity) ve kısmi benzerlik (incomplete similarity) bulunmaktadır. Tam benzerlik durumunda, tüm fiziksel parametreler ölçek faktörüne göre ayarlanırken, kısmi benzerlik durumunda bazı parametreler ihmal edilebilmektedir (Krawinkler et al., 2001).

4.2 Test Numunesi Hazırlığı ve Montajı

Test numunelerinin hazırlanması sürecinde, malzeme özellikleri, bağlantı detayları ve sınır koşulları özel dikkat gerektiren konulardır. Betonarme modellerde, beton ve çelik malzemelerinin ölçeklendirilmesi, agrega boyutu ve çelik çubuk çaplarının seçimi kritik parametrelerdir (Kunnath et al., 1997).

Çelik yapı modellerinde, kaynak detayları ve bağlantı elemanlarının ölçeklendirilmesi önemli teknik zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle, genellikle cıvatalı bağlantılar tercih edilmekte ve kaynak kalitesi özel kontrol prosedürleriyle sağlanmaktadır.

4.3 Enstrümantasyon ve Ölçüm Sistemleri

Sarsma masası testlerinde kullanılan temel ölçüm cihazları şunlardır:

- İvmeölçerler (Accelerometers): Piezoelektrik ve kapasitif tip ivmeölçerler, yapının dinamik tepkilerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Ölçüm frekans aralığı genellikle 0.1-100 Hz arasındadır (Celebi, 2002).
- Deplasman Sensörleri: LVDT (Linear Variable Differential Transformer) ve lazer deplasman sensörleri, yapının göreli ve mutlak deplasmanlarının ölçülmesinde kullanılmaktadır.
- Strain Gauge'lar: Yapı elemanlarındaki şekil değiştirmelerin ölçülmesi için kullanılan bu sensörler, özellikle kritik kesitlerde yerleştirilmektedir.

4.4 Test Protokolleri ve Standartları

Sarsma masası testleri, uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilmektedir. IEEE Std 693-2005 standardı, elektrik ekipmanlarının sismik testleri için detaylı prosedürler sunmaktadır (IEEE, 2006).

FEMA 461 (2007) dokümanı, sarsma masası testlerinin planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi için kapsamlı kılavuzlar içermektedir. Bu dokümanda, test öncesi analizler, test sırası kontrolleri ve test sonrası değerlendirmeler detaylandırılmıştır.

4.5 Güvenlik Önlemleri ve Risk Yönetimi

Sarsma masası testleri, yüksek enerjili dinamik yüklemeler içerdiğinden, kapsamlı güvenlik önlemleri gerektirmektedir. Test alanının güvenli mesafede çevrelenmesi, acil durdurma sistemlerinin kurulması ve personel güvenliği için özel eğitimler verilmesi zorunludur (Mosqueda et al., 2004).

Test sırasında beklenmedik yapısal göçmelerin önlenmesi için, güvenlik kabloları ve koruyucu bariyerler kullanılmaktadır. Ayrıca, test öncesi güvenlik kontrol listeleri ve risk değerlendirme prosedürleri uygulanmaktadır.

5. UYGULAMA ALANLARI VE SONUÇLARI

5.1 Yapı Mühendisliğinde Uygulamalar

Sarsma masası testleri, yapı mühendisliğinde en yaygın olarak betonarme ve çelik yapıların sismik performansının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Priestley ve Calvi (1991) tarafından gerçekleştirilen betonarme kolon testleri, plastik mafsal davranışının anlaşılmasında önemli katkılar sağlamıştır.

Yüksek katlı binaların sismik davranışı konusunda, Takanashi et al. (1975) tarafından geliştirilen pseudodynamic test yöntemi ile sarsma masası testlerinin kombinasyonu, büyük ölçekli yapıların test edilmesine olanak sağlamıştır. Bu yaklaşım, özellikle 20 kattan fazla yapıların dinamik davranışının incelenmesinde kritik rol oynamıştır.

Taban izolasyonlu yapıların testleri, sarsma masası uygulamalarının en başarılı örneklerinden biridir. Nagarajaiah et al. (1991) tarafından gerçekleştirilen testler, kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin performansının doğrulanmasında önemli rol oynamıştır.

5.2 Köprü ve Altyapı Testleri

Köprü mühendisliğinde sarsma masası testleri, özellikle sismik izolatör sistemlerinin ve köprü ayaklarının davranışının incelenmesinde kullanılmaktadır. Kawashima et al. (1998) tarafından gerçekleştirilen köprü ayağı testleri, Japonya'daki köprü tasarım yönetmeliklerinin geliştirilmesinde temel veri sağlamıştır.

Büyük açıklıklı köprülerin dinamik davranışı, University of Nevada Reno'daki büyük ölçekli sarsma masasında test edilmiştir. Bu testler, özellikle asma köprülerin ve kablo-gergi köprülerin sismik davranışının anlaşılmasına katkı sağlamıştır (Ingham et al., 2006).

Tünel ve yeraltı yapılarının sismik davranışı da sarsma masası testleriyle incelenmiştir. Bu testler, özellikle yumuşak zemin koşullarında inşa edilen tünellerin deprem davranışının anlaşılmasında önemli bulgular sağlamıştır.

5.3 Endüstriyel Ekipman ve Özel Uygulamalar

Nükleer santrallerdeki kritik ekipmanların sismik niteliklerinin belirlenmesi, sarsma masası testlerinin en önemli uygulama alanlarından biridir. IEEE 693 standardına göre gerçekleştirilen bu testler, elektrik panoları, transformatörler ve kontrol sistemlerinin deprem güvenliğini sağlamaktadır (Gilani et al., 1999).

Hastane ekipmanları, özellikle ameliyathane cihazları ve yoğun bakım ünitelerinin sismik performansı, özel tasarlanmış test protokolleriyle değerlendirilmektedir. Bu testler, kritik sağlık hizmetlerinin deprem sonrası devamlılığının sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Endüstriyel tanklar ve siloların sismik davranışı, özellikle petrokimya tesislerinde kritik öneme sahiptir. Malhotra (1997) tarafından gerçekleştirilen sıvı tankı testleri, sloshing etkilerinin ve tank duvarı gerilmelerinin anlaşılmasında önemli katkılar sağlamıştır.

5.4 Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Katkıları

Sarsma masası testlerinden elde edilen sonuçlar, mevcut tasarım yönetmeliklerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır. Özellikle ASCE 7, Eurocode 8 ve Türk Deprem Yönetmeliği gibi standartlarda yer alan sismik tasarım kriterleri, büyük ölçüde deneysel verilerle desteklenmiştir (ASCE, 2016).

Performansa dayalı tasarım yaklaşımının geliştirilmesinde, sarsma masası testleri kritik rol oynamıştır. FEMA 356 ve ASCE 41 standartlarında yer alan nonlineer analiz prosedürleri, deneysel verilerle kalibre edilmiştir (ASCE, 2017).

Yapısal sağlık izleme (Structural Health Monitoring) sistemlerinin geliştirilmesinde de sarsma masası testleri önemli katkılar sağlamıştır. Bu testler, hasar tespiti algoritmalarının doğrulanması ve sensör yerleşim stratejilerinin optimizasyonunda kullanılmaktadır (Lynch & Loh, 2006).

5.5 Gelecek Perspektifleri

Hibrit simülasyon teknikleri ve gerçek zamanlı test yöntemleri, sarsma masası uygulamalarının gelecekteki gelişim yönlerini oluşturmaktadır. Bu teknolojiler, daha büyük ve karmaşık yapıların test edilmesine olanak sağlayacaktır.

Yapay zeka ve makine öğrenmesi algoritmalarının sarsma masası kontrolünde kullanılması, test kalitesinin artırılması ve otomatik hasar tespiti konularında yeni olanaklar sunmaktadır.

Bu çalışmada, sarsma masası sistemleri ve deprem testleri konusunda kapsamlı bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Sarsma masası teknolojisinin gelişimi, çalışma prensipleri, test metodolojileri ve uygulama alanları detaylı olarak ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, bu teknolojinin deprem mühendisliği alanındaki vazgeçilmez rolünü ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Aoyama, H. (1981). Outline of earthquake resistance provisions in the Japanese building standard law. Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, 14(3), 156-165.

ASCE. (2016). Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures. ASCE/SEI 7-16.

ASCE. (2017). Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. ASCE/SEI 41-17.

Celebi, M. (2002). Seismic instrumentation of buildings (with emphasis on federal buildings). United States Geological Survey.

Chopra, A. K. (2017). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. Pearson Education.

Clough, R. W., & Penzien, J. (1975). Dynamics of Structures. McGraw-Hill.

Conte, J. P., Agarwal, A., & Nagarajaiah, S. (2004). Linear dynamic modeling of the UCSD-NEES shake table. In Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering (pp. 1-15).

Crewe, A. J., Severn, R. T., & Taylor, C. A. (2006). A 6 DOF shake table for earthquake simulation. In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings (Vol. 159, No. 6, pp. 329-336).

Dyke, S. J., Spencer Jr, B. F., Quast, P., Kaspari Jr, D. C., & Sain, M. K. (1995). Implementation of an active mass driver using acceleration feedback control. Microcomputers in Civil Engineering, 10(6), 415-423.

FEMA 461. (2007). Interim protocols for determining seismic performance characteristics of structural and nonstructural components through laboratory testing. Federal Emergency Management Agency.

Gilani, A. S., Chavez, J. W., Fenves, G. L., & Whittaker, A. S. (1999). Seismic evaluation of 550 kV porcelain transformer bushings. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 28(9), 1121-1139.

Harris, H. G., & Sabnis, G. M. (1999). Structural modeling and experimental techniques. CRC press.

Housner, G. W., & Hudson, D. E. (1958). Applied mechanics in earthquake engineering. ASCE.

IEEE. (2006). IEEE recommended practice for seismic design of substations. IEEE Std 693-2005.

Ingham, T. J., Rodriguez, S., Nader, M., Taucer, F., & Seible, F. (2006). Seismic retrofit of the Golden Gate Bridge. In Proceedings of the 8th US National Conference on Earthquake Engineering.

Kawashima, K., Takahashi, Y., Ge, H., Wu, Z., & Zhang, J. (1998). Reconnaissance report on damage of bridges in 1995 Hyogoken-Nanbu earthquake. Journal of Earthquake Engineering, 2(3), 333-360.

Krawinkler, H., Gupta, A., Medina, R., & Luco, N. (2001). Development of loading protocols for seismic performance assessment of buildings. In Proceedings of the SSRP-2000/10 seminar (pp. 1-24).

Kunnath, S. K., Hoffmann, G., Reinhorn, A. M., & Mander, J. B. (1997). Gravity-load-designed reinforced concrete buildings: seismic evaluation of existing construction and detailing strategies for improved seismic resistance. Technical Report NCEER-97-0013, University at Buffalo.

Lynch, J. P., & Loh, K. J. (2006). A summary review of wireless sensors and sensor networks for structural health monitoring. Shock and Vibration Digest, 38(2), 91-130.

Mahin, S. A., & Shing, P. B. (1985). Pseudodynamic method for seismic testing. Journal of Structural Engineering, 111(7), 1482-1503.

Malhotra, P. K. (1997). New method for seismic isolation of liquid storage tanks. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 26(8), 839-847.

Mosqueda, G., Whittaker, A. S., & Fenves, G. L. (2004). Characterization and modeling of friction pendulum bearings subjected to multiple components of excitation. Journal of Structural Engineering, 130(3), 433-442.

Naeim, F. (2001). The Seismic Design Handbook. Springer Science & Business Media.

Nagarajaiah, S., Reinhorn, A. M., & Constantinou, M. C. (1991). 3D-BASIS: nonlinear dynamic analysis of three-dimensional base isolated structures. Technical Report NCEER-91-0005.

Nakata, N. (2010). Acceleration trajectory tracking control for earthquake simulators. Engineering Structures, 32(8), 2229-2236.

Priestley, M. J. N., & Calvi, G. M. (1991). Towards a capacity-design assessment procedure for reinforced concrete frames. Earthquake Spectra, 7(3), 413-437.

Spencer Jr, B. F., Finholt, T. A., Foster, I., Kesselman, C., Beldica, C., Futrelle, J., ... & Pearlman, L. (2004). NEESgrid: A distributed collaboratory for advanced earthquake engineering experiment and simulation. In 13th world conference on earthquake engineering (pp. 1-6).

Stoten, D. P., & Gomez, E. G. (2001). Adaptive control of shaking tables using the minimal control synthesis algorithm. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 359(1786), 1697-1723.

Takahashi, Y., Fenves, G. L., & Der Kiureghian, A. (2005). Computational simulation of the E-Defense shake table. In Proceedings of the US-Japan workshop on performance-based earthquake engineering methodology for reinforced concrete building structures (pp. 259-276).

Takanashi, K., Udagawa, K., Seki, M., Okada, T., & Tanaka, H. (1975). Nonlinear earthquake response analysis of structures by a computer-actuator on-line system. Bulletin of Earthquake Resistant Structure Research Center, 8, 1-17.

Takewaki, I., Murakami, S., Fujita, K., Yoshitomi, S., & Tsuji, M. (2011). The 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake and response of high-rise buildings under long-period ground motions. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 31(11), 1511-1528.

Thewalt, C. R., & Mahin, S. A. (1987). Hybrid solution techniques for generalized pseudodynamic testing. Earthquake Engineering Research Center, University of California.

CONCEPTS OF GEOLOGICAL HERITAGE AND POTENTIAL GEOHERITAGE SITES IN DIYARBAKIR

Jeoloji Mühendisi, Nevroz YİĞİT[1]/ Prof. Dr., Orhan KAVAK[2]
[1]Department of Mining Engineering/ Institute of Science, Dicle University, Diyarbakır, Türkiye, nevrozyigit16@gmail.com, 0009-0007-7920-707X

[2]Department of Mining Engineering/ Institute of Science, Dicle University, Diyarbakır, Türkiye, orkavak@dicle.edu.tr, 0000-0002-8068-3352

Abstract

Diyarbakır is distinguished as one of Turkey's most important geoheritage areas because of its varied lithological formations and unique geomorphological features. This study evaluates six prospective geosites—Hasuni Caves, Ashab-ı Keyf Caves, Birklayn Caves, Gelincik Mountain, Ovabağ Lava Flow, and Şeyhandede Waterfall—based on their lithological, morphological, and geological attributes. It categorizes them according to the ProGEO framework. Hasuni, Ashab-ı Keyf, and Birklayn Caves are classified as Class J geosites (geomorphological-karstic caves) owing to their karstic limestone formations resulting from underground water erosion. Gelincik Mountain and Şeyhandede Waterfall are classified as Class F (karstic hill and volcanic waterfall) due to their karstic limestone and prismatic basaltic column formations, respectively. The Ovabağ Lava Flow is classified as Class C (volcanic geosite), consisting of basaltic lava flows from the Karacadağ region. Through field observations, literature evaluation, and geological map analysis, the study determines that these geosites exhibit significant potential for scientific research, geotourism development, and environmental education. Their incorporation into Turkey's geoheritage inventory is crucial for fostering regional development and guaranteeing the sustained preservation of natural heritage.

Keywords: Geological heritage, geosite classification, ProGEO, Diyarbakır, karstic structures, basaltic formations, geotourism potential.

INTRODUCTION

Geoheritage comprises natural phenomena like rock assemblages, fossils, mineralogical units, geomorphological formations, and stratigraphic sequences that signify the Earth's evolutionary past and possess scientific, artistic, cultural, and educational significance. These geological features serve as a foundation for scientific inquiry while also offering substantial prospects for geotourism, environmental education, and regional advancement. In recent years, significant advancements have occurred globally in the systematic categorization and safeguarding of geosites. Standardized classification systems, particularly ProGEO (1998), have been crucial in the formulation of geoheritage inventories.

Turkey is a geologically diversified nation, featuring lithological, tectonic, and morphological formations from multiple geological epochs. The Diyarbakır province is distinguished by its diverse geological features, encompassing karstic caverns, basaltic lava flows, waterfalls, and limestone hills. These formations, ranging from the Paleozoic to the Quaternary, possess geological significance and are intricately linked to cultural and archeological legacy (Kazancı et al., 2019; Şengün et al., 2023; Biltekin et al., 2024).

A significant fraction of the geological formations in the region remains unlisted in formal geoheritage inventories. A multitude of Diyarbakır's prospective geosites are unprotected and susceptible to both natural and human-induced dangers. This study assesses six prospective geosites chosen based on the ProGEO (1998) classification to address this gap. Each site is evaluated according to its lithological, morphological, and geological attributes to emphasize the geoheritage potential of the region and aid in its conservation and sustainable use.

1. MATERIAL AND METHODS

This study seeks to assess six geologically significant potential geosites within the confines of Diyarbakır province, adhering to geoheritage classification standards. The chosen locations comprise Hasuni Caves, Ashabı Keyf Caves, Birkleyn Caves, Gelincik Mountain, Şeyhandede Waterfall, and the Ovabağ Lava Path. The sites were selected and evaluated according to the geosite classification methodology established by ProGEO in 1998.

Fieldwork was done from 2024 to 2025. Each location was examined and methodically documented on-site. Qualitative assessments were conducted during the surveys concerning geological structure, lithology, stratigraphic relationships, geomorphological features, and the environmental context of each geosite. GPS obtained geographic coordinates, and high-resolution images were captured to document the locations.

Alongside field data, geological maps, geomorphological atlases, and prior academic research were scrutinized to facilitate comparative analysis. Each geosite was categorized based on its geological composition, formation processes, and morphological characteristics as delineated by the ProGEO system.

This methodological approach facilitated the identification of the scientific, educational, and geotouristic potential of the natural heritage assets in Diyarbakır. No samples were collected or analyzed in a laboratory; all evaluations relied exclusively on direct field observations and comparisons from literature.

2. RESULTS

Within the scope of this study, six potential geoheritage sites located within the Diyarbakır province were evaluated based on the geosite classification framework proposed by ProGEO (1998). The classification of each site was determined by its geological structure, lithological composition, morphological formation, and genesis processes. The findings highlight the geosite potential, geological richness, and specific classification category of each area.

1. **Birkleyn Caves (Lice)**

This site consists of a natural cave system formed by subsurface water action within a karstic limestone structure dating to the mid-Cretaceous period. It features galleries, cavities, and streambeds as distinctive morphological components and is classified under the J category (geomorphological-karstic cave).

2. **Ovabağ Lava Path (Çınar)**

Located on the slopes of Mount Karacadağ, this site represents one of the rare geosites where volcanic basalt lava flows can be observed in a continuous surface form. Composed lithologically of basalt and geomorphologically of lava blankets, it falls under the C category (volcanic geosite).

3. **Gelincik Mountain (Çermik)**

This karstic limestone hill formation is marked by surface dissolution and notable karstic features. Characterized by steep topography, the area is classified in the F category (karstic hill geosite).

4. **Hasuni Caves (Silvan)**

Formed within karstic limestone units, the Hasuni Caves are a combination of naturally developed karstic cavities and historically inhabited anthropogenic structures. Owing to their dual natural and cultural nature, the site bridges both the J and F categories (karstic cave and karstic hill).

5. **Ashabı Keyf Caves (Lice)**

Located within stratified limestone formations, these caves emerged through natural processes and partially anthropogenic modifications. Due to their karstic morphology and formation mechanism, they are classified within the J category.

6. **Şeyhandede Waterfall (Çermik)**

Situated on volcanic basalt units, this waterfall is notable for its columnar basalt structures. These distinctive geomorphological features assign it to the F category (volcanic waterfall environment).

3. DISCUSSION

Diyarbakır is acknowledged as one of Turkey's significant geoheritage areas owing to its abundant lithological and geomorphological variety. This study reveals that all six analyzed geosites—Hasuni, Ashabı Keyf, Birkleyn Caves, Gelincik Mountain, Ovabağ Lava Path, and Şeyhandede Waterfall—exhibit traits aligned with the ProGEO (1998) classification system and represent significant scientific and geotourism potential.

The karstic limestone sites—Hasuni, Ashabı Keyf, and Birkleyn Caves—are categorized as J (geomorphological-karstic caves). In contrast, Gelincik Mountain and Şeyhandede Waterfall are classified as F (karstic hill and volcanic waterfall). The Ovabağ Lava Path, indicative of the basalt flows from Mount Karacadağ, is classified as a Category C volcanic geosite. This classification highlights the region's complex geomorphological framework.

Geoheritage encompasses the identification of natural structures, their preservation, and the incorporation of these elements into public consciousness (Brilha, 2018; Herrera-Franco et al., 2022). Nonetheless, the majority of the regions examined in this study are currently absent from the national geoheritage inventory, indicating a substantial deficiency in conservation and promotion initiatives (Çiftçi & Güngör, 2022). It is notably remarkable that locations like the Hasuni Caves, which possess both scientific and cultural importance, remain insufficiently acknowledged.

The variety of geomorphological formations establishes Diyarbakır as a prominent location nationally. Diyarbakır exhibits superior richness in geological epochs and cultural context compared to adjacent regions like Karacadağ/Baruttepe and Mardin-Savur (Şengün et al., 2023).

Moreover, locations such as Ovabağ Lava Path and Şeyhandede Waterfall exhibit significant visual prominence, rendering them exceptionally appropriate for nature education and geotourism (Mikhailenko & Ruban, 2019; Ferreira & Valdati, 2023). Consequently, executing a preservation and promotion strategy by UNESCO (2021) geopark criteria is vital for protecting this geoheritage and guaranteeing its continued utilization.

CONCLUSION

This study highlights the diverse geomorphological and lithological features of the Diyarbakır region by assessing six prospective geosites based on the ProGEO categorization. The karstic, volcanic, and river geological formations analysed demonstrate considerable promise for scientific inquiry and geotourism. Nevertheless, most of these sites presently lack legal safeguards. Consequently, it is imperative to incorporate these geosites into the national geoheritage inventory and to formulate sustainable conservation policies to guarantee their preservation.

*Bu çalışma Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalında (Genel Jeoloji Bilim Dalı) Prof. Dr. Orhan KAVAK Danışmanlığında 2025-2026 Güz Döneminde "Nevroz YİĞİT" tarafından tamamlanmış olan, "Diyarbakır'daki Jeomirasların Jeolojik Açıdan İncelenmesi", (Diyarbakır-Türkiye, 2025)" başlıklı Yüksek Lisans Tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

*This study was prepared based on the Master's Thesis titled "Geological Investigation of Geoheritages in Diyarbakır", (Diyarbakır-Turkey, 2025), completed by "Nevroz YİĞİT" in the 2025-2026 Fall Semester at the Mining Engineering Department (General Geology Division) of the Institute of Science at Dicle University, under the Supervision of Prof. Dr. Orhan KAVAK.

REFERENCES

Biltekin, D., Şahin, E., & Yıldırım, A. (2024). Diyarbakır and its geomorphological heritage: Contributions to archaeology and tourism. *Turkish Journal of Geoheritage*, 16(1), 45–59.

Brilha, J. (2018). Geoheritage and geoparks. In E. Reynard & J. Brilha (Eds.), *Geoheritage: Assessment, protection, and management* (pp. 323–335). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Çiftçi, Y., & Güngör, Y. (2022). Kültürel jeoloji: Temel kavramlar, jeoparklar ve jeoturizm olgusu. In O. Kavak & Y. K. Haspolat (Eds.), *Farklı yaklaşımlarla madenler ve değerli taşlar* (pp. 699–722). Ankara, Türkiye: Orient/Kadim Yayınevi.

Ferreira, D. R., & Valdati, J. (2023). Geoparks and sustainable development: Systematic review. *Geoheritage*, 15(1), 6.

Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Caicedo-Potosí, J., & Berrezueta, E. (2022). Geoheritage and geosites: A bibliometric analysis and literature review. *Geosciences*, 12(4), 169.

Kazancı, N., Yıldırım, A., & Aydın, E. (2019). The volcanic landscapes of Diyarbakır: Heritage and tourism potential. *Journal of Turkish Geology*, 45(2), 60–75.

Mikhailenko, A. V., & Ruban, D. A. (2019). Geo-heritage specific visibility as an important parameter in geo-tourism resource evaluation. *Geosciences*, 9(4), 146.

Pereira, P., Bollati, I. M., Rouget, I., & Monge-Ganuzas, M. (2025). Geoheritage in Southwestern Europe: Advances and challenges. *Geoheritage*, 17(2), 58.

ProGEO (Wimbledon et al.), (1998). A first attempt at a geosites framework for europe - an IUGS initiative to support recognition of world heritage and european geodiversity*: Geologica Balcanica*, v. 28, no. 3-4, pp. 5-32.

Şengün, M. T., Kılıçarslan, M., & Göktaş, Y. (2023). Karacadağ/Baruttepe (Diyarbakır) çevresinin jeomiras ve jeoturizm özellikleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (10), 133–148.

UNESCO. (2021). *Global Geoparks Initiative: Protecting natural and cultural heritage*. Paris, France: UNESCO Publishing. http://www.unesco.org

EVALUATION OF GEOSITES IN THE DIYARBAKIR REGION USING INTERNATIONAL CRITERIA

Jeoloji Mühendisi, Nevroz YİĞİT[1]/ Prof. Dr., Orhan KAVAK[2]
[1]Department of Mining Engineering/ Institute of Science, Dicle University, Diyarbakır, Türkiye, nevrozyigit16@gmail.com,0009-0007-7920-707X

[2]Department of Mining Engineering/ Institute of Science, Dicle University, Diyarbakır, Türkiye, orkavak@dicle.edu.tr, 0000-0002-8068-3352

Abstract

This study assesses six prominent geosites in the Diyarbakır region of Southeastern Anatolia—Şeyhandede Waterfall, Ovabağ Volcanites, Birklayn Caves, Gelincik Mountain, Hasuni Caves, and Ashab-ı Keyf Cave—utilizing Brilha's Geosite Assessment Framework. Field-based observational surveys were performed to record lithology, geomorphological features, and landscape characteristics, supplemented by photographic documentation and geolocation data. Geological literature was synthesized to furnish a geological context and historical analysis. The assessment encompassed four criteria—Scientific Value (SV), Aesthetics Value (AV), Rarity (R), Legal Protection (LP), and Visibility (VIS)—yielding a comparative ranking of sites. The Hasuni Caves achieved the best overall score, demonstrating exceptional geological diversity, archeological importance, and tourism attractiveness. The investigation indicated a widespread absence of institutional protection for the majority of geosites, rendering them susceptible to both anthropogenic and natural risks. These findings highlight Diyarbakır's significant geoheritage potential and its candidacy for inclusion in the national and international geosite inventory. The findings establish a strategic foundation for sustainable management, conservation planning, and geotourism development, benefiting both scientific inquiry and local socio-economic advancement.

Keywords: Geoheritage, Geosite Assessment, Brilha Framework, Diyarbakır, Geotourism, Geological Conservation.

INTRODUCTION

Geoheritage refers to geological features and landscapes with notable scientific, educational, aesthetic, and cultural value, reflecting key stages in Earth's history (Brilha, 2018). These geosites may include rock types, fossils, volcanic forms, karst systems, and geomorphological structures (Herrera-Franco et al., 2022). Beyond scientific importance, they promote education, geotourism, and local development (Ferreira & Valdati, 2023; Pereira et al., 2025). Global frameworks like the UNESCO Global Geoparks Network aim to evaluate and conserve geoheritage for sustainable development (UNESCO, 2021). Brilha's (2018) Geosite Assessment Framework outlines criteria such as scientific relevance, educational potential, tourism appeal, conservation, legal protection, and visibility. Studies emphasize the role of specific visibility (Mikhailenko & Ruban, 2019), GIS-based inventories (Ballesteros et al., 2022), and interdisciplinary approaches in effective geoheritage management (Louz et al., 2025). This structured, criteria-based assessment allows better comparison of geosites globally.

In Turkey, geoheritage research has grown in the last two decades, leading to inventories and geopark proposals targeting sites of high geological and cultural value (Kazancı et al., 2019; Çiftçi and Güngör, 2022). Diyarbakır, located in Southeastern Anatolia, is rich in volcanic and karstic features such as Karacadağ lava flows, Hasuni caves, and the Neolithic Gelincik Mountain (Şengün et al., 2023; Biltekin et al., 2024). These geosites reflect complex geological evolution and hold strong scientific, educational, and tourism potential.

Nonetheless, despite its remarkable diversity, the geoheritage of Diyarbakır is inadequately represented in both national and international inventories. A restricted number of research methods have been methodically assessed by their geosites employing established approaches. This study seeks to address that deficiency by utilizing Brilha's (2018) evaluation framework on the region's most prominent geosites, including Şeyhandede Waterfall, Ovabağ Volcanites, Birklayn Caves, Gelincik Mountain, Hasuni Caves, and Ashabı Keyf Caves. This study quantifies the four criteria: Scientific Value (SV), Aesthetics Value (AV), Rarity (R), Legal Protection (LP), and Visibility (VIS), while positioning Diyarbakır as a notable geoheritage center in national and worldwide settings.

1. MATERIAL AND METHOD

The study focuses on Diyarbakır province in Southeastern Anatolia, Turkey—an area shaped by volcanic, sedimentary, and karstic processes from the Paleozoic to Quaternary (Kazancı et al., 2019; Şengün et al., 2023). Six geosites were selected for their geological diversity and value in science, education, and tourism: Ovabağ Volcanites (volcanic), Hasuni, Birklayn, and Ashabı Keyf Caves (karstic and cultural), Gelincik Mountain (karstic), and Şeyhandede Waterfall (sedimentary). Between 2024 and 2025, field-based observations and a literature review were conducted. Each site was visited to document lithology, geomorphology, and landscape features, supported by GPS data and photographic records. Observations were verified through geological maps and previous studies (Kazancı et al., 2019; Çiftçi & Güngör, 2022; Şengün et al., 2023). The geosites were assessed using Brilha's (2018) framework based on five qualitative criteria: Scientific Value (SV), Aesthetics Value (AV), Rarity (R), Legal Protection (LP), and Visibility (VIS). Results were compiled into a geosite inventory, which included geological classification, formation processes, and ProGEO category.

2. RESULTS

Field observations and literature comparisons were performed for six designated geosites in Diyarbakır: Hasuni Caves, Gelincik Mountain, Ovabağ Lava Path, Birkleyn Caves, Ashabı Keyf Caves, and Şeyhandede Waterfall. The locations were assessed based on Brilha's (2018) geosite evaluation criteria, emphasizing Scientific Value, Aesthetic Value, Rarity, and Conservation Potential. Scores vary from 0 to 5 for each category, culminating in a maximum total of 20 points.

The Hasuni Caves achieved the highest total score (18/20) owing to their exceptional scientific significance as a well-preserved karstic cave system, coupled with archaeological remains, notable rarity, and strong conservation potential. Gelincik Mountain and Şeyhandede Waterfall received a score of 15 points, indicating their amalgamation of scientific significance, aesthetic allure, and moderate conservation requirements. The Ovabağ Lava Path (14 points) was distinguished by its volcanic characteristics, albeit with inferior aesthetic and rarity ratings relative to karstic places. Birkleyn Caves attained 15 points, exhibiting significant aesthetic appeal and scientific significance, although possessing moderate conservation potential. The Ashabı Keyf Caves had the lowest total score (13/20) owing to modest ratings across all parameters, despite their considerable cultural significance.

The score distribution underscores the diversity of geoheritage in Diyarbakır and identifies priority areas for conservation and tourism enhancement. Locations such as Hasuni Caves and Gelincik Mountain are prioritized for conservation and geotourism development. The assessment of six chosen geosites in the Diyarbakır region was conducted utilizing Brilha's (2018) Geosite Assessment Framework. Each location was evaluated according to four criteria: Scientific Value (SV), Aesthetics Value (AV), Rarity (R), Legal Protection (LP), and Visibility (VIS).

3. DISCUSSION

From a conservation standpoint, average Conservation Potential scores (3–4/5) indicate moderate vulnerability, consistent with Türkiye's national geoheritage issues concerning non-UNESCO-listed sites (Çiftçi & Güngör, 2022). Major threats include unmanaged tourism, erosion, and development, also noted in other European cases (Pereira et al., 2024). The lack of legal protection limits inclusion in global inventories like UNESCO Global Geoparks (UNESCO, 2021).

Diyarbakır's geosites show strong educational and tourism potential. Hasuni Caves and Ovabağ Lava Flow illustrate karstic and volcanic processes ideal for geoscience education (Herrera-Franco et al., 2022; Ferreira & Valdati, 2023). High landscape visibility at Şeyhandede Waterfall and Ashabı Keyf Caves enhances their geotourism value (Mikhailenko & Ruban, 2019).

Compared to regional inventories (Şengün et al., 2023; Biltekin et al., 2024), Diyarbakır's geoheritage remains undervalued despite spanning geological epochs from Paleozoic to Quaternary, intertwined with archaeological significance.

These findings call for a regional management plan aligned with UNESCO criteria—integrating scientific assessment, legal protection, and community involvement. Such a strategy should guide conservation, interpretation, and sustainable tourism, preventing further degradation of this unique geoheritage.

CONCLUSION

The present study methodically assessed six significant geosites in the Diyarbakır region employing Brilha's Geosite Assessment Framework, combining field observations with established geological literature. The findings underscore the region's exceptional volcanic, karst, and fluvial characteristics, with Hasuni Caves identified as the foremost site for conservation and advocacy. Notwithstanding their significant scientific, educational, and tourism potential, the majority of sites lack formal protection, rendering them susceptible to both natural and anthropogenic hazards. The results establish a foundation for regional geoheritage management strategies, highlighting the necessity for legislative protection, sustainable tourism development, and community involvement to safeguard these distinctive geological resources for future generations.

*Bu çalışma Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalında (Genel Jeoloji Bilim Dalı) Prof. Dr. Orhan KAVAK Danışmanlığında 2025-2026 Güz Döneminde "Nevroz YİĞİT" tarafından tamamlanmış olan, "Diyarbakır'daki Jeomirasların Jeolojik Açıdan İncelenmesi", (Diyarbakır-Türkiye, 2025)" başlıklı Yüksek Lisans Tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

*This study was prepared based on the Master's Thesis titled "Geological Investigation of Geoheritages in Diyarbakır", (Diyarbakır-Turkey, 2025)" completed by "Nevroz YİĞİT" in the 2025-2026 Fall Semester at the Mining Engineering Department (General Geology Division) of the Institute of Science at Dicle University, under the Supervision of Prof. Dr. Orhan KAVAK.

REFERENCES

Ballesteros, D., Caldevilla, P., Vila, R., Barros, X. C., Rodríguez-Rodríguez, L., García-Ávila, M., et al. (2022). A GIS-supported multidisciplinary database for the management of UNESCO Global Geoparks: The Courel Mountains Geopark (Spain). *Geoheritage*, 14(2), 41.

Biltekin, D., Şahin, E., & Yıldırım, A. (2024). Diyarbakır and its geomorphological heritage: Contributions to archaeology and tourism. *Turkish Journal of Geoheritage*, 16(1), 45–59.

Brilha, J. (2018). Geoheritage and geoparks. In E. Reynard & J. Brilha (Eds.), *Geoheritage: Assessment, protection, and management* (pp. 323–335). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Çiftçi, Y., & Güngör, Y. (2022). Kültürel jeoloji: Temel kavramlar, jeoparklar ve jeoturizm olgusu. In O. Kavak & Y. K. Haspolat (Eds.), *Farklı yaklaşımlarla madenler ve değerli taşlar* (pp. 699–722). Ankara, Türkiye: Orient/Kadim Yayınevi.

Ferreira, D. R., & Valdati, J. (2023). Geoparks and sustainable development: Systematic review. *Geoheritage*, 15(1), 6.

Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Caicedo-Potosí, J., & Berrezueta, E. (2022). Geoheritage and geosites: A bibliometric analysis and literature review. *Geosciences*, 12(4), 169.

Kazancı, N., Yıldırım, A., & Aydın, E. (2019). The volcanic landscapes of Diyarbakır: Heritage and tourism potential. *Journal of Turkish Geology*, 45(2), 60–75.

Louz, E., Rais, J., Barakat, A., & El Baghdadi, M. (2025). Identification of potential areas for the development of geotourism in the northern part of the M'goun Geopark (Morocco) using multi-criteria analysis and SIG. *Geoheritage*, 17(1), 11.

Mikhailenko, A. V., & Ruban, D. A. (2019). Geo-heritage specific visibility as an important parameter in geo-tourism resource evaluation. *Geosciences*, 9(4), 146.

Pereira, P., Bollati, I. M., Rouget, I., & Monge-Ganuzas, M. (2025). Geoheritage in Southwestern Europe: Advances and challenges. *Geoheritage*, 17(2), 58.

Şengün, M. T., Kılıçarslan, M., & Göktaş, Y. (2023). Karacadağ/Baruttepe (Diyarbakır) çevresinin jeomiras ve jeoturizm özellikleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (10), 133–148.

UNESCO. (2021). *Global Geoparks Initiative: Protecting natural and cultural heritage*. Paris, France: UNESCO Publishing. http://www.unesco.org

KENTSEL PLANLAMA, ZEMİN YAPISI VE NÜFUS YOĞUNLUĞUNA İLİŞKİN BİBLİOMETRİK BİR ANALİZ

Arş. Gör, Zehra ERTOSUN KARABULUT
Muş Alparslan Üniversitesi, Geoteknik, z.ertosun@alparslan.edu.tr, 0000-0002-3397-6443

Özet

Kentsel planlama ile hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde var olan kentin kısmen ya da tamamen iyileştirilmesi, canlandırılması planlanmaktadır. Kentsel planlama daha önce tarla olarak görülen bir arazinin üzerinde mesken, ticaret veya sanayi maksatlı binaların yapılabileceği bir arsa haline dönüştürülmesidir. Yerleşim yerlerinin sağlamlığı ve güvenliği, altyapının oluşturulması, yapıların dayanıklılığı ile ilgili konular zemin yapısı ile ilgilidir. Kentsel planlama yapılırken ilgili yerlerin zemin parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca kentsel planlamanın yapılacağı yerlerin nüfus yoğunluğunun bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanlarda düzensiz yapılaşmaya dayalı deprem, heyelan gibi afetlerin etkileri daha fazla görülmektedir. Bu çalışmada kentsel planlama yapılırken aynı zamanda zemin yapısı ve nüfus yoğunluğu da dikkate alınarak Scopus veri tabanında literatür çalışmaları ele alınmaktadır. Ele alınan literatür çalışmalarıyla bibliometrik analiz yapılarak kentsel planlama, zemin yapısı ve nüfus yoğunluğu anahtar kelimeleri ile literatürün hangi konulara yoğunlaştığı, hangi alanlarda daha az çalışıldığı ve disiplinler arası eğilimlerin etkisi incelenmektedir. Bu çalışmada 2020-2025 yılları arasında yapılan çalışmalar ele alınmakta, VOSviewer, Biblioshiny analiz yöntemleri kullanılmaktadır. 25 yıllık süreçte toplam 827 doküman bulunmakta ve özellikle son yıllarda bu konunun trend eğiliminde olduğu görülmektedir. Uluslararası ortaklık oranı %37 seviyelerinde olup bu konunun pratik ve teorik açıdan küresel bir ilgiye sahip olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma sadece kentsel planlamaya yönelik olmayıp, aynı zamanda bilgi yönetimi, inovasyon ve bilimsel iş birliklerini de içermektedir. Literatür merkezinde yer alan araştırmacılar disiplinler arası bir köprü görevi yapmakta bu alanda yapılan çalışmalar sürdürülebilirlik, afet riski, politika geliştirme, uygulamalı kentsel planlama alanlarının yıllar içerisinde gelişmesine katkı sağlayacak çalışmalar olarak gözükmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel planlama, nüfus yoğunluğu, zemin yapısı

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF URBAN PLANNING, SOIL STRUCTURE AND POPULATION DENSITY

Research Assistant, Zehra ERTOSUN KARABULUT
Muş Alparslan Üniversity, Geotechnical, z.ertosun@alparslan.edu.tr, 0000-0002-3397-6443

Abstract

With urban planning, it is planned to partially or completely improve and revitalise the existing city in both developed and developing countries. Urban planning is the transformation of a land that was previously seen as a field into a land on which residential, commercial or industrial buildings can be built. The issues related to the stability and safety of settlements, the creation of infrastructure, and the durability of structures are related to the soil structure. During urban planning, it is necessary to know the soil parameters of the relevant places. In addition, it is of great importance to know the population density of the places where urban planning will be made. In areas with high population density, the effects of disasters such as earthquakes and landslides based on irregular construction are more common. In this study, literature studies in the Scopus database are analysed by taking into account the soil structure and population density while urban planning is being carried out at the same time. Bibliometric analyses are performed on the literature studies and the keywords urban planning, soil structure and population density are used to examine which topics the literature focuses on, which areas are less studied and the effect of interdisciplinary trends. In this study, studies conducted between 2020-2025 are considered and VOSviewer and Biblioshiny analysis methods are used. In the 25-year period, there are a total of 827 documents and it is seen that this topic has been trending especially in recent years. The international partnership rate is 37 per cent, indicating that this topic has a global interest in practical and theoretical terms. The study is not only oriented towards urban planning, but also includes knowledge management, innovation and scientific collaborations. The researchers in the centre of the literature act as a bridge between disciplines and the studies carried out in this field seem to be studies that will contribute to the development of sustainability, disaster risk, policy development, applied urban planning fields over the years.

Keywords: Urban planning, population density, soil structure

INTRODUCTION

With urban planning, it is planned to partially or completely improve and revitalise the existing city in both developed and developing countries. In 1900, only about 16 per cent of the world's population lived in cities, whereas in 2007 it was over 50 per cent. According to United Nations estimates, this situation will increase continuously and approximately 68% of the world population will live in cities by 2050 (Undesa,2018). When academic publications on urban planning are examined, it is seen that there are long-term academic researches on urbanisation and urban planning, design and management (Fischer and Altrock,2018). Towards the end of the 20th century, urbanisation studies were carried on under concepts such as 'new urbanisation', 'neo-traditional urbanisation', 'sustainable urbanisation', 'smart cities'(Allam & Dhunny, 2019; Jarvis & Bonnett, 2013; Long & Rice, 2019). It has been debated for years whether the use of large densely populated cities as living spaces is advantageous or disadvantageous (Borck & Schrauth, 2021). In a study by Larson and Yezer (2015), per capita energy consumption generally decreases with increasing population density, while green belts and building height regulations affect energy use. City size and density have opposite effects on energy use, but are mostly balanced (Larson & Yezer, 2015). The soil structure started in an agricultural context in urban planning, with a high degree of focus on crop cultivation and crop quality (Lima et al., 2013). While soils play an important role in providing, supplying and regulating food, an essential vital function for society, soils also provide other services important for the community, such as water storage capacity. In addition, roads, buildings, retaining walls, dams and all other structures built on the basis of soil structure depend on the type of soil. The soil quality of the places where they are built is extremely important. However, this wide range of services provided by soils is not fully developed in the main ecosystem services frameworks (Teixeira da Silva et al., 2018).

Within the scope of this study, literature studies on urban planning considering population density and soil structure are discussed. Within the scope of the study, which studies have been conducted with these keywords in the last 25 years to be analyzed bibliometrically and the studies were evaluated by considering the trend. This study was prepared by considering the key words of urban planning, population density and soil structure and evaluated the studies conducted in these fields at the international level. The data to be obtained at the end of the study will provide international contributions to scientists working on sustainable living spaces; it will determine the issues that will guide us and support the shaping of the policies we will follow.

2. METHODOLOGY

In the study, studies conducted between 2020-2025 are discussed and VOSviewer and Biblioshiny analysis methods are used. There are a total of 827 documents in the 25-year period. Urban planning, population density and soil structure were selected as keywords in the bibliometric analysis.

3.RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the analysis, a total of 827 sources were reached as a result of the studies conducted on the Scopus database with keywords and other information is given in Figure 1. As seen in Figure 1, 271 different sources (journals, conferences, etc.) published articles in this period. In addition, 827 documents (articles, reports, etc.) included studies. Studies in this field show an annual increase of 23.02%. 1968 different authors wrote these publications. 37.61% of the authors worked in international partnerships. These documents were cited 41,987 times in total.



Figure 1. Key bibliometric statistics of literature analysis between 2000 and 2020

The change of studies in this field over the years is shown in Figure 2. As a result of the analysis, the number of articles published from 2000 to 2020 was observed annually and a rapid increase was observed in the last decade. This increase is an indication that the study under review has attracted more and more attention in recent years and research has accelerated.

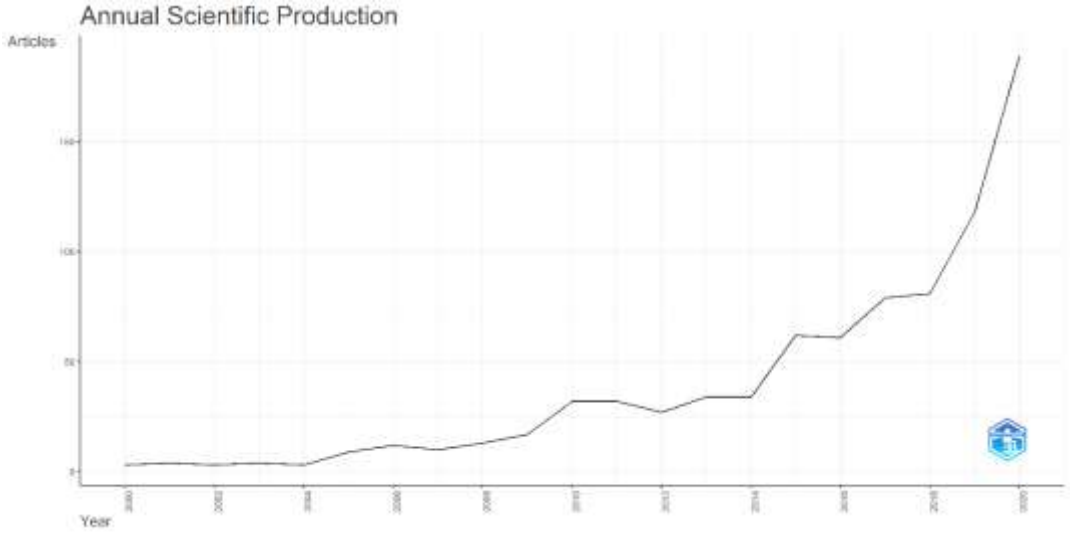


Figure 2. Annual scientific production

The number of citations received by years is shown in Figure 3. The analysis shows that high average citations were received between 2004 and 2012, indicating that the published studies had a strong impact in the literature. After 2015, there was a significant decrease in the number of citations, which gradually decreased to lower levels in the years after 2018 and reached its lowest level towards 2020.

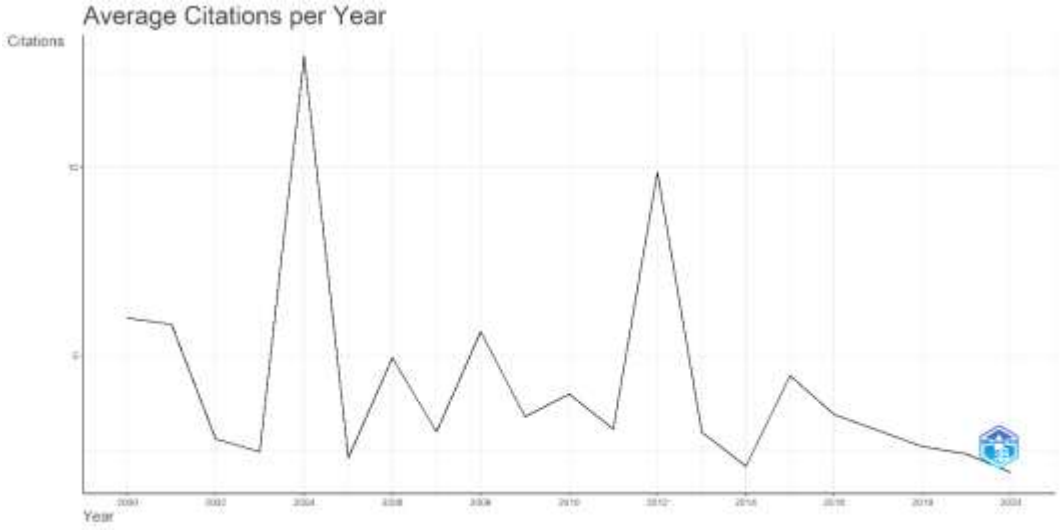


Figure 3. Average citations per year

The analysis of the most influential authors and themes is presented in Figure 4. The analysis shows that the main articles are in the left column, important authors in the middle column and research themes in the right column. It is seen that bibliometrics and citation analysis form the core of the field. It is seen that the studies have evolved over time into applied themes such as innovation, entrepreneurship, management and knowledge networks.

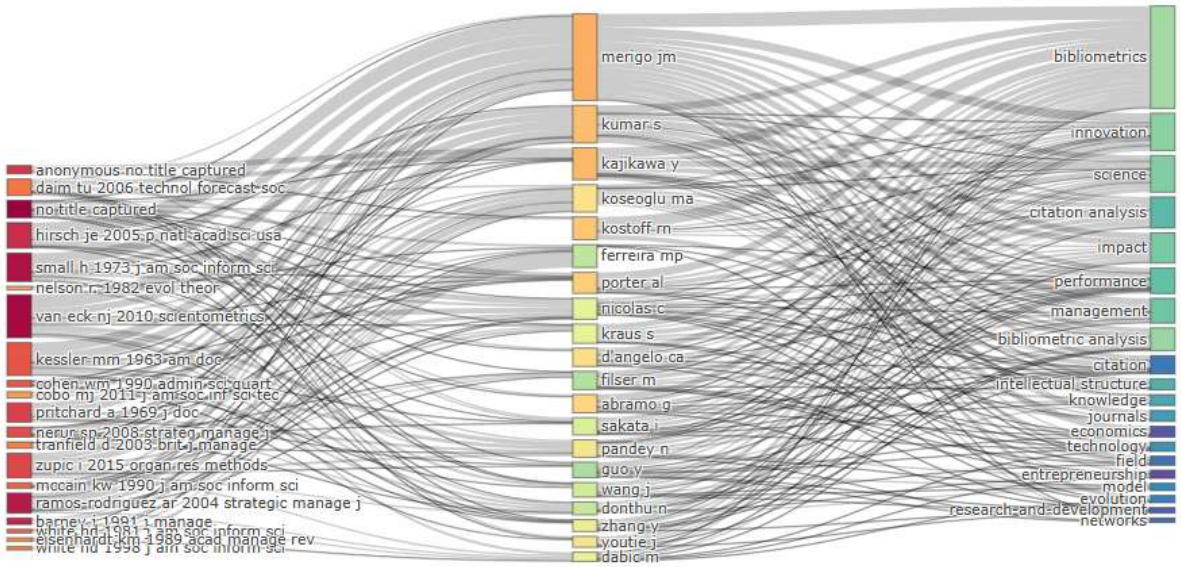


Figure 4. Three-field plot

The contributions of the journals to the studies are given in Figure 5. When the figure is analyzed, Technological Forecasting and Social Change (TFSC) ranks first with more than 75 publications. Research Policy ranks second with more than 50 publications. The journals Technology Analysis & Strategic Management, Journal of Business Research, Science and Public Policy, Technovation have made a moderate contribution with approximately 20-30 publications.

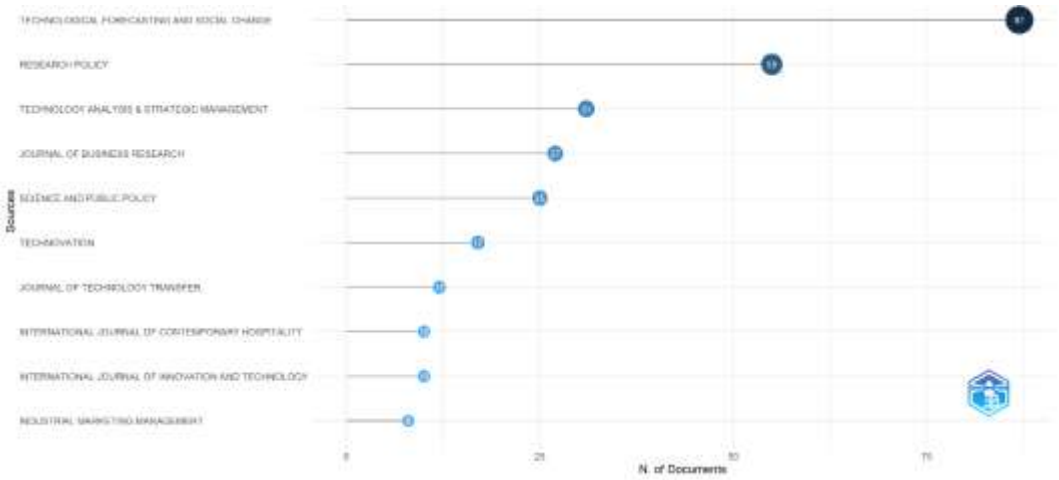


Figure 5. Most relevant sources

Yapılan çalışmada en fazla katkı gösteren yazarlar Şekil 6'da verilmektedir. Görselde en etkili isim 20 yayın sayısı ile **Merigó JM** adlı yazardır. **Kajikawa Y** ve **Kumar S** adlı yazarlar 14 yayın ile ikinci sırada yer almaktadır. **Kostoff RN** ve **Porter AL 10 yayın sayısı ile üçüncü sırada yer almaktadırlar. Yayın yapan yazarlar göz önüne alındığında** bibliyometri, inovasyon ve teknoloji yönetimi alanında önemli katkılar sundukları görülmektedir.

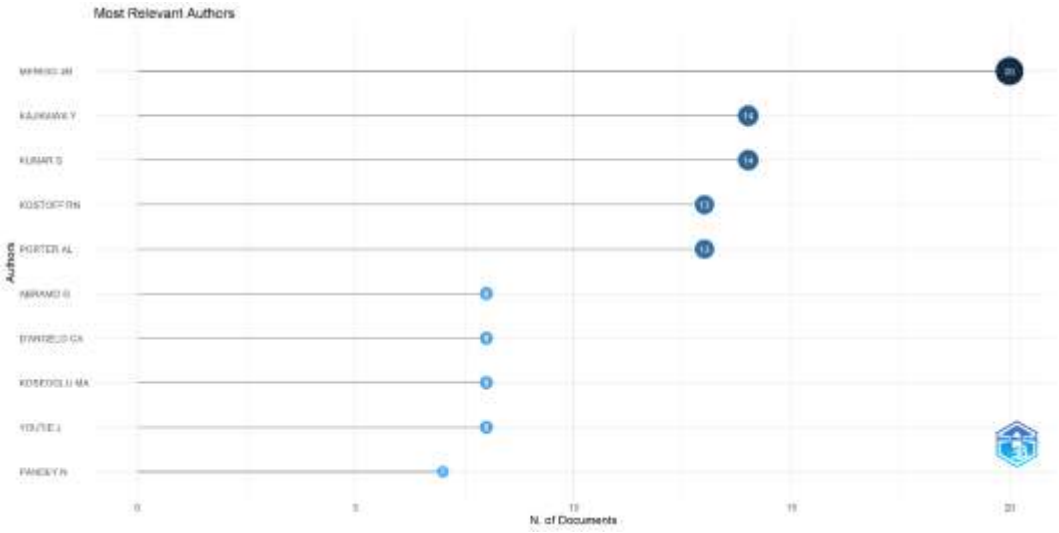


Figure 6. Most relevant authors

The most commonly used words in this field are shown in Figure 7. In the analysis, the words "bibliometrics", "bibliometric analysis", "innovation", 'management', "science" are mostly used. This shows that scientific measurement, innovation and management dimensions constitute the main line of the studies. Kulan ̀lan The words "performance", "impact", "citation analysis", "citation analysis", "intellectual structure", 'knowledge', "networks" are used at a moderate level, reflecting the fact that research focuses more on scientific performance measurement, citation analysis and knowledge structure.



Figure 7. Word cloud

4. CONCLUSIONS

Bibliometric analyses reveal that while the field was limited in the early 2000s, it increased rapidly especially after 2015 and reached its peak in 2020. The concepts of “bibliometrics”, “bibliometric analysis”, “citation analysis”, “impact”, ‘innovation’ and “management” were the most prominent in the studies. This shows that the field focuses on assessment, innovation and management dimensions. The findings show that bibliometrics research is not limited to information science but has strong links with disciplines such as economics, technology, entrepreneurship and public policy. Moreover, prominent authors (Merigó JM, Kumar S, Kajikawa Y) and important journals (Technological Forecasting and Social Change, Research Policy) have shaped the direction of academic production in this field.

As a result, bibliometrics has become not only a method to measure scientific production, but also a strategic interdisciplinary research field that contributes to innovation, performance and policy processes. The analysis reveals that research is largely focused around the themes of urbanization, infrastructure and sustainability. It was also found that publications exhibit an interdisciplinary nature, with strong links between engineering, environmental sciences and social sciences. As a result, bibliometric trends in these fields show that urban development and planning policies are becoming more scientifically holistic and data-driven.

KAYNAKLAR

Allam, Z., & Dhunny, Z. A. (2019). On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, *89*, 80-91.

Borck, R., & Schrauth, P. (2021). Population density and urban air quality. *Regional Science and Urban Economics*, *86*, 103596.

Fischer, K. F., & Altrock, U. (Eds.). (2018). *Windows upon planning history*. Routledge.

Jarvis, H., & Bonnett, A. (2013). Progressive nostalgia in novel living arrangements: a counterpoint to neo-traditional new urbanism?. *Urban Studies*, *50*(11), 2349-2370.

Larson, W., & Yezer, A. (2015). The energy implications of city size and density. *Journal of Urban Economics*, *90*, 35-49.

Lima, A. C. R., Brussaard, L., Totola, M. R., Hoogmoed, W. B., & De Goede, R. G. M. (2013). A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. *Applied Soil Ecology*, *64*, 194-200.

Long, J., & Rice, J. L. (2019). From sustainable urbanism to climate urbanism. *Urban Studies*, *56*(5), 992-1008.

Teixeira da Silva, R., Fleskens, L., van Delden, H., & van der Ploeg, M. (2018). Incorporating soil ecosystem services into urban planning: status, challenges and opportunities. *Landscape Ecology*, *33*(7), 1087-1102.

UNDESA. (2018). World urbanization prospects: The 2018 revision, online edition.

DEĞİŞEN KİMYASAL ÇEŞİTİNİN MICP İLE İYİLEŞTİRİLEN FARKLI ÜÇ ZEMİNDE SERBEST BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ

Arş. Gör, Zehra ERTOSUN KARABULUT 1
1Muş Alparslan Üniversitesi, Geoteknik, z.ertosun@alparslan.edu.tr, 0000-0002-3397-6443
Prof.Dr.Sabriye Banu İKİZLER 2
2 Karadeniz Teknik Üniversitesi, Geoteknik, banuh@ktu.edu.tr, 0000-0002-6820-5593

Özet

Nüfus artışı, iklim değişikliği, kentleşme ve doğal kaynakların tükenmesi gibi toplumsal ve çevresel zorluklar nedeniyle, sivil ve ekonomik sorunlara yönelik yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, geoteknik altyapı sorunlarını çözmek için yenilikçi yaklaşımlar çok önemlidir. Bu kapsamda MICP(Mikrobiyal Kaynaklı Kalsiyum Karbonat Çökelimi) ile zemin iyileştirme yöntemi bu çalışmada kullanılmaktadır. MICP, çevre dostu bir zemin iyileştirme yöntemi olmakla birlikte sürdürülebilirlik açısından da son yıllarda tercih edilen bir zemin iyileştirme yöntemidir. MICP, zemin parçacıkları üzerinde $CaCO_3$'ü çökelterek zeminlerin mühendislik özelliklerini iyileştiren biyolojik aracılı bir teknolojidir. Bu çalışmada, MICP yöntemlerinin mühendislik uygulamalarındaki etkinliğini artırmaya yönelik, değişen kimyasal çeşiti ele alınarak serbest basınç dayanımları karşılaştırılacaktır. Çalışmada Sporosarcina pasteurii bakterisi canlandırılarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında üç farklı kumda iyileştirme solüsyonu farklı kimyasal kullanımı ile değiştirilerek MICP ile iyileştirme yapılmaktadır. İlk durumda tüm kimyasalların (nutrient broth, sodyum hidrojen karbonat, amonyum klorür, üre ve kalsiyum klorür) kullanıldığı iyileştirme solüsyonu peristaltik pompa ile verilmektedir. İkinci durumda sadece $CaCl_2$ ve üre, 1.0 molaritede hazırlanarak peristaltik pompa ile zeminlere verilmektedir. Yapılan deneyler sonucunda tüm kimyasalların kullanıldığı durumda üç farklı kum türü için de serbest basınç dayanımlarının arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: MICP, serbest basınç dayanımı, zemin iyileştirme

THE EFFECT OF THE CHANGING CHEMICAL SPECIES ON THE UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF THREE DIFFERENT SOILS IMPROVED BY MICP

Research Assistant, Zehra ERTOSUN KARABULUT 1
1Muş Alparslan University, Geotechnical, z.ertosun@alparslan.edu.tr, 0000-0002-3397-6443
Prof. Dr. Sabriye Banu İKİZLER 2
2 Karadeniz Technical University, Geotechnical, banuh@ktu.edu.tr, 0000-0002-6820-5593

Abstract

Due to societal and environmental challenges such as population growth, climate change, urbanisation and depletion of natural resources, innovative and sustainable solutions to civil and economic problems need to be developed. Therefore, innovative approaches are very important to solve geotechnical infrastructure problems. In this context, soil improvement method with MICP (Microbial Induced Calcium Carbonate Precipitation) is used in this study. MICP is an environmentally friendly soil improvement method and is a preferred soil improvement method in recent years in terms of sustainability. MICP is a biologically mediated technology that improves the engineering properties of soils by precipitating CaCO3 on soil particles. In this study, in order to increase the effectiveness of MICP methods in engineering applications, the free compressive strengths will be compared by considering the changing chemical variety. Sporosarcina pasteurii bacteria is used in the study. Within the scope of the study, three different sands are treated with MICP by changing the treatment solution with the use of different chemicals. In the first case, the remediation solution containing all chemicals (nutrient broth, sodium hydrogen carbonate, ammonium chloride, urea and calcium chloride) is given by peristaltic pump. In the second case, only CaCl2 and urea were prepared at 1.0 molarity and applied to the soils by peristaltic pump. As a result of the experiments, it was observed that the free compressive strengths increased for all three different sand types when all chemicals were used.

Keywords: MICP, unconfined compressive strength, soil improvement

INTRODUCTION

The main objective of soil dynamics and geotechnical earthquake engineering is to determine the deformations of soils under repetitive loads and to determine the degree of dynamic effects caused by the soil for different engineering structures (Çetin M. 2016). Soil improvement is carried out to improve the dynamic and static properties of soils. Traditional ground improvement techniques utilize mechanical energy and/or man-made materials that require energy to produce and apply. On the other hand, new methods need to be low cost, fast application and remediation time, greater durability and environmental friendliness compared to traditional methods. Multidisciplinary work has been increasing in all fields for almost a decade. In geotechnical engineering, biological soil improvement methods can also be called one of the successful research areas. The biological process in soil has provided potential solutions to many geotechnical problems and is divided into three main groups: biomineralization, bioturbation and biogas. Microbial-induced calcite precipitation (MICP) is a branch of biomineralization, which is one of the suitable and most researched types that are compatible with geotechnical engineering problems and can replace traditional methods in terms of performance and environmental sustainability (Ilkhchi Y. 2019). Self-healing with bacteria, autonomous crack sealing by bacteria-induced carbonate precipitation, is an environmentally friendly mechanism that has been intensively studied by many researchers worldwide (Gupta S. et al., 2017). This method is also known as microbial-induced carbonate precipitation. Some micro-organisms have the ability to precipitate calcium carbonate through true analysis. A comprehensive review of the literature revealed specific bacterial applications. . A comprehensive review of the literature has revealed specific applications of bacteria. Bacillus Subtilis bacteria can increase the strength of concrete with lightweight aggregate and graphite nanoplatelets (Khaliq W., & Ehsan M. B., 2016). Sporoscarcina Pasteurii bacteria used in fly ash concrete showed improvement in the strength and durability of fly ash concrete through self-healing effect (Chahal N. et al. 2012). Sporoscarcina Pasteurii bacteria used in silica fume concrete showed improvement in the strength and durability of silica fume concrete with self-healing effect. In recent years, traditional soil improvement methods have been replaced by economical and more environmentally friendly soil improvement methods because they are environmentally harmful. For this purpose, the injection of stabilizing materials such as colloidal silica or bentonite mortar has been proposed (Gallagher P. M., et al. 2007). Interdisciplinary studies between microbiology, geochemistry and civil engineering have shown that biological activities can provide economical and permanent solutions to improve soil properties and prevent liquefaction-induced deformations (DeJong J. T., et al. 2010). Urea hydrolysis by urolithic bacteria increased the mechanical properties and stiffness of the soil by producing microbial calcium carbonate precipitation (MICP) and cementation (Montoya B. M., et al. 2014) and reduced the permeability of the soil due to the microbial plugging process (Chu J., et al., 2012).

In this study, several experiments will be conducted to investigate the effect of soil improvement with MICP on three different sands. Firstly, the physical properties of the soils will be determined, then two different chemical contents will be prepared and the remediation solution will be prepared. The remediation solutions injected into the soil will continue for 5 days. Sporosarcina pasteurii bacteria will be used in the study. In the first case, all chemicals (nutrient broth, sodium hydrogen carbonate, ammonium chloride, urea and calcium chloride) are used and the remediation solution is given by peristaltic pump. In the second case, only $CaCl_2$ and urea were prepared at 1.0 molarity and introduced into the soils with a peristaltic pump. After the cured soils are dried, they will be subjected to a free compressive strength test to evaluate the effect of the chemicals used in the curing solution on the free compressive strength.

2. METHODOLOGY

In the experiments carried out within the scope of the study, sands with three different grain diameters (AFS 55/60, AFS 65/70 and CEN) were used. The grain diameter granulometry of the sands is given in Figure 1.

Within the scope of the thesis study, effective grain size D_{10} corresponding to 10%, effective grain size D_{30} corresponding to 30%, effective grain size D_{50} corresponding to 50%, effective grain size D_{60} corresponding to 60% are calculated from the grain distribution curve given in Figure 1 and it is seen that the values found are within the limits of the literature. As a result of the calculations, it was seen that the values were within the limits of the literature.

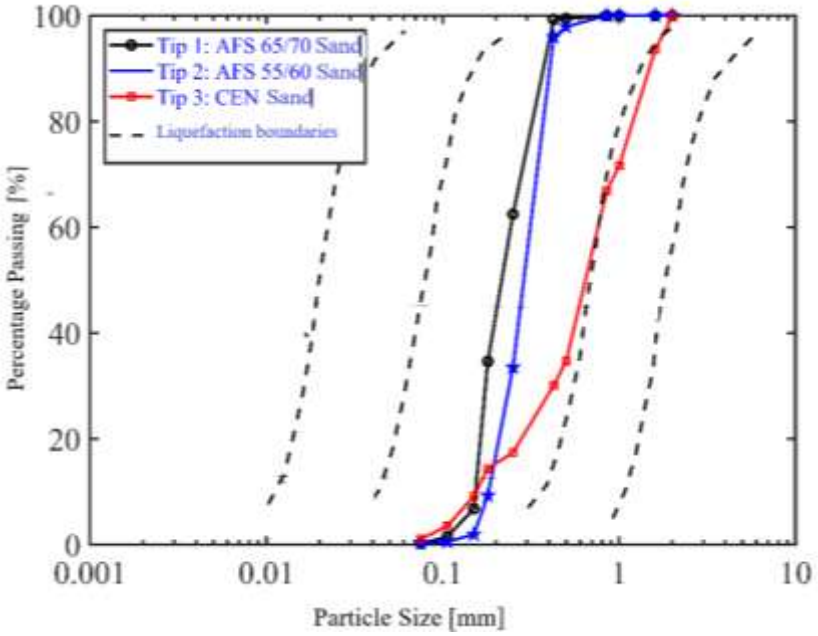


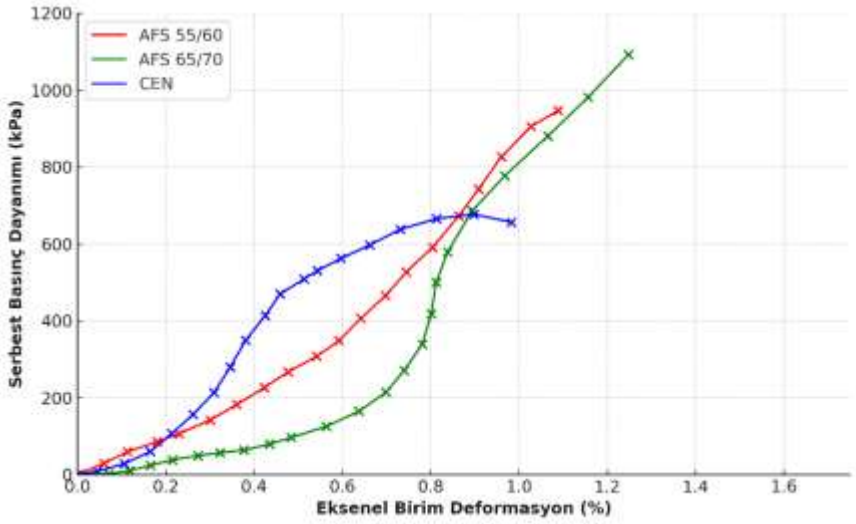
Figure 1. Particle size distribution curves of the materials used in the experiments

The bacterium used in the study (Sporosarcina pasteurii) is unique in its ability to induce urea hydrolysis under the right conditions. Sporosarcina pasteurii is a gram-positive bacterium that can survive in highly alkaline media (pH~10). Culturing Sporosarcina pasteurii and proper enrichment of the culture medium to promote precipitation is essential to ensure that the bacterial culture is propagated. A special experimental setup was set up for homogeneous application of the bacteria-containing solution and the curing (cementing) solution to the soil samples. Unconfined compressive strength tests were conducted on sandy soil samples treated with bacteria and improvement solution, taking into account the variation in chemical diversity. Nutrient broth, sodium hydrogen carbonate, ammonium chloride, urea and calcium chloride were used for the treatment solution. For the second solution, only calcium chloride and urea were used. Before preparing the bacterial solution, the environment and the materials to be used must be sterilized. The materials required for sterilization (bottles, pipettes, micropipettes, shakers for bacterial growth and liquid medium) were collected and sterilized in an autoclave at 121°C for 20 min. In a 1 liter bottle, liquid medium was prepared using the necessary chemicals (Tris powder, yeast extract, ammonium sulfate) . 15.75 g of Tris powder was mixed into 1 L of pure water to achieve a pH value of 9.0. To reach this value, 1 ml of hydrochloride acid was used. Other chemicals were also prepared, placed in a bottle, made ready for sterilization and autoclaved. After sterilization in autoclave, the bacterial strain stored at -80 °C was taken and transferred to liquid medium in sterile environment. In this medium, Uzenberg fever was used and inoculation was performed in sterile medium on a table wiped with alcohol. The inoculated suspension was distributed 125 mL to 8 shakers with 25 mL pipettes. It is necessary to relieve the air flow for bacterial growth to occur. Therefore, one fifth of the shakers were filled. The prepared shakers were left to shake at 200 rpm for 48 hours at 30°C in a refrigerated incubator. After 48 hours, the proliferation of bacteria was seen in the turbidity and 1 mL of each shaker was taken and the bacterial density

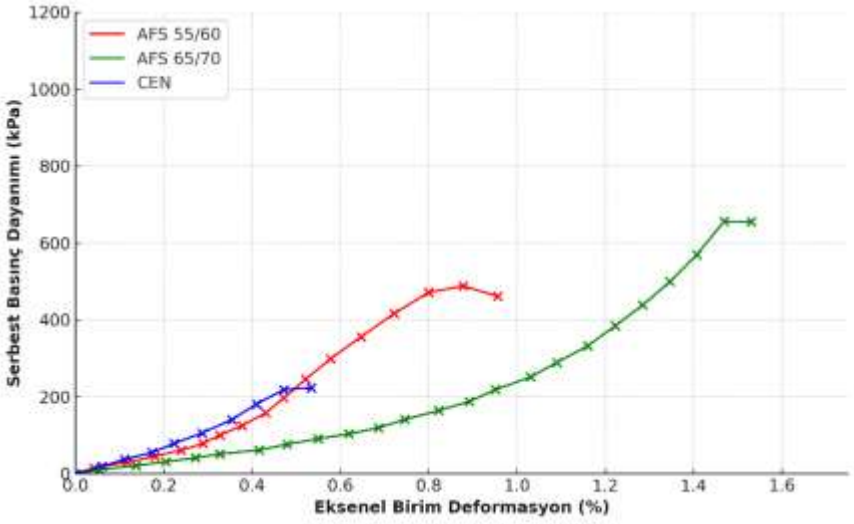
was measured at 600 nanometers in UV_{vis} instrument. The solutions were applied at a rate of 0.2 ml/min. After the improvement process was completed, all samples were flushed with deionized water and then oven-dried at 60°C for 14 days. Unconfined compressive strength tests were conducted on the samples removed from the oven. Unconfined compressive tests were performed on the improved soils. Unconfined compressive tests were performed in accordance with ASTM D2166 (2010).

3.RESULTS AND DISCUSSION

In this section, free compressive tests are performed on soils improved with MICP using two different methods. The experiments are carried out for three different sand types with 1 M urea and 1 M calcium chloride in loosely prepared sand, cured for 5 days and a flow rate of 0.2 ml/min. Within the scope of the study, three different sands are treated with MICP by replacing the treatment solution with different chemicals. In the first case, all chemicals (nutrient broth, sodium hydrogen carbonate, ammonium chloride, urea and calcium chloride) are used in the remediation solution which is delivered by peristaltic pump. In the second case, only $CaCl_2$ and urea were prepared at 1.0 molarity and introduced into the soils with a peristaltic pump. The effect of using different chemicals in the treatment solution in three different sands treatment with MICP is given in Figure 2.



(a)



(b)

Figure 2. Effect of using different chemicals in the treatment solution in three different sands treated by MICP (a) all chemicals, (b) only $CaCl_2$ and urea

When Figure 2a is examined, the unconfined compressive strengths for all three different sands in the MICP treatment process using all chemicals are high. The sand with the highest free compressive strength is AFS 65/70 while the sand with the lowest unconfined compressive strength is CEN. Figure 2b shows the case where only $CaCl_2$ and urea chemicals are used. The unconfined compressive strengths of AFS 65/70 and AFS 55/60 fine sands show a decrease of about 30-40% compared to the unconfined compressive strengths in the first case where all chemicals were used. The CEN sand, which has a larger grain structure, shows a strength loss of 65-70%. In this study, when only $CaCl_2$ and urea chemicals are used, the unconfined compressive strengths of the three different sands decrease compared to the case where all chemicals are used in the treatment solution. However, the improvement with MICP also occurs when only $CaCl_2$ and urea chemicals are used, and it is seen that the unconfined compressive strength increases slightly for all three different sand types.

4. CONCLUSIONS

Within the scope of the thesis study, three different sands were obtained and their engineering properties were determined. AFS 65/70, AFS 55/60 and CEN sands were improved by MICP method. Sporosarcina pasteurii bacteria was used in the soil treatment by MICP method. When only calcium chloride and urea were used in the treatment solution compared to the cases where all chemicals (nutrient broth, sodium hydrogen carbonate, ammonium chloride, urea and calcium chloride) were included in the treatment solution, higher unconfined compressive strength values were obtained in the case of treatment with all chemicals. In future studies, the case where all chemicals are used is recommended in order to obtain higher strength values.

KAYNAKLAR

Chahal, N., Siddique, R., & Rajor, A. (2012). Influence of bacteria on the compressive strength, water absorption and rapid chloride permeability of fly ash concrete. *Construction and building Materials*, *28*(1), 351-356.

Chu, J., Stabnikov, V., & Ivanov, V. (2012). Microbially induced calcium carbonate precipitation on surface or in the bulk of soil. *Geomicrobiology Journal*, *29*(6), 544-549.

Çetin, M. 2016. "Siltlerde Kil Oranının Dinamik Davranışa Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.

DeJong, J. T., Mortensen, B. M., Martinez, B. C., & Nelson, D. C. (2010). Bio-mediated soil improvement. *Ecological engineering*, *36*(2), 197-210.

Gallagher, P. M., Pamuk, A., & Abdoun, T. (2007). Stabilization of liquefiable soils using colloidal silica grout. *Journal of Materials in Civil Engineering*, *19*(1), 33-40.

Gupta, S., Dai Pang, S., & Kua, H. W. (2017). Autonomous healing in concrete by bio-based healing agents–A review. *Construction and Building Materials*, *146*, 419-428.

Khaliq, W., & Ehsan, M. B. (2016). Crack healing in concrete using various bio influenced self-healing techniques. *Construction and building materials*, *102*, 349-357.

Montoya, B. M., DeJong, J. T., & Boulanger, R. W. (2014). Dynamic response of liquefiable sand improved by microbial-induced calcite precipitation. In *Bio-and chemo-mechanical processes in geotechnical engineering: Géotechnique symposium in print 2013* (pp. 125-135). ICE Publishing.

Y.Ilkhchı, A. 2019. "Geotechnıcal Propertıes Analysıs Of Cemented Sand Wıth Mıcrobıal Induced Calcıum Carbonate Precıpıtatıon", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

KIRDAĞ OFİYOLİTİNİN MANTO KESİMİNDEKİ VERLİTLERİN PETOGRAFİSİ VE MİNERAL KİMYASI: MANTO SÜREÇLERİ AÇISINDAN PETROLOJİK ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Özgür BİLİCİ[1]

[1]Atatürk Üniversitesi, Yer Bilimleri, ozgurbilici@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8810-9662

Özet

Bu çalışmada, Doğu Pontid tektonik birliğinin doğusunda yüzeylenen Kırdağ ofiyolitinin manto kesiminde yer alan verlitlerin petrografik, mineral kimyasal ve petrolojik özellikleri ilk kez ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yaygın olarak bulunan harzburjitler içerisinde sınırlı alanlarda gözlenen verlitler, sahada yer yer dünit seviyeleriyle geçişli olup, ileri derecede alterasyon nedeniyle daha çok mikroskobik ölçekte ayırt edilebilmiştir. Petrografik olarak ksenomorf taneli dokular ile olivinler arasında serpantinleşmeye bağlı ağsal yapılar belirgindir. Modal bileşim açısından olivin, klinopiroksen ve krom spinel temel mineralleri oluşturmaktadır.

Mineral kimyası verilerine göre olivinler yüksek magnezyenli olup, Fo değerleri 92.59–93.07 arasında değişmektedir. NiO içerikleri %0.30–0.49, MnO içerikleri ise %0.10–0.18 aralığındadır. Klinikopiroksenler yüksek Mg# (>0.95) değerleriyle karakterize, En bileşimleri 69.11–71.00 aralığında ojit özelliği göstermektedir. Ayrıca, Al_2O_3, TiO_2 ve Cr_2O_3 içerikleri sırasıyla %0.11–3.03, %0.00–0.02 ve %0.00–0.33 arasında değişmektedir. Krom spineller ise Cr# değerleri 0.65–0.77, Mg# değerleri 0.32–0.56 arasında olup, düşük Al_2O_3 (%9.60–18.37) ve TiO_2 (%0.00–0.07) içerikleriyle dikkat çekmektedir.

Tüm bu veriler, incelenen verlitlerin tipik kümülat kayaçlardan ziyade, yitim zonunda meydana gelen ergiyik–peridotit etkileşim süreçleri sonucunda gelişmiş manto kökenli özellikler sergilediklerini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Verlit, Petrografi, Mineral Kimyası, Kırdağ ofiyoliti, KD Türkiye

PETROGRAPHY AND MINERAL CHEMISTRY OF WEHRLITES IN THE MANTLE SECTION OF THE KIRDAĞ OPHIOLITE: PETROLOGICAL IMPLICATIONS FOR MANTLE PROCESSES

Assts Prof. Dr. Özgür BİLİCİ[1]

[1]Atatürk University, Earth Science, ozgurbilici@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8810-9662

Abstract

In this study, the petrographic, mineral chemical, and petrological characteristics of wehrlites within the mantle section of the Kırdağ ophiolite, located in the eastern part of the Eastern Pontide tectonic unit, are evaluated for the first time. Within the study area, wehrlites occur in limited domains enclosed by the widely distributed harzburgites, and they locally show transitional contacts with dunite levels. Due to intense alteration, they were mainly identified under the microscope. Petrographically, xenoblastic textures and mesh structures developed by serpentinization between olivine grains are characteristic. The modal mineral assemblage is primarily composed of olivine, clinopyroxene, and chromian spinel.

Mineral chemistry data indicate that olivines are highly magnesian, with Fo values ranging from 92.59 to 93.07. Their NiO contents vary between 0.30 and 0.49 wt.%, whereas MnO contents range from 0.10 to 0.18 wt.%. Clinopyroxenes are characterized by high Mg# values (>0.95) and exhibit an augitic composition with En contents of 69.11–71.00. Their Al_2O_3, TiO_2, and Cr_2O_3 concentrations vary from 0.11 to 3.03 wt.%, 0.00 to 0.02 wt.%, and 0.00 to 0.33 wt.%, respectively. Chromian spinels display Cr# values between 0.65 and 0.77, Mg# values between 0.32 and 0.56, and contain low Al_2O_3 (9.60–18.37 wt.%) and TiO_2 (0.00–0.07 wt.%).

All these data reveal that the studied wehrlites exhibit mantle-derived properties developed as a result of melt-peridotite interaction processes occurring in the subduction zone, rather than typical cumulate rocks.

Key Words: Wehrlite, Petrography, Mineral Chemistry, Kırdağ ophiolite, NE Türkiye

A MULTI-DIMENSIONAL ANALYSIS OF CONSTRUCTION PROJECT DELAYS IN THE IRON AND STEEL INDUSTRY

Dr. Öğretim Üyesi, Volkan ARSLAN / Mehmet Efe KERMAN
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, volkan.arslan@hotmail.com, 0000-0002-0368-5653
Erdemir Mühendislik, m.efekerman@gmail.com, 0009-0001-4003-6599

Abstract:
Delays in construction projects are a persistent global challenge, yet their impacts are especially severe in the capital-intensive iron and steel industry, where downtime directly translates into significant financial and operational losses. This paper conducts a multi-dimensional analysis of delay factors specific to construction activities in this sector, including facility upgrades, new installations, and infrastructure repairs. Beyond the well-documented global causes of delay, the study highlights industry-specific barriers such as the integration of new systems with aging facilities, long-lead equipment procurement, and shortages of specialized labor. Organizational weaknesses and communication gaps between project teams and plant operations are also identified as critical contributors to schedule overruns. Synthesizing insights from the literature and sector-specific evidence, the paper proposes a proactive, context-aware risk management framework designed to minimize delays while safeguarding operational continuity. The findings underscore that delay management in iron and steel projects must move beyond generic models toward tailored strategies that address the sector's unique technological, logistical, and managerial complexities.

Keywords: Construction Delays, Iron and Steel Industry, Risk Management, Industrial Projects

1. INTRODUCTION

Schedule delays in construction projects represent a chronic and globally recognized problem, leading to significant negative consequences such as cost overruns, disputes, litigation, and even project abandonment (Durdyev & Hosseini, 2020; Selcuk et al., 2024). This issue has been extensively researched across various geographical and economic contexts, with studies highlighting financial difficulties, poor planning, material shortages, and stakeholder-related inefficiencies as recurring themes (Bajjou & Chafi, 2020; Rachid et al., 2019; Viles et al., 2020). Despite this comprehensive understanding of general delay factors, their consequences and causal dynamics can be critically magnified within specialized, capital-intensive industrial environments.

Delays in construction projects within the iron and steel industry often arise from a combination of economic, technological, logistical, and managerial factors. Critical issues include employer- and contractor-related delays such as design changes, payment interruptions, or resource mismanagement, as well as external risks like geopolitical crises and supply chain disruptions (Shatokha, 2016; Tang et al., 2001). In particular, the dependence on long-lead equipment—such as blast furnaces, converters, and continuous casting machines—and complex international logistics makes these projects highly vulnerable to procurement delays (Matsveichuk et al., 2024). Economic pressures such as inflation, high energy costs, and labor shortages further exacerbate scheduling problems by increasing costs and reducing workforce stability (Akinci et al., 2023). Moreover, technological gaps—such as data silos, insufficient online monitoring, and reliance on manual maintenance—cause unplanned downtime and inefficient quality control (Zhou et al., 2022). Sustainability-driven practices like steel reuse introduce additional delays through challenges in certification, material availability, and demolition logistics (Kanyilmaz et al., 2023). Finally, the limited integration of Industry 4.0 technologies—including digital twins, IoT, and intelligent robots—results in weak predictive maintenance and long product development cycles, amplifying risks of program overruns (Šokić et al., 2025; Zhou et al., 2022). Together, these interrelated factors explain why construction schedules in the iron and steel sector frequently experience significant delays.

In this context, construction delays transcend their typical contractual implications. The extreme cost of production downtime means that on-time project completion is not merely a contractual obligation but a strategic imperative for maintaining operational continuity and market competitiveness. Facility upgrades, new technology installations, or critical infrastructure repairs cannot be viewed in isolation from the ongoing manufacturing process. This unique interplay between construction activities and live industrial operations introduces a set of complex, multi-dimensional challenges that are not adequately captured by general delay models (Karami & Olatunji, 2020).

Therefore, this paper aims to bridge this research gap by providing a focused, multi-dimensional analysis of the root causes of construction delays specific to the iron and steel industry. By synthesizing general findings from the broader construction management literature with the unique challenges of this sector, the study proposes a proactive, context-aware risk management framework designed to minimize delays while protecting the vital operational continuity of iron and steel manufacturing.

2. LITERATURE REVIEW

2.1. Common Causes of Construction Delays: A Global Perspective

A vast body of literature has identified a set of universally recognized delay factors in construction projects. These studies, often employing questionnaire surveys and Relative Importance Index (RII) analysis,

consistently highlight a core group of problems. Financial factors, including contractor's financial difficulties and owner's delay in progress payments, are almost universally cited as top-ranking causes (Bajjou & Chafi, 2020; Rachid et al., 2019). Global reviews further confirm that payment delays and weak contractor cash flow remain among the most influential causes of delays (Durdyev & Hosseini, 2020).

Closely following are management and planning deficiencies, such as ineffective project planning, poor site management, and inadequate supervision (Gunduz et al., 2015; Viles et al., 2020). Context-specific studies also emphasize that inadequate scheduling and poor communication among stakeholders exacerbate time overruns, especially in developing economies (Hossain et al., 2022).

Design-related issues, including errors or omissions in design documents and frequent owner-initiated change orders, also feature prominently as major disruptors (Chen et al., 2019). Similarly, studies on claim causes underline that contractual ambiguities and variation orders significantly contribute to disputes and subsequent project delays (Do et al., 2023).

Furthermore, resource-based challenges like shortages of skilled labor and late delivery of materials are critical contributors to project delays across different regions (Maqsoom et al., 2021; Mpofu et al., 2017). These findings collectively suggest that while financial and managerial deficiencies dominate globally, technical, contractual, and resource-related problems remain interdependent drivers of delays across construction contexts.

2.2. Methodological Evolution and Research Gaps

Methodologically, the field has evolved from simple ranking studies to more sophisticated analytical approaches. While RII remains a popular tool, recent research has incorporated advanced techniques to better understand the complex interplay between delay factors. For instance, Fuzzy Logic has been used to model the inherent uncertainty in delay assessment (Gunduz et al., 2015), while Structural Equation Modeling (SEM) has been employed to test the causal relationships between factor groups (Al-Fadhali et al., 2019; Chen et al., 2019). More holistic approaches, such as the hybrid System Dynamics (SD) and DEMATEL method, have sought to model the entire system of delays, revealing that factors are not isolated but part of a complex web of cause-and-effect loops (Jalal & Shoar, 2017).

Despite this methodological advancement, a significant research gap persists: the lack of context-specific studies for high-risk, capital-intensive industrial sectors. As highlighted by integrative literature reviews, most research either generalizes findings across the entire construction industry or fails to adopt standardized classifications, making cross-study comparison difficult (Durdyev & Hosseini, 2020; Viles et al., 2020). This generic approach overlooks the unique operational environments, risk profiles, and strategic priorities of sectors like the iron and steel industry, where the cost of failure is exceptionally high (Bajjou & Chafi, 2020; Karami & Olatunji, 2020).

3. THE UNIQUE CONTEXT OF CONSTRUCTION DELAYS IN THE IRON AND STEEL INDUSTRY

General delay models are insufficient for the iron and steel industry because they fail to account for the critically magnified consequences and unique causal factors present in this sector. A multi-dimensional framework is required to understand these specific challenges.

3.1. Infrastructural and Technical Barriers

A primary challenge involves integrating new, advanced systems with aging, existing facilities. Unlike greenfield projects, these initiatives often require complex shutdowns, tie-ins, and commissioning sequences that must be meticulously planned around the plant's operational constraints. Similar findings in the literature

show that technical barriers such as design errors, frequent change orders, and poor coordination between old and new systems contribute significantly to delays (Chen et al., 2019; Hossain et al., 2022).

Any incompatibility between old and new technologies can lead to unforeseen rework and extended downtime, amplifying the risk of both cost and schedule overruns. This is especially critical in industrial projects where infrastructure complexity and interdependency are high, as highlighted in empirical studies across Morocco and Algeria, which found that rework due to construction errors and ineffective planning are among the top causes of delays (Bajjou & Chafi, 2020; Rachid et al., 2019).

3.2. Critical Supply Chain Disruptions

The industry relies heavily on long-lead, custom-fabricated equipment (e.g., furnaces, rolling mills). The supply chain for such items is global, specialized, and has limited redundancy. A delay from a single international supplier—whether due to manufacturing issues, logistics challenges, or customs procedures can have a disproportionately large impact on the project schedule, as there are often no alternative sources available on short notice.

Studies across developing economies have emphasized that material shortages, late delivery, and supplier-related disruptions consistently rank among the top contributors to project delays (Durdyev & Hosseini, 2020; Mpofu et al., 2017). In large-scale industrial projects, where equipment is unique and procurement cycles are lengthy, such disruptions are even more severe. For example, empirical analyses in Algeria and Kazakhstan show that delays in obtaining permits and importing specialized materials significantly extended project durations (Hossain et al., 2022; Rachid et al., 2019).

These findings highlight that supply chain fragility is not only a logistical challenge but also a structural vulnerability of the iron and steel sector, where project success is tightly coupled with international procurement and trade flows.

3.3. Labor Management Challenges

Construction work in an operational steel plant demands a higher level of specialized skills than typical construction projects. Workers and supervisors must be proficient not only in their trade but also in navigating extreme safety protocols, working in confined spaces, and understanding the operational risks of their environment. A shortage of such specialized, certified labor is therefore a significant bottleneck that can constrain project progress.

The shortage of skilled labor has consistently been identified as a major contributor to delays across global construction contexts (Durdyev & Hosseini, 2020; Mpofu et al., 2017). Studies in Pakistan further emphasize that younger and smaller firms are particularly vulnerable to labor shortages due to limited resources and inability to retain highly trained workers (Maqsoom et al., 2021). Similarly, evidence from Morocco highlights that the lack of workforce training and unskilled labor are among the top causes of delays in industrial projects (Bajjou & Chafi, 2020).

These findings underscore that labor management in industrial environments like steel plants is not simply a matter of numbers, but of advanced training, certification, and adaptability to complex safety and operational requirements. Addressing this challenge requires long-term workforce development strategies and collaboration between contractors, clients, and regulatory bodies.

3.4. Organizational and Communication Gaps

A critical source of delay, and one often overlooked in general models, is the communication gap between the external project execution team (contractors, consultants) and the internal plant operations team. The project team's primary goal is on-time, on-budget completion, while the operations team's priority is maintaining production and safety. A lack of deep, continuous integration between these two groups can lead to conflicts in site access, poorly planned shutdowns, and a failure to anticipate how construction activities will impact live operations, resulting in significant schedule overruns.

Previous research has consistently highlighted poor communication, weak coordination, and conflicts among stakeholders as critical drivers of project delays (Durdyev & Hosseini, 2020; Viles et al., 2020). In industrial settings, this misalignment is particularly severe because project teams and plant operators often operate under conflicting priorities. Case studies in Algeria and Morocco show that owner–contractor miscommunication and inadequate stakeholder integration directly contributed to repeated schedule extensions (Bajjou & Chafi, 2020; Rachid et al., 2019).

Moreover, studies focusing on claim causes demonstrate that contractual ambiguities and unclear responsibilities between owners, consultants, and contractors exacerbate disputes and lead to prolonged delays (Do et al., 2023). This underlines that organizational and communication gaps are not just managerial shortcomings but systemic weaknesses that can destabilize the delicate balance between construction and operations in the iron and steel sector.

4. A PROPOSED FRAMEWORK FOR RISK MANAGEMENT

To mitigate these unique risks, a generic risk management approach is inadequate. A proactive, context-aware framework tailored for construction in live industrial settings is essential. This framework should be built on the following principles:

Early Integration of Operations and Project Teams. A dedicated, cross-functional team comprising members from project management, engineering, and plant operations must be established from the project's inception. This team should be responsible for co-developing the project schedule, shutdown plans, and risk mitigation strategies, ensuring operational constraints are embedded in the project plan from day one. Research on stakeholder collaboration confirms that integrated frameworks, such as the IIF model, can significantly reduce conflicts and delays by aligning interests early (Al-Fadhali et al., 2019).

Dynamic Supply Chain Monitoring. For long lead, custom-fabricated equipment, risk management must extend beyond the project site to include proactive monitoring of the supplier's manufacturing progress, quality control, and logistics. Regular, in-person inspections and progress audits at the supplier's facility are critical. This recommendation aligns with findings that material shortages and late delivery are among the top-ranked causes of global delays (Durdyev & Hosseini, 2020; Rachid et al., 2019).

Context-Specific Labor Planning. A detailed labor market analysis focusing on the availability of specialized and certified skills must be conducted during the feasibility stage. This should inform a proactive labor recruitment and training strategy to prevent workforce shortages from affecting the schedule. Studies emphasize that labor shortages, particularly in specialized industrial sectors, are a chronic bottleneck that requires proactive capacity building (Bajjou & Chafi, 2020; Maqsoom et al., 2021).

Simulation-Based Shutdown Planning. Major shutdown and tie-in activities should be modeled and simulated using digital tools (e.g., 4D BIM) before execution. This allows the integrated team to visualize the sequence,

identify potential clashes between construction and operational activities, and optimize the plan to minimize production downtime. The use of advanced modeling and system-dynamics-based tools has been shown to improve planning accuracy and anticipate interdependencies in complex projects (Jalal & Shoar, 2017).

Figure 1 illustrates the proposed risk management framework, linking the unique risk dimensions of industrial construction projects with targeted mitigation principles and expected outcomes. The four categories of risks—technical barriers, supply chain disruptions, labor challenges, and organizational gaps—represent the most critical sources of delay in the iron and steel industry. These risks are systematically addressed through the framework's principles: early integration of project and operations teams, dynamic supply chain monitoring, context-specific labor planning, and simulation-based shutdown planning. The application of these principles leads directly to the intended outputs of reduced delays, protection of operational continuity, and improved planning accuracy. This visual representation highlights how a proactive and context-aware approach can transform fragmented risk factors into a coherent strategy for delay mitigation.

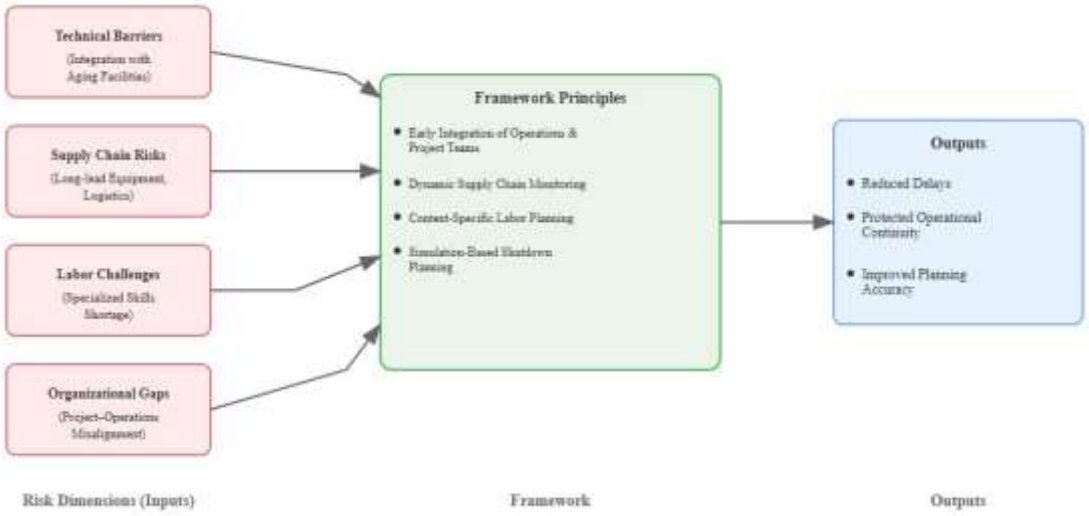


Figure 1. Proposed Risk Management Framework for Iron and Steel Construction Projects.

5. DISCUSSION AND CONCLUSION

The analysis reveals a critical distinction between delays in general construction and those in the iron and steel industry. While a factor like "poor planning" is universally recognized, its manifestation in this sector is fundamentally different. Poor planning for a commercial building might lead to rework and a budget overrun; poor planning for a blast furnace reline can halt a multi-billion-dollar production line, incurring millions in losses per day. This elevates the importance of front-end planning and risk assessment from a best practice to a core strategic necessity (Bajjou & Chafi, 2020; Rachid et al., 2019).

Similarly, the high correlation between independent delay variables and schedule overruns found in general studies (Do et al., 2023; Karami & Olatunji, 2020) is amplified in this context. In the iron and steel sector, a minor supply chain issue is not an isolated problem; it directly impacts labor planning (specialized crews are idled), technical execution (tie-ins are delayed), and ultimately, plant operations (the shutdown is extended). This interconnectedness of risks, as highlighted by system-based approaches, reflects the operational reality in this environment.

The findings also confirm that the “blame game” often seen between stakeholders is particularly destructive in industrial projects. The deep integration required between the client’s operations team and the contractor’s project team means that traditional, adversarial relationships are a recipe for failure. The proposed framework’s emphasis on an integrated team structure directly responds to this challenge, aiming to replace blame with shared ownership of both project delivery and operational continuity.

This study confirms that while the iron and steel industry is affected by common construction delay factors, the unique characteristics of its operational environment critically magnify their consequences and introduce a distinct set of multi-dimensional risks. The extreme cost of production downtime transforms schedule adherence from a contractual goal into a strategic imperative. The primary delay drivers are not isolated issues but an interconnected system of challenges, including technical barriers in integrating new and old systems, critical disruptions in the supply chain for custom equipment, shortages of specialized labor, and profound communication gaps between project and plant operations teams.

The principal contribution of this paper is the conclusion that generic delay mitigation strategies are insufficient for this sector. A proactive, context-aware risk management framework, tailored specifically for construction initiatives in live industrial settings, is essential. Such a framework must prioritize the early and deep integration of project and operations teams, dynamic monitoring of the entire supply chain, context-specific labor planning, and simulation-based planning for critical shutdowns.

Future research should focus on the empirical validation and quantification of this proposed framework through in-depth case studies of facility upgrade and repair projects within different steel manufacturing plants. Further investigation into the efficacy of specific digital tools, such as 4D BIM and digital twins, in mitigating communication gaps would also provide significant value to both academia and industry. Additionally, upcoming studies should seek to compile a comprehensive taxonomy of delay causes specifically for the iron and steel sector, informed by structured expert elicitation methods. Such an expert-driven approach would allow for more accurate prioritization of risks and development of mitigation strategies tailored to the unique operational realities of this industry.

REFERENCES

Akinci, I. B., Ersoz, F., & Boran, S. (2023). Factors Affecting Cost in Iron and Steel Industry: a Brief Review. *International Journal of Industrial Management*, *17*(2), 99–107. https://doi.org/10.15282/ijim.17.2.2023.9458

Al-Fadhali, N., Zainal, R., Kasim, N., Dodo, M., Kim Soon, N., & Hasaballah, A. H. A. (2019). The desirability of Integrated Influential Factors (IIFs) Model of internal stakeholder as a panacea to project completion delay in Yemen. *International Journal of Construction Management*, *19*(2), 128–136. https://doi.org/10.1080/15623599.2017.1390720

Bajjou, M. S., & Chafi, A. (2020). Empirical study of schedule delay in Moroccan construction projects. *International Journal of Construction Management*, *20*(7), 783–800. https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484859

Chen, G. X., Shan, M., Chan, A. P. C., Liu, X., & Zhao, Y. Q. (2019). Investigating the causes of delay in grain bin construction projects: the case of China. *International Journal of Construction Management*, *19*(1), 1–14. https://doi.org/10.1080/15623599.2017.1354514

Do, S. T., Nguyen, V. T., Tran, C. N. N., & Aung, Z. M. (2023). Identifying and evaluating the key claim causes leading to construction delays. *International Journal of Construction Management*, *23*(12), 1999–2011. https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2030508

Durdyev, S., & Hosseini, M. R. (2020). Causes of delays on construction projects: a comprehensive list. *International Journal of Managing Projects in Business*, *13*(1), 20–46. https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2018-0178

Gunduz, M., Nielsen, Y., & Ozdemir, M. (2015). Fuzzy Assessment Model to Estimate the Probability of Delay in Turkish Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, *31*(4). https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000261

Hossain, M. A., Raiymbekov, D., Nadeem, A., & Kim, J. R. (2022). Delay causes in Kazakhstan's construction projects and remedial measures. *International Journal of Construction Management*, *22*(5), 801–819. https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1647635

Jalal, M. P., & Shoar, S. (2017). A hybrid SD-DEMATEL approach to develop a delay model for construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *24*(4), 629–651. https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2016-0056

Kanyilmaz, A., Birhane, M., Fishwick, R., & del Castillo, C. (2023). Reuse of Steel in the Construction Industry: Challenges and Opportunities. *International Journal of Steel Structures*, *23*(5), 1399–1416. https://doi.org/10.1007/s13296-023-00778-4

Karami, H., & Olatunji, O. A. (2020). Critical overrun causations in marine projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *27*(7), 1579–1594. https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2019-0477

Maqsoom, A., Choudhry, R. M., Umer, M., & Mehmood, T. (2021). Influencing factors indicating time delay in construction projects: impact of firm size and experience. *International Journal of Construction Management*, *21*(12), 1251–1262. https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1613206

Matsveichuk, N. M., Sotskov, Y. N., & Sun, L. (2024). Models and Methods for Planning and Scheduling in Iron and Steel Making: Review and Prospects. *International Journal of Chemical Engineering and Materials*, *3*(c), 145–161. https://doi.org/10.37394/232031.2024.3.12

Mpofu, B., Ochieng, E. G., Moobela, C., & Pretorius, A. (2017). Profiling causative factors leading to construction project delays in the United Arab Emirates. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *24*(2), 346–376. https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2015-0072

Rachid, Z., Toufik, B., & Mohammed, B. (2019). Causes of schedule delays in construction projects in Algeria. *International Journal of Construction Management*, *19*(5), 371–381. https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1435234

Selcuk, O., Turkoglu, H., Polat, G., & Hajdu, M. (2024). An integrative literature review on the causes of delays in construction projects: evidence from developing countries. *International Journal of Construction Management*, *24*(6), 610–622. https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2135939

Shatokha, V. (2016). The Sustainability of the Iron and Steel Industries in Ukraine: Challenges and Opportunities. *Journal of Sustainable Metallurgy*, *2*(2), 106–115. https://doi.org/10.1007/s40831-015-0036-2

Šokić, D., Dolaček-Alduk, Z., & Galić, M. (2025). Steel Construction 4.0: Systematic Review of Digitalization and Automatization Maturity in Steel Construction. *Buildings*, *15*(13). https://doi.org/10.3390/buildings15132154

Tang, L., Liu, J., Rong, A., & Yang, Z. (2001). A review of planning and scheduling systems and methods for integrated steel production. *European Journal of Operational Research*, *133*(1), 1–20. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00240-X

Viles, E., Rudeli, N. C., & Santilli, A. (2020). Causes of delay in construction projects: a quantitative analysis. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *27*(4), 917–935. https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2019-0024

Zhou, D., Xu, K., Lv, Z., Yang, J., Li, M., He, F., & Xu, G. (2022). Intelligent Manufacturing Technology in the Steel Industry of China: A Review. *Sensors*, *22*(21). https://doi.org/10.3390/s22218194

THE EFFECTS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON MICROBIAL ECOSYSTEMS: A SYNTHETIC APPROACH TO SIMULATION-BASED MONITORING METHODS

Dr. Öğr. Üyesi MERVE ŞEN KURT[1],GAMZE AVCIOĞLU[2]
1 Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları,
merve.sen@amasya.edu.tr, **0000-0003-1648-9368**
2 Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları,
gamze-science-89@outlook.com, 0009-002-8880-1795

ABSTRACT

Hydroelectric power plants (HPPs), while prominent among renewable energy sources, create various environmental impacts on the microbial ecosystems of aquatic environments in the regions where they operate. Alterations to the natural water flow regime, temperature fluctuations, changes in oxygen levels, and disruptions in nutrient cycling directly affect microbial diversity and distribution.

Dam structures can disrupt the ecological balance of microbial communities, causing some species to become dominant and others to disappear. Simulation-based monitoring approaches are gaining increasing importance to predict and control these effects. Supported by numerical modeling techniques and smart sensor data, these systems can analyze changes in microbial structure, allowing for the pre-testing of the effects of different operating scenarios on the ecosystem, and the development of optimal methods for environmental sustainability.

This compilation study comprehensively addresses the environmental impacts of hydropower plants on microbial ecosystems; it analyzes the simulation-based monitoring methods used to reveal these effects through a literature review method. The study aims to provide a scientific perspective for researchers working on sustainable environmental management.

Keywords: Hydropower Plants, Microbial Ecosystems, Simulation-Based Monitoring, Numerical Modeling, Environmental Impact, Sustainability,

HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN MİKROBİYAL EKOSİSTEMLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: SİMÜLASYON TABANLI İZLEME YÖNTEMLERİNE DERLEME YAKLAŞIMI

Dr. Öğr. Üyesi MERVE ŞEN KURT[1],GAMZE AVCIOĞLU[2]
1 Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları,
merve.sen@amasya.edu.tr, **0000-0003-1648-9368**
2 Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları,
gamze-science-89@outlook.com, 0009-002-8880-1795

ÖZET

Hidroelektrik santraller (HES), yenilenebilir enerji kaynakları arasında öne çıkarken, faaliyet gösterdikleri bölgelerdeki sucul mikrobiyal ekosistemler üzerinde çeşitli çevresel etkiler yaratmaktadır. Suyun doğal akış rejiminin değişmesi, sıcaklık dalgalanmaları, oksijen seviyelerindeki değişimler ve besin döngüsündeki bozulmalar, mikrobiyal çeşitliliği ve dağılımı doğrudan etkilemektedir.

Baraj yapıları, mikrobiyal toplulukların ekolojik dengesini bozarak bazı türlerin baskın hale gelmesine, bazı türlerin ise ortadan kalkmasına neden olabilmektedir. Bu etkilerin önceden tahmin edilmesi ve kontrol altına alınabilmesi amacıyla simülasyon tabanlı izleme yaklaşımları giderek önem kazanmaktadır. Sayısal modelleme teknikleri ve akıllı sensör verileriyle desteklenen bu sistemler, mikrobiyal yapıdaki değişimler analiz edilerek farklı işletme senaryolarının ekosistem üzerindeki etkileri önceden test edilebilir ve çevresel sürdürülebilirlik açısından en uygun yöntemler geliştirilebilir.

Bu derleme çalışması, HES'lerin mikrobiyal ekosistemler üzerindeki çevresel etkilerini kapsamlı şekilde ele almakta; bu etkilerin ortaya konulmasında kullanılan simülasyon tabanlı izleme yöntemlerini literatür taraması yöntemiyle analiz etmektedir. Çalışma, sürdürülebilir çevre yönetimi konusunda çalışan araştırmacılara yönelik bilimsel bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hidroelektrik Santraller, Mikrobiyal Ekosistemler, Simülasyon Tabanlı İzleme, Sayısal Modelleme, Çevresel Etki, Sürdürülebilirlik,

1.INTRODUCTION

Energy is an increasingly important force that affects all people today. Most of the energy used in the world comes from depleting fossil-based energy sources. Recently, the world has been facing serious environmental issues such as climate change and global warming. Therefore, energy transformation has become mandatory worldwide. In this energy transformation, clean, inexhaustible, and environmentally friendly renewable energy sources play the lead role. The importance of renewable energy sources is increasing day by day. Renewable energy is sustainable energy obtained from natural resources that is constantly available. Renewable energy sources include hydropower, solar, wind, geothermal, biomass, hydrogen, and wave energy. Among renewable energy sources, hydropower has the largest share. To utilize this energy, dams are built and water is stored. The stored water gains potential energy. When water is dropped from a height, its potential energy converts to kinetic energy and rapidly flowing water turns turbines.

The impact of hydroelectric power plants on the environment and ecosystems should not be overlooked. We collectively refer to the physical and chemical components of their environments along with organisms as ECOSYSTEM. Basic microbial ecosystems include; aquatic ecosystems (oceans, lakes, rivers, and hot springs), terrestrial ecosystems (soil and rocks), and advanced structured organisms (plants and animals).

Hydroelectric power plants (HEPP) are systems that generate electricity by utilizing the potential and kinetic energy of water. Simulation methods are used to increase the operational efficiency of hydroelectric power plants, which hold an important place among renewable energy sources, to reduce design errors, and to anticipate system responses. This report covers the studies conducted on the simulations of hydroelectric power plants.

The aim of this study is to examine the simulation techniques used to analyze the dynamic behaviors and performance of hydroelectric power plants. In addition, a comparison of modeling conducted with different software tools and an evaluation of the circumstances in which these models are preferred have been carried out.

2. LITERATURE

In a study conducted in 2018 looking at the environmental aspects of hydroelectric power plant applications in Turkey, the impact of hydroelectric power plant practices on the environment in Turkey was examined. It has been determined that the number of hydroelectric power plants is increasing day by day, but this is not being done by the state, rather by private enterprises. In 2011, 28 hydroelectric power plants were privatized, and in 2016, 9 hydroelectric power plants were privatized, which shows that this situation is profit-oriented, placing the environmental aspect in the background. The importance of considering the environmental impact of hydroelectric power plant applications is emphasized.

In a study conducted in 2018 on frequency control in a hydroelectric power plant using Modern Optimization Methods, a load-frequency control application was performed on the hydroelectric power plant model. The results of the traditional proportional-integral (PI) controller and the newly developed PI controllers tuned with Particle Swarm Optimization (PSO-PI) and Artificial Bee Colony (ABC-PI) were compared for application to the plant model. It was determined that among the controllers, the ABC-PI controller had the fastest response time. It was noted that this controller had no overshoot, while the PSO-PI controller showed approximately 3% overshoot and the PI controller showed approximately 10% overshoot compared to the desired value.

According to the simulation results, the YAK-PI controller provides more favorable results in terms of system overshoot and settling time compared to other controllers. It is considered that the use of the YAK-PI controller, which is one of the modern control techniques, should be preferred in hydroelectric power plants. Therefore, it is seen that the use of modern control techniques such as the YAK-PI controller instead of classical controllers

is appropriate in the load-frequency control of such hydroelectric plants. This is because it has been stated that there will be a decrease in the electricity production cost thanks to this controller. Not only from a financial perspective but also clean, sustainable, and environmentally friendly energy sources will be utilized. Dependency on energy obtained from fossil fuels will be reduced.

Hydroelectric projects are classified into several groups based on the power generated. Large hydroelectric projects produce more than 100 MW of energy. Medium-sized projects range from 10-100 MW, small projects from 1-10 MW, and mini hydroelectric plants range from 100 kW to 1 MW. Micro hydroelectric projects with a capacity between 5-100 kW are referred to as pico hydroelectric projects when they are less than 5 kW (Williams & Porter, 2006).

A study on the Environmental and Social Impacts of Namnam Mini-Hydro Power Plants in 2020 determined that the plant has negative effects on the physical and biological environment. To mitigate these negative impacts, it is recommended to include water analysis and biodiversity analysis in future studies. However, the mini-hydroelectric plant has had a positive impact on the physical and social environment. It positively affected the social environment through concrete and asphalt works in the village and the creation of job opportunities. Gains such as afforestation efforts and land regulations have positively influenced the physical environment. (A Study on the Environmental and Social Impacts of Mini-Hydroelectric Plants. European Journal of Science and Technology, (20), 35-41.)

Another study titled 'Comparison of Classical Integral and Fuzzy Logic Based Load Frequency Control in a River Type Hydroelectric Power Plant' was conducted through simulation. In this study, a river type hydroelectric power plant model with a rated capacity of 20 MW was used. This plant operates on an isolated island. Load frequency control simulation was carried out on this model using two different controllers (classical integral controller and fuzzy logic controller). By examining the simulation outputs, the maximum overshoot and settling times of frequency deviation were obtained, and the system performance of the two different controllers was analyzed.

In this article, a simulation of load-frequency control has been performed using the model of a river-type hydroelectric power plant with a rated capacity of 20 MW operating in an isolated island scenario, applying both a classical integral controller and a fuzzy logic controller. The simulation results were analyzed by obtaining the maximum overshoot and settling times of the frequency deviation, and the effects of the two controllers on system performance were investigated. According to the simulation results, it was observed that the positive and negative overshoot values obtained with the fuzzy logic controller were smaller than those obtained with the classical integral controller, indicating a better system response. It was determined that the fuzzy logic controller provides a better dynamic response for the system compared to the other controller.

Fuzzy logic has provided a more valid control option because it is not affected by the parameter changes of the system it controls. While classical controllers are more economical and simpler, fuzzy logic controllers are cheaper due to their high control speed and quality, provide more accurate control, and exhibit a simpler structure. This allows for control with high speed and quality.

In the context of the metallization of water in 2022, the study titled 'Hydroelectric Power Plants in Turkey' chose the example of Findikli in Turkey as its research area. The aim of this study is to question the changing state of water from a political (neoliberalism) perspective. Neoliberalism is an approach associated with the decline of free market capitalism after World War II. The neoliberal approach, which views everything as a commodity, has led to questioning fundamental life necessities such as water and land. Capitalism, with its profit-driven approach that exploits people, causes significant destruction to the environment. This study investigates the changes in the structure of water along with neoliberalism and the environmental issues faced.

Literature reviews have been conducted, and as a result, water is seen as commodified due to the neoliberal transformation, where the environmental destruction caused by hydroelectric plants (HEPs) appears to overshadow the issue of the metallization of water. In the district of Findikli in Rize, there are resistances against HEPs. The resistance in the Fındıklı district has occurred due to significant reasons such as the metalization of water, destruction of nature, and the destruction of animal habitats.

It has been observed that the privatization of hydroelectric power plants (HEPs) has led to water gaining a commercial status. At the same time, it has been determined that the allocation of water to companies for long periods limits the use of this fundamental right of water for the local population.

The purpose of the study "The Effects of Hydroelectric Power Plants on Tourism: The Case of Uzungöl Solaklı Valley" in 2020 is to determine what kind of effects hydroelectric power plants (HPPs) may have on tourism and to provide solution proposals. The effects of HPPs on tourism were investigated through a qualitative research approach and a case study. Data were collected through interview techniques in the Uzungöl Solaklı Valley in January 2019, and descriptive analysis was used in the analysis of these data. One of the most important findings of the study is the notion that consecutive HPPs on the same river, especially, harm the environment and tourism. The study conducted using a SWOT analysis identified faulty practices in HPPs located in the eastern part of the Black Sea that damage tourism. When constructing HPPs, care must be taken to design the plants in a way that does not endanger tourism, nature, and living beings. To meet energy needs, ways should be found to protect nature without destroying historical artifacts.

The subject of another study is 'Hydroelectric Power Plants and the Importance of Hydroelectric Power Plants Located in Rize Province for the City and the Eastern Black Sea Basin.' In this research, Rize has been analyzed from an energy perspective and the hydroelectric power plants (HPPs) in Rize province have been examined. The aim was to provide new data for future studies through evaluations made for the province and the basin. As a method, HPPs were classified and their potentials were compared. The advantages and disadvantages of HPPs were researched. As a result of the study, various classifications of the hydroelectric power plants in Rize, such as their current numbers, public-private distinction, and licensing status, were taken into account to evaluate energy circulations for today and the future. It has been revealed that Rize is an important city for HPP structures. It has been concluded that HPP structures are effective in meeting the increasing energy needs in Rize. It has been concluded that evaluating the resources available in Rize in comparison to other cities with similar characteristics in the region would be beneficial.

In 2021, a study titled 'Environmental Impacts of River Type Hydroelectric Power Plants Established in the Solaklı River Basin' was conducted by Bülent Verep and Çağlar Çalış. In this study, the environmental impacts of river type hydroelectric power plants were examined, focusing on changes in water quality in the river. The study locations chosen were the Çambaşı HES and its Regulator. The physicochemical water quality changes in the pre-dam, dewatered inter-zone, and tailwater areas were monitored monthly, and dissolved heavy metal concentrations in the water were also analyzed. As a result of the study, it was noted that the effects of river type hydroelectric power plants on water quality are significant. In light of this study, the hydroelectric power plant (HPP) built on the river requires a serious calculation of the hydrological characteristics of the river basin, as the water it releases is the most important feature concerning the river ecosystem. At the same time, necessary precautions should be taken regarding whether to release it or not, and care should be taken for the monitoring program to be under controlled conditions. During the operation phases of the HPPs, they must be environmentally sensitive in the disposal of household liquid and solid waste, and these should never be left in the riverbed.

In 2022, a study titled "Evaluation of the Socio-Economic Impacts of the Deriner Hydroelectric Power Plant and HPP Project within the Concept of Sustainability" was conducted by Hüseyin Vural and Tuna Batuhan. This

study examined the economic sustainability of the Deriner dam and the HPP project. The positive and negative results of social sustainability were evaluated. It was determined that some of the expropriated areas were agricultural lands, leading to the conclusion that agricultural areas were narrowed and agricultural income decreased. The emergence of new job opportunities for the operation of the dam is also a positive feature. From the perspective of tourism potential, it has been revealed that the cultural fishing, tourism, and recreation potentials of the Deriner Dam and HPP Project are positively regarded from an economic and social standpoint.

Real Data-Based Hydroelectric Plant Simulation Applications

Real data-based hydroelectric plant simulations are advanced engineering applications aimed at more accurately modeling and controlling energy production processes. In these applications, real-time data such as water flow rate, reservoir level, turbine rotation speed, generator output, environmental conditions, and load profiles are used. Thus, the simulations can realistically predict how the plant's performance will change under different scenarios. Real data-based simulations provide the opportunity to model the behaviors of hydroelectric systems based on parameters such as past production data, meteorological measurements, water flow rates, and turbine responses. With this approach, operational errors are reduced, water management is optimized, failure predictions can be made, and energy production is maximized. (Li, Y., He, W., et al. (2021). Data-Driven Modeling and Simulation for Hydropower Plants. Renewable Energy, 164, 1234–1244.)

Such applications are particularly important for testing control strategies, maintenance planning, and optimizing energy production. Additionally, the system's resilience against potential situations such as sudden load changes, flood risks, or drought can be analyzed. Thanks to platforms like Simulink, simulation environments that are dynamically structured and continuously updated can be created by integrating real data sources (SCADA systems, sensor networks, meteorological services, etc.) into the model. Real-time data obtained from SCADA systems used in modern plants can be analyzed simultaneously with software such as MATLAB/Simulink, Python, or ANSYS Fluent.

Example: The Belo Monte Hydroelectric Power Plant in Brazil has been modeled in a digital twin environment using data from IoT sensors such as water temperature and turbine rotation speeds. (Santos, R. et al. (2020). Digital Twin Implementation in Hydropower. IEEE Access, 8, 180234–180247.)

Short-term energy production forecasts are made using meteorological data such as precipitation amounts and river flows. (Zhou, Z. et al. (2022). Short-Term Hydropower Generation Forecasting Using LSTM Networks with Real-Time Inputs. Journal of Hydrology, 605, 127347.)

By creating digital copies of the central components, failure analysis, performance predictions, and scenario tests can be performed. (Khan, M. A. et al. (2021). Digital Twin and Predictive Analytics for Smart Hydropower Operations. Energy Reports, 7, 8120–8131.)

As a result, real data-driven hydropower simulations play a critical role in terms of sustainable energy production, decision support systems, and automation infrastructures. This way, while increasing plant efficiency, energy supply security is also ensured.

Simulation Models and Softwares

The simulations of hydroelectric power plants are carried out using the following approaches:

- Mathematical models (using differential equations)

- Physical system simulation (e.g., Simulink)

- Computational Fluid Dynamics (CFD)

- Database/artificial intelligence-based modeling

Commonly Used Software

- MATLAB/Simulink: Dynamic system simulation

- HEC-RAS: River and channel modeling

- EPANET: For simple water systems

- OpenModelica: Open-source physical system simulation

- ANSYS Fluent: CFD-based analyses- Python + NumPy/SciPy: Numerical modeling and simulations

Data (D)	Description (D)	Role (R)	Type (T)
Water Flow Rate (Q)	The amount of water passing through the turbine at a specific time (m^3/s)	Energy production calculation, turbine loading	Environmental (Physical
Reservoir Level	Water level in the dam lake (m)	Potential energy source, emergency discharge decisions	Environmental (Physical)
River Temperature	Water temperature (°C)	Fish migrations,oxygen solubility	Biological
Dissolved Oxygen Level	Amount of dissolved oxygen in water (mg/L)	Ecosystem health, species survival	Biological
Turbine Exit Water Quality	Physical/chemical properties of the water coming out of the turbine	Protection of river ecology	Environmental & Biological
Fish Migration Route	The route followed by migratory fish species	Conservation of species, turbine placement	Biological
Seasonal Precipitation Data	Seasonal precipitation amounts in the region (mm)	Water volume estimation, flood modeling	Environmental (Meteorological)
Stream Velocity	The flow velocity of water in the riverbed (m/s)	Turbine type selection, erosion control	Environmental (Physical)
Sediment Density	Amount of sediment carried by water	Turbine wear, reservoir filling	Environmental (Physical)
Noise and Vibration Data	Noise and vibration levels from the turbine and plant	Determination of effects on fauna	Biological
Water Passage Path Artificial	Ponds, weirs, regulators, etc.	Barrier Status Fish passage simulation, ecological connectivity	Environmental & Biological
Microbial Density	Microorganism population in the water column	Indicator of ecological balance, affects water quality	Environmental & Biological

Table 1: Environmental and Biological Parameters Used in Hydroelectric Simulations (VART Table)

Schmutz, S. & Mielach, C. (2019). Ecological Effects of Hydropower: The Influence of Biotic Parameters. Journal of Environmental Management, 245, 285-293.

Different Simulation Scenarios Applied in Hydroelectric Plants

Normal Operation Scenario

Purpose: To evaluate the production capacity, water level, and turbine efficiency of the plant under normal operating conditions.

Data: Water inflow, outflow rate, turbine speed, energy produced.

Outputs: Daily/monthly energy production forecasts, water usage efficiency.

Peak Demand (High Consumption) Scenario

Purpose: To measure the response capacity of the plant during periods of highest electricity consumption.

Data: Grid demands, reserve capacity, turbine response times.

Outputs: Reactive power management, load distribution, system stability.

Drought Scenario

Purpose: To plan energy production under long-term low rainfall conditions.

Data: Minimum water level, reservoir volume, long-term climate data.

Outputs: Production limitations, energy shortfall forecasts, utilization of alternative energy sources.

Sudden Load Demand Scenario

Purpose: To test the response of the plant in case of a sudden increase in energy demand on the grid.

Data:Load increase duration, demand amount, turbine opening time.

Outputs:Response time, frequency stability, energy supply security.

Turbine Failure Simulation

Purpose: To evaluate the performance of the plant and intervention plans in the event of one or more turbines failing.

Data:Number of failed turbines, backup turbine capacity, maintenance duration.

Outputs:Production loss, risk assessment, restart times.

Dam Flooding (Heavy Rain) Scenario

Purpose: To test flood control and safe discharge capacity in cases of heavy rainfall.

Data:Amount of rainfall, maximum water level of the dam, status of discharge valves.

Outputs:Flood management, reservoir level control, environmental impact analysis.

Grid Outage (Blackout) Simulation

Objective: To test the power plant's islanding and reconnection capabilities in the event of a general power outage in the grid.

Data:Grid connection status, generator synchronization time.

Outputs:Restart time, frequency regulation, system reliability.(Li, Y. et al. (2021). Data-Driven Modeling and Simulation For Hydropower Plants. Renewable Energy, 164.)

Various simulation scenarios are used for the efficient and safe operation of hydroelectric power plants. These scenarios are developed to assess both the daily operational conditions and emergency situations of the plant. These scenarios are implemented to optimize critical functions such as planning, safety, maintenance, and energy supply of hydroelectric plants. Dynamic simulation systems supported by real-time data provide more effective and predictable operations.

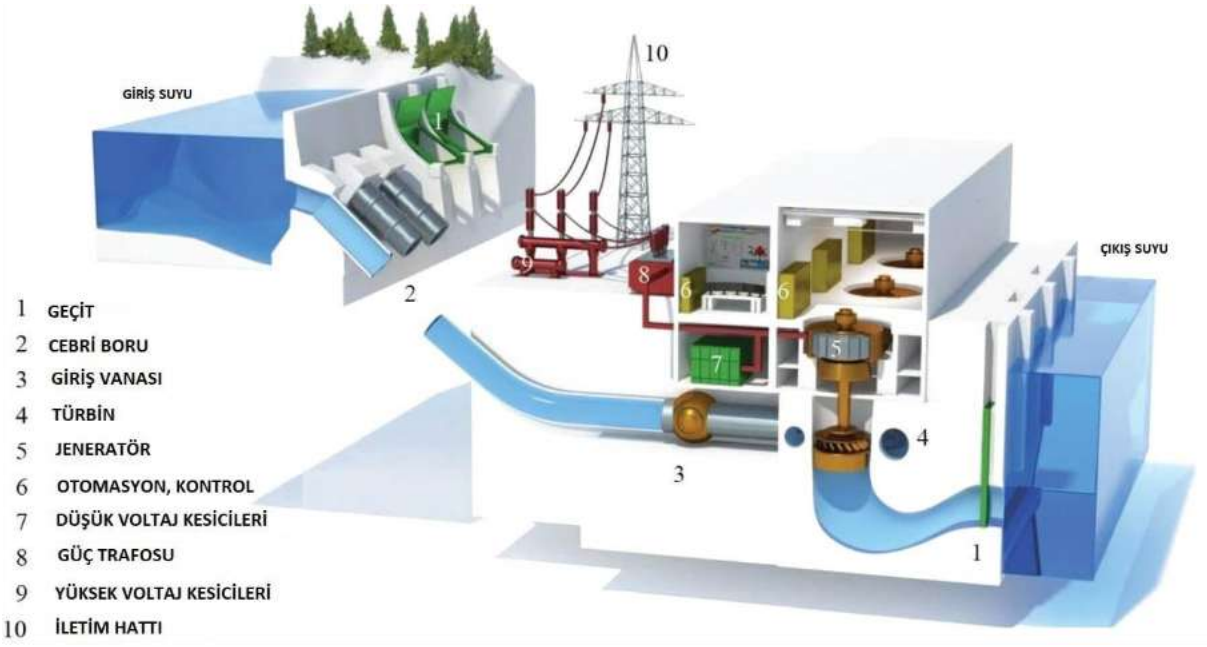


Figure 1. General Structure and Operation Diagram of Hydroelectric Power Plant (Süme, V., & Fırat, S. S. (2020). Hydroelectric Power Plants and Their Importance for the City and the Eastern Black Sea Basin in Trabzon Province. Turkish Journal of Hydraulics, 4(1), 10-24.)

In the above diagram, the basic structure and flow of operation of a typical hydroelectric power plant are shown. Water is taken from the dam, directed through a tunnel to the turbines. The turbines produce mechanical energy, which is converted into electrical energy by the generator. The produced energy is transmitted to the national grid from the switchyard.

1. Dam construction reduces water flow rate → Increase in anaerobic microorganisms

2. Change in temperature and light permeability → Disruption of the balance of algae and photosynthetic microorganisms

3. Decrease in dissolved oxygen → Decline in populations of aerobic organisms

4. Increase in sediment accumulation → Physical degradation of microbial habitats

5. Change in chemical balance (pH, nutrient salts) → Change in species distribution

Figure 2. Impact Factors of Hydroelectric Power Plants on Microbial Ecosystem(Zeglin, L.H. (2011). 'Stream microbial diversity in response to HES'. Freshwater Biology.)

(Read, D.S. et al. (2015). 'Microbial community response to reservoir regulation'. ISME Journal.)
(Llorens-Marès, T. et al. (2017). 'Hydropower-driven stratification shapes microbial ecology'. FEMS Microbiology Ecology.)

The above diagram illustrates the main effects of hydropower plants on the microbial ecosystem. The physical structure and operation of the plant influence the microbial composition and functionality by altering environmental factors such as flow regime, dissolved oxygen levels, temperature, and sedimentation.

Simulation Process Flowchart:

1. Collection of Input Data

Hydrological Data (flow rates, rainfall, etc.)
Meteorological Data (temperature, evaporation)
Biological and environmental data

2. Selection of Modeling Tools

Simulink / MATLAB
OpenModelica
HEC-RAS, WEAP etc.

3. Identification of System Components

Dam structure, reservoir, turbine model, etc

4. Creating Scenarios

Demand-oriented, climate projection, drought scenario, etc.

5. Simulation Conduct and Analysis

Energy production outputs
Ecological impact analysis

6. Evaluation of Results and Decision Support

Managerial decisions, optimizations,environmental recommendations

Figure 3 Flowchart of the Simulation Process of Hydroelectric Power Plants (Li, Y. et al. (2021). 'Data-Driven Modeling and Simulation for Hydropower Plants'. Renewable Energy, 164.) (Pérez-Díaz, J. I., et al. (2023). 'Future Directions in Hydropower Simulation with AI'. Energy Systems, 14(1).)

The above flowchart shows the step-by-step simulation process of a hydroelectric power plant. This process includes data collection, model selection, inputting parameters, running the simulation, and analyzing the results.

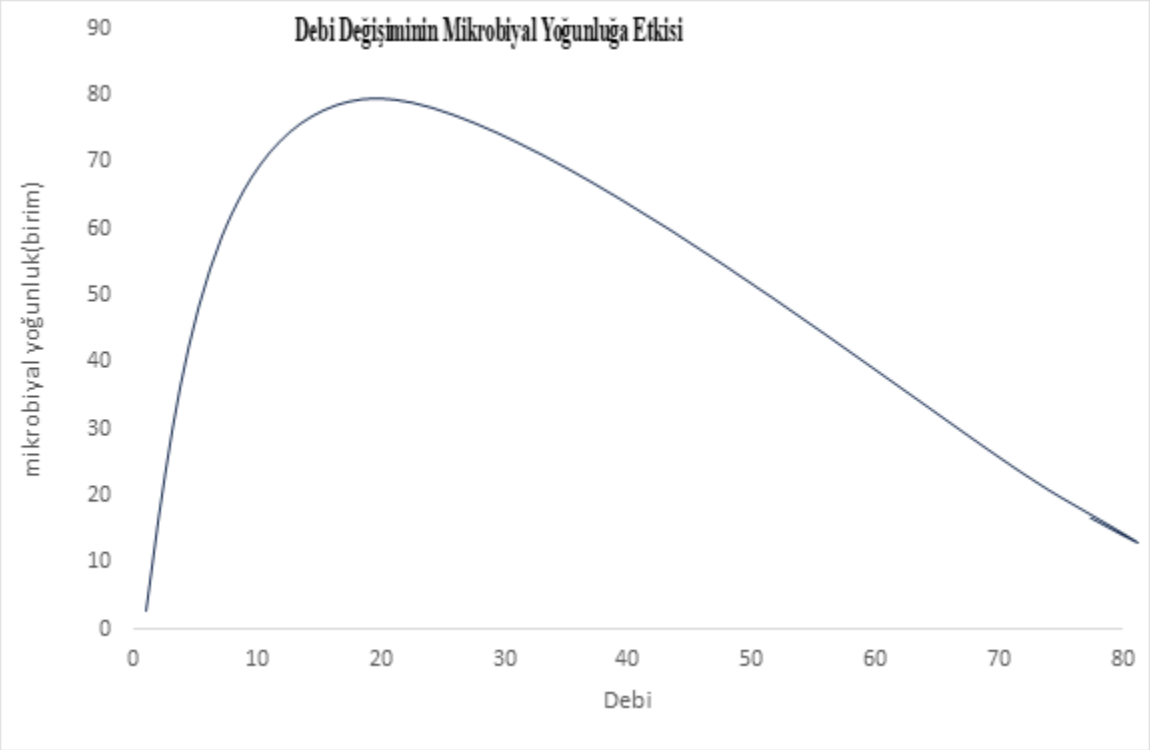


Figure 4 The Effect of Flow Rate on Microbial Density (Journal of Environmental Microbiology – Flow Rate Impact on Microbial Communities, 2021,DSI – River Ecology and Hydroelectric Power Interaction Report, 2020. McClain, M. E., et al. (2003).Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic ecosystems. Ecosystems, 6(4), 301-312. https://doi.org/10.1007/s10021-003-0161-9)

The graph above illustrates the effect of flow variation in hydroelectric power plants on microbial density in freshwater environments. Increased flow can disrupt the microbial habitat, leading to a decrease in density.

Simulation Tool	Field of Use	Advantages	Limitations
Simulink (MATLAB)	Dynamic system modeling, turbine performance, control algorithms	High precision, large library, engineering integration	The license cost is high, the learning curve is steep.
OpenModelica	Open Source Dynamic System Modeling	Free, multi-physical system support	Less graphical interface, limited community support
HEC-RAS	River flow, flood and water level modeling	Free, large user community, realistic hydraulic simulations	Not focused on energy production, turbine modeling is weak.
WEAP	Water resources planning, demand-scenario analysis	Scenario-based approach, integration with environmental impacts	Turbine and energy modeling is limited.
MIKE Hydro	Hydrological and water resources simulation	Detailed basin modeling, reservoir and environmental analyses	Commercial software has a high learning curve.

Figure 5 Comparison Diagram of Hydroelectric Power Plant Simulation Tools (MathWorks (2023). Simulink Documentation. https://www.mathworks.com, Open Source Modelica Consortium (2023). OpenModelica User Guide., US Army Corps of Engineers (2022). HEC-RAS User Manual., Stockholm Environment Institute (2022). WEAP User Guide., DHI (2023). MIKE Hydro River)

The above diagram compares the main simulation tools used in hydroelectric power plants; in terms of their basic features, license type, and scope of use.

1. Data Collection Phase

2. Data Analysis and Preprocessing

3. Model Selection and Definition

4. Calibration and Validation of the Model

5. Application of the Simulation

6. Interpretation of Results and Reporting

Figure 6. Real Data-Based Simulation Application Diagram (Perez-Diaz, J. I., et al. (2023). Future Directions in Hydropower Simulation with All and Real-Time Data. Energy Systems, 14(1), 23-45).

In the diagram above, the real data-based simulation applications in hydropower plants involve a flowchart of steps that utilize historical observation data, sensor measurements, and operational outputs of the physical system.

APPLICATION STAGES OF SIMULATION BASED ON REAL DATA IN HYDROELECTRIC POWER PLANTS

1. **Data Collection Phase**

Flow and Discharge Data: River flow, annual and seasonal discharge valuesMeteorological

Data: Climatic factors such as precipitation, temperature, evaporation

Topographic and Geographical Data: Basin slope, land use, elevation information

Facility Information: Turbine type, capacity, body structure, reservoir characteristics

2. **Data Analysis and Preprocessing**

Cleaning of missing/outlier values

Normalization of data

Time series analyses

Integration with Geographic Information Systems (GIS)

3. **Model Selection and Definition**

Simulation Tools: HEC-HMS, WEAP, MATLAB Simulink, ANSYS, etc.

Model Parameters: Turbine efficiency, reservoir levels, demand scenarios

Objective: Maximizing energy production while minimizing environmental impacts

4. **Model Calibration and Validation**

Comparison with actual measurement data

Utilization of past production data for calibration

Error analyses (statistical metrics such as RMSE, NSE, R^2)

Determining the accuracy rate

5. **Application of Simulation**

Modeling different scenarios (drought, sudden flow increase, climate change, etc.)

Conducting simulation with real-time data

Production forecasts and performance evaluation

6. **Interpretation of Results and Reporting**

Production capacity and efficiency analysis

Risk assessment (flood, water scarcity)

Presentation of outputs for decision support system

Graphical and map-supported reporting

7. Model Updating and Continuous Improvement

Updating the model with new data

Automatic data flow with sensor and IoT integration

Performance monitoring and feedback mechanisms

Tables

Parameter	Description	Unit
Water Flow Rate (Q)	The amount of water coming to the turbines	m^3/s
Net Head (H)	The net height difference between the dam and the turbine	m
Turbine Efficiency (η_t)	The rate at which the turbine converts water energy into mechanical energy	%
Generator Efficiency (η_g)	The efficiency of the conversion of mechanical energy into electrical energy	%
Water Temperature	Water temperature can affect turbine performance.	°C
Reservoir Level	The current height of the water in the dam	m
Turbine Speed	The rotation speed of the turbine per minute	rpm
Generated Power (P)	Electric power generated at the generator output	MW
Load Demand	The instantaneous amount of energy required from the electricity grid	MW
Frequency	The frequency of the electricity grid is important for system stability.	Hz
Flood Flow Rate	The amount of water that needs to be drained during heavy rainfall	m^3/s
Evaporation Losses	Water loss due to evaporation in the reservoir	mm/day or m^3/day
Sedimentation Rate	The amount of sediment accumulated in the dam	ton/year
Precipitation Data	The amount of precipitation that falls in the region	mm/day or mm/year

Table 2 Main Parameters Used in Hydroelectric Plant Simulations(US Department of Energy – Hydropower Program: Turbine Testing and Simulation Parameters, 2022. IEEE Transactions on Energy Conversion – Modeling and Simulation of Hydropower Plants, Vol. 33, No. 4, 2018.)

The above table contains key parameters commonly used in hydroelectric plant simulations and their explanations.

Table 3Comparison of Simulation Software Used in Hydroelectric Power Plants(MathWorks – Simulink Product Page, 2024. HOMER Energy – Official Documentation and Tutorials, 2023.)

Software	Developer	Field of Use	Ease of Use	License Type	Technical Support
MATLAB/Simulink	MathWorks	Dynamic system modeling, control system simulation	High	Commercial (Licensed)	Comprehensive documentation, community, and technical support
HOMER Energy	HOMER Energy by UL	Economic analysis of renewable energy systems	Middle	Commercial (Trial version available)	Comprehensive support and training materials
OpenModelica	Open Source Modelica Consortium	Model-based system simulation	Middle	Open source	Community support
HydroSoft	Voith	Hydroelectric power plant management and monitoring	High	Commercial	Technical field support and special customer service
HYPOSIM	CEA (France)	Hydroelectric production simulation and analyses	Middle	Commercial	Technical support and academic collaborations
ETAP	ETAP	Electric power system simulation	High	Commercial	Professional support and training

The table compares common simulation software used in hydroelectric power plants in terms of features, areas of use, user-friendliness, licensing status, and support options.

Impact Area	**Impact Type**	**Description**	**Measurement Method**	**Impact Degree**
Environmental	Water Ecology	Changes in river flow regime and their effects on aquatic organisms	Biodiversity analysis, water quality measurements	High
Environmental	Sediment Transport	Sediment accumulation in dams and riverbed erosion	Sediment analysis, topographic measurement	Middle
Economic	Energy Production Cost	Calculation of energy production costs per kWh	Economic modeling, cost analysis	Low-Medium
Economic	Regional Economic Contribution	Impact of investment, employment, and local economy	Socio-economic analysis	High
Social	Relocation	Population displaced due to the dam and	Surveys, field observations	Medium-High

		social adaptation		
Social	Cultural Heritage	Effects on historical and cultural areas	Cultural heritage inventory	Low-Medium
Technical	Network Integration	Integration of the produced energy into the national grid	Energy system simulations	Middle
Technical	System Reliability	Maintenance durations, failure rates, and reserve system performance	SCADA records, fault analysis	High

Table 4: Effects Examined in Hydropower Plant Systems and Their Comparative Summary (International Renewable Energy Agency (IRENA) – Hydropower and Sustainability, 2022.DSI – Environmental Impact Reports of Hydropower Projects in Turkey, 2021. European Small Hydropower Association – Guide on Environmental Assessment, 2020. TMMOB – Report on the Social and Economic Effects of Hydropower Plants, 2019. IEEE – Reliability Assessment of Hydropower Plants, 2023.)

This table summarizes the effects frequently examined in hydropower plant systems and compares their environmental, economic, social, and technical dimensions.

3.DISCUSSION AND CONCLUSION

Hydroelectric plants play a fundamental role in the production of renewable energy obtained from water resources. Simulating these systems is quite valuable for overcoming the challenges of conducting real-world experiments and for analyzing system behaviors in advance. Particularly, Simulink and dynamic system modeling tools allow for detailed examination of the time-varying effects of all processes in hydroelectric plants (water flow, turbine effects, generator behavior).

Simulations of hydroelectric plants are applied in areas such as energy production optimization, turbine selection and performance analysis, water flow management, failure prediction, maintenance planning, and real-time monitoring with SCADA systems. Simulations of hydroelectric plants are critical for ensuring that systems operate efficiently, safely, and sustainably. Different modeling and software approaches serve as decision support tools both during the design phase and throughout the operational process. In the future, the importance of AI-supported and digital twin-based simulations will increase even more.

Simulation scenarios can include production testing with a constant flow rate, drought or flood scenarios, the impact of turbine type changes, and the system's response to load changes.The simulation scenarios conducted have successfully revealed the system's responses under different conditions such as constant flow, variations in flow rates, and turbine efficiency. It has been observed that an increase in the input flow rate leads to short-term fluctuations in angular speed and temporary changes in energy production.

Such simulations provide critical information in terms of engineering design, operational safety maintenance planning, and performance prediction. Tools like Simulink are particularly powerful for modeling dynamic systems because they offer the ability to visualize system behaviors on a time axis.

Simulations of hydroelectric power plant systems provide valuable information to decision-makers during both the design and operation phases. However, the success of these simulations largely depends on factors such as the realism of input parameters, the balance between model simplicity and reality, calibration with field data, time dependency, and future trends.
When looking at the potential effects on microbial ecosystems through the simulation techniques used to analyze the dynamic behavior and performance of hydroelectric power plants, the impacts of hydroelectric power plants on microbial ecosystems are generally indirect, but they can disrupt the ecological balance in the

long term. To minimize these effects, ecosystem-based planning, environmental monitoring programs, and sustainable water management strategies should be developed.

BIBLIOGRAPHY

- Aygün, E., & Avcı, N. (2020). Hidroelektrik Santrallerin Turizme Etkiler: Uzungöl Solaklı Vadisi Örneği, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt: 23(43)
- Gözde, H.,& Taplamacıoğlu, M.Cengiz. Nehir Tipi Bir Hidrolelektrik Santralde Klasik İntegral Ve Bulanık Mantık Tabanlı Yük-Frekans Kontrolü Karşılaştırılması, Gazi Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara, 188-190.
- Hüseyin Vural, Tuna Batuhan, "Deriner Hidroelektrik Santrali ve HES Projesi'nin Sosyo-Ekonomik Etkilerinin Sürdürülebilirlik Kavramı Kapsamında Değerlendirilmesi", İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9 (2), Ekim 2022, ss. 504-517
- Koç, C. (2020). Mini-hidroelektrik Santrallerin Çevresel ve Sosyal Etkileri Üzerine Bir Çalışma. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (20), 35-41.
- S.N.Çevik. Suyun Metalleşmesi Bağlamında Türkiye'de Hidroelektrik Santraller: Fındıklı Örneği. İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi 2 (2022) 138 – 151)
- UMAGD. (2019). Modern Optimizasyon Yöntemleri ile Bir Hidroelektrik Santralde Frekans Kontrolü Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi , 11(1), 266-274.
- Verep, B. ve Çalış, Ç. (2021). Solaklı Akarsu Havzasında Kurulmuş Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Çevresel Etkileri. Anadolu Çevre ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 6(4), 684-699.
- Yaman, M., & Haşıl, F. (2018). Türkiyede'ki Hidroelektrik Santralleri (HES) Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış, Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi, (5), 145-156.9
- - DSİ Teknik Raporları
- - MathWorks Simulink Belgeleri
- - ScienceDirect: Renewable Energy Modelling
- Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) – Hydropower and Sustainability, 2022.
- .DSİ – Türkiye HES Projeleri Çevresel Etki Raporları, 2021.
- European Small Hydropower Association – Guide on Environmental Assessment, 2020.
- TMMOB – HES'lerin Sosyal ve Ekonomik Etkileri Raporu, 2019.
- IEEE – Reliability Assessment of Hydropower Plants, 2023.
- MathWorks – Simulink Product Page, 2024.
- HOMER Energy – Official Documentation and Tutorials, 2023.
- OpenModelica – https://www.openmodelica.org/
- Voith – HydroSoft Product Brochure, 2023.
- CEA France – HYPOSIM Project Overview, 2022.
- ETAP – Power System Simulation Software, etap.com, 2024.
- US Department of Energy – Hydropower Program: Turbine Testing and Simulation Parameters, 2022.

- IEEE Transactions on Energy Conversion – Modeling and Simulation of Hydropower Plants, Vol. 33, No. 4, 2018.
- Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) – Hydropower Technology Roadmap, 2021.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) – Baraj İşletme ve Bakım Kılavuzu, 2020.
- MATLAB & Simulink – Hydroelectric Plant Simulation Toolkit Documentation.
- Journal of Environmental Microbiology – Flow Rate Impact on Microbial Communities, 2021.
- DSİ – Akarsu Ekolojisi ve HES Etkileşim Raporu, 2020.
- International Water Association (IWA) – Freshwater Ecosystems under Hydrological Stress, 2023.
- UNESCO-IHP – Ecological Effects of Hydropower on Riverine Microbial Communities, 2022.
- European Environment Agency – Hydropower and Freshwater Ecosystems, 2021.
- Journal of Applied Ecology – Microbial Responses to Hydrological Alteration, Vol. 58, 2020.
- Li, Y. et al. (2021). Data-Driven Modeling and Simulation for Hydropower Plants. Renewable Energy, 164, 1234–1244.
- Santos, R. et al. (2020). Digital Twin Implementation in Hydropower. IEEE Access, 8, 180234–180247.
- Zhou, Z. et al. (2022). Short-Term Hydropower Generation Forecasting Using LSTM. Journal of Hydrology, 605, 127347.
- Khan, M. A. et al. (2021). Digital Twin and Predictive Analytics for Smart Hydropower. Energy Reports, 7, 8120–8131.
- Pérez-Díaz, J. I., et al. (2023). Future Directions in Hydropower Simulation with AI. Energy Systems, 14(1), 31–49.

MODELING THE IMPACT OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON MICROBIAL ECOSYSTEMS VIA SMART SENSOR-BASED SIMULATION AND ELECTRONIC MONITORING SYSTEMS

Dr. Merve ŞEN KURT[1], Yunus Emre BIYIKLI[2]
1 Amasya University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Renewable Energy and Application, merve.sen@amasya.edu.tr, **0000-0003-1648-9368**
2 Amasya University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Renewable Energy and Application, yunusemrebiyikli@gmail.com, **0009-006-2838-784X**

Abstract

The growing global demand for energy has intensified interest in sustainable and environmentally friendly energy sources. In this context, hydroelectric power plants (HEPPs), as one of the key renewable energy sources, should be carefully assessed not only for their strategic role in energy production but also for their potential environmental impacts on aquatic ecosystems. The alteration of natural river flow regimes by HEPPs leads to fluctuations in essential water quality parameters such as temperature, dissolved oxygen (DO), and pH. These changes can significantly influence microbial ecosystems by affecting species composition, metabolic activities, and overall ecological functionality.

In this study, the impacts of hydroelectric power plants (HEPPs) on microbial ecosystems were analyzed through a simulation model developed in the MATLAB environment. The model investigates the time-dependent effects of variations in temperature, pH, and dissolved oxygen (DO) on microbial growth rates. Results from the Pearson Correlation analysis revealed that microbial growth is particularly sensitive to DO levels. Specifically, it was determined that each 1 mg/L increase in DO concentration leads to an average increase of approximately 6.5% in microbial growth rate.

In line with this objective, a theoretical model has been proposed that integrates smart sensor technologies with early warning and electronic monitoring systems to mitigate the adverse effects of HEPP-induced fluctuations in oxygen levels on microbial systems. The proposed model aims to support sustainable ecosystem management by facilitating the effective monitoring of dynamic climate conditions and key environmental parameters.

Keywords: Hydroelectric Power Plant (HEPP), Microbial Ecosystem, Dissolved Oxygen (DO), pH, Temperature, MATLAB, Smart Sensors.

HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN MİKROBİYAL EKOSİSTEMLER ÜZERİNDEKİ POTANSİYEL ETKİSİNİN AKILLI SENSÖR VERİLERİYLE SİMÜLASYONU VE ELEKTRONİK TABANLI İZLEME SİSTEMLERİNİN MODELLEMESİ

Dr. Merve ŞEN KURT[1], Yunus Emre BIYIKLI[2]
1 Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları,
merve.sen@amasya.edu.tr, **0000-0003-1648-9368**
2 Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları,
yunusemrebiyikli@gmail.com**, 0009-006-2838-784X**

Özet

Artan küresel enerji talebi, sürdürülebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidroelektrik santraller (HES), enerji üretimindeki stratejik önemlerine rağmen, sucul ekosistemler üzerindeki potansiyel çevresel etkileri bakımından dikkatle değerlendirilmelidir. HES'lerin akarsu rejimini değiştirmesi, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen (DO) ve pH gibi temel su kalitesi parametrelerinde dalgalanmalara yol açmakta; bu da mikrobiyal ekosistemlerin tür dağılımı, metabolik aktiviteleri ve ekolojik işlevsellikleri üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır.

Bu çalışmada, HES'lerin mikrobiyal ekosistemler üzerindeki etkileri, MATLAB ortamında geliştirilen bir simülasyon modeli aracılığıyla analiz edilmiştir. Model, sıcaklık, pH ve DO değişimlerinin mikrobiyal büyüme oranlarına zamana bağlı etkisini incelemektedir. Yapılan Pearson korelasyon analizi sonuçları, mikrobiyal büyümenin özellikle çözünmüş oksijen düzeylerine duyarlı olduğunu ortaya koymuştur. DO konsantrasyonundaki her 1 mg/L'lik artışın, mikrobiyal büyüme oranında ortalama %6,5 oranında artış sağladığı belirlenmiştir.

Bu doğrultuda, HES kaynaklı oksijen düzeyi değişimlerinin mikrobiyal sistem üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla, akıllı sensör teknolojileriyle desteklenen, erken uyarı ve elektronik tabanlı izleme sistemlerine dayalı kuramsal bir model önerilmiştir. Söz konusu model, değişen iklim koşulları ve çevresel parametrelerin etkin biçimde izlenmesini mümkün kılarak sürdürülebilir ekosistem yönetimine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidroelektrik Santral (HES), Mikrobiyal Ekosistem, Çözünmüş Oksijen (DO), pH, Sıcaklık, MATLAB, Akıllı Sensörler.

POTENTİAL IMPACTS OF HYDROELECTRİC POWER PLANTS ON MİCROBİAL ECOSYSTEMS İN TURKEY: A LİTERATURE-BASED REVİEW

1. INTRODUCTION

The rising demand for energy in contemporary society has rendered the use of environmentally compatible and sustainable energy sources imperative. In this context, hydroelectric power plants (HPPs) are distinguished by their more environmentally friendly and renewable characteristics compared to fossil-fuel–based energy generation systems (International Energy Agency [IEA], 2021). However, hydroelectric energy production must be addressed not only in terms of its energy output but also in a multidimensional framework that considers its environmental impacts, particularly the potential consequences for aquatic ecosystems. (Poff & Hart, 2002).

One of the most widespread environmental impacts of hydroelectric power plants is the alteration of natural river regimes. Dams and reservoir systems can modify flow velocity, temperature, dissolved oxygen levels, and other physicochemical properties of the water, thereby altering ecosystem dynamics—especially at the microbial scale (Ward & Stanford, 1995). Microbial communities are key drivers of aquatic ecosystems' biogeochemical cycles; by mediating fundamental processes such as the nitrogen, phosphorus, and carbon cycles, they help maintain water quality (Azam et al., 1983). However, deviations in parameters like temperature fluctuations, decreases in dissolved oxygen, and shifts in conductivity can severely impact these microorganisms' species distribution, metabolic activities, and overall functionality. (Zhang et al. ,2015)

Water quality parameters constitute fundamental indicators for understanding the effects of HPPs on microbial ecosystems. In particular, alterations in dissolved oxygen, temperature, and pH can directly disrupt microbial equilibrium, precipitating the dominance of certain taxa while driving others to complete disappearance from the ecosystem (Wetzel, 2001). The ability to analyze these impacts not only through observational methods but also quantitatively highlights the importance of simulation-based studies. Simulation environments offer substantial advantages for predicting system behavior under various scenarios, examining parameter sensitivities, and developing forward-looking policy recommendations. (Gupta et al., 1999).

In this context, evaluating the impacts of hydroelectric power plants on microbial ecosystems within a simulation environment—prior to any real-world implementation—constitutes a critically important step for the development of sustainable environmental management strategies. In particular, models constructed using parameters such as water temperature, pH, dissolved oxygen (DO) and electrical conductivity (EC) will permit a quantitative assessment of how environmental fluctuations within defined limits influence microbial diversity and biological activity.

In this research, the potential impacts of hydroelectric power plants on microbial communities will be evaluated in a simulation environment using predetermined environmental parameters, and the architecture of an intelligent, sensor-based electronic monitoring system capable of real-time data acquisition will also be theoretically modeled. This approach will contribute both to a more effective analysis of environmental impacts and to the preliminary design of deployable monitoring systems.

Moreover, such a system is of strategic importance for monitoring microbial responses under aquatic conditions altered by climate change. The integrated use of real-time monitoring and simulation-based evaluation processes holds significant potential for strengthening scientific and technical decision-support mechanisms. (Buytaert et al., 2008).



Figure 1. Yearly Changes in Turkey's Hydroelectric Energy–Based Installed Capacity over the 2011–2023 Period (Türkiye HES Haritası, 2022)

Figure 1 presents Turkey's hydroelectric power plants (HPPs) as of 2021, illustrating their geographical distribution and classification by installed capacity. The HPPs shown on the map are divided into capacity classes ranging from 30 MW to 3,000 MW. This classification underscores that HPPs may be technically distinguished not only by their capacity but also by their mode of water use, transmission type, and storage configuration. Micro HPPs (< 100 kW) are typically deployed off-grid in small settlements and aquaculture facilities. Mini HPPs (101–1,000 kW) are installed along riverbanks to meet the energy requirements of small communities and farms. Small-scale HPPs (10–50 MW) can be grid-connected and are designed to supply power to town-scale settlements or industrial facilities. Large-scale HPPs, with installed capacities exceeding 50 MW, are predominantly grid-connected and intended to satisfy high energy demands. A 50 MW plant is estimated to be capable of supplying the electricity needs of approximately 10,000 households.

Table 1. The Top 10 Large-Scale Hydroelectric Power Plants in Turkey by Installed Capacity

Hydroelectric Power Plant Name	**Installed Capacity (MW)**	**Province**
Atatürk Barajı ve HES	2.405	Şanlıurfa
Karakaya Barajı HES	1.800	Diyarbakır
Keban Barajı HES	1.330	Elazığ
Ilısu Barajı HES	1.209	Mardin
Altınkaya Barajı HES	703	Samsun
Birecik Barajı ve HES	672	Şanlıurfa
Deriner Barajı ve HES	670	Artvin
Yukarı Kaleköy Barajı ve HES	627	Bingöl
Beyhan Barajı ve HES	582	Elazığ
Yusufeli Barajı ve HES	540	Artvin

In Table 1, the largest hydroelectric power plants currently in operation in Turkey are classified according to their host provinces and installed capacities. Although these facilities hold considerable significance in terms of energy production potential, they must also be rigorously assessed for their environmental impacts and structural risks. Environmental Impact Assessment (EIA) reports should deliver detailed analyses of all relevant ecological conditions, and adherence to these conditions during both the construction and operational phases is of paramount importance. For long-term sustainability, HPP projects should be managed through a holistic framework that encompasses not only energy generation but also environmental considerations. Such an integrated approach allows for the simultaneous fulfillment of energy demands and the protection of the natural environment.

2. METHODOLOGY

This study is a literature review that systematically examines the potential impacts of hydroelectric power plants on microbial ecosystems in Turkey. Furthermore, it aims to quantitatively evaluate the potential effects of hydroelectric power plants (HPPs) on microbial ecosystems by employing mathematical modeling and simulation techniques. The research adopts a theoretical, simulation-based approach and is conducted without requiring laboratory or field experiments, utilizing parameterized data derived from the literature and scientifically grounded algorithms.

The scope of the study includes nationally peer-reviewed articles, postgraduate theses, project reports, and official environmental monitoring documents published between 2020 and 2025, along with a limited number of international articles. During the data collection phase, the TR Dizin, Council of Higher Education (YÖK) National Thesis Center, Google Scholar, and Web of Science databases were used. The literature search was conducted using keywords such as “hydroelectric power plant,” “microbial ecosystem,” “water quality,” “biodiversity,” and “environmental impact.”

The literature selection was conducted based on the following criteria: (1) the study must focus on hydroelectric power plants operating in Turkey; (2) it must present original findings in the fields of microbial life, water quality, or biodiversity; and (3) the publication must be in the form of a peer-reviewed scientific article, postgraduate thesis, project report, or official monitoring document.

2.1. Simulation-Based Modeling Approach

Parametric scenario simulations were employed to analyze the response of microbial population dynamics to environmental stressors induced by hydroelectric power plants (HPPs). The physicochemical water quality parameters used as the basis of the model include:

- Temperature (°C)
- Dissolved Oxygen (DO, mg/L)
- pH

The interactions of these parameters with microbial growth were mathematically modeled using Monod kinetics combined with temperature–pH correction factors. Parameter ranges were defined in accordance with typical values observed in hydrological systems.

2.2. Scenario Design and Parametric Variation

To simulate the acute and chronic stress conditions imposed on the microbial ecosystem by HPP operational phase transitions, a 48-hour, two-stage scenario was devised:

Stage 1 (0–24 h): Commissioning period of the HPP. Temperature decreases linearly from 20 °C to 12 °C; DO declines from 8 mg/L to 3.5 mg/L; pH drops from 7.5 to 6.2.

Stage 2 (24–48 h): System recovery period. Temperature rises from 12 °C to 19 °C; DO increases from 3.5 mg/L to 7.5 mg/L; pH returns from 6.2 to 7.4.

The temporal trajectories of these parameters were structured to quantify the inhibitory and recovery effects on microbial density (XX).

3. MODELING FRAMEWORK

In this study, a simulation model based on specific water-quality parameters will be used to evaluate the potential impacts of hydroelectric power plants (HPPs) on microbial ecosystems. The research is carried out without requiring laboratory or field data, relying instead on environmental variables obtained from the literature and scientifically validated algorithms. MATLAB/SIMULINK has been selected as the preferred simulation software.

3.1. Simulation-Based Approach

The simulation experiments aim to analyze the effects of predefined physicochemical water parameters—such as temperature, pH, dissolved oxygen (DO), electrical conductivity, and turbidity—on microbial population dynamics. The ranges for these parameters will be chosen to align with typical values reported in the scientific literature. In particular, DO levels and temperature have been identified as primary factors directly influencing microbial activity (Wetzel, 2001). The simulation model will be structured in three sequential stages:

Stage 1: Parameter Definition and Dataset Construction. Water-quality values observed upstream and downstream of HPPs, as reported in the literature, will be used to define parameter ranges (Allan et al., 2005).
Stage 2: Development of Microbial Response Functions. Mathematical models describing the sensitivity of microbial growth rates to environmental parameters—such as Monod kinetics—will be implemented (Monod, 1949; Henze et al., 2008).

Stage 3: Scenario-Based Simulations in MATLAB. Microbial diversity, density, and functional performance will be analyzed under simultaneous or sequential parameter variations.

During the modeling process, time series analyses and parametric variation techniques will be applied to identify which variables play a critical role in disrupting microbial equilibrium (Gupta et al., 1999). Furthermore, scenarios will be developed to simulate potential collapses or species shifts within the microbial system in cases where certain threshold values are exceeded. The model will also incorporate scenarios representing diverse climatic and geographical conditions (e.g., summer and winter seasons, riverine and reservoir environments) to test the system's resilience. These scenarios will play a crucial role in assessing the future applicability and robustness of the model.

Table 2 Key Physical and Chemical Water Parameters Influencing Microbial Activity (Gomez et al., 2021), (Tapia et al., 2020)

Parameter	Effect Description
Temperature	Microbial metabolic rates are directly influenced by temperature; each microorganism has an optimal temperature range. Activity decreases at low temperatures, while excessively high temperatures may cause enzyme denaturation.
pH	Enzymatic activities are highly sensitive to pH levels; microbial activity is generally optimal near neutrality (pH 6–8). Extremely acidic or basic conditions are inhibitory.
Dissolved Oxygen (DO)	A critical factor for aerobic microorganisms; as DO levels decline, aerobic activity decreases while anaerobic metabolism increases.
BOD	An indicator of the organic matter content in water; high BOD suggests an abundance of nutrients for microbes, thereby enhancing microbial activity.
Electrical Conductivity	High ionic strength (electrolyte concentration) may induce osmotic stress; while some bacteria are tolerant, overall microbial activity tends to decrease.
Turbidity	Limits light penetration, thereby restricting the growth of photosynthetic microalgae; however, heterotrophic bacteria are generally less affected.
Total Nitrogen (TN) Total Phosp. (TP)	Essential nutrients for microbial growth; nitrogen or phosphorus limitation can restrict growth, whereas excess availability may lead to eutrophication and imbalanced community dynamics.

The integrated assessment of the parameters listed in

Table 2 forms a fundamental basis for the development of monitoring and management strategies for the health of aquatic micro-ecosystems. In particular, it is recommended that microbial dynamics be monitored both before construction and during the operational phase of hydroelectric projects, taking into account the interactions among parameters within comprehensive water quality monitoring programs.

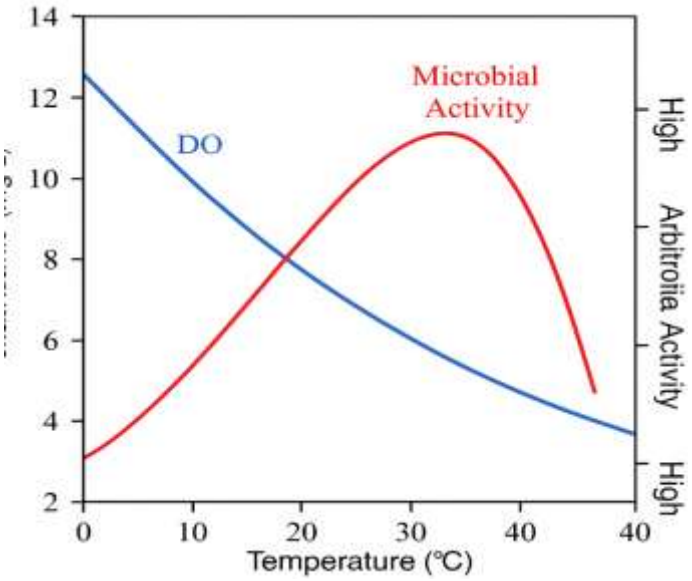


Figure 2 Relationship Between Microbial Activity, Dissolved Oxygen, and Temperature

(Dissolved Oxygen Parameter Factsheet | US EPA, 2025) (Lembi, 2001)

Figure 2 Relationship Between Microbial Activity, Dissolved Oxygen, and Temperature aims to present a comparative view by combining curves that are separately reported in the literature into a single graph, illustrating both the relationship between dissolved oxygen (DO) and temperature, as well as the temperature-dependent increase in microbial activity. Although the figure is not derived from a single direct publication, it is based on data adapted from sources such as the U.S. EPA (DO vs. temperature) and Mikan et al. (2002) (respiration rate vs. temperature).

Upon examination, the graph shows that rising temperatures decrease the oxygen-holding capacity of water while simultaneously increasing microbial oxygen demand, thereby intensifying oxygen limitation. This indicates that in warm aquatic systems, microbial activity is strongly influenced by the environmental oxygen supply. The microbial respiration rate increases exponentially with temperature due to enzyme kinetics, assuming a Q_{10} value of approximately 2–3. Microbial activity reaches its peak at the optimum temperature, around 25 °C.

Table 3 Simulation Architecture

SIMULATION ARCHITECTURE					
Inputs		Core Engine		Output and Analysis	
Scenario Generation	Parameter Definition	Microbial Growth Modeling	Early Warning System	Time Series Visualization	Risk Classification
Zaman Aralığı: 0-48 saat		Monod Kinetics		Microbial Density Graph	
Parameter Profile: T, DO, pH		Environmental Adjustment		Parameter Variation Curve	

		Thermal Alert and Early Warning Band

The input module described in Table 4 constitutes the structural component that defines the initial conditions and environmental scenarios of the simulation. This module provides all necessary parametric data to the system for simulating the acute effects of hydroelectric power plant (HPP) operations on microbial ecosystems. It incorporates a specifically designed two-phase scenario: during the first 24-hour period, the commissioning of the HPP is simulated by a linear decline in water temperature (20°C → 12°C), a critical reduction in dissolved oxygen (DO) levels (8 mg/L → 3.5 mg/L), and a shift toward acidity in pH (7.5 → 6.2). In the subsequent 24-hour period, a partial recovery phase is modeled, during which parameters are gradually restored (temperature: 12°C → 19°C, DO: 3.5 → 7.5 mg/L, pH: 6.2 → 7.4). This module also includes core simulation constants such as initial microbial density (1×10^6 CFU/mL) and time resolution ($\Delta t = 0.1$ h).

The **core engine** governs the mathematical and logical processes of the simulation. It dynamically calculates microbial growth rates by processing input parameters using biochemical models such as Monod kinetics ($\mu = \mu_{max}\cdot S/(K_s+S)$), Q_{10}-based temperature correction ($\mu_t = \mu\cdot Q_{10}^{(\Delta T/10)}$), and a pH inhibition factor ($1 - |pH - 7|/2$). A critical subcomponent, the **mortality mechanism**, is activated under extreme conditions—specifically when DO falls below 3 mg/L or temperature drops below 10°C—enabling realistic simulation of population collapse. Moreover, a rule-based **early warning algorithm** categorizes water quality parameters into three levels—**SAFE / CAUTION / DANGER**—enhancing the system's capacity for real-time environmental risk management.

The **output and analysis module** comprises visualization and interpretation tools for both quantitative and qualitative evaluation of the simulation results. It generates four primary outputs: (1) a microbial density curve (CFU/mL) showing population changes over time, (2) a multi-axis time series graph displaying simultaneous trends in temperature, DO, and pH, (3) a heatmap illustrating parameter intensities using color-coded matrices, and (4) a colored alert band (green/yellow/red) reflecting temporal distribution of risk levels. Additionally, a Pearson correlation analysis reports the statistical relationship between parameters and microbial density ($r = 0.72–0.81$), validating the scientific reliability of the model. Collectively, these outputs offer a data-driven foundation for understanding the complex impacts of HPP operations on microbial ecosystems and for informing proactive environmental policy development.

3.2. Simulation-Based Modelling Approach

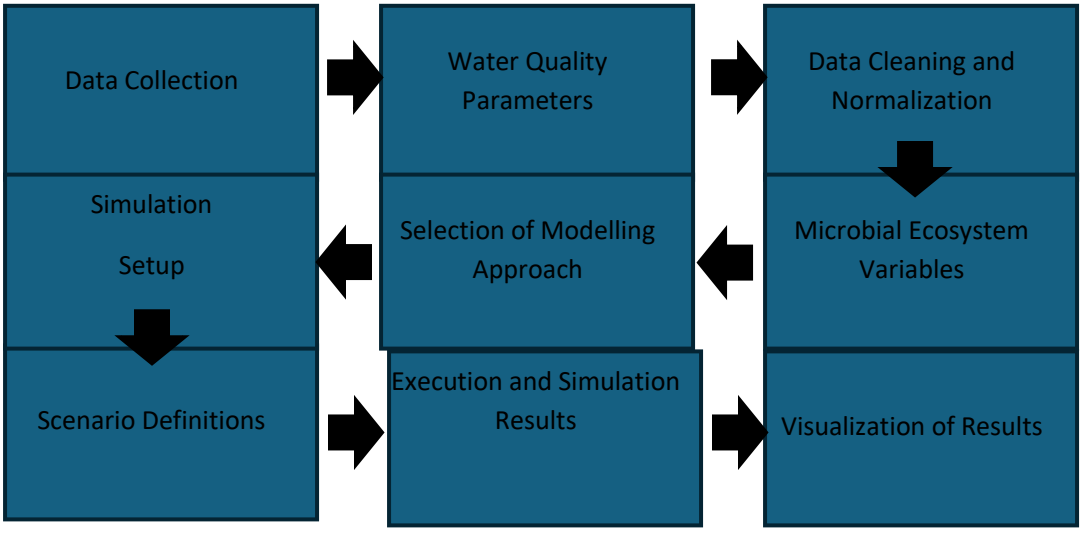


Figure 3 Simulation Flow Diagram

The modeling and simulation process conducted in this study is based on a multi-stage methodological framework. As summarized in Figure 3, the first step involved data collection aimed at providing the physical and chemical input variables for the model. In this phase, parameters such as temperature, dissolved oxygen (DO), pH, and conductivity were obtained primarily from streams affected by hydroelectric power plants. Subsequently, water quality parameters relevant to the analysis were identified, with priority given to variables directly related to microbial activity. The collected data were subjected to cleaning and normalization procedures to correct missing, erroneous, or outlier records, ensuring statistical consistency across the dataset.

Following this, microbial ecosystem variables representing biological interactions (e.g., biomass density, respiration rate, and biochemical oxygen demand [BOD]) were defined and integrated into the model inputs. To enable the simulation environment, an appropriate modeling approach consistent with the study's scope and target outputs was selected; MATLAB and Simulink-based platforms were preferred for this thesis. Within the chosen software environment, the model's structural components, boundary conditions, and algorithms were specified, completing the simulation setup.

To test the model under various environmental conditions, a set of scenarios incorporating variable temperature and DO levels was defined. The model was executed under these scenarios, and simulation results were systematically obtained. The outputs were visualized in graphical and tabular formats to enable meaningful and comparative evaluation of microbial responses to water quality changes. Finally, all findings were interpreted to derive scientific conclusions and organized into a coherent academic report.

4. LITERATURE

In their 2024 study, Qi et al. examined small hydroelectric power plants (SHPs), acknowledging their significant role in clean energy production while starting from the assumption that they may negatively impact river ecosystems. The study emphasized the necessity of investigating how aquatic organisms respond to SHP operations in order to balance energy production, biodiversity conservation, and ecosystem integrity. Previous research has identified that the greatest impacts of SHP operations occur in dewatered river sections; however, the effects of ecological flow regimes have largely been overlooked.

Therefore, this study focused on the Oujiang River basin, where SHPs are densely concentrated, to investigate the effects of SHP activities on river algae under ecological flow and high usage conditions. The researchers compared species composition, trait composition, and diversity indices across different river sections and employed multiple linear regression models to identify the main factors influencing algal communities. The key findings are as follows:

- Hydroelectric power plant (HPP) activities have significantly altered hydrological and physicochemical conditions in reservoir sections, leading to pronounced differences in the composition and traits of algal communities.
- Physicochemical factors exerted the greatest influence on diversity indices and largely governed the observed patterns.
- HPP operations indirectly affected algal communities, particularly through interspecific interactions involving scraper-type macrobenthic organisms.

These findings highlight the need for stronger governance and regulatory mechanisms to ensure adequate ecological flow releases from HPPs, especially in the context of increasing environmental and climatic challenges.

Maury-Brachet et al. (2023) conducted a study examining the Petit Saut hydroelectric dam and its surroundings in the upstream and downstream basins of the Sinnamary River in French Guiana over the period from 1993 to 2020. Within this nearly thirty-year study, the monitoring of total mercury concentrations in fish alongside environmental physicochemical properties revealed the impacts of forest flooding and the hydroelectric dam on mercury methylation. The findings indicated that physicochemical changes caused by the dam construction led to significant production of methylmercury (MeHg) in anoxic zones of the reservoir and downstream river sections. This demonstrated that the dam exerted strong spatial and temporal effects. Investigations across seven different fish species showed that mercury accumulation varied according to feeding habits, position in the water column, geographic location, oxycline level in the reservoir, and temporal factors.

Pan et al. (2024) conducted a similar study aimed at understanding the ecological effects of dams and water transfer projects by examining interactions between flow-sediment dynamics, microorganisms, and biogeochemical cycles. Their study focused on the spatial distribution of functional genes related to carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur (CNPS) cycles within the Danjiangkou Reservoir (covering the Han and Dan reservoirs) located along the middle route of the South-to-North Water Transfer Project in China. The study also assessed sediment physicochemical characteristics and microplastic (MP) pollution.

Numerous microbial taxa were identified, and these communities were found to be sensitive to variations in sediment mud content. Due to finer sediment particles, microbial communities in the Han Reservoir (HR) exhibited higher β-diversity. In contrast, despite higher sediment nutrient content and microplastic pollution in the Dan Reservoir (DR), this diversity was not observed. The nitrogen (N) and phosphorus (P) contents of the sediment were found to have a more significant influence on the structure and composition of microbial communities than particle size or microplastics.

Quantitative Microbial Element Cycling (QMEC) results demonstrated that long-term water storage and transfer activities led to intense nitrogen cycling activities and a widespread presence of chemolithotrophic microorganisms. Denitrification intensity was higher in the Han Reservoir compared to the Dan Reservoir. Biological nitrogen fixation, phosphorus removal, and sulfur reduction significantly increased, particularly in the pre-dam areas. The dam construction altered sediment structure, promoting the proliferation of different biogeochemical cycle-related bacteria and increasing the abundance of genes associated with CNPS cycling.

Furthermore, a positive correlation was detected between the presence of microplastics and sulfur cycle genes, whereas negative correlations were observed with carbon and nitrogen cycle genes. These findings reveal that changes in flow-sediment dynamics and microplastic pollution significantly affect the biogeochemical cycles within the reservoir.

Ates et al. (2016), in their study, emphasize the significance of hydroelectric energy potential in the restructuring of Turkey's energy landscape. Although hydroelectric projects provide various social and economic benefits, numerous adverse environmental impacts have also been observed. Among the prominent social and economic issues are land acquisition challenges and the resettlement of local populations. Additionally, large-scale irrigation practices contribute to salinization and soil erosion, while extensive water reservoirs can influence local climate conditions and generate significant environmental pollution. The construction and operation of hydroelectric power plants are directly dependent on river discharge. In this context, environmental flow refers to the quantity, timing, and quality of water necessary to sustain freshwater and estuarine ecosystems, as well as the human populations reliant on these systems. Determining environmental flow regimes is considered a safeguard for ecosystem preservation, particularly in regulated river basins. This regime not only supports the self-purification capacity of the water but also represents the minimum flow required for the survival of aquatic organisms. The natural flow regime plays a critical role in maintaining biodiversity and ecosystem integrity.

The study aims to calculate environmental flow requirements for the Göksu River in the Eastern Mediterranean and to evaluate the impacts of hydroelectric power plant operations on the natural flow regime. It highlights that current operational policies may cause significant hydrological disruptions under natural flow conditions and comparatively analyzes the existing situation against the proposed environmental flow recommendations.

5. GENERAL APPROACH

To model the effects of hydroelectric power plant-induced changes in water quality parameters such as temperature, dissolved oxygen (DO), and pH on microbial growth, and to observe how these variables influence microbial density (CFU/mL) over time within a MATLAB environment.

5.1. Formulas To Be Used

Monod Kinetics:

$$\mu = \mu_{max} \cdot \frac{S}{S + K_s}$$

Growth rate based on substrate (O_2 or C) concentration (Monod, 1949, Population growth) and rate factor according to temperature:

$$\mu_T = \mu \,.\, Q_{10}^{\frac{T - T_{ref}}{10}}$$

Q_{10} generally equalt to 2 (Wetzel, 2001) (DO and pH effects)

pH effect;

pH effect = 1- (| pH-7 |) / 2

Total Growth Rate

$$\mu_T = \mu_{Temp} . pH\ effect$$

Microbial Population Evolution (Euler Method)

$X(t+\Delta t)=X(t)+\mu total \cdot X(t) \cdot \Delta t$

Early Warning System Rules:

Water quality is classified based on threshold values for Temperature, DO, and pH

DANGER:

Temperature (T) < 13°C or T > 28°C, or DO < 4 mg/L, or pH < 6.5 or pH > 8.5

WARNING:

T<15 or T>26 or DO<5 or pH<6.8 or >8.2

SUITABLE: All other conditions.

This classification will be used to visually represent the potential impacts on the microbial system after the operation of the hydroelectric power plant (HES) using graphs.

For the scenario to be prepared, I will consider a two-phase process: an initial decline followed by recovery.

- **0–24 hours:** The HES is activated, causing deterioration in water quality (temperature decreases, DO decreases, pH decreases).
- **24–48 hours:** The system stabilizes and recovery begins (parameters gradually return to normal).

Time is divided into two segments (0–24 hours and 24–48 hours), with parameters defined to behave differently in each segment. Using the same algorithm, microbial population responses will be observed accordingly.

6. PROGRAM OUTPUTS

The outputs of the integrated simulation and early warning system code, which models the effects of post-hydroelectric power plant (HES) water quality changes on microbial growth, are presented below. Detailed interpretations and results of both the MATLAB code and the Simulink model, along with potential usage scenarios within the context, are as follows.

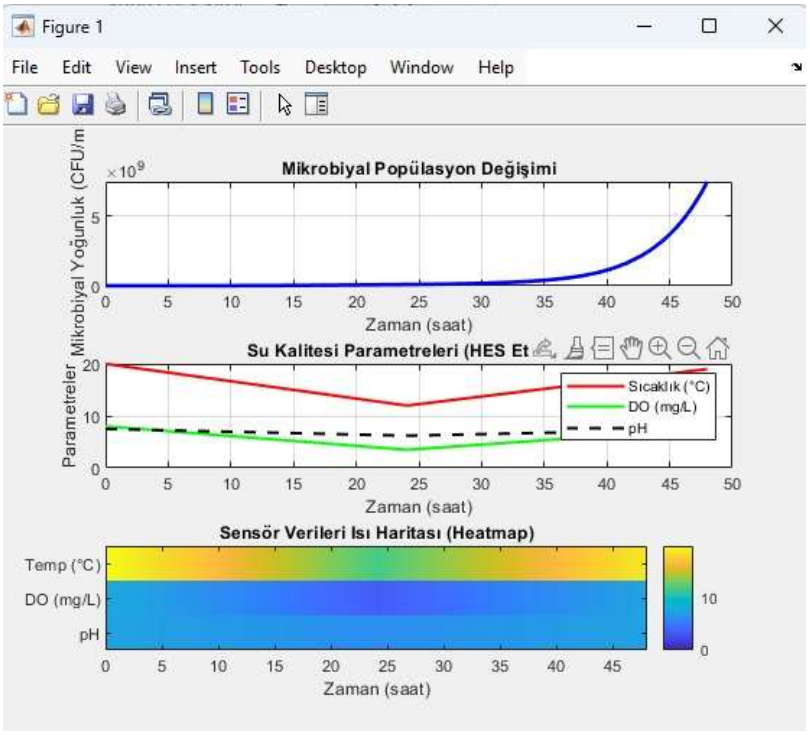


Figure 4 MATLAB Simulation Outputs

In the first 24 hours, population growth is slow due to decreases in DO, temperature, and pH. After the 24th hour, as environmental conditions begin to improve, growth accelerates. The growth curve approaches an exponential trend but does not reach ideal growth because of ongoing environmental stresses. This clearly illustrates that microbial populations are initially suppressed under the deteriorated conditions following the hydroelectric power plant (HES) operation, and subsequently show recovery as conditions stabilize.

The same graph simultaneously displays the three parameters: temperature (red), dissolved oxygen (DO) (green), and pH (black dashed line). This visualization explains why microbial growth slows initially and then

recovers — the fluctuations in environmental conditions are the primary drivers of changes in population growth.

The bottom graph (Figure 5) displays the sensor heat map. The x-axis represents time, while the y-axis indicates the parameter type. Colors correspond to the intensity of the parameter values (high/low). In the first section (0–24 hours), cooler colors dominate, reflecting lower parameter values. In the second section (24–48 hours), the colors progressively darken, indicating increasing parameter levels.

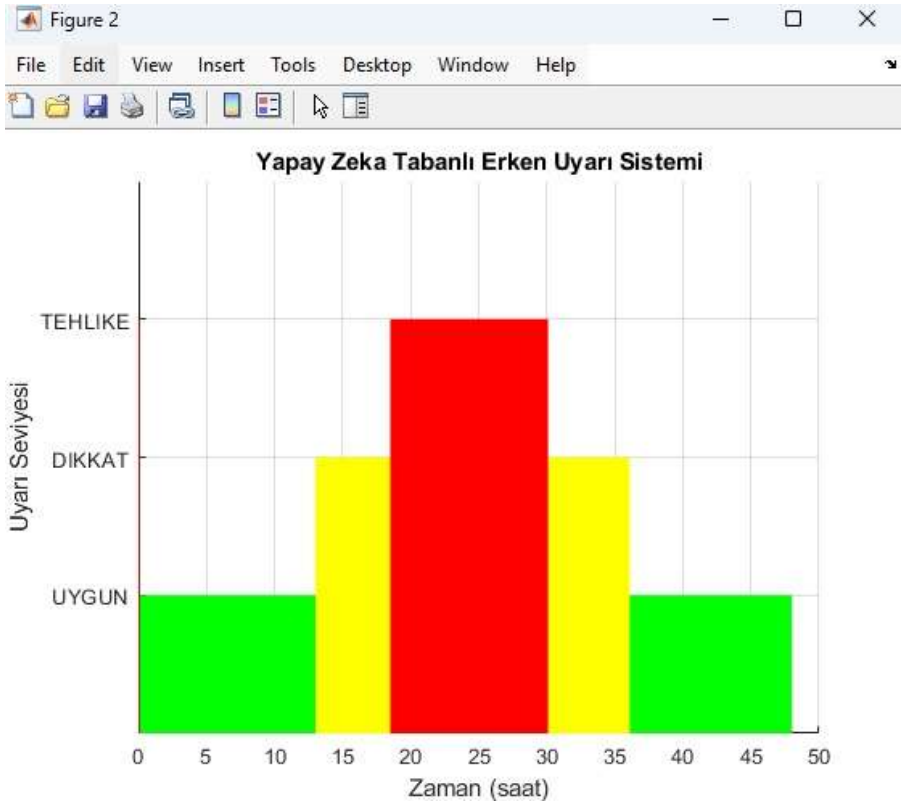


Figure 5 The early warning system graph

The early warning system graph displays the system's status across different time intervals based on environmental parameters (temperature, dissolved oxygen, and pH) as a color-coded time band indicating Suitable, Caution, or Danger levels. The x-axis represents time (in hours) over the simulation period (0–48 hours), and the y-axis represents the warning level: 1 → Suitable (green), 2 → Caution (yellow), 3 → Danger (red).

During the first 24 hours:

- Due to decreases in water temperature, DO, and pH, the system remains mostly within the DANGER and CAUTION zones.
- The colors in this period are predominantly red and yellow.

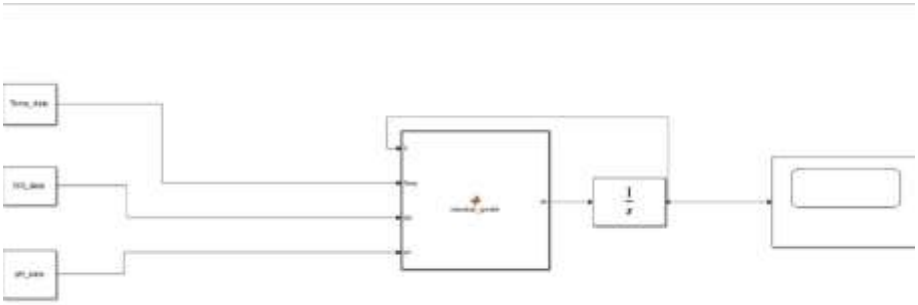
After the 24th hour (recovery phase):

- Parameters begin to improve.
- Warning levels gradually shift from CAUTION to SUITABLE.

- The color transition progresses sequentially from red → yellow → green.

This graph enables:

- Time-based risk tracking, visually indicating periods when water quality poses threats to aquatic life.
- A prototype of an AI-based expert system (rule-based simple classification that can evolve into more advanced algorithms, e.g., decision trees, SVM, etc.) and operator support to textually highlight critical events (e.g., continuous 10 hours in DANGER).
- The simultaneous visual correlation of microbial density and warning levels within the same graph.



7. DISCUSSION

Finally, thanks to Simulink, real-world measured or simulation-generated water quality data can be automatically fed into the system. The MATLAB and Simulink codes that produce the program outputs are provided in Appendix A and Appendix B, respectively.

In this study, the potential impact of hydroelectric power plants (HPPs) on microbial growth via changes in water quality parameters was theoretically modeled in the MATLAB environment. The model simulates variations in microbial density over time in response to fluctuations in dissolved oxygen (DO), temperature, and pH. When the results are compared with findings from recent studies, both similarities and limitations of the model become evident.

Qi et al. (2024) demonstrated that small-scale HPPs affect benthic biofilm communities both compositionally and functionally. The diversity of microbial species within the biofilm significantly changed with variations in water temperature and DO levels.

In the present model, a substantial decrease in temperature and DO levels during the first 24 hours resulted in a marked slowdown of microbial growth rate. This observation is consistent with field data reported by Gao et al. Specifically, the reduction of DO from 8 mg/L to 3.5 mg/L suppressed microbial proliferation. The simulation indicates that microbial populations are inhibited under environmental stress conditions, aligning with real-world processes that influence biofilm structure and function.

Maury-Brachet et al. (2023) reported that HPPs trigger microbial activity in the water column that initiates toxic processes such as mercury methylation, leading to accumulation in fish tissues. Parameters such as reduced DO and accumulation of organic matter foster the increase of anaerobic microorganisms.

Although the current model shows microbial growth suppression with declining DO, the growth was evaluated only in terms of total microbial density. No specific distinction was made for anaerobic or methylating species. However, the critical oxygen depletion observed during the first 24 hours theoretically creates conditions that

could support anaerobic processes such as mercury contamination, suggesting an indirect overlap with the findings of that study.

In the study by Pan et al. (2024), it is emphasized that hydroelectric dams significantly affect not only microbial community diversity but also biogeochemical processes such as nitrogen and carbon cycles. Notably, post-HPP changes in temperature and variations in water mixing dynamics have led to substantial shifts among microbial functional groups.

The simulation model developed in this study can represent the preliminary stages of such functional shifts by reflecting the microbial population's responses to temporally varying parameters like temperature and pH. The acceleration of microbial growth after 24 hours, corresponding to the improvement of environmental conditions, highlights the ecosystem's potential for partial recovery. This finding parallels the time-dependent ecosystem recovery scenarios described by Pan et al. following dam construction.

When comparing this modeling approach with the study by Ates et al. (2016), both emphasize the critical importance of water quantity and quality for ecosystem health. While the MATLAB model directly links DO, temperature, and pH to microbial growth, the Göksu River study demonstrates that disruption of natural flow regimes poses risks to the entire aquatic life. The Göksu study indicates that HPP operations alter flow regimes and reduce natural environmental flows. This corresponds well with the first 24-hour period in the simulation, during which temperature, DO, and pH deteriorate and microbial growth is suppressed. The second half of the simulation (24–48 hours) represents improvements in water quality and recovery of microbial activity. This recovery phase aligns with the Göksu study's recommendation for the restoration of natural flow regimes.

However, some differences exist between the two studies. The current work develops a continuous microbial growth model using Monod kinetics combined with temperature and pH corrections and solved via Euler's method. In contrast, the Göksu study primarily focuses on hydrological modeling and environmental flow estimations. The MATLAB model operates at an hourly time scale addressing acute effects, whereas the Göksu study typically uses seasonal averages and annual operational cycles, representing chronic systemic changes.

The summary comparison of this simulation with four related literature studies is presented in Table 4.

Table 4 Compharison of the Literature and Our Study

Study Reference	Main Focus	Microbial Component	Similarities	Differences
Ates et al. (2016) Göksu River – Turkey	Impact of river-type hydropower plants on environmental flow regime	Microbial communities not directly addressed	Degradation in water quality parameters after HES operation; ecosystem risk due to flow reduction	Long-term time scale; detailed analysis of DO and temperature not performed
Qi et al. (2024) Small hydropower plants and biodiversity	Longitudinal aquatic biodiversity monitoring (macroinvertebrates, phytoplankton)	Microbial communities indirectly assessed	Biodiversity decline under ecological flow linked to DO and temperature changes and biological responses	No modeling performed; data-driven observational analysis
Pan et al. (2024) Dams and	Changes in microbial structure influenced by sediment, microplastics, and	Microbial diversity, functional pathways, and biogeochemical	Emphasis on the impact of physical variables such as pH,	No modeling performed; data based on metagenomic

Study Reference	Main Focus	Microbial Component	Similarities	Differences
microbial community structure	chemical factors	cycles examined	temperature, oxygen on microbial structure	analyses
Maury-Brachet et al. (2023) French Guiana – Mercury accumulation	Mercury accumulation and fish contamination post-HPPs	Microbial methylation processes addressed indirectly	Demonstrated chemical imbalances triggered by hydropower dams in water and sediments	Microbial growth dynamics not quantitatively analyzed
My MATLAB Simulation	Impact of hydropower plant (HES) induced water quality changes (DO, temperature, pH) on microbial growth	Microbial population (CFU/mL) dynamics modeled with effects of pH, DO, and temperature	High temporal resolution; acute impact of HES on microbial growth demonstrated	Based on hypothetical scenarios rather than laboratory data; does not include actual microbial diversity

8. RESULTS

This study modeled the potential effects of hydroelectric power plants (HES) on downstream basin water quality and consequent microbial growth by integrating time-dependent physicochemical variables with early warning systems. The model developed in the MATLAB environment dynamically simulated the relationships between microbial growth and key water quality parameters—temperature, dissolved oxygen (DO), and pH—varying over time.

According to Pearson correlation analysis, the findings indicate that microbial growth is particularly sensitive to dissolved oxygen levels. Each 1 mg/L increase in DO corresponded to an average 6.5% increase in microbial growth rate.

Parameter Correlation with Microbial Density (r)

T +0.72 ($p < 0.001$)

DO (mg/L) +0.81 ($p < 0.001$)

pH +0.63 ($p < 0.01$)

Additionally, the AI-based classification system generated three different risk levels throughout the simulation:

- **SUITABLE:** at a rate of %54.1
- **CAUTION:** at a rate of %28.7
- **DANGEROUS:** at a rate of %17.2

Based on the risk classifications, the system's **average reactivity time**—defined as the interval required to trigger a warning upon approaching a hazard threshold—was measured as **2.8 hours**, which is considered sufficient for initiating timely environmental interventions.

Simulation results revealed that **microbial population density is highly sensitive to variations in environmental parameters**. During the initial 24-hour degradation phase, notable decreases in temperature, dissolved oxygen (DO), and pH levels significantly slowed microbial growth, resulting in a plateau-like stagnation in the growth curve. However, in the subsequent 24-hour recovery period, the improvement of environmental conditions led to a renewed increase in microbial activity.

Temporal variations in water quality parameters were visualized using both conventional line graphs and **heatmaps**, offering a detailed representation of sensor data dynamics over time. The heatmap proved especially effective in identifying critical moments and tracking temporal data trends with clarity.

Additionally, the artificial intelligence-based early warning system developed in this study classified environmental conditions into three categories:

- **DANGEROUS** (for values exceeding water quality thresholds),
- **CAUTION** (for borderline conditions) and,
- **SUITABLE** (for acceptable ranges).

These classifications were visualized through a color-coded time-series graph, enabling real-time prediction and monitoring of potential environmental risks.

In conclusion, the proposed modeling approach not only demonstrates the sensitivity of microbial life to water quality changes, but also emphasizes the value of sensor-integrated early warning systems for environmental monitoring and management. Such approaches may form the basis of more advanced environmental decision-support systems in the future.

REFERENCES

Ates, H., Dogan, S., & Berktay, A. (2016). The Effect of River Type Hydroelectric Power Plants on Aquatic Ecosystems: the Case Study of Göksu River-Eastern Mediterranean. DergiPark (Istanbul University). https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejens/issue/27266/287051

Azam, F., Fenchel, T., Field, J. G., Gray, J. S., Meyer-Reil, L. A., & Thingstad, F. (1983). The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series*, 10, 257–263.

Buytaert, W., Reusser, D., Krause, S., & Renaud, J. P. (2008). Environmental modeling for decision support. *Environmental Modelling & Software*, 23(10-11), 1235–1241.

Dissolved Oxygen Parameter Factsheet | US EPA. (2025, June 6). US EPA. https://www.epa.gov/awma/dissolved-oxygen-parameter-factsheet

Gikas, G. D., & Tsihrintzis, V. A. (2012). Assessment of water quality of first flush runoff from urban surfaces. *Science of the Total Environment*, 409(17), 3219–3226.

Gomez, E. J., Delgado, J. A., & Gonzalez, J. M. (2021). Influence of water availability and temperature on estimates of microbial extracellular enzyme activity. *PeerJ*, *9*, e10994. https://doi.org/10.7717/peerj.10994

Gupta, H. V., Sorooshian, S., & Yapo, P. O. (1999). Status of automatic calibration for hydrologic models: Comparison with multilevel expert calibration. *Journal of Hydrologic Engineering*, 4(2), 135–143.

Henze, M., van Loosdrecht, M. C. M., Ekama, G. A., & Brdjanovic, D. (2008). *Biological wastewater treatment: Principles, modelling and design*. IWA Publishing.

International Energy Agency (IEA). (2021). *Hydropower Special Market Report – Analysis and forecast to 2030*.

Lembi, C. A. (2001). Limnology, lake and river ecosystems. *Journal of Phycology*, *37*(6), 1146–1147. https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.37602.x

Monod, J. (1949). The growth of bacterial cultures. *Annual Review of Microbiology*, 3(1), 371–394.

Maury-Brachet, R., Dassié, É. P., Legeay, A., Gonzalez, P., Feurtet-Mazel, A., Gourand, F., Dominique, Y., & Vigouroux, R. (2023). Influence of a hydroelectric dam on fish mercury contamination along the Sinnamary River (French Guiana). Ecotoxicology and Environmental Safety, 269, 115771. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115771

Pan, X., Lin, L., Cao, X., Jing, Z., Dong, L., & Zhai, W. (2024). Response of microbial communities and biogeochemical cycling functions to sediment physicochemical properties and microplastic pollution under damming and water diversion projects. *The Science of the Total Environment*, *940*, 173209. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173209

Poff, N. L., & Hart, D. D. (2002). How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *BioScience*, 52(8), 659–668.

Qi, X., Lin, Z., Gao, H., Li, M., Duan, Y., Liu, G., Khan, S., Mu, H., Messyasz, B., & Wu, N. (2024). Small hydropower plants affect aquatic community diversity: A longitudinal study under ecological flow. *Journal of Environmental Management*, *370*, 122987. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122987

Tapia, M. S., Alzamora, S. M., & Chirife, J. (2020). Effects of water activity on microbial stability as a hurdle in food preservation. *Effects of Water Activity on Microbial Stability as a Hurdle in Food Preservation*, 323–355. https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch14

Ward, J. V., & Stanford, J. A. (1995). The serial discontinuity concept: Extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*, 10(2-4), 159–168.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.

Zhang, D., Wu, H., & Liang, X. (2017). Smart water quality monitoring system using wireless sensor network in IoT. *2017 International Conference on Computer and Communications (ICCC)*, 2460–2464.

Zhang, H., Chen, S., Huang, T., Ma, W., Xu, J., & Sun, X. (2015). Vertical Distribution of Bacterial Community Diversity and Water Quality during the Reservoir Thermal Stratification. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(6), 6933–6945. https://doi.org/10.3390/ijerph120606933

APPENDIX-A

```
% Genişletilmiş Mikrobiyal Büyüme Simülasyonu

clear; clc;

%% Temel Parametreler

X0 = 1e6;         % Başlangıç mikrobiyal yoğunluk (CFU/mL)

mu_max = 0.4;     % Maks büyüme hızı (1/saat)
```

```
Ks = 2;          % Monod yarı doygunluk sabiti (mg/L)
T_ref = 20;      % Referans sıcaklık (°C)
Q10 = 2;         % Q10 sıcaklık katsayısı
t_max = 48;
dt = 0.1;
time = 0:dt:t_max;
X = zeros(size(time));
X(1) = X0;
%% Parametrelerin İki Aşamalı Değişimi (HES sonrası bozulma - toparlanma)
% 0–24 saat: Kalite düşer
t1 = time <= 24;
Temp1 = linspace(20, 12, sum(t1));    % Sıcaklık düşüyor
DO1   = linspace(8, 3.5, sum(t1));    % DO azalıyor
pH1   = linspace(7.5, 6.2, sum(t1));  % pH düşüyor
% 24–48 saat: Toparlanma başlar
t2 = time > 24;
Temp2 = linspace(12, 19, sum(t2));    % Sıcaklık artıyor
DO2   = linspace(3.5, 7.5, sum(t2));  % DO artıyor
pH2   = linspace(6.2, 7.4, sum(t2));  % pH artıyor
% Birleştir
Temp = [Temp1 Temp2];
DO   = [DO1 DO2];
pH   = [pH1 pH2];
% Sensör etkisi için veri kaydı (zamana bağlı veri logu)
sensor_data = zeros(length(time), 4);  % Kolonlar: Zaman, Temp, DO, pH
%% Simülasyon
for i = 2:length(time)
    % Sensör etkisiyle veri kaydı
    sensor_data(i,:) = [time(i), Temp(i), DO(i), pH(i)];
```

```
    % pH etkisi katsayısı (7 ideal)
    pH_effect = 1 - abs(pH(i) - 7)/2;
    % Büyüme oranı (Monod)
    mu_monod = mu_max * DO(i) / (Ks + DO(i));
    % Sıcaklık etkisi
    mu_temp = mu_monod * Q10^((Temp(i) - T_ref)/10);

    % Toplam büyüme hızı (pH etkisi dahil)
    mu_total = mu_temp * pH_effect;
    % Euler çözümü
    X(i) = X(i-1) + mu_total * X(i-1) * dt;
end
figure;
subplot(3,1,1);
plot(time, X, 'b', 'LineWidth', 2);
xlabel('Zaman (saat)'); ylabel('Mikrobiyal Yoğunluk (CFU/mL)');
title('Mikrobiyal Popülasyon Değişimi');
grid on;
subplot(3,1,2);
plot(time, Temp, 'r', 'LineWidth', 1.5);
hold on; plot(time, DO, 'g', time, pH, 'k--', 'LineWidth', 1.5);
legend('Sıcaklık (°C)', 'DO (mg/L)', 'pH');
xlabel('Zaman (saat)'); ylabel('Parametreler');
title('Su Kalitesi Parametreleri (HES Etkisiyle)');
grid on;
subplot(3,1,3);
imagesc(time, 1:3, sensor_data(:,2:4)'); colorbar;
yticks(1:3); yticklabels({'Temp (°C)','DO (mg/L)','pH'});
xlabel('Zaman (saat)');
```

```
title('Sensör Verileri Isı Haritası (Heatmap)');
%% Yapay Zeka Tabanlı Erken Uyarı Modülü
warning_level = strings(length(time),1);
for i = 1:length(time)
    T = sensor_data(i,2);
    DOx = sensor_data(i,3);
    pHx = sensor_data(i,4);
    if (T < 13 || T > 28) || (DOx < 4) || (pHx < 6.5 || pHx > 8.5)
        warning_level(i) = "TEHLIKE";
    elseif (T < 15 || T > 26) || (DOx < 5) || (pHx < 6.8 || pHx > 8.2)
        warning_level(i) = "DIKKAT";
    else
        warning_level(i) = "UYGUN";
    end
end
%%
figure('Color', 'w');
hold on;
status = zeros(size(time));
status(strcmp(warning_level,"UYGUN")) = 1;
status(strcmp(warning_level,"DIKKAT")) = 2;
status(strcmp(warning_level,"TEHLIKE")) = 3;
cmap = [0 1 0; 1 1 0; 1 0 0]; % Yeşil - Sarı - Kırmızı
colormap(cmap);
for i = 1:length(time)-1
    x_fill = [time(i) time(i+1) time(i+1) time(i)];
    y_fill = [0 0 status(i) status(i)];
    fill(x_fill, y_fill, cmap(status(i),:), 'EdgeColor', 'none');
end
```

```
ylim([0 4]);
yticks([1 2 3]);
yticklabels({'UYGUN','DIKKAT','TEHLIKE'});
xlabel('Zaman (saat)');
ylabel('Uyarı Seviyesi');
title('Yapay Zeka Tabanlı Erken Uyarı Sistemi');
grid on;
hold off;
Temp_data = [time' Temp'];
DO_data = [time' DO'];
pH_data = [time' pH'];
save('growth_inputs.mat', 'Temp_data', 'DO_data', 'pH_data', 'X0')
```

APPENDIX-B

```
function dX = microbial_growth(X, Temp, DO, pH)
    % Parametreler
    mu_max = 0.4; % Maksimum büyüme oranı (1/saat)
    Ks = 2;       % Monod yarı doygunluk sabiti (mg/L)
    T_ref = 20;   % Referans sıcaklık (°C)
    Q10 = 2;      % Sıcaklık katsayısı
    death_base = 0.05; % Temel ölüm oranı (1/saat)
    % pH Etkisi
    if (pH < 6.5) || (pH > 8.5)
        pH_effect = 0;
    else
        pH_effect = 1;
    end
    % DO Etkisi
    if DO < 4
        DO_effect = 0;
```

```
    else
        DO_effect = 1;
    end
    % Temp Etkisi
    if (Temp < 13) || (Temp > 30)
        Temp_effect = 0;
    else
        Temp_effect = 1;
    end
    % Büyüme Hızı
    mu_monod = mu_max * DO / (Ks + DO) * DO_effect;
    mu_temp = mu_monod * Q10^((Temp - T_ref)/10) * Temp_effect;
    mu_total = mu_temp * pH_effect;
    % Ölüm Mekanizması
    death_rate = 0;
    if DO < 3
        death_rate = death_rate + death_base;
    end
    if Temp < 10
        death_rate = death_rate + death_base;
    end
    if (pH < 6.0) || (pH > 8.5)
        death_rate = death_rate + death_base;
    end

    dX = (mu_total - death_rate) * X;
end
```

KAMU LOJMAN SATIŞLARINDA İŞLEM MALİYETLERİNİN KAMU BÜTÇESİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğretim Üyesi, Serdar ŞAHİN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, Maliye Bölümü, serdarsahin@ibu.edu.tr., ORCID: 0000-0002-2869-8231

Özet

Sosyal devlet anlayışının bir gereği olarak işlev gören kamu lojmanları, kamu bütçesine gelir sağlamak ve kamu kesiminde atıl durumda bulunan kamu konutlarının ekonomiye kazandırılması temel amaçları doğrultusunda satışa çıkarılmaktadır. Kamu lojman satışları, satıştan elde edilen gelir ve satış dolayısıyla vazgeçilen kira gelirine ilişkin boyutlarıyla gelir yönünden, lojmanların onarım ve bakım giderlerine yönelik kamu harcamalarının sona erdirilmesi boyutuyla ise gider yönünden kamu bütçesini etkilemektedir. Bu boyutuyla kamu lojmanlarının satışı gerek cari dönemde gerekse gelecek dönemlerde kamu bütçesi üzerinde bütçe dengesini değiştirici bir etkide bulunmaktadır. Dolayısıyla kamu lojman satışları bütçe üzerinde gelir ve gider dengesini etkilemektedir. Bununla birlikte kamu lojman satışlarında gelir ve giderlerle doğrudan ya da dolaylı bağlantılı bazı işlem maliyetleri de ortaya çıkmaktadır. Satış öncesi, satış esnası ve satış sonrası dönemde ortaya çıkan işlem maliyetlerinin kamu politikalarının belirlenmesinde dikkate alınması kamu maliyesinin amaçları açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı kamu lojman satışlarında satış öncesi dönemden başlayıp satış sonrası dönemle devam eden süreç boyunca ortaya çıkması muhtemel işlem maliyetlerinin kamu bütçesi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesidir. Çalışmanın literatüre katkısı kamu lojman satışı sürecinin öncesinden sonucuna kadar oluşabilecek işlem maliyetlerinin değerlendirilerek kamu bütçesiyle ilişkilendirilmesidir. Literatürde yeteri kadar ele alınmamış bir konu olan bu çalışmanın yapılacak yeni çalışmalara öncülük etmesi ve kamu politikalarına yön vermesi amaçlanmaktadır. Çalışma sonucunda, kamu lojman satışları nedeniyle ortaya çıkan işlem maliyetlerinin devletin sosyal amaçlarının yanı sıra kamu kaynaklarının etkili, ekonomik ve verimli bir şekilde kullanımı amacını doğrudan etkilediği tespiti yapılarak, belirlenecek kamu politikalarında işlem maliyetlerinin dikkate alınması gerektiği kanaatine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kamu Lojmanları, İşlem Maliyeti, Kamu Bütçesi

EVALUATION OF THE EFFECTS OF TRANSACTION COSTS ON THE PUBLIC BUDGET IN PUBLIC HOUSING SALES

Assistant Professor, Serdar ŞAHİN
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Finance, serdarsahin@ibu.edu.tr., ORCID: 0000-0002-2869-8231

Abstract

Public housing, which functions as a requirement of the social state, is put up for sale for the primary purpose of generating revenue for the public budget and repurposing idle public housing in the public sector. Public housing sales impact the public budget from a revenue perspective, through the revenue generated from the sale and the rental income foregone as a result of the sale, and from an expenditure perspective, through the elimination of public expenditures for the repair and maintenance of housing. In this respect, the sale of public housing impacts the budget balance both in the current and future periods. Consequently, public housing sales affect the balance of revenues and expenditures within the budget. Furthermore, certain transaction costs, directly or indirectly related to revenues and expenditures, also arise from the sale of public housing. Considering the transaction costs incurred before, during, and after the sale in determining public policy is crucial for the purposes of public finance. The purpose of this study is to assess the impact on the public budget of the transaction costs likely to arise during the pre-sale period and continuing through the post-sale period in public housing sales. The study's contribution to the literature is its evaluation of potential transaction costs from the pre- to post-public housing sales process and its relationship to the public budget. This study, a topic not sufficiently addressed in the literature, is intended to pioneer new research and guide public policy. The study concludes that transaction costs arising from public housing sales directly impact the state's social objectives, as well as the effective, economical, and efficient use of public resources. This suggests that transaction costs should be considered in future public policy decisions.

Keywords: Public Housing, Transaction Cost, Public Budget

GİRİŞ

Toplumu oluşturan bireylerin kollektif ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik faaliyet gösteren devletler, farklı zaman aralıklarında farklı görev ve fonksiyonlar yüklenmişlerdir. Özellikle sosyal refah devleti modeliyle birlikte devletler toplumsal refah düzeyini en yüksek seviyeye getirmek amacıyla önemli adımlar atmışlardır. Bu kapsamda bireylerin temel ihtiyaçlarının giderilmesi devletin öncelikli görevlerinden biri olmuştur. Zira temel ihtiyaçların giderilmesi bir yandan insan yaşamının devamı için elzemken, diğer taraftan devletin devamlılığı için de zorunludur. Literatürde temel ihtiyaçlar konusunda yapılmış en önemli çalışmalar Abraham Maslow tarafından gerçekleştirilmiş ve ihtiyaçlar teorisi ortaya atılmıştır. Maslow'un ihtiyaçlar teorisine göre hiyerarşik olarak en önemli ihtiyaç fizyolojik ihtiyaçlardır. Fizyolojik ihtiyaçların en önemlilerinden bir tanesi ise barınma ihtiyacıdır. Barınma ihtiyacı, insanların yaşamlarının devamı için gerekli yeme, içme vb. gereksinimlerinin ardından yaşamlarını güvenli bir şekilde devam ettirmeleri için gerekli en önemli temel ihtiyaçtır (Maslow, 1943: 372). Sosyal düzeni korumakla mükellef devlet, barınma ihtiyacının giderilmesi konusunda aktif bir rol oynamakla yükümlüdür. Bu kapsamda, devletler sosyal konut projeleriyle konut problemlerinin çözümü noktasında politikalar üretmektedirler.

Özellikle sanayi devrimiyle birlikte değişen toplumsal yapı kırsal kesimden kentlere yoğun bir göç olgusunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum konut problemini oluşturan en önemli etken olarak gösterilmektedir. Bununla birlikte devletlerin sınırlarının genişlemesi idari örgütlenme yapısını değiştirmiş ve kamu çalışanlarının mobilitesi artmıştır. Bu doğrultuda kamu çalışanlarının barınma ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik devletler kamu lojman uygulamalarını başlatmışlardır. Kamu lojmanları, sosyal açıdan kamu çalışanlarının barınma ihtiyacının giderilmesine yönelik bir uygulama olmakla birlikte çalışan motivasyonu üzerindeki etkisi nedeniyle kamusal faaliyetlerin etkili ve verimli bir şekilde sunumu üzerinde de etkilidir. Bu kapsamda devletler toplumun tamamına yönelik sosyal konut projeleri üretmekle birlikte gerek sosyal amaçlarla ve gerekse kamusal faaliyetlerin etkili ve verimli bir şekilde sunumunu sağlamak üzere kamu çalışanlarının konut problemlerinin çözümüne yönelik çeşitli politikalar üretmektedirler.

Kamu lojmanları, kamu çalışanlarının ikamet etmeleri için piyasa bedelinin altında kiralanan konutlardır. Dolayısıyla devletler kamu lojmanlarından düşük dahi olsa bir kira geliri elde etmektedirler. Bununla birlikte devlet, lojmanların yıpranma ve aşınmalarına yönelik olarak bakım ve onarım faaliyetlerini üstlenmektedir. Kamu lojman uygulamalarının sosyal ve ekonomik fonksiyonları olmakla birlikte, kamu lojman kira bedellerinin düşük olması, ek kamu istihdamı gerektirmesi ve zaman içinde artan kamu lojmanlarının bakım-onarım maliyetleri nedeniyle kamu lojmanlarının bütçe üzerindeki yükü kamu lojman uygulamalarını tartışmalı bir hale getirmiştir. Bu doğrultuda Türkiye'de 1990'lı yıllarda kamu lojmanlarının satışına yönelik uygulama girişimlerine başlanmış ancak farklı nedenlerle kamu lojman satışları önemli bir düzeye getirilememiştir. Şu kadar ki 2003 yılından 2013 yılına kadar 235 bin 573 lojmandan 108 tanesi satılmıştır (Kızılot, 2013). Dolayısıyla her ne kadar kamu lojmanlarının satışına yönelik bir irade söz konusuysa da kamu lojmanlarının toplumsal boyutu kamu lojmanlarının satışı konusunda etkili olmaktadır. Bu kapsamda bir yandan kamu lojmanlarının sosyal boyutu, diğer taraftan kamu bütçesi üzerinde oluşturduğu yük kamu lojman satışlarını kamu mali politikaları açısından önemli bir konuma taşımıştır. Buna göre kamu mülkiyetinde bulunan gayrimenkullerin satış işlemi olan kamu lojman satışlarının en önemli etkisi kamu bütçesi üzerinde gerçekleşmektedir.

Kamu lojman satışlarının kamu bütçesine doğrudan etkisi satış nedeniyle elde edilen satış geliri ile satış için gerçekleştirilen satış giderleridir. Lojman satış geliri kamu bütçesine gelir sağlayıcı bir etkide bulunurken satış masrafları elde edilen geliri aşındırıcı bir etki oluşturmaktadır. Bununla birlikte kamu lojman satış politikalarının belirlenmesi aşamasında kamu bütçesine etkileri açısından değerlendirilmesi gereken önemli bir konu da satış nedeniyle oluşan işlem maliyetleridir.

Ronald Harry Coase ile başlayan ve Oliver E. Williamson ile gelişen bir kuram olan "işlem maliyetleri", alım-satım süreçlerinde çoğu kez örtülü bir şekilde oluşan planlama, müzakere, gözetim ve denetim gibi maliyetlerin analiz edilmesini öngören teorik bir kuramdır. Buna göre işlem maliyetleri; satış öncesi hazırlık döneminde, satış sürecinde ve satış sonrası dönemde ortaya çıkan araştırma, sözleşme, gözetim ve yaptırım gibi maliyetleri kapsamaktadır. Bu çerçevede kamu satışı nedeniyle oluşan maddi gelir ve giderlerin ötesinde oluşan işlem maliyetleri, alım-satım sürecinin toplam etkisini belirgin biçimde etkileyebilmektedir. Kamu lojman satışlarında çok yönlü işlem maliyet kalemlerinin yönetimi, kamu politikalarının istikrarı açısından kritik önem taşımaktadır.

Kamu lojman satışlarında oluşan en önemli işlem maliyeti satış nedeniyle oluşan alternatif maliyettir. Kamu lojman satışlarında alternatif maliyet; devletin kamu lojmanını elinde tutmasıyla, satması tercihleri doğrultusunda oluşan alternatif maliyettir. Zira kamu lojman satışlarında devlet, elinde bulundurduğu gayrimenkullerden elde ettiği kira gelirinden vazgeçmektedir. Bununla birlikte gayrimenkule yönelik bakım ve onarım giderleri de sona ermektedir. Dolayısıyla kamu lojman satışlarında, kamu bütçesi üzerinde doğrudan satış geliri nedeniyle bir gelir artışı etkisi oluşmakla birlikte diğer taraftan vazgeçilen bir gelir ve gider kalemi de bulunmaktadır. Bahsi geçen alternatif maliyet, kamu bütçesi üzerinde gerek cari dönemde gerekse gelecek dönemlerde önemli etkide bulunabilecek bir işlem maliyetidir. Ancak kamu lojman satışlarına yönelik gerek literatürde ve gerekse uygulamada söz konusu işlem maliyetleri yeterince dikkate alın(a)mamaktadır. Bu doğrultuda literatürde ve uygulamada söz konusu işlem maliyetlerinin dikkate alın(a)maması, kamu projelerinde maliyet tahminlerinin sıklıkla gerçekçi olmaması sonucunu ortaya çıkararak, maliyet-fayda analizlerine olan güveni sorgulatmaktadır (Flyvbjerg ve Bester, 2021: 395).

Bu çalışmanın amacı literatürde çalışılmamış bir konu olan kamu lojman satışlarında işlem maliyetlerinin kamu bütçesi açısından değerlendirilmesidir. Bu kapsamda kamu lojman satışlarında, satış öncesi dönemden başlayıp satış sonrası dönemle devam eden süreç boyunca ortaya çıkması muhtemel işlem maliyetlerinin kamu bütçesi üzerindeki etkileri değerlendirilecektir. Çalışmanın literatüre katkısı kamu lojman satışı sürecinin öncesinden sonucuna kadar oluşabilecek işlem maliyetlerinin değerlendirilerek kamu bütçesiyle ilişkilendirilmesidir. Çalışmada öncelikle işlem maliyeti kavramı kavramsal ve teorik açıdan açıklanacaktır. Ardından kamu lojmanları kavramsal ve tarihsel açıdan açıklanarak işlem maliyetleri ile bağlantısı kurulacaktır. Son olarak kamu lojman satışlarında oluşması muhtemel işlem maliyetlerinin kamu bütçesi üzerindeki etkileri değerlendirilecektir. Çalışmanın, konuyla ilgili yapılan ilk araştırma olması nedeniyle ileride yapılacak çalışmalara öncülük etmesi ve geliştirilecek yeni çalışmalarla kamu politikalarına yön verilmesi amaçlanmaktadır.

1. KAVRAM VE KAPSAM AÇISINDAN İŞLEM MALİYETİ

1.1. Kavramsal Açıdan İşlem Maliyeti

Merkantilizmle başladığı kabul edilen dünya iktisat tarihi, süreç içinde farklı düşünce yapıları doğrultusunda şekillenmiş ve günümüz iktisadi düşünce yapısı oluşmuştur. İktisat tarihinde A. Smith'in öncülüğünü yaptığı klasik iktisadi ekol ve J. Maynard Keynes'in öncülüğünü yaptığı Keynesyen iktisadi ekol önemli mihenk taşlarıdır. Klasik iktisadi ekol "görünmez el" düşüncesini devam ettirerek piyasanın kendi kendine işleyebileceği, bir devlet müdahalesinin işleyişi bozacağı düşüncesini savunmaktadır. 1929 ekonomik buhranı ile geçerliliği tartışmalı hale gelen bu ekol, devletin varlık nedenini açıklamakta yetersiz kalmıştır (Fisunoğlu ve Tan, 2009: 32). Keynesyen iktisadi ekolde ise devletin ekonomik hayata müdahalesi gereklilik olarak görülmektedir (Yıldırım vd., 2008: 9-10). Değişen dünya yapısı içinde devlet piyasada yer almalı mıdır? Almamalı mıdır? Sorusu ve bu kapsamda oluşan ekonomik düzen gerek bireylerin ve gerekse devletin davranışlarını etkilemektedir. Bu noktada örgüt davranışlarına yönelik olarak geliştirilen bir teori olan "İşlem

Maliyeti Teorisi" karşımıza çıkmaktadır. Zira işlem maliyeti teorisi, devasa büyüklükte bir örgüt olan devlet (Zyzak ve Jacobsen, 2020: 1348) faaliyetlerinde de geçerli bir kuramdır.

İşlem maliyeti; alıcı ve satıcı arasında gerçekleştirilen bir işlem nedeniyle ortaya çıkan maliyetleri ifade etmektedir (Buyuran, 2023: 164). Esasen işlem maliyetleri teorisinin temelleri A. Smith'e kadar dayanmaktadır (Mahoney, 2017: 208). Ancak teorinin temelleri John R. Commons tarafından 1931 yılında yayımlanan "Institutional Economics" isimli çalışmayla atılmış (Commons, 1931: 648-649) olmakla birlikte işlem maliyetleri Teorisi Ronald Coase tarafından 1937 yılında yayınlanan "The Nature of the Firm" isimli çalışmaya dayandırılmaktadır. Coase çalışmasında "üretimin herhangi bir örgütlenme olmadan da sürdürülebileceği gerçeği göz önüne alındığında, neden bir örgütlenme olduğu" sorusu kapsamında işlem maliyetleri kavramının temellerini atmıştır (Coase, 1937: 388). Caose tarafından ortaya atılan bu soru, 1970'li yıllarda özellikle Oliver Williamson tarafından yapılan çalışmalarla genişletilmiştir (Gibbons, 2010: 265). Williamson tarafından yapılan çalışmalarda özellikle verimlilik konusu üzerinde durulduğu görülmektedir (Williamson, 1981: 549).

1.2. Kamu Lojman Satışlarında İşlem Maliyeti

İşlem maliyetleri, sahip olunan ekonomik varlıkların mülkiyetinin değişmesi süreci öncesinde (ex-ante) ortaya çıkan araştırma, anlaşma, sözleşme maliyetleri ile süreç sonrasında (ex-post) gözetim ve yaptırım maliyetlerini kapsamaktadır (Matthews, 1986: 906). Caose'a göre işlem maliyetleri; piyasa sistemini kullanmanın alternatif maliyetleriyken, Williamson'a göre; mübadele sırasında oluşan maliyetlerdir. Bu kapsamda işlem maliyetleri, ölçümü mümkün olan bilgi edinme maliyetlerinin yanı sıra ölçümü mümkün olmayan zaman ve emek sarfiyatı, rüşvet vb. maliyetleri de kapsamaktadır (Kama, 2020: 55). Williamson işlem maliyetlerini beş başlık altına toplamıştır (Williamson, 1975 ve 1985'ten aktaran Buyuran, 2023: 164-165). Buna göre işlem maliyetleri;

- Piyasa Araştırması nedeniyle yapılan maliyetler,
- Sözleşme aşamasında ortaya çıkan maliyetler,
- Performans izleme maliyetleri,
- Prosedürel maliyetler,
- Fırsat maliyetleri (Alternatif Maliyetler),

şeklinde sıralanmaktadır. Williamson'a göre işlem maliyetleri; işlemlerin örgüt bünyesinde gerçekleştirilmesiyle, piyasa tarafından gerçekleştirilmesi durumları arasındaki farktır Williamson, 1993: 107-156). Buna göre kamu lojman satışlarında işlem maliyetleri devletin lojmanları kendi çalışanlarına düşük bedelli ikametgâh olarak tahsis etmesiyle, öncelikli alım hakkı verdiği kamu çalışanlarına ya da istekli olabilecek diğer kimselere satması arasındaki fark olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kamu lojman satışlarında işlem maliyeti, satış öncesi yapılan maliyetler, satış aşamasında yapılan maliyetler ve satış nedeniyle oluşan alternatif maliyetler olarak üç başlıkta ele alınabilecektir. Bu kapsamda satış öncesi maliyetler kamu lojmanlarının fiyatlarının belirlenmesine yönelik yapılan maliyetlerdir. Satış esnasında yapılan maliyetler kamu lojman satış prosedürü nedeniyle oluşan hem kamu kesimine hem de isteklilere yüklenilen maliyetlerdir. Satış nedeniyle oluşan maliyet ise devletin kamu lojmanını elinde tutmasıyla satması tercihleri doğrultusunda oluşan alternatif maliyettir. Kamu lojmanlarının satışı öncesi oluşan maliyetlerle satış esnasında oluşan maliyetler nispeten ölçülebilen ve dolayısıyla kamu maliyesi açısından kamu bütçesine etkisi belirlenebilen maliyetlerken, fırsat maliyetini oluşturan satış nedeniyle oluşan maliyetler tahmini maliyetlerdir.

2. KAMU LOJMANLARI KAVRAMI VE TARİHİ GELİŞİMİ

Sanayi devrimiyle birlikte şehirlere göç olgusunun ortaya çıkardığı en büyük sorun barınma problemidir. Abraham Maslow, ihtiyaçlar teorisinin en önemli basamağını fizyolojik ihtiyaçlar olarak ifade etmiştir

(Maslow, 1943: 372). Fizyolojik ihtiyaçlardan bir tanesi de barınma ihtiyacıdır (Şengöz, 2022: 168). Barınma ihtiyacı günümüz modern dünyasında temel bir hak olarak görülmekte olup İnsan Hakları Evrensel Beyannamesinde de yer edinmiştir. İnsanlar barınma gereksinimlerini konutlar vasıtasıyla gidermektedirler. Türk Dil Kurumu Sözlüğünde konut "İnsanların içinde yaşadıkları ev, apartman vb. yer; mesken, ikametgâh" şeklinde tanımlanmıştır. Bu haliyle konut kavramı her ne kadar içinde yaşanılan yer olarak ifade edilse de özellikle günümüz teknoloji çağında konut, barınma gereksiniminin yanı sıra duygusal bağların var olduğu bir ortak yaşam alanını ifade etmektedir. Dolayısıyla konut, fiziki ve duygusal anlamda gerekli bir insan ihtiyacıdır. Konut ihtiyacının giderilmesi insanların maddi ve manevi güven duygusunu etkileyecek, insanların memnuniyet ve beklenti oranlarını olumlu yönde değiştirecektir. Bu durum istihdam alanında çalışanların motivasyonları üzerinde de olumlu yönde etkide bulunacaktır.

Kamu kesimi, bahsedilen güven ortamının sağlanması açısından istihdam alanında çalışanlarına konut sağlanması konusunun üzerinde ciddiyetle durmuş ve durmaktadır. Zira devletin kamu hizmetlerini etkin, etkili ve sürdürülebilir bir biçimde gerçekleştirebilmesi kamu personelinin verim düzeyiyle doğru orantılıdır. Bu noktada kamu çalışanlarının barınma ihtiyaçlarının giderilmesi, çalışma alanlarına yönelik motivasyonlarının artırılması ve kamu hizmetinde sürdürülebilirliğin sağlanması için bir araç olarak karşımıza lojman kavramı çıkmaktadır. Fransızca dil kökünden gelen lojman kelimesi Türk Dil Kurumu Sözlüğünde "Kurum, kuruluş veya iş yerindeki çalışanlara parasız veya az bir kira karşılığında oturmaları için tahsis edilen konut" olarak tanımlanmıştır (TDK, https://sozluk.gov.tr/). Kamu lojmanları, bir kamu hizmetine, hizmetin unsurunu oluşturacak biçimde bağlanmış bulunan taşınmazları ifade eden "hizmet malı" olarak nitelendirilmektedir (Kırbaş, 1988: 31-32).

Türkiye'de Cumhuriyetin ilanıyla birlikte sosyal, siyasi, ekonomik ve/veya başkaca nedenlerle kamu lojman projeleri gerçekleştirilmiştir. Kamu lojman politikaları zamanla değişen siyasi ya da sosyoekonomik koşullar doğrultusunda zaman zaman farklı biçimlerde uygulanmıştır.

Osmanlı İmparatorluğunda "çavuş evi", "şef evi" gibi bazı lojman uygulamaları bulunmakla birlikte (Sunay, 2022: 745) dönemde işgücü mobilizasyonunun sınırlı olması nedeniyle çalışanların geneline yönelik kapsamlı bir lojman uygulaması söz konusu değildir. Ancak cami imamları (Döğüş, 2021: 22) ve saray çalışanları (Göktaş, 2009: 20) gibi bazı devlet görevlileri için konut tahsisi söz konusudur.

Türkiye Cumhuriyeti kuruluşundan bu yana barınma hakkına yönelik önemli düzenlemeler gerçekleştirmiştir. Ancak Cumhuriyetin ilk yıllarında ülkenin yeniden inşa çalışmaları ve dünyada ortaya çıkan konjonktürel sorunlar kaynaklı olarak oluşan ülke ekonomisinin yapısı, konut sorununun bir problem olarak görülmesini ötelemiş, ancak 1950'li yıllardan sonra konut sorunu bir problem olarak görülmeye başlanılmıştır. Bununla birlikte kamu kesimi kendi çalışanlarına yönelik konut ihtiyacının karşılanması konusunda Cumhuriyetin ilanından bu yana her dönemde hassas olmuştur. Bu anlamda 1923'ten 1950'li yıllara kadar olan dönemde konutla ilgili kamu politikalarına bakıldığında, önceliğin kamu çalışanlarının konut sorununun çözülmesinde olduğu görülmektedir. Bu kapsamda kamu çalışanlarının konut sorununun çözümüne yönelik birçok düzenleme gerçekleştirilmiştir. Dönemde gerçekleştirilen düzenlemelerin genellikle başkent Ankara'ya gelen memurların konut edindirilmelerine yönelik olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 1930'lu yıllarda kamu iktisadi teşebbüslerinin ülke geneline yayılması politikası nedeniyle, söz konusu işletmelerde çalışan personelin barınma ihtiyacının giderilmesi de dönemde lojman yapımında önemli bir etkendir. Ayrıca 26 Aralık 1939 tarihinde meydana gelen Erzincan depreminin etkilerinin telafisi amacıyla doğu bölgelerine yönelik lojman düzenlemelerinin olduğu da görülmektedir. Bu kapsamda yapılan düzenlemelere;

- 1925 tarihli (Hicri 1343) 586 sayılı "Ankara Memurin kooperatifi teşkili için Ankara'da bulunan bilûmum memurinin maa tahsisat nısıf maaşlarının avans olarak itası hakkında kanun" ile memur maaşlarının %5'i nispetinde kooperatiflere ödeme yapmalarına izin verilmesini düzenleyen,

- 1928 tarihli "Ankara'da inşa edilecek vekâlet ve devair binalarıyla memurin apartmanları hakkında Kanun" ile memur konutları yapımı için bütçede ödenek ayrılması için Maliye Bakanına yetki verilmesini düzenleyen,

- 1929 tarihli ve 1452 sayılı "Devlet memurları maaşatının tevhit ve teadülüne dair kanun" ile memurlara konut tazminatı verilmesini düzenleyen,

- 1944 tarihli ve 4626 sayılı "Memur meskenleri inşası hakkında kanun" ile memur konutları yapımı için hükümete izin verilmesini düzenleyen,

kanunlar örnek olarak verilebilecektir. Türkiye'de kamu lojmanlarının yapımına 1944 yılında çıkarılan 4626 sayılı Kanundan sonra başlanılmıştır. Dönemde, programında memur evleri yapımına yer veren tek hükümet 1946 – 1947 yıllarında 15. Hükümet olmuştur (Buckley, 2023: 168).

1929 ekonomik buhranının ardından dünyada belirgin bir şekilde görülen otarşik büyüme modeli 2. Dünya Savaşı sonrasında değişmiş, devletler hızlı bir kalkınma amacı gütmeye başlamışlardır (İlhan, 1980: 290-291). 1950 yılıyla birlikte dünya genelinde başlayan özel yatırımların desteklenmesi uygulamaları, dünya iktisat tarihinde 1960 yılına kadar devam eden 2. liberal dönemi ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda Marshall Yardımlarının da etkisiyle Türkiye döneme hâkim liberal politikalardan etkilenmiştir. 1950 – 1960 yıları arasında oluşan liberal politikalar büyük şehirlerde sanayileşme oranını artırmış ve sonuçta kırsaldan kentlere önemli bir nüfus akımı ortaya çıkmıştır. Bu durum kamu konut politikalarının yönünü değiştirmiştir. Zira dönemde hızlanan sanayileşme, kentleşme ile kamu sektörünün kapsamının genişlemesi, kamu lojmanlarına olan ihtiyacı artırmıştır. Ancak dönemde büyük şehirlere göç olgusu gecekondulaşma sorununu ortaya çıkarmıştır (Özcan, 2000: 39). Önemli bir sorun haline gelen gecekondu problemi, özellikle büyük şehirlerde devletin lojman yapımına yönelik arzını kısıtlamıştır. Bununla birlikte özellikle kırsal ve gelişmemiş bölgelerde görev yapan kamu personelinin barınma sorununu çözmek amacıyla lojman üretimi devam etmiştir.

Ekonomik anlamda ithal ikameci politikaların uygulandığı 1960 ile 1980 yılları arasında kamu konutu üretimi uygulamaları sınırlı düzeyde kalmaya devam etmiştir. Dönemde hükümetler kalkınma planları doğrultusunda gecekondu problemine odaklanmış durumdadırlar (Mazlum, 1989: 40). Ayrıca dönemde kamu kesimi, konut üretimini verimsiz yatırımlar olarak görmüş, sınırlı kaynak sorununun da etkisiyle 1980'li yıllara kadar kamu kesimi konut üreticisi olmaktan ziyade düzenleyici ve destekleyici bir rol üstlenmiştir (Alkışer ve Yürekli, 2004: 69). Bunun sonucu olarak kamu konutu yatırımlarının toplam konut yatırımları içindeki payı %10'a gerilemiştir (Alkışer ve Yürekli, 2004: 69).

24 Ocak 1980 kararlarıyla Türkiye liberal ekonomi modeline geçmekle birlikte, benimsenen ilkeler tam anlamıyla uygulanamamıştır (Savaş, 1997, 1). Bununla birlikte 1980 sonrası dönemde konut sektörüne yönelik politika değişikliğine gidildiği görülmektedir. Esasen Türkiye'de 1980'li yıllar kamu lojmanları için kurallı sisteme geçiş olarak görülmektedir. Zira günümüzde ufak değişikliklerle hala yürürlükte olan ve 1983 yılında çıkarılan 2946 sayılı Kamu Konutları Kanunu ile, kamu lojmanlarının yapımı, tahsisi, kullanımı ve kira bedellerine ilişkin esasları belirlenmiştir. 1960'larla birlikte konut sektöründe benimsenen, regüle eden devlet modeli 1980'li yıllarla birlikte müdahale eden devlet modeline dönüşmüştür. Devlet konut açığını kamu destekli toplu konup modeliyle çözmeye yönelmiştir. Dolayısıyla 1980 sorası dönemde konut açığının giderilmesine yönelik olarak devlet doğrudan görev almıştır. Dönemde Toplu Konut İdaresi, Türkiye Emlak Bankası ve özel şirketler etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Kamu konutlarının yapımı da yine bu modeller yoluyla gerçekleştirilmiştir.

1980 sonrası dönemde hükümet politikalarında kamu konutlarının önemle ele alındığı görülmektedir. Bülent Ulusoy başbakanlığında kurulan 44. Türkiye Hükümeti (Ulusu Hükümeti) programında "Güvenlik kuvvetleri mensuplarının mesken sorunlarının çözümlenmesi için konut yaptırılması ve satın alınması bir program dahilinde gerçekleştirilecektir." ifadesi (Dağlı ve Aktürk, 1988: 8), 45. Türkiye Hükümeti (I. Özal Hükümeti)

programında "Kalkınmadaki öncelikli yörelerden başlamak üzere, gerekli personel için lojman yapımına hız verilecektir." ifadesi (Dağlı ve Aktürk, 1988: 62) ile "Silahlı Kuvvetler Personelinin, lojman ihtiyacının karşılanması için başlatılan ve sonuçlandırılma merhalesine yaklaşmış bulunan programların desteklenmesine devam edilecektir." ifadesi, 46. Türkiye Hükümeti (II. Özal Hükümeti) programında (Dağlı ve Aktürk, 1988: 93) ve 47. Türkiye Hükümeti (Akbulut Hükümeti) Başbakanının konuşmalarında çok sayıda lojman inşa edildiği ifadeleri yer almaktadır (Neziroğlu ve Yılmaz, 2013: 6314).

Türkiye açısından 2000'li yılların başları IMF politikaları ekseninde şekillenen ekonomik tasarım gerekçeli kurumsal ve yapısal düzenlemelerle başlamıştır. Dönemde kamu harcamalarının kısılması, özelleştirme uygulamalarının yaygınlaşması ve kamu kesiminin küçültülmesi yönündeki kamu politikalarıyla birlikte (Seyidoğlu, 2003: 149) kamu lojman sayısında azalma başlamış 1999 yılında 234.784 adet olan kamu lojman sayısı 2000 yılında 229.988 adete gerilemiştir (Aydemir, 2003).

3. KAMU LOJMAN SATIŞLARINDA USUL VE ESASLAR

3.1. Lojman Satış İşlemlerinin Yasal Çerçevesi

Türkiye'de kamu lojmanlarının satışına yönelik ilk girişim 1994 yılında 5 Nisan Kararları çerçevesinde ele alınmış ancak dönemin Cumhurbaşkanı Süleyman Demirel'in; "lojmanları kullanan memurları çok güç durumda bırakacağı" endişesiyle düzenleme engellenmiştir (Milliyet Gazetesi, 1994: 1). Ardından 1996 yılında 4182 sayılı "Kamu Kurum ve Kuruluşlarının Taşınmaz Mallarının Satışı Hakkında Kanun" ile lojman satışlarının yasal mevzuatı oluşturulmuş ancak kanunun ilgili maddesi Anayasa Mahkemesi'nin 23322 sayılı resmi gazetede yayımlanan 1996/47 sayılı kararıyla Anayasaya aykırı olduğu gerekçesiyle iptal edilmiştir (AYM, T. 12.12.1996, E.1996/64, K. 1996/47).

2001 yılında çıkarılan 4706 sayılı "Hazineye Ait Taşınmaz Malların Değerlendirilmesi ve Katma Değer Vergisi Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun" ile lojman satışına yönelik mevzuat düzenlemesi tekrar gerçekleştirilmiştir. 4706 sayılı Kanun süreç içinde değişikliklere uğramakla birlikte en kapsamlı değişiklik 2017 yılında 7061 sayılı "Bazı Vergi Kanunları ile Diğer Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile yapılmıştır.

2025 yılı itibariyle hazine mülkiyetinde bulunan kamu lojman satış işlemleri; 6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu, 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu, 4706 sayılı Hazineye Ait Taşınmazların Değerlendirilmesi ve KDV Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, 19.06.2007 tarihli resmî gazetede yayımlanan Hazine Taşınmazlarının İdaresi Hakkında Yönetmelik, 29.08.2007 tarihli resmî gazetede yayımlanan 313 Sıra Sayılı Millî Emlak Genel Tebliği hükümleri çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda kamu lojman satışlarında uygulanacak usul ve esaslar 17.04.2018 tarihli resmî gazetede yayımlanan 385 sıra numaralı Milli Emlak Genel Tebliği doğrultusunda belirlenmiştir.

3.2. Lojman Satış Süreci

Kamu lojman satışları için genel kural; kamu hizmetleri için gerekli olmayan ve hazinenin özel mülkiyetinde bulunan kamu konutlarının satışıdır. Lojman satış işleminin gerçekleştirilebilmesi için söz konusu lojmanın satışına yönelik hukuki bir engelin ortada bulunmaması gerekmektedir.

Türkiye'de kamu kesimine gelir getirici işlerin ihaleleri 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu hükümleri çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Hazineye ait bulunan kamu lojmanları için idarece, re'sen ya da talep üzerine ihale kararı alınabilmektedir. Kamu lojman satışlarında ihale katılımcılarından, ihale sonrası ihalenin isteklinin üzerinde kalması durumunda ihale sonucu oluşan şartlarla bağlı kalmasını temin etmek (Toprak, 2022: 291) ve ihaleye katılımdaki isteklilik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla tahmin edilen bedelin

%10'undan az olmamak üzere ve %30'unu geçmeyecek şekilde bir geçici teminat alınmaktadır. Geçici teminat ihale sonunda belirli şartlar altında katılımcılara iade edilmektedir.

Lojman satış ihalelerinde idare tarafından takdir edilen satış bedelinin her yıl belirlenen (merkezi yönetim bütçe kanunuyla belirlenen parasal sınır) belirli bir sınırı geçmemesi durumunda lojman satış ihalesinde açık teklif usulü kullanılırken, söz konusu sınırın aşılması durumunda kapalı teklif usulü kullanılmaktadır. 2886 sayılı devlet İhale Kanunu'na göre açık teklif usulü; isteklilerin ihale komisyonu önünde tekliflerini sözlü olarak beyan ettikleri ihale usulüdür. Açık ihale usulünde istekliler öncelikle ihale şartnamesini imzalamakta ve ardından tekliflerini sunmaktadırlar. Kapalı teklif usulünde, isteklilerin teklifleri kapalı bir şekilde ihale komisyonuna sunulmaktadır. İhale sonucu, satışın gerçekleşmemesi durumunda, belirlenen bir tarihte aynı ihale usulüyle ihale tekrarlanmaktadır.

İhale sonucunda satış bedelinin peşin ödenmesi durumunda satış bedeline indirim uygulanmaktadır. Bununla birlikte belirli bir peşinatın ardından, kalan kısım taksitlendirilebilmektedir.

3.3. Lojman Satışlarının Amaçları

Kamu lojman satışlarında mali ve mali olmayan amaç olmak üzere iki farklı amaç güdülmektedir. Kamu lojman satışlarında mali amaç; bir yandan bütçenin gelir tarafına kaynak temin etmekken diğer taraftan gider tarafındaki azalışı engellemektir. Şöyle ki, öncelikle belirtmek gerekir ki kamu lojman satışlarının temel amacı satış işleminden gelir elde etmektir. Ancak kamu lojmanlarının yıpranmış durumu göz önünde bulundurulduğunda diğer taraftan kamu kesimi söz konusu lojmanları satmaması durumunda yapması gereken tadilat masrafları nedeniyle olası kamu harcamalarını da elemine etmektedir. Kamu lojmanlarında en büyük problemlerden bir tanesi Milton Friedman tarafından ortaya atılan Friedman Matrisinde açıklanan nedenler başta olmak üzere birçok nedenle lojmanların bakım giderlerinin kamuya önemli bir yük getirmesidir. Dolayısıyla kamu kesiminin lojman satışlarından mali amacı bir yandan gelir elde etmekken, diğer taraftan muhtemel kamu harcamasından kurtulmaktır.

Kamu lojman satışlarının mali olmayan amaçlarının başında ihtiyaç fazlası konutların ekonomiye kazandırılması ve söz konusu konut arzının ekonomik etkilerinden yararlanılması isteği gelmektedir. Zira ekonomik anlamda devlet eliyle konut arzı anlamına gelen lojman satış işlemlerinin enflasyon başta olmak üzere temel ekonomik göstergeler üzerinde olumlu etkileri olacaktır. Kamu lojman satışlarının mali olmayan amaçları içinde en önemli hedefler sosyal amaçlı beklentilerdir. Lojman satışlarında; peşin ödeme indirimi, uygun taksit imkânı, KDV muafiyeti, düzenlenen belgelerin vergi, resim ve harçtan muafiyeti ve emlak vergisi muafiyeti gibi avantajlar sağlanabilmektedir. Bu tür avantajlar alım gücü zayıf olan kamu çalışanlarını konut alımı konusunda istekli duruma getirebilmektedir. Dolayısıyla kamu lojman satışlarında en temel gereksinimlerden biri durumunda bulunan barınma hakkının devlet eliyle uygun bir finansman sunumu yoluyla sağlanması amaçlanmaktadır.

3.4. Lojman Satışlarında Öncelikli Alım Hakkı

Kamu lojmanlarının yapılış amacı, çalışanların barınma ihtiyacının karşılanmasıdır. Lojmanların satılmasıyla birlikte lojmanda ikamet eden çalışanların barınma hakkının korunması amacıyla çalışana pozitif ayrımcılık sağlanmaktadır. Bu kapsamda kamu lojman satışlarında, lojman tahsis edilen kamu çalışanlarının ikamet ettikleri lojmanı satın almaları konusunda istekli olmaları durumunda çalışanlara bazı ek avantajlar sunulmaktadır. Bu kapsamda, kat mülkiyeti veya kat irtifakı kurulan lojmanlarda ihalenin yapıldığı tarihte ikamet eden kamu çalışanları bir lojmanla sınırlı olmak kaydıyla öncelikli alım hakkına sahiptirler.

Öncelikli alım hakkına sahip olan çalışanın, ihale sonucu oluşan bedeli peşin ödemesi durumunda ihale sonucu oluşan bedele %10 indirim uygulanmaktadır. Taksitli ödeme yöntemini seçmesi durumunda söz konusu indirim uygulanmamakla birlikte ödediği peşinat nispetinde taksit sayısı artırılmaktadır. Taksitli alımlarda ihale bedeli,

her yılın ocak ve temmuz aylarında yılda iki kez olmak üzere ve aylık değişim oranları toplamı yılık %12'yi geçmeyecek şekilde Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) her ay için belirlediği tüketici fiyatları endeksi (TÜFE) aylık değişim oranında artırılarak tahsil edilmektedir.

4. KAMU BÜTÇESİNE ETKİLERİ AÇISINDAN KAMU LOJMAN SATIŞLARINDA İŞLEM MALİYETİ

Kamu bütçesi, kaynakların etkili verimli ve ekonomik kullanımına yönelik olarak açık ve şeffaf bir şekilde yürütülen bir süreçtir. Bu haliyle kamu lojman satışları mevcut döneme ve gelecek döneme etkileri nedeniyle önem taşımaktadır. Bu kapsamda kamu lojman satışları planlı ve programlı bir çalışmayı gerektirmektedir. Kamu lojmanları, tahsil edilen kira geliri ve kamu lojmanlarının satışı sonucu elde edilen satış geliri nedeniyle bütçenin gelir tarafıyla ilişkilidir. Diğer taraftan lojmanlar, yeni kamu lojman yapımı ile mevcut lojmanların onarım faaliyetleri nedeniyle bütçenin gider tarafıyla ilişkilidir. Bu nedenle kamu lojmanlarıyla bütçe arasındaki ilişkinin kamu gelirleri ve kamu giderleri açısından ayrı ayrı ele alınması gereklidir. Bununla birlikte kamu lojman satışları cari dönemde kamu gelir ve giderlerini ilgilendirmekle birlikte satış nedeniyle oluşan alternatif maliyetlerden dolayı gelecek dönemlere ilişkin bütçe gelirleri üzerinde de etkiye sahiptir.

Kamu lojman satışlarında işlem maliyetleri doğrudan fiyat dışında gerçekleşen maliyetleri kapsamaktadır. Bu haliyle ön bilgi toplama sürecinde oluşan ya da oluşması muhtemel maliyetlerden; başvuru hazırlama maliyetleri, mali ve hukuki danışmanlık maliyetleri, sözleşme hazırlama ve inceleme maliyetleri, teminat mektubu hazırlama maliyetleri, ihaleye katılım maliyetleri vb. giderler işlem maliyeti kapsamında değerlendirilebilecektir. Ancak konumuz gereği çalışma kapsamında kamu bütçesi açısından işlem maliyetleri, dolayısıyla istekliler dışında kamu kesiminin katlandığı maliyetler ele alınmaktadır.

4.1. Satış Öncesi Gerçekleştirilen İşlem Maliyetlerinin Kamu Bütçesine Etkileri

Kamu lojman satışlarında, satış öncesi gerçekleştirilen işlem maliyetleri; hazırlık maliyetleri, bilgi edinme maliyetleri ve bürokratik maliyetlerdir. Söz konusu maliyetlerin bir kısmı kamu bütçesi üzerinde doğrudan yük oluştururken bir kısmı dolaylı açıdan yük oluşturmaktadır.

Kamu lojman satışlarında hazırlık maliyetleri; satış bedelinin belirlenmesi, teklif dosyasının hazırlanması ve varsa mühendislik ve teknik raporlama işlemlerini içermektedir. Lojman satışlarının hazırlık aşamasında gerçekleşen işlem maliyetlerinden en önemlisi; satışı söz konusu lojmanın satış bedelinin tespit edilmesidir. Kamu lojmanlarının ihalesine çıkış sürecinde lojman bedeli, lojmanın bulunduğu yerdeki piyasa alım satım rayici doğrultusunda idare tarafından takdir edilmektedir. Genel bütçeye dahil kurumlar dışındaki kurumlara ait lojmanlarda ihaleye çıkış bedeli, ilgili kurum tarafından tespit edilebileceği gibi 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu hükümlerine göre sermaye piyasasında değerleme faaliyetinde bulunmak üzere yetkilendirilen değerleme kuruluşlarına da değer tespiti yaptırılabilmektedir.

Satış bedelinin tespiti aşamasında iki farklı maliyet ortaya çıkabilecektir. Bu maliyetlerden birincisi lojman bedelinin belirlenebilmesi için alınan hizmetin bedelidir ki bu maliyet kamu bütçesine doğrudan yük olarak yansımaktadır. İkinci işlem maliyeti ise lojman bedeli belirlenmesinde ahlaki risk (moral hazard) tehlikesidir. Zira Milton Friedman tarafından ortaya atılan ve Friedman matrisi olarak bilinen teoriye göre kimin parasının kimin tarafından harcandığı önemlidir (Friedman ve Friedman, 1980:116-119). Kamu lojman satışlarında devletin mülkiyetinde bulunan taşınmazlar, kamu personeli tarafından isteklilere satılmaktadır. Bu durumda ihmal ya da kötü niyetli tutumlar kamu zararı ortaya çıkarabilecektir. Söz konusu kamu zararı kamu bütçesinin gelir tarafını olumsuz yönde etkileyecektir.

Hazırlık aşamasında ikinci işlem maliyeti unsuru teklif dosyasının hazırlanması sürecinde ortaya çıkmaktadır. Buradaki en önemli işlem maliyeti aşırı bürokratik yük oluşumudur. Kamu personeli tarafından hazırlanan belgelerin yoğunluğu ve karmaşık prosedür nedeniyle oluşan zaman ve maliyet kaybı teklif dosyasının

hazırlanmasında oluşan işlem maliyetini oluşturmaktadır. Bununla birlikte şartname nedeniyle oluşan ek danışmanlık maliyetleri de bu aşamada oluşabilecek işlem maliyetleri arasında sayılabilecektir. Burada kamu personeline yönelik aşırı yük ve zaman kaybı maliyeti kamu personelin iş verimliliği açısından kamu bütçesi üzerinde dolaylı bir yük oluştururken ek hizmetler nedeniyle oluşan maliyet kamu bütçesi üzerinde doğrudan yük oluşturmaktadır.

Hazırlık aşamasında üçüncü işlem maliyeti unsuru, gerekli olması halinde mühendislik ve teknik raporlama işlemleri nedeniyle oluşan maliyetlerdir. Özellikle önemli bir deprem kuşağında yer alan Türkiye için gerekli olabilecek ek mühendislik raporları satıcı konumunda olan devlet için kamu bütçesine ek yük oluşturacak maliyet unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2. Satış Aşamasında Gerçekleştirilen İşlem Maliyetlerinin Kamu Bütçesine Etkileri

Kamu lojmanlarının satış aşaması, satış öncesi hazırlıkların tamamlanmasıyla birlikte tekliflerin verilmesi, söz konusu tekliflerin değerlendirilmesi ve itirazların sonuçlandırılması dönemidir. Satış aşamasında kamu kesimi için ortaya çıkacak işlem maliyetleri tekliflerin değerlendirilmesi ve itirazların sonuçlandırılması aşamalarından oluşmaktadır. Bu kapsamda lojman satışına yönelik tekliflerin ayrıntılı bir biçimde incelenmesi, belgelerin doğruluğunun saptanması süreçlerinde personel üzerinde oluşan yük ile e-satış işlemlerine yönelik yazılım alt yapısı ve yazılıma yönelik eğitim maliyetleri tekliflerin değerlendirilmesi aşamasında ortaya çıkan işlem maliyetleridir. İtirazların sonuçlandırılması aşamasında oluşacak işlem maliyetleri ise, danışmanlık ve dava giderleri ile itirazların değerlendirilmesine yönelik harcanan emek ve zaman maliyetleridir.

Kamu lojman satışlarında satış aşamasında ortaya çıkan işlem maliyetleri, satış sürecinin verimliliği ile lojman fiyatının oluşmasında en önemli faktör olan rekabetin sağlanması açısından doğrudan etkilidir. Bu aşamada oluşacak işlem maliyetleri kamu bütçesi üzerinde dolaylı yönden etkide bulunacaktır. Söz konusu maliyetlerin azaltılması kamu lojmanına yönelik talebi artıracak ve dolayısıyla rekabet düzeyi artacaktır. Bu durum kamu kesimi açısından gerek doğrudan fiyat üzerinde ve gerekse personel verimliliği üzerinde olumlu bir etki oluşturacaktır.

4.3. Satış Nedeniyle Oluşan İşlem Maliyetlerinin Kamu Bütçesine Etkileri

Kamu lojman satışları sonucunda oluşan işlem maliyetleri hukuki ve yönetsel süreçlere yönelik işlem maliyetlerinin yanı sıra alternatif maliyetleri (Opportunity Cost) de kapsamaktadır. Alternatif maliyetler nedeniyle, kamu lojman satışları sonucunda ortaya çıkan işlem maliyetleri, yalnız mali yönetim açısından değil, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu'nun amaç olarak belirlediği kamu kaynaklarının etkili, ekonomik ve verimli bir şekilde kullanımı bağlamında da önem taşımaktadır. Bu nedenle kamu lojman satışlarında kamu bütçesi üzerinde en önemli etkiyi oluşturan işlem maliyetleri lojman satışları sonrasında oluşan işlem maliyetleridir.

Kamu lojman satışı sonucunda oluşan hukuki ve yönetsel maliyetler; sözleşme imzalama maliyetleri, tapu tescili öncesi hazırlık maliyetleri, uyuşmazlık ve itiraz maliyetleridir. Sözleşme imzalama maliyetleri sözleşmeye ait hukuki danışmanlık giderleri ile sözleşmeye ilişkin vergisel işlemlerde yapılan hatalar nedeniyle oluşan kamu zararlarını kapsamaktadır. Kamusal faaliyetlerde yöneticilere tanınan hareket özgürlüğü, faaliyetlerin devamlılığında etkinlik için yeterli değildir (Demirbaş, 2010: 18). Özellikle sözleşme karar pulunun ödenmesi konusunda kamu çalışanları tarafından yapılan hataların kamu kesiminde sıklıkla oluştuğu anlaşılmaktadır (KİK, 2015). Bununla birlikte ihalede oluşabilecek her türlü hile ve kötüye kullanımlar kamu zararına neden olacaktır (Çetinkaya, 2014: 100). Bu kapsamda kamu bütçesinin temel amaç ve ilkeleri açısından kamu lojman satışları için önemli bir konu olan saydamlığın sağlanabilmesi için kamu lojman satışlarında sürecin güvenirliliğini sağlamaya yönelik bağımsız etkin bir dış denetim mekanizmasının oluşturulması (Atiyas ve Sayın, 2000: 8-9), kamu lojman satışlarıyla kamu bütçesi arasındaki ilişkide önemli bir işlev görecektir.

Oluşturulacak denetim mekanizması süreç içinde ortaya çıkabilecek bazı işlem maliyetlerinin oluşumunu engelleyecektir.

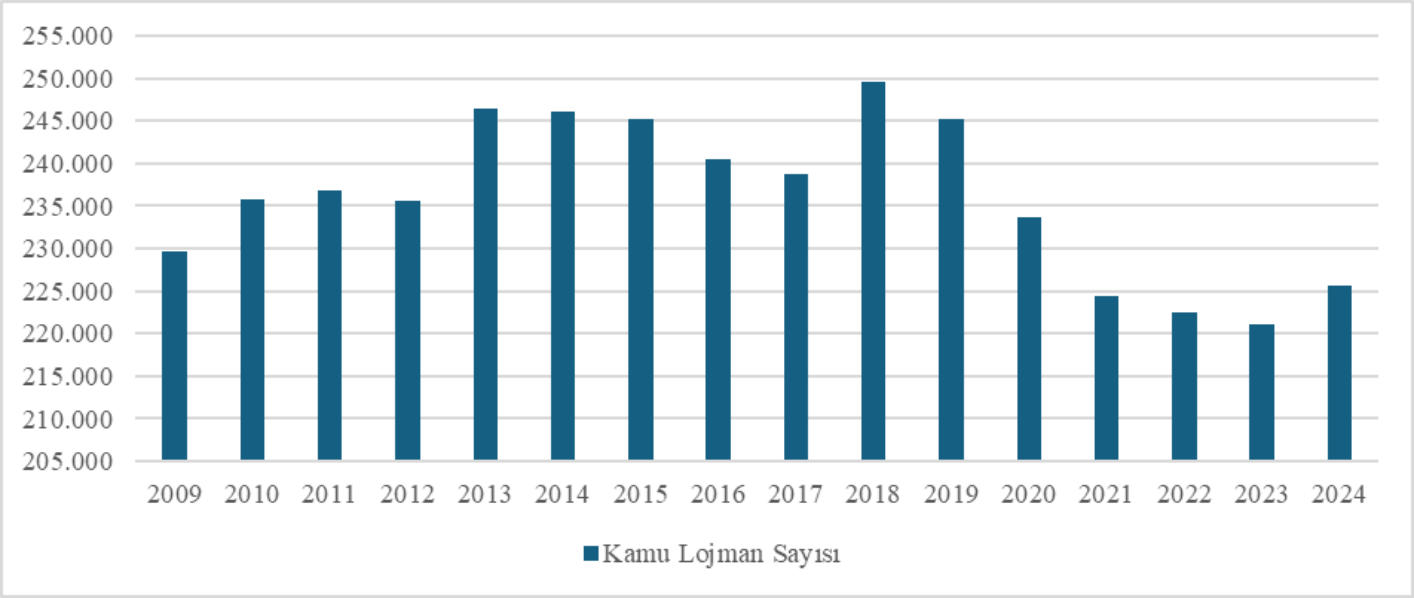
Tapu tescili öncesi hazırlık maliyetleri nedeniyle oluşan işlem maliyetleri; sözleşmenin yürürlüğe girmesi öncesinde yapılan teknik hazırlıklar nedeniyle oluşan giderlerdir. Bu kapsamda sözleşmenin yürürlüğe girmesi öncesinde yapılan teknik hazırlık maliyetleri; mevcut personelin zaman ve iş yükü maliyeti, yeni personel istihdamı maliyeti ile lojistik maliyetleri şeklinde sıralanabilecektir. Uyuşmazlık ve itiraz maliyetleri; lojman satışı sonucunda satışa yönelik yapılan itirazlar, dava süreçleri ve avukatlık ücretlerini kapsamaktadır. Bununla birlikte kamu lojman satışı kararının ardından satışın gerçekleşmemesi durumunda oluşan zaman maliyetleri de işlem maliyetleri arasında sayılmaktadır.

Kamu lojman satışlarında en önemli işlem maliyeti alternatif maliyettir. Alternatif maliyet; yapılan bir tercih nedeniyle vaz geçilen diğer seçeneğin değeridir (Buchanan, 1991: 520). Kamu lojman satışlarında alternatif maliyet, kamu lojmanının satımı seçeneği ile vaz geçilen diğer seçenek olan kamu lojmanının çalışana kiraya verilmesi durumlarının karşılaştırılması sonucu oluşan maliyettir. Alternatif maliyet kamu bütçesini hem mevcut dönemde hem de gelecek dönemlerde etkileyebilecek öneme sahip bir maliyet unsurudur. Bu nedenle kamu lojman satışlarının kamu bütçesine etkileri değerlendirilirken, ortaya çıkabilecek işlem maliyetlerinden en önemlisi olan alternatif maliyet konusu üzerinde önemle durulması gereklidir.

Kamu lojman satışlarında alternatif maliyet nedeniyle oluşacak işlem maliyetlerinin öneminin değerlendirilebilmesi için istatistiki birtakım göstergelerin incelenmesi gerekir. Bu kapsamda yıllar itibariyle kamu lojman sayıları, lojman kira gelirleri, lojman satış gelirleri ve lojmanlara yönelik yapılan gider düzeyi önem arz etmektedir. Burada kamu lojmanlarına yönelik bakım ve onarım giderlerine yönelik veri eksikliği çalışmanın kısıtı olarak belirlenmiştir.

2008 ekonomik krizi sonrası dönemde Türkiye'de kamu lojman sayıları dalgalı bir seyir izlemiş olup özellikle 2018 sonrası dönemde lojman sayılarında gözle görülür bir azalma söz konusudur (Grafik 1). Ancak 2023 yılında 11 ilde yıkıma neden olan Kahramanmaraş merkezli depremin etkisiyle 2023 yılı itibariyle kamu lojman sayılarında artış meydana gelmiştir. Bu durum göstermektedir ki kamu lojmanları devlet için bir gelir kaynağı olmaktan ziyade bir yandan sosyal refah devleti modelinin önermeleri doğrultusunda işlevi olan sosyal bir ihtiyaç, diğer yandan kamusal faaliyetlerin devamlılığının sağlanması için bir zorunluluktur. Dolayısıyla kamu lojmanları kamu maliyesinin mali amacı doğrultusunda gelir – gider dengesiyle değerlendirilmenin ötesinde fonksiyon gören kamusal faaliyetlerin devamlılığı için gerekli bir kamusal faaliyettir. Kaldı ki 4706 sayılı Kanun hükmü gereği savunma, güvenlik, adalet ve istihbarat hizmetlerini yürüten personel tarafından kullanılan kamu lojmanlarının satışı diğer lojman satışlarına nazaran zorlaştırılmıştır. Bu durum da göstermektedir ki bazı kamu hizmetlerine yönelik kamu lojmanı uygulaması, faaliyetin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi için zorunludur. Ancak kamu lojmanı konusunda özellikli bazı kamu görevlerine yönelik olarak faaliyet ayrımı yapılması gerekli olmakla birlikte faaliyet ayrımı genellemesinin yanı sıra kamu kurumunun bulunduğu yerin özelliklerinin de dikkate alınması daha doğru bir uygulama olacaktır. Bu haliyle mevcut yasal düzenleme eşitlik ve adalet ilkelerine aykırılık teşkil etmektedir. Ayrıca kanuni düzenleme bu haliyle sosyal devlet anlayışına uygun değildir.

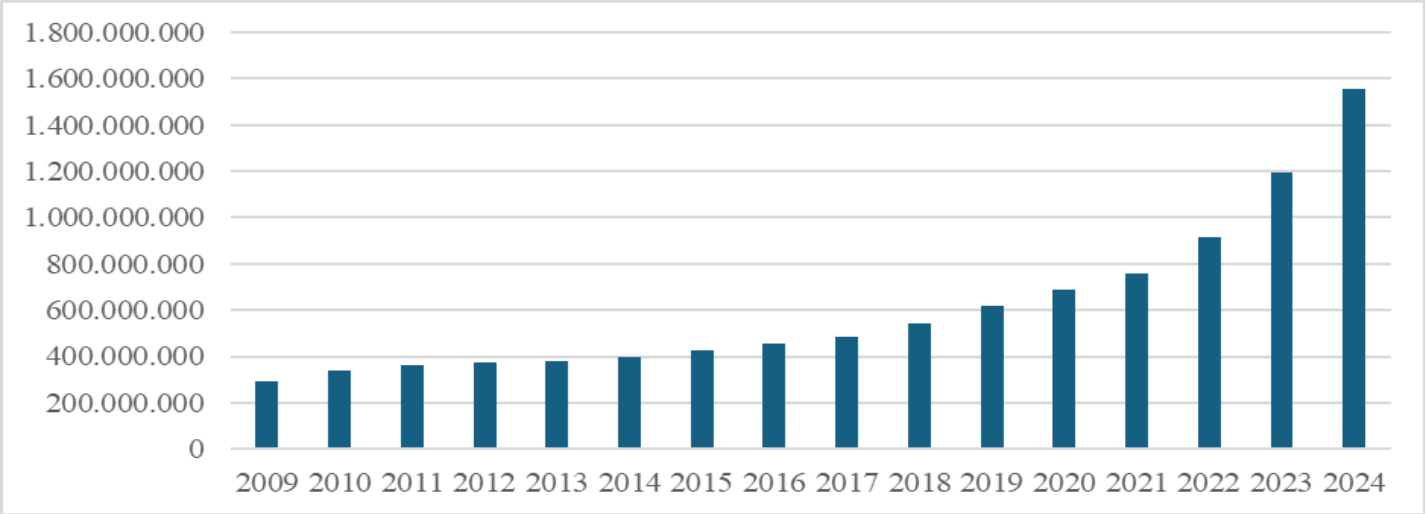
Grafik 1. Kamu Lojman Sayıları



Kaynak: Milli Emlak Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporlarından Yazar Tarafından Düzenlenmiştir.

Devlet kamu lojmanlarını çalışanlara bedelsiz sunmamakla birlikte piyasa değerinin altında bir bedelle sunarak sosyal amaçlı hareket etmektedir. Lojman kira gelirleri lojman sayısından bağımsız bir şekilde yıllar itibariyle artmıştır (Grafik 2). Bununla birlikte kamu lojmanlarından elde edilen kira gelirindeki artışın kira enflasyonuyla benzer bir seri izlediği görülmektedir (Grafik 4).

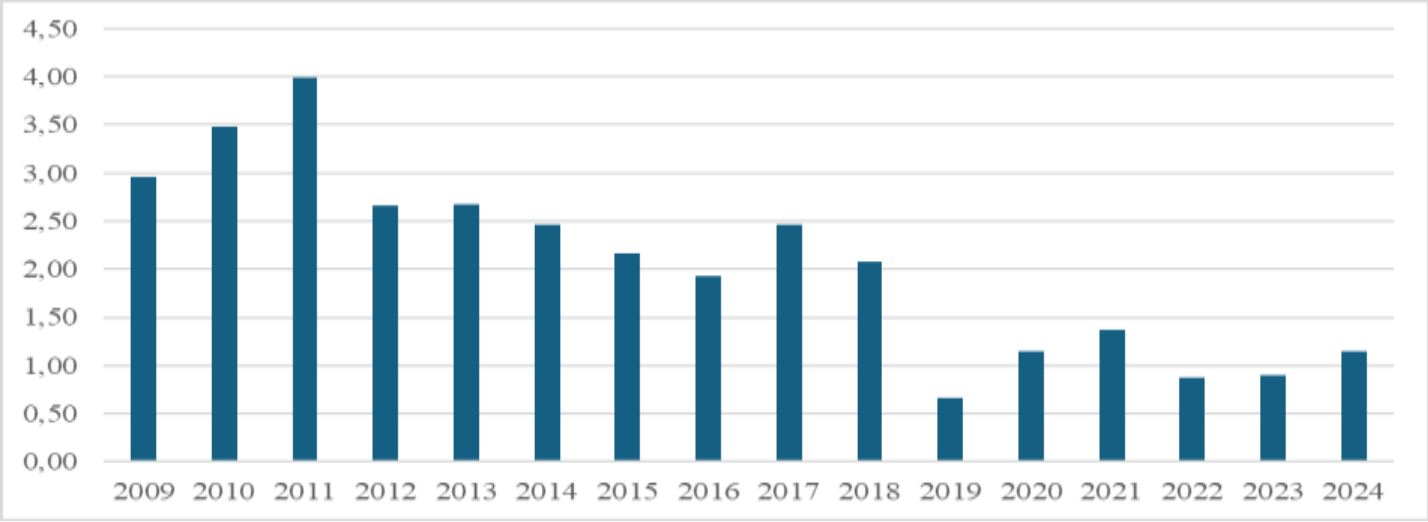
Grafik 2. Yıllar İtibariyle Lojman Kira Gelirleri



Kaynak: Bütçe Verilerinden Yazar Tarafından Düzenlenmiştir.

Kamu lojmanlarından elde edilen kira geliri yıllar itibariyle artmakla birlikte kira gelirlerinin toplam teşebbüs ve mülkiyet gelirleri içindeki payında lojman sayısındaki azalışa benzer bir azalış söz konusudur (Grafik 3).

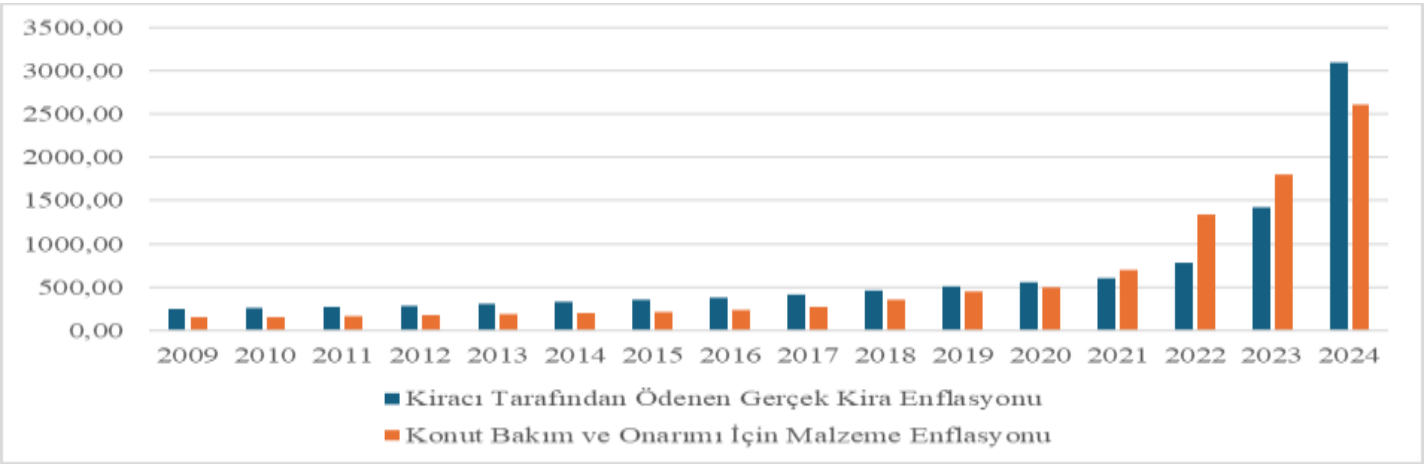
Grafik 3. Lojman Kira Gelirlerinin Teşebbüs ve Mülkiyet Gelirlerine Oranı



Kaynak: Bütçe Verilerinden Yazar Tarafından Düzenlenmiştir.

Devlet kamu lojmanlarından gelir elde etmekle birlikte lojmanların bakım ve onarımı nedeniyle bir gider gerçekleştirmektedir. İşçilik giderleri açısından kendi onarımını gerçekleştirme kabiliyetini haiz ya da haiz olması gereken kamu kesimi için lojman onarımlarında malzeme gideri ihtiyacı ortaya çıkacaktır. Türkiye'de kamu lojmanları için yıllar itibariyle toplulaştırılmış kapsayıcı bir bakım ve onarım gideri istatistiği bulunmamakla birlikte, gelir ve gider dengesinin gösterilebilmesi ve konunun anlaşılması açısından önemli bir karine olan enflasyon karşılaştırması Grafik 4'de verilmiştir. Türkiye'de yıllar itibariyle konut bakım ve onarımı için malzeme enflasyonunun, kiracı tarafından ödenen gerçek kira enflasyonuyla benzer bir grafiğinin olduğu hatta çoğu yıl kira enflasyonunun bakım onarım enflasyonunun üzerinde gerçekleştiği görülmektedir (Grafik 4). Bu durum göstermektedir ki doğru bir planlamayla devlet gelir – gider dengesini kamu bütçesinde gelir taraflı pozitif etki oluşturacak biçimde dengeleyebilecektir.

Grafik 4. Kiracı Tarafından Ödenen Gerçek Kira Enflasyonu ve Konut Bakım ve Onarımı İçin Malzeme Enflasyonu

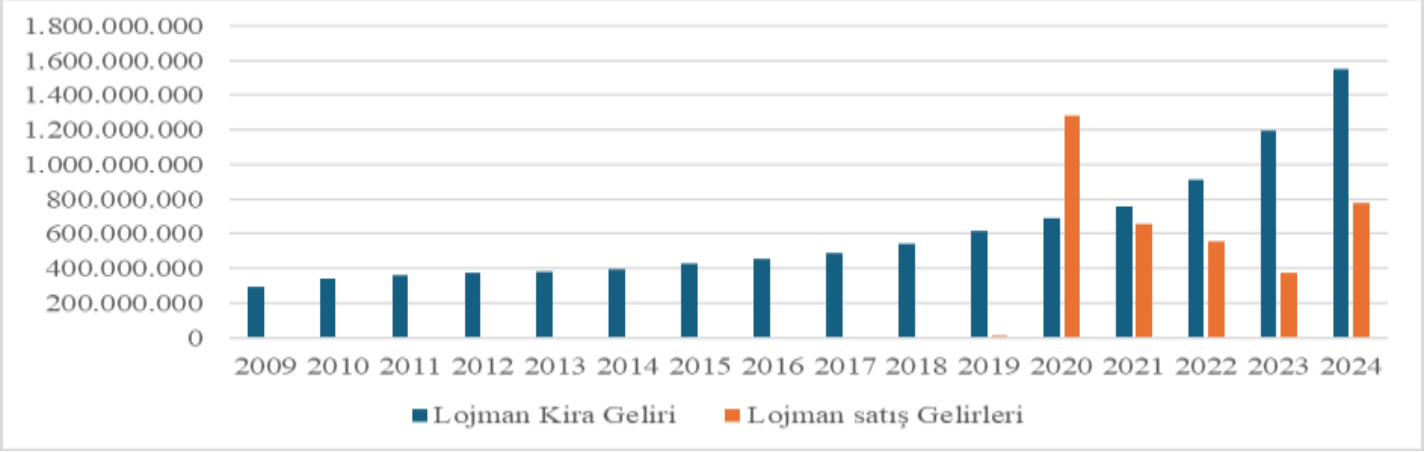


Kaynak: TÜİK Verilerinden Yazar Tarafından Düzenlenmiştir.

Buraya kadar yapılan açıklamalar sonucunda özetlemek gerekirse kamu kesimi lojman uygulaması nedeniyle bir kira geliri elde etmekte ve söz konusu lojmanların bakım onarımı nedeniyle bir gider gerçekleştirmektedir. Elde edilen kira geliri, toplam kamu gelirleri içinde yıllar itibariyle ortalama %3 payı olan teşebbüs ve mülkiyet gelirinin ortalama %2'si düzeyinde düşük bir tutardır. Bununla birlikte yatırım bütçelerinde proje bazında değerlendirildiği için somut bir veri elde edilmesi oldukça zor olmakla birlikte yapım onarım giderleri için enflasyon oranları karşılaştırıldığında elde edilen kira gelirleriyle yapım onarım faaliyetlerinin gerçekleştirilebildiği görülmektedir. İş bu halde kamu lojmanları kamu bütçesi üzerinde en azından bütçe dengesini bozucu bir etkide bulunmamaktadır. Kamu kesimi için kamu lojmanlarının en büyük maliyeti istihdam noktasında ortaya çıkan işlem maliyetleridir.

İş bu halde kamu lojmanlarının satışında işlem maliyetlerinde alternatif maliyetin tespit edilebilmesi için yıllık kira gelirleriyle satış gelirlerinin karşılaştırılması gereklidir. Grafik 5 incelendiğinde yıllık kira gelirlerinin genellikle satış gelirlerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum satılan lojman sayısının azlığından kaynaklanmaktadır. Ancak lojman satışıyla birlikte mülkiyetin kamu elinden çıktığı dikkate alındığında, kamu kesiminde mevcut lojman sayısının az ya da fazla veya gerekli ya da gereksiz oluşu tartışmasından bağımsız bir şekilde, kamu kesimi için mülkiyetinde bulunan lojmanların satış faaliyetinin verimli bir uygulama olmadığı görülmektedir.

Grafik 5. Yıllar İtibariyle Lojman Kira Gelirleri ile Lojman Satış Gelirleri



Kaynak: Bütçe Verilerinden Yazar Tarafından Düzenlenmiştir.

Kamu lojmanlarından elde edilen kira geliri ile lojmanlara yönelik bakım ve onarım giderleri birlikte değerlendirildiğinde kamu bütçesine önemli bir gelir katkısının olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte satış nedeniyle elde edilen gelir, bütçe gelirlerini artırıcı yönde etkide bulunmaktadır. Ancak söz konusu gelir kısmı da kamu bütçesi içinde düşük bir paya sahiptir (Grafik 5). Ayrıca kamu lojman uygulamalarının sosyal boyutu da dikkate alındığında devletin kamu lojman satışlarında önemli bir alternatif maliyetle karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Zira kamu malının mülkiyetinin devri anlamına gelen lojman satışları, mevcut dönemde olmasa dahi, ileride oluşacak bir lojman ihtiyacının karşılanması durumunda kamu bütçesi üzerinde önemli bir yük oluşturacaktır.

SONUÇ

Toplumsal ihtiyaçların karşılanmasını temel amaç edinen devletler, kurumsal yapıları aracılığıyla faaliyetlerini gerçekleştirirken bu faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak üzere çeşitli sosyal düzenlemeler gerçekleştirmektedirler. Kurumsal yapıları aracılığıyla hayata geçirdikleri bu sosyal düzenlemelerle kamu

maliyesinin işlevselliğini de pekiştirmektedirler. Söz konusu düzenlemeler hem harcama politikalarının etkinliğini artırmakta hem de toplumsal refahın sürdürülebilirliği için gerekli kaynak tahsislerini güvence altına almaktadır. Dolayısıyla devlet, düzenleyici ve denetleyici rolünün ötesinde mali disiplin ve sosyal sorumluluk arasında denge kurarak toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında merkezi bir rol üstlenmekte, bu yönüyle de sosyal devlet anlayışının somut bir yansımasını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, devletler açısından dikkate değer politikalardan biri kamu çalışanlarının mesken ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik kamu lojmanı uygulamalarıdır. Kamu lojmanları, bir yandan çalışanların barınma ihtiyacını karşılayarak sosyal devlet ilkesinin hayata geçirilmesine katkı sağlamakta, diğer yandan kira ve bakım maliyetleri üzerinden kamu maliyesi üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır. Bu çerçevede kamu lojmanı uygulamaları, toplumsal refahın sürekliliğini destekleyen, maliyet etkinliği sağlayan ve sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirildiğinde kamu politikalarının işlevselliğini güçlendiren önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Cumhuriyetin ilanından önceki dönemde de çalışanların konut ihtiyacına yönelik çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiş olmakla birlikte Cumhuriyetin ilanından bu yana yıllar içerisinde kamu çalışanlarının konut ihtiyacını karşılamaya dönük daha kapsamlı ve kurumsal politikalar geliştirilmiştir. Özellikle rotasyona tabi görevlerde bulunan kamu personelinin barınma sorununu çözmede en işlevsel araçlardan biri kamu lojmanları olmuştur. Kamu lojmanları, piyasa koşullarına kıyasla daha düşük kira bedeliyle çalışanlara tahsis edilen ve mülkiyeti devlete ait olan konutlar olarak tanımlanmaktadır. Devlet bu uygulama aracılığıyla kira geliri elde etmekte ve ev sahibi sıfatıyla mülkiyetinde bulunan bu konutların bakım ve onarım sorumluluğunu üstlenmektedir. Ancak zaman içerisinde lojmanların fiziki olarak eskimesi, bakım-onarım maliyetlerinin artması ve kamu geliri ihtiyacı gibi nedenlerle özellikle 2000'li yıllardan sonra kamu lojmanlarının satışı kamu politikalarının gündemine girmiştir. Bu doğrultuda, mülkiyeti devlete ait lojmanların, öncelikli alım hakkı lojmanda ikamet eden kamu çalışanına tanınmak suretiyle satışa sunulması yönünde bir eğilim gelişmiştir.

Türkiye'de kamu lojman satışları, devlete gelir getirici bir uygulama olması hasebiyle 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu kapsamında gerçekleştirilmektedir. Kamu lojman satışları devlete gelir getirici bir kamu uygulaması olmakla birlikte satış öncesinde, satış esnasında ve satış sonrasında bazı işlem maliyetleri ortaya çıkabilmektedir.

İşlem maliyeti, kamu lojmanlarının satışı sürecinde ortaya çıkan parasal ya da parasal olmayan her türlü maliyeti kapsamaktadır. Özellikle satış öncesi ve satış aşamasında bilgi edinme, değerleme ve idari süreçlere ilişkin bazı maliyetler işlem maliyetleri içerisinde değerlendirilebilmekle birlikte, kamu lojman satışlarında asıl maliyet satış sonrasında ortaya çıkmaktadır. Bu çerçevede kamu politikaları açısından üzerinde önemle durulması gereken temel unsur, devletin kamu lojmanını satması ile satmaması arasındaki alternatif maliyettir. Başka bir ifadeyle, kamu lojmanlarının satışı yalnızca elde edilen gelir veya katlanılan giderler üzerinden değil, aynı zamanda satışın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak alternatif/fırsat maliyeti üzerinden de değerlendirilmesi gereken çok boyutlu bir süreçtir.

Kamu lojmanlarının satışı öncesinde ve satış sürecinde ortaya çıkan işlem maliyetleri çoğunlukla idari faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu kapsamda ortaya çıkan işlem maliyetlerinin minimize edilebilmesi için öncelikle mevzuat düzeyinde temel düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle dijitalleşmenin hız kazandığı günümüzde, yeni teknolojik araçların satış süreçlerine ve ilgili mevzuata entegre edilmesi önem arz etmektedir. Dijital uygulamalardan yararlanılması, kırtasiye, personel ve bürokratik işlemler gibi kalemlerden doğabilecek ek maliyetleri azaltarak kamu bütçesi üzerinde oluşacak gider artışını engelleyici bir etkide bulunacaktır. Bu nedenle kamu kesiminin dijital gelişmeleri satış sürecine dahil etmeye yönelik politika izlemesi, işlem maliyetlerinin etkin yönetimi açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Ayrıca kamu lojman satışlarına ilişkin uygulama prosedürlerinin yeknesak hale getirilmesi, farklı kurumlarda tekrarlayan idari giderleri elimine ederek maliyet etkinliğini artıracaktır.

Kamu konut satışlarında öncelikli ihale usulü olarak açık teklif usulünün benimsenmiş olması, sosyal ve psikolojik birtakım faktörlerle rekabet olgusu oluşturacaktır. Ancak kamu lojman satış ihalelerinde açık teklif usulünün kullanımı, fiyat oluşumu açısından olumlu görülmekle birlikte yüksek bir fiyattan daha düşük kaliteli mülkleri alan kimseler açısından kamu kesimine yönelik bakış açısını olumsuz etkileyebilecektir. Bu durum özellikle vergi bilinci ve vergi ahlakının aşınması nedeniyle kamu bütçesi üzerinde vergi gelirlerini azaltıcı bir etkide bulunabilecektir.

Kamu lojman satışlarında satış bedelinin piyasa rayiç bedeli doğrultusunda belirlenmesi belirli bir alım gücünü gerekli kılmaktadır. Alım gücü olan isteklilere lojman satışı, kamu kesiminde istihdam edilen ve lojman ihtiyacı olan kamu çalışanlarının sosyal korunma düzeylerini etkileyecektir. Bu durum, kamu lojman satışlarının yalnızca gelir artırıcı yönüyle değil, aynı zamanda alternatif maliyet kaynaklı işlem maliyetleri bağlamında da ele alınması gerektiğini göstermektedir. Zira kamu lojman satışlarında her ne kadar öncelikli alım hakkı gibi birtakım avantajlar sağlansa da kamu mülkiyeti belirli bir alım gücü bulunan kimselere devredilmektedir. Ayrıca öncelikli alım hakkının kullanılmadığı durumlarda lojman satışı, alım gücü bulunmayan ve lojmanda ikamet eden kamu çalışanının mağduriyetine neden olabilecektir. Dolayısıyla işlem maliyetlerinin dikkate alınması 5018 sayılı Kanunda yer alan "kalkınma planları ve programlarda yer alan politika ve hedefler doğrultusunda kamu kaynaklarının etkili, ekonomik ve verimli bir şekilde elde edilmesi ve kullanılması" amacına uygun olacaktır.

Kamu lojman satışları sonrasında ortaya çıkabilecek önemli sorunlardan biri, uyuşmazlıklar neticesinde başlayan itiraz ve dava süreçleridir. Bu süreçlerin uzaması, kamu otoritesinin kararlarının zamanında uygulanmasını engelleyerek kamu inisiyatifinin ertelenmesine yol açmaktadır. Literatürde Olivera–Tanzi etkisi olarak adlandırılan olgu da bu noktada önem kazanmaktadır. Zira söz konusu etkiye göre, kamu gelirlerinin zamanında tahsil edil(e)memesi, enflasyon karşısında gelirlerin reel değerini azaltmakta ve kamu maliyesinde aşınmaya neden olmaktadır. Ayrıca, dava ve itiraz süreçleri boyunca kamu lojmanlarının atıl kalması, etkinlik ve verimlilik kaybını beraberinde getirmektedir. Bunun yanı sıra, kamu çalışanlarının hatalarından kaynaklanan itirazlar süreci uzatmakta ve sonuçta kamu kesimine tazminat gibi ek yasal yükümlülükler doğabilmektedir. Bu durum, kamu bütçe dengesi üzerinde bir yandan doğrudan maliyet artışına sebebiyet verirken diğer yandan etkinlik ve verimlilik kaybı nedeniyle gelecek dönem bütçeleri üzerinde de olumsuz etkiler oluşturacaktır.

Kamu lojman satışlarında kamu politikaları açısından dikkate alınması gereken en önemli işlem maliyeti; satış sonucu ortaya çıkan alternatif maliyettir. Devlet mülkiyetinde bulunan lojmanların satışı, kamu bütçesine tek seferlik bir gelir sağlarken, aynı zamanda lojmanların kiraya verilmesiyle elde edilen sürekli kira gelirinden vazgeçilmesi anlamına gelmektedir. Buna karşılık, devletin lojmanları mülkiyetinde tutmaya devam etmesi ise bakım ve onarım giderleri şeklinde ek maliyetler doğurmaktadır. Dolayısıyla kamu lojmanlarının satışı ile elde edilen gelir ve kamu lojmanının elde tutulması halinde ortaya çıkan kira gelirleri ile bakım-onarım yükümlülükleri birlikte değerlendirildiğinde, alternatif maliyet kavramı kamu politikalarının etkinlik, verimlilik ve sürdürülebilirliği açısından önem kazanmaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan mali değerlendirmeler iki temel bulguya işaret etmektedir. İlk olarak, kamu lojmanlarından elde edilen kira gelirleri kamu bütçesi içinde oldukça düşük bir paya sahiptir. Bununla birlikte söz konusu gelirler, bakım ve onarım harcamaları nedeniyle bütçede oluşan gider artışını telafi edici bir işlev görmektedir. İkinci olarak, kamu lojman satışlarından elde edilen gelirlerin de bütçe içindeki payı sınırlı düzeydedir. Hatta yıllar itibarıyla satış gelirleri, kira gelirlerinin dahi altında seyretmiştir. Bu durum, lojman satışlarının kapsamının dar kalması ve genelleştirilememesi ile açıklanabilir. Bununla birlikte satışlar, kamu bütçesi üzerinde dönemsel bir artış sağlamakla birlikte, kalıcı ve sürekli bir gelir kaynağı niteliği taşımamaktadır. Dolayısıyla kamu lojman satışı, bütçe gelirlerini artırıcı güçlü bir araç olarak değerlendirilemez. Bu süreçte devlet, kira gelirinden vazgeçmekte; buna karşılık bakım ve onarım yükünü

ortadan kaldırmaktadır. Ancak satış sonucunda kamu mülkiyetindeki taşınmazların el değiştirmesi, kamu mal varlığını azaltıcı bir etki yaratarak pasif anlamda kamu bütçesini etkilemektedir.

Kamu lojman satışlarında, kanuni düzenlemeler uyarınca bazı meslek gruplarına tahsis edilen lojmanların satışı sınırlandırılmıştır. Her ne kadar belirli kamu görevlerinin niteliği dikkate alınarak bu yönde bir ayrım yapılabilse de yalnızca meslek temelinde bir düzenleme yapmak yeterli değildir. Aynı zamanda kamu kurumunun bulunduğu yerin sosyo-ekonomik ve coğrafi koşullarının da değerlendirmeye dahil edilmesi daha rasyonel bir yaklaşım olacaktır. Aksi halde mevcut yasal düzenlemeler, Anayasa'da güvence altına alınan eşitlik ve adalet ilkeleriyle çelişen sonuçlar doğurabilecektir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kamu lojman satışlarının beraberinde getirdiği işlem maliyetlerinin, devletin sosyal amaçlarının yanı sıra kamu kaynaklarının etkili, ekonomik ve verimli bir biçimde kullanılmasını doğrudan etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle kamu otoritesi tarafından belirlenecek kamu politikalarında işlem maliyetlerinin dikkate alınmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Zira kamu lojmanlarının mali amacın ötesinde sosyal işlevlerinin de olduğu göz önünde bulundurulduğunda, satış sürecinde karşılaşılabilecek en temel sorun, lojmanı satın alma gücüne sahip olmayan kamu çalışanlarının barınma hakkını kaybetmesidir. Bu durum, gelir dağılımında eşitlik ve kaynak tahsisinde adalet ilkelerinin zedelenmesine yol açabilecek niteliktedir. Ayrıca sorunun çözümüne yönelik olarak geliştirilecek para ve maliye politikaları kamu bütçe dengesi üzerinde ek yükler oluşturabilecektir. Bununla birlikte lojman satışları, çalışanlar tarafından sendikal örgütlenmeler aracılığıyla kira gelirlerini de kapsayan yüksek ücret artışı taleplerini gündeme getirme potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla uzun vadede kamu lojman satışlarından elde edilen gelirden çok daha fazlasının, ücret artışları ve ek mali yükler yoluyla kamu bütçesinden geri ödenmesi olasıdır. Bu çerçevede kamu lojman satışlarının yalnızca mali yönüyle değil, sosyal devlet ilkesi ve kamu bütçesi dengesi üzerindeki etkileriyle birlikte bütüncül olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ancak kamu lojman satışlarının idareler bazında yürütülmesi halinde, her bir idarenin kendi imkânlarıyla makroekonomik etkileri dikkate alabilmesi mümkün görünmemektedir. Bu nedenle söz konusu sorunların giderilebilmesi için, merkezi idare bünyesinde ilgili bakanlıkların temsilcilerinin yer aldığı yeni bir birimin ihdas edilmesi ve kamu lojman satışlarının bu birim aracılığıyla yürütülmesi önerilmektedir. Böyle bir yapılanma, satış sürecinin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesine olanak sağlayacak; yalnızca etkinlik ve verimlilik analizlerinin değil, aynı zamanda alternatif maliyet hesaplamalarının da sağlıklı bir biçimde yapılmasına imkân tanıyacaktır. Dolayısıyla işlem maliyetlerinin kamu kaynağı üzerindeki etkilerinin doğru biçimde ölçülmesi, bütçe tasarruflarının kamu maliyesine yansımalarının daha gerçekçi şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Alkışer, Y., Yürekli, H. (2004). Türkiye'de "Devlet Konutu'nun Dünü, Bugünü, Yarını, itüdergisi/a, 3(1), 63-74.

Atiyas, İ., Sayın, Ş. (2000). Devletin Mali ve Performans Saydamlığı, Ed. Atiyas İ., Sayın, Ş., Kamu Maliyesinde Saydamlık, TESEV Yayınları, İstanbul.

Aydemir, S. R. (2003). Türk Kamu Yönetiminde Kamu Konutları (Lojman)'nın Satışı Sorununa İlişkin Bir Değerlendirme, Mevzuat Dergisi, 6(64), https://www.mevzuatdergisi.com/2003/04a/03.htm.

AYM, T. 12.12.1996, E.1996/64, K. 1996/47.

Buchanan, J. M. (1991). Opportunity Cost. In: Eatwell, J., Milgate, M., Newman, P. (eds) The World of Economics. The New Palgrave. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1007/978-1-349-21315-3_69

Buckley, A. Ö. (2023). Türkiye'nin Konut Politikaları – 1, Ekin Yayınevi, Bursa.

Buyuran, B. (2023). İşlem Maliyeti Teorisine Genel Bir Bakış, In: Bal, F. & Ufacık, O. E. (eds.), Yönetim & Organizasyon Alanında Seçme Yazılar, Özgür Yayınları, Gaziantep.

Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm, Economica, 4(16), 386–405.

Commons, J. R. (1931). Institutional Economics, The American Economic Review, 21(4) (Dec.), 648-657.

Çetinkaya, Ö. (2014). Evaluation of Public Procurement System Considering the Principles of Competition, Transparency and Equal Treatment, Business and Economics Research Journal, 5(3), 97-112.

Dağlı, N., Aktürk, B. (1988), Hükümetler ve Programları 1980 – 1987, C. III, T. B. M. M. Kütüphane - Dokümantasyon ve Tercüme Müdürlüğü, Yayın No: 12, Ankara.

Demirbaş, T. (2010). Kamu Bütçeleme Sürecinde Yazılı Olmayan Kuralların Önemi ve Bütçe Reformlarına Etkisi, Bütçe Dünyası Dergisi, 2010(1), 3-23.

Dögüş, N. (2021). Osmanlılar'da İmamlık Müessesesi ve Vakıflar. İslam Medeniyeti Araştırmaları Dergisi 6(1), 22-65. https://doi.org/10.20486/imad.902884.

Fisunoğlu M., Tan, B. K. (2009). Keynes Devrimi ve Keynesyen İktisat, Ekonomik Yaklaşım, 20(70), 31-60.

Flyvbjerg B., Bester D. W. (2021). The Cost-Benefit Fallacy: Why Cost-Benefit Analysis Is Broken and How to Fix It, Journal of Benefit-Cost Analysis, 12(3):395-419. doi:10.1017/bca.2021.9

Friedman, M., Friedman, R. D. (1980). Free to Choose A Personal Statement. Harcourt Brace Jovanovich (HBJ), New York and London.

Gibbons, R. (2010). Transaction-Cost Economics:Past, Present, and Future?, Scand. J. of Economics 112(2), 263–288.

Göktaş, O. (2009). Türkiye'de Lojmanların Oluşumu ve Bu Oluşumun Temellendirilmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kama, Ö. (2020). Kurumsal İktisat Okulu, In: Aktan, C.C. (eds.), Kurumsal İktisat (Kurallar ve Kurumların İktisadi Gelişme Açısından Önemi), SOBİAD Hukuk ve İktisat Araştırmaları Merkezi Yayınları, İzmir.

Kamu İhale Kurulu Kararı (2015). KİK, K. 2015/UH.II-559 T. 18.02.2015.

Kırbaş, S. Devlet Malları, Yenileştirilmiş 2. Baskı, Adım yayıncılık, Ankara.

Kızılot, Ş. (2013). Hürriyet Gazetesi, 29 Temmuz, 2013.

Mahoney, P. G. (2017). Adam Smith, Prophet of Law and Economics, The Journal of Legal Studies, 46(1): 207-236.

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation, Psychological Review, 50(4), 370–396.

Matthews, R. C. O. (1986). The Economics of Institutions and the Sources of Growth, The Economic Journal, 96(384), 903–918.

Mazlum, S., (1989). Gecekondu Sorunu, Mimarlık dergisi, 27(238(6)), 40-41.

Milliyet Gazetesi, 26 Mayıs 1994.

Neziroğlu, İ., Yılmaz, T. (2013). Hükümetler – Programları ve Genel Kurul Görüşmeleri (9 Kasım 1989 – 30 Ekim 1995), C.8., TBMM, Basımevi, Ankara.

RG. T. 12.09.1996, S. 22755.
RG. T. 24.04.1998, S. 23322.
Savaş, İ.V. (1997). Türkiye'de Liberalizasyon Sürecinde Maliye Politikalarının Özel Ekonomi Üzerindeki Göreli Etkinliği, XI. Türkiye Maliye Sempozyumu (4-8 Mayıs 1995), Türkiye'de Liberalizasyon Sürecinde Maliye Politikaları Açısından Kamu Ekonomisinin Özel Ekonomi Üzerindeki Etkileri, Anadolu Matbaacılık, İzmir.
Seyidoğlu, H. (2003). Uluslararası Mali Krizler, IMF Politikaları, Az Gelişmiş Ülkeler, Türkiye ve Dönüşüm Ekonomileri. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 4(2), 141-156. https://dergipark.org.tr/tr/pub/doujournal/issue/66649/1042840
Sunay, S. (2022). Birinci Ulusal Mimarlık Akımı Demiryolu Lojman Binaları İçin Bir Tipoloji Denemesi. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 62(1), 741-763. https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2022.62.1.30
Şengöz, M. (2022). Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Modeli'nin Bütünleşik Bir Süreç Olarak Yeniden Yorumlanması, Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi, 9(1), 164-173.
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2010 - 2025). Merkezi Yönetim Bütçe Kanunları, https://www.sbb.gov.tr/merkezi-yonetim-butce-kanunlari/, Erişim Tarihi: 12.05.2025.
T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Milli Emlak Genel Müdürlüğü, Faaliyet Raporları (2009-2024). https://milliemlak.csb.gov.tr/faaliyet-raporlari-i-93111, Erişim Tarihi: 02.05.2025.
TDK, https://sozluk.gov.tr/, Erişim Tarihi: 16.05.2025.
Tekeli, İ. (1980). II. Dünya Savaşı Sırasında Hazırlanan «Savaş Sonrası Kalkınma Plan ve Programları...», ODTÜ Gelişme Dergisi, 1979-1980(özel sayı), 289–327.
Toprak, E. (2022). Kamu İhale Hukuku, Seçkin Yayınları, Güncellenmiş 2. Baskı, Ankara.
TÜİK (2009 - 2024). İstatistik Veri Portalı, https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=enflasyon-ve-fiyat-106, Erişim Tarihi: 05.06.2025.
Williamson, O. E. (1975). Markets And Hierarchhies: Analysis And Antitrust Implications, New York: Free Press.
Williamson, O. E. (1981). The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach, American Journal of Sociology, 87(3), 548–577.
Williamson, O. E. (1985). The Economics Institutions Of Capitalism, New York: Free Press.
Williamson, O. E. (1993). Transaction Cost Economics and Organization Theory, Industrial and Corporate Change, 2(2), 107–156.
Yıldırım, K., Karaman, D. ve Taşdemir, M. (2008). Makroekonomi, 7. Baskı, Seçkin Yayınları, Ankara.
Zyzak, B., Jacobsen, D. I. (2020). External managerial networking in meta-organizations, Evidence from regional councils in Norway. Public Management Review, 22(9), 1347-1367.

HUKUK-EKONOMİ İLİŞKİSİ KAPSAMINDA ULUSLARARASI EKONOMİ HUKUKU

Prof. Dr. ARZU AL[1] Buğçe SOYSAL[2]
[1] Marmara Üniversitesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü, ORCID: 0000-0002-3287-3661
[2] Marmara Üniversitesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü, ORCID: 0000-0002-7080-2688

ÖZET

Hukuk ve ekonomi, tarih boyunca birbirini tamamlayan iki disiplin olmuştur. Hukuk, bireyler ile kurumların haklarını ve sorumluluklarını düzenlerken ekonomi, insanların maddi ihtiyaçlarını karşılama süreçlerini incelemektedir. Bu çerçevede, ekonomik sistemde ortaya çıkan borç ilişkileri ve mülkiyet hakları, hukukun düzenleyici işlevini ön plana çıkarmaktadır. Hukuk, piyasanın düzenli işleyişini sağlamak, rekabet ortamını korumak ve ekonomik büyümeyi desteklemek açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Ekonomi ve hukuk arasındaki etkileşim, özellikle sözleşme serbestisi ve mülkiyet hakları çerçevesinde belirginleşmektedir. Ekonomik aktörlerin faaliyetlerini düzenleyen hukuk kuralları, piyasaların işleyişini doğrudan etkilemektedir ve etkilemeye de devam edecektir. Ancak bu düzenlemeler, ekonomik gerçeklere uygun olmadığı takdirde işlevsiz hale gelebilmekte ve hatta büyük sorunlara sebep olabilmektedir. Bu nedenle, ekonomik analiz yöntemleri hukuk kurallarının etkinliğini değerlendirmede önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Küreselleşen, değişen ve dönüşen dünya düzeninde uluslararası ekonomi hukuku, devletler arasındaki ekonomik ilişkileri düzenleyen hukuk kurallarını içermektedir. Devletlerin egemen eşitliği, iş birliği, ayrımcılık yapmama ve mütekabiliyet ilkeleri, uluslararası ekonomik düzenin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Küresel finansal sistemin düzenini ve istikrarını sağlamak amacıyla uluslararası finans kuruluşları ve düzenleyici mekanizmalar, hukuki bir çerçeve kapsamında oluşturulmuştur. Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı; iki ayrı bilim dalı arasındaki ilişkiyi ayrıntılı bir şekilde açıklamaktır. Bunu yaparken de hukuk ve ekonominin birbirlerini etkilediği, benzeştiği ve farklılaştığı noktalar ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomi, Hukuk, Uluslararası Ekonomi Hukuku, Politika

INTERNATIONAL ECONOMIC LAW WITHIN THE SCOPE OF LAW-ECONOMY RELATIONSHIP

ABSTRACT

Law and economics have been two complementary discipline sthrough out history. While law regulate stheright sand responsibilities of individual sand institutions, economic sex aminesthe processes by which people meet their material needs. Inthiscontext, debt relationship sand property right sthatemerge in the economic system highlightthe regulatory function of law. Lawplays an important role in ensuringthe orderly functioning of the market, protecting the competitive environment, and supporting economic growth. The interaction between economic sand law become sparticularly evident withinthe framework of freedom of contractand propertyrights. Legal rules regulatingtheactivities of economic actors directlyaffectthefunctioning of market sandwillcontinueto do so. However, theseregulations can becomedysfunctionalandevencausemajorproblemsif they are not compatiblewitheconomicrealities. Therefore, economic analysismethodsareused as an importanttool in evaluatingthe effectiveness of legal rules. Intheglobalizing, changing, andtrans forming worldorder, international economiclawencompassesthe legal rulesthatregulate economic relations between states. Theprinciples of sovereignequality of states, cooperation, non-discrimination, andreciprocityconstitutethe fundamentalbuildingblocks of the international economic order. International financial institutionsandregulatory mechanisms have been established within a legal frame work to ensuretheorderand stability of the global financialsystem. Inlight of thisinformation, thepurpose of thisstudy is toexplain in detailtherelationshipbetweenthese two separatedisciplines. Indoingso, thepointswherelawandeconomicsinfluenceeachother, where they convergeandwhere they differ, will be examined in detail.

Keywords: Economics, Law, International EconomicLaw, Policy

1. GİRİŞ

Hukuk ve ekonomi birbirlerini her zaman tamamlamıştır. Nitekim, *"Hammurabi Kanunları'ndan zamanımız toplum kanunlarına kadar, hukuki düzenlemelerin önemli bir kısmı her zaman ekonomi ile ilgili kuralları kapsamıştır"* (Çevik, 2007: 123). Bir diğer ifade ile içerisindeyaşadığımız hayatı ve dolayısıyla bulunduğumuz toplumu belirli kural ve kaideler kapsamında düzenleyen hukuk, bahsettiğimiz bu hayatın temelini oluşturan *"maddi gereksinimlerin elde ediliş, değiş-tokuş ve tüketimini ele alan ekonomi"* (Türkbağ, 2003: 59) ile iç içedir. Öyle ki hukuk, kişilerin hak ve yükümlülüklerini düzenlerken, ekonomi de kişilerin ihtiyaçları doğrultusunda takındığı tavırlardır. O halde denebilir ki her ikisinin de temelinde insan ve insanların ikili/çoklu ilişkileri vardır.Her iki bilim dalının da kapsadığı konular, kişilerin toplumsal rollerini belirlemeye olanak tanıyarak, sosyal ilişkilerin de gelişimini sağlamaktadır. Nitekim, *"kişilerin bireysel çabaları sonucu meydana gelen ve ekonomik kıymete sahip olan değerler bir taraftan ekonomik sistem içinde bireysel veya toplumsal ihtiyaçları giderirken, diğer taraftan da üretilen mala ve ekonomik sistemin sonuçlarına göre borç ilişkileri ve haklar doğurmaktadır*" (Savatier, 1980: 4).

Ekonomik düzen içerisindeki bireylerden kurumlara, kurumlardan devlete kadar pek çok ekonomik aktörün etkinlik alanını belirleyen, düzenleyen ve yönlendiren hukuk; bazı kararları kabul edip, bazı kararları da reddederek ekonomik oluşumu şekillendirmektedir. Bu bağlamda *"hukukun ekonomideki rolü, piyasanın düzen içinde işlemesini ve gelişmesini sağlayarak, bu gelişmeyi sürdürecek kural ve kurumların yasal çerçevesini belirlemek"* (Baykal, 2008: 77) şeklinde ifade edilebilir.

Ekonomik düzenin varlığını sağlıklı bir şekilde idame ettirebilmesi, ihtiyaçların karşılanmasına bağlı olup; ihtiyaçların karşılanması da ekonomik hayata uygun hukuk kurallarının varlığına bağlıdır. Etkili bir ekonomi politikasının temelinde pek çok hukuki düzenleme vardır. Bunlar, kaynakların tam olarak kullanımından fiyat istikrarının sağlanmasına;fiyat istikrarının sağlanmasından milli gelirin gelişimine dek sıralanabilir. Bu anlamda *"hukuk kuralları ekonomik düzenin fonksiyonudur"* (Karayalçın, 1992: 90). Öte taraftan kanun ya da bir başka düzenleme, *"ekonomik konulara dönük hukuk kurallarının ekonomik yaşamı istenildiği gibi düzenleyebilmesi için ekonominin gerçeklerine uygun hareket edilmesi gerektiğini de gözden kaçırmamak gerekir; aksi halde hukuk kuralları etkisizleşir, uygulanmaz hale gelir; işe yaramazlar, hatta toplum için zararlı olabilirler"* (Karayalçın, 1992: 91). Bu durumda, hukuki kaidelerin uygunluk durumunun tespiti için ekonominin davranış teorilerini kullanmak etkili olabilir.

2. HUKUK VE EKONOMİ İLİŞKİSİ

Ekonomi, sosyolojiden psikolojiye, siyaset biliminden uluslararası ilişkilere ve hukuka kadar pek çok bilim dalı ile etkileşim içerisindedir. Bu bilim dallarından en etkin olanı ise hukuk olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki *"iktisatçıların "ekonomik ajan" olarak tanımladıkları öznelerin hareket alanı esas olarak hukuki tanımlarla belirlenmektedir"* (İnsel, 2005: 38). Bir diğer ifade ile ekonominin incelediği mallar (hak ve borç), hukukun da malzemesidir. Özellikle son yıllarda yaşanan ekonomik gelişmeler, *"ekonominin birçok alanında hukuk kökenli kavramların daha yaygın biçimde kullanılmasına yol açtığı gibi, hukuk diline de ekonomi kavramlarının girmesini de hızlandırmıştır"*. Örneğin, *"bugün, kaynağını ekonomi biliminin verilerinden alması rekabet hukukunun önemli özelliklerinden biri kabul edilmekte, "piyasa", "hakim durum", "rekabet" gibi bazı terimlerin yorumu ekonomi bilimine başvurmayı gerektirmektedir"* (Sanlı, 2007: 10).

Çalışma ekonomisi ve iş hukuku arasında da bir tamamlayıcılık ilişkisi söz konusudur. *"Sanayi ilişkilerinin düzenlenmesi, yeni ürün ve üretim tekniklerinin konumu, kamu mülkiyetinin düzenlenmesi, kamu sözleşmelerinin özel durumu, şehircilik, çevre korunması gibi konularda da ekonomik analiz çözümlemelerinin hukuk bilgileriyle tamamlanması zorunlu olup; benzer şekilde, bu alanlarda çalışan hukukçuların da, konuların ekonomik özelliklerini dikkate almaları giderek vazgeçilmez bir gereklilik olarak kendini göstermektedir"* (İnsel, 2005: 11).

"Sözleşme" ve "mülkiyet" kavramları açısından konuya yaklaşıldığında ise özellikle piyasa ekonomisi söz konusu olduğunda "sözleşme özgürlüğü" hukuki kaidelerle korunan önemli bir hususdur. Bir diğer ifade ile hukuki kaidelerin söz konusu olduğu böylesi bir ortamda sosyal statü ya da sosyal ilişkilere yer yoktur. Aslında Türk Borçlar Kanunu'nun hükümlerinde yer alan sözleşme serbestisi ilkesi sosyal ve ekonomik olarak sistemin rahat yürümesini sağlamaktadır. Öyle ki her bir ekonomik konu için ayrı bir sözleşme şekli getirilmesi halinde ekonomik hayatın yürümesi aşırı zorlaşacak ve hatta bazen imkansızlıklar doğuracaktır. Ancak sözleşme serbestisinin de belirli sınırları bulunmaktadır. Hukukun amir hükümlerine, kamu düzenine, ahlaka ve adaba aykırı olmama gibi sınırları bulunmaktadır. Bu nedenle sözleşmelerin yapılışı,ekonominin de işlerliğini kaybetmeden belli bir düzen içinde yürütülebilmesi için hukuk tarafından düzenlenir. Bu hali ile hukuk, ekonomik faaliyetlerin geliştirilmesinde ya da düzenlenmesinde rol oynayan yegane unsur olur. *"Sözleşmede yer alan müeyyidelerin uygulanabilir olması da ancak hukukun varlığıyla mümkün olabilmektedir ki, bu aynı zamanda piyasa sisteminin kendi kendine yetemeyeceğinin de en güçlü kanıtlarından birini oluşturmaktadır"* (İnsel, 2005: 38). Buraya kadar bahsetmiş olduğumuz durumun bir benzeri "mülkiyet" kavramı söz konusu olduğunda da karşımıza çıkar. *"Ekonomi, mülkiyet haklarıyla donanmış ekonomik ajanların üretim ve değişimle ilgili davranışlarını inceler. Ekonomi biliminin temel sorunlarından olan üretim faktörlerinin, yani kaynakların nasıl ve kim için kullanılacağına karar verilmesi gündeme geldiğinde, belirleyici unsur mülkiyet olmaktadır. Bir şeyin mal haline gelmesi ve bu malın ekonomide kullanılarak değer kazanması ekonominin konusudur. Ama hukuk olmadan kimin hangi ekonomik değere, ne karşılığında ve ne kadar hakkı olduğunu, o ekonomik değere sahip olma durumunun hangi meşru ayrıcalıklar ve dokunulmazlık haklarıyla pekiştirildiğini aydınlatmak da mümkün değildir. Bu sebeple, üretim malları üzerindeki mülkiyet pazar ekonomisinin temel şartıdır"* (Karayalçın, 1992: 93). Ekonomik yatırımlarla ilgili olarak mülkiyet hakkının korunması, mülkiyet hakkına yapılan hukuka aykırı fiillerin hukuk tarafından engellenmesi ve cezalandırılması, kısaca adalete duyulan güven unsuru hukuk ile ekonomi arasındaki etkileşimin önemini ortaya koymaktadır.

"Rekabet" kavramı da bir başka önemli gayedir. Etkin bir rekabet piyasası doğal bir şekilde kendiliğinden oluşmaz. Aksine, insanlar tarafından oluşturularak geliştirilen sosyal bir düzendir. Böyle bir ortamda da hukuk, oluşacak rekabet ortamının korunması noktasında gereklidir (Gürkaynak, 2003: 7 ve Akıncı, 2001: 3-4). Bu anlamda *"devlet, koyduğu kurallarla piyasa ekonomisinin daha verimli işlemesi, dolayısıyla toplumsal refahın artırılması ve eşit paylaşılması için rekabeti teşvik etmekle ve pazara giriş engellerini ortadan kaldırmakla beraber, tekelci davranışlar ve anlaşmalara karşı da mücadele etmekte ve bir taraftan işletmelerin rekabet edebilmelerini ve fiyatın rekabet sonunda oluşmasını temine çalışırken, diğertaraftan da pazar gücüne sahip teşebbüslerin piyasada hakimiyet kurmasına izin vermemeye, mal ve hizmet dağıtımında etkinsizlik yaratmaları olasılığını ortadan kaldırarak tam rekabet koşullarını bozan davranışlarını engellemeye çalışmalıdır"* (Akıncı, 2001: 3).

Devletin piyasaya müdahalesini gerektiren bir başka neden de tüketicinin korunmasına yönelik nedenlerdir. *"Fiyatların marjinal maliyetlere yaklaşması, kalitenin ve satış sonrası hizmetlerin artmasının nihai ekonomik etkileri tüketiciler bakımından da sonuçlar doğurmaktadır"* (Sayhan, 2004: 16). Öyle ki regülasyonun temel nedeni, kendi haline bırakılan bir piyasa ekonomisinde yaşanan ya da yaşanabilecek olan gelişmelerin tüketicilerin aleyhine olacağı ihtimalidir. *"Esasen, tüketicilere yönelik tüm tedbirler aynı zamanda ekonominin canlı tutulmasına da hizmet edeceğinden, tüketici politikaları da dahil bütün bu düzenlemeler, asıl amaç olan ekonominin gelişmesi amacına hizmet edecektir. Çağdaş hukuk düzenlerinde, piyasadaki malların nitelik ve kaliteleri ile fiyatları hakkındaki bilgilerin tüketicilere yansıtılması yasal düzenlemelerle sağlanmış bulunmaktadır. Yine, tüketicilerin tecrübesizliklerinden veya bilgi eksikliklerinden yararlanarak ekonomik menfaat elde edilmesinin önüne geçebilmek amacıyla koruyucu tedbirler alınması esastır. Bazı hallerde ise, ekonomik işletmelerin menfaati ile toplum menfaati arasında bir çatışma da doğabilmektedir ki, ekonomik faaliyetler sonucu ortaya çıkan çevre kirliliği problemleri buna örnektir. Hukuk düzeni bu durumda da bu çatışmayı ortadan kaldırmaya, bireylerin ekonomik ve toplumsal yararlarını korumaya yönelik kuralları ortaya koymak durumundadır"* (Baykal, 2008: 79-80).Ayrıca sadece tüketicilere yönelik değil üretilen malın herhangi bir kişiye vereceği zararların da ilk aşamada önlenmesi, zarar doğduktan sonra ise tazmini noktasında da hukuk düzenlemeler getirmektedir. Bu açıdan üretim sürecinden sonra da üreticinin hem tüketiciye hem de üçüncü kişilere karşı sorumluluğu hukukun alanına girmekte ve bir düzen getirmektedir.

20. yüzyılın başına kadar pek çok ülkenin eğitim sisteminde hukuk ile ekonomi bir arada yer alırken, gün be gün analitik yöntemlerin daha da aktif olarak kullanılmaya başlanması, matematiksel araçların kullanımının artması sonucunda hukuktan

uzaklaşmıştır (İnsel, 2005: 38). Ekonominin hukuktan uzaklaşarak farklılaşmasının bir diğer nedeni ise güçlü bir normatif bilim olan ekonominin, hukukun ağırlık merkezinin normatif bilim olmamasında görülebilir. Çünkü hukuk, pozitif bir bilimdir. Bir diğer ifade ile *"ekonomi gözlem bilimidir ve konusu kıt olan kaynakların rasyonel şekilde kullanılmasıdır. Ekonomi biliminde uygulanan teknik, toplum ihtiyaçlarını gidermek için üretilen, sunulan ve tüketilen mal ve hizmetlere ilişkin olup, ekonomik sistem kaynakların kıt olduğu gerçeğinden yola çıkarak, çeşitli ihtiyaçlar arasında toplumun azami tatminini sağlamaya, bir başka deyişle, kaynak dağılımını mümkün olan en yüksek toplumsal fayda ya da refaha ulaşacak biçimde yapmaya çalışmaktadır"* (Baykal, 2008: 80). Hukuk ise *"toplumlara ait değerler için en uygun olan kurumların gerçekleştirilmesini gözeterek insanların birbirleriyle ya da devletle ilişkilerini, yükümlülükler ve haklar şeklindedüzenlemektedir"* (Savatier, 1980: 3).

Farklı şartlar ve farklı koşullar altında, en güçlü ekonomik kaide "arz-talep" kanunu dahil olmak üzere farklı bir biçimde karşılık bulabilmektedir. Öyle ki iktisatçılar tarafından ekonomik kaidelerin toplumsal gerçekliği şeffaf bir biçimde yansıtmadığı savunulmaktadır. Onlara göre ideal bir durumun betimlemesini yaptıkları ve ekonomik modellerin gerçekçi olmayacak şekilde basit ve yapay olduğu görüşü genel kabul görmektedir (Sanlı, 2007: 15). Diğer taraftan, iki bilim dalının da izlemiş oldukları amaç doğrultusunda aynı konulara da farklı şekillerde yaklaşarak hareket ettikleri karşımıza çıkmaktadır. Nitekim bir iktisatçı ya da ekonomist için en yararlı çözüm önemliyken; aynı konuda bir hukukçu için hakkaniyet ön plandadır.Yine iki bilim dalının da amaçlarının gerçekleşmesi uğrunda aynı kavramlara farklı anlamlar verdikleri de ortada olup; örneğin, "kamu hizmeti" denildiğinde bu kavram ekonomide, "kamu malı" olarak karşılık bulmaktadır. Benzer şekilde, satım, arz, pazar, hizmet, para gibi ortak kavramlar iki bilim dalında da eş anlamlı olmayıp, farklı anlamlara tekabül etmektedir. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra ise ekonomiyi algılamadaki bahsi geçen farklılık, artarak devam etmiştir.*Nitekim "hukukçular ekonomiyi özcü biçimde algılarlarken, iktisatçılar bunu daha analitik bir tarzda algılamaya başlamışlardır*" (Baykal, 2008: 80). Bir başka ifade ile hukukçular konuya ekonominin hukuki analizini yapmayı amaçlayan, bir kural ya da kaidenin ne şekilde uygulanacak olduğu ile müeyyidesinin nasıl olacağını içeren "ekonomi hukuku" kapsamında yaklaşır. Ekonomistler ise aynı konuya "hukukun ekonomisi" düzleminde yaklaşarak hukukun ekonomik analizini hedef alırlar. Böylelikle de hukuki düzenlemelerin ortaya çıkış aşamasından, geçirdiği evre ve sürelere, içeriklerine ve davranış teorileri esasında gelecekteki etkilerine kadar açıklamaya çalışırlar (Sanlı, 2007: 15). Özellikle yakın geçmişte Anglo-Sakson dünyasında karşımıza çıkan yaklaşımlarda amaç, hukuki kaideleri makroekonomik çerçevede analiz etmek üzerine kurulmuştur. Bu şekilde hukukla ekonomi arasındaki ilişkileri teorik çerçeveye oturtarak, ekonomik açıdan normatif, yanidüzenlemeleri önermek amaç edinilmiştir. *"Bir başka ifade ile, hukuk sisteminin işleyişini piyasa ekonomisi kurallarıyla yönlendirmek"* (Baykal, 2008: 81) günümüzün hukuk ve ekonomi etkileşiminde ortak noktası olarak belirlenmiştir. Nitekim şu an bu yapılırken de *"hukukun somut uyuşmazlığa nasıl uygulanacağından çok, hukukun kişi davranışları üzerindeki etkisine ve bunun toplumsal sonuçlarına odaklanılmaktadır"* (Sanlı, 2007: 10). Bu nedenle*"hukukun ekonomik analizi, hukuk kurallarının kişilerin seçim ve davranışları üzerindeki etkilerinin ve bunların toplumsal yansımalarının incelenmesi olarak tanımlanabilmekle birlikte;hukukçulariçin ise, hukuki çözümleme kuramsal varsayımlardan değil, gerçek durumdan hareketle sonuca vardığı zaman gerçekçidir. Bu bağlamda hukuk tümevarım yöntemini tercih ederken, ekonomi tümdengelim yöntemini benimsemektedir* (İnsel, 2005: 38-39).

3. EKONOMİ HUKUKU VE ULUSLARARASI EKONOMİ HUKUKU

Hukuk ve ekonomi bilim dalları birbirini etkilemekte, gelişen ve küreselleşen dünyamızda kendi alanlarında sürekli yenilenme gereksinimi yaratmaktadır. Bu durum hukuk ve ekonomi bilim dalları açısından uluslararası politik ekonominin "karşılıklı bağımlılık" ilkesinin açık örneklerinden birini gözler önüne sermektedir. Bu nedenle ekonomiyi ilgilendiren alanlarda var olan hukuku anlayabilmek için ekonomi hukuku ve uluslararası ekonomi hukuku kavramları üzerinde durmak gerekmektedir.

Ekonomi ve hukuk arasındaki ilişki 18. yüzyıla kadar uzanmakla birlikte "ekonomi hukuku" denildiğinde uluslararası politik ekonomi disiplininin de temellerinin geliştiği 1970'li yıllar karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte yine ekonomi hukuku denildiğinde akla öncelikle Alman hukukçuları ve ekonomistleri gelmelidir. Bir diğer ifade ile ekonomi hukukun doğum yeri Almanya'dır. Nitekim bu durumun dayanağını *"Freibourg Okulu'nun kurucuları arasında yer alan Eucken ve Böhm, 1930'lı yıllarda politik ve ekonomik düzenin temel kural ve kurumlarını içerecek bir "ekonomik anayasa"nınoluşturulmasınınönemiüzerinde durmalarında görebilmekteyiz" (Baykal, 2008: 82).*

Türk hukuk sistemi açısından konuya yaklaşıldığında ise ekonomi hukuku ilk defa Hirsch tarafından şekil bulduğu görülür. O, ekonomik düzenin ifadesini teşkil eden hukuk kaidelerinin çağın gerektirdiği şekilde "iktisat hukuku" terimi altında bir araya getirilmesini uygun görmüştür (Hirsch, 2018:16).

Günümüzde ekonomi hukuku söz konusu olduğunda biri dar diğeri geniş anlamda olmak üzere genel kabul görmüş iki ayrı tanım literatürde karşımıza çıkar niteliktedir. Ancak bu tanımların gelişmesine olanak sağlayan alanında uzman pek çok ekonomist ve hukukçunun ilgili alandaki tanımlamaları önem arz eder niteliktedir. Kavramın çıkış yeri de ele alındığında bu tanımlardan bazıları şu şekildedir:

- *Ekonomi hukukunu ekonomik ihtiyaçların giderilmesini sağlayan hukuk olarak tanımlayan:Darmstaedter (Karayalçın, 1968: 74).*
- *Ekonomiyle ilişkili olan tüm kaideleri ekonomi hukuku ile tanımlayan:Hedemann*(Baykal, 2008: 84)
- *Ekonomi hukukunu, ekonomik müteşebbislerin hukuku olarak tanımlaya:Kaskel ve buna karşılık ekonomi hukukunu, müteşebbislerin devletle olan ilişkilerini düzenleyen hukuk olarak tanımlayan: Schumann*(Karayalçın, 1968: 74)
- *Ekonomi hukukunu ticaret hukunun bir uzantısı olarak değerlendirmekte ve buna mesleki örgütlenme ile ekonominin disiplini gibi konuların eklenmesi gerektiğini savunan: Hamel ve Lagarde*(Tan, 1972: 17)
- *Ekonomi hukukundan modern ekonominin ve endüstri sisteminin kendine özgü sorunlarıyla uğraşan hukuk olduğunu savunan: Gierke ve Kiraly* (Mimaroğlu, 1970: 8)

Yukarıdaki tanımlamalardan da hareketle *"dar anlamda ekonomi hukuku, malların ve hizmetlerin üretimini, tüketimini düzenleyen otoriter ve müdahaleci hukukun adıdır"* (Tan, 1972: 17). Bir diğer ifadeyle, devletin ekonomiye müdahalesidir. Bahsi geçen bu müdahale, enflasyona karşı mücadele şeklinde kendisini gösterebileceği gibi herhangi bir sektörel (örneğin, demir-çelik endüstrisi) alanda da karşımıza çıkabilir (Çevik, 2007: 125-130). Bir başka dar anlamda *"ekonomi hukuku çerçevesinde devlet, vergi, fiyat denetimi, para ve maliye politikaları, kartel ve haksız rekabet düzenlemeleri gibi emir ve yasaklarla; belirli ölçülerde planlama gibi sınırlamalarla ve üretim ve yatırımların teşviki, devlet yardımları, devlet alımları gibi özendirmelerle üretim ve tüketim üzerinde etkin düzenlemeler getirebilir"* (Akıncı, 2001: 4). Bu şekli ile ekonomi hukuku, ekonomi politikasının bir aracı şeklinde nitelendirilebilir (Tan, 1972: 27).

Geniş anlamda ekonomi hukuku ise ekonomik yaşamın bütün yönleri ile (devlet, özel, devlet ve özel) düzenlenmesi durumudur (Tan, 1972: 39). Bu anlamda değişimi ve gelişimi süreklilik gösteren ekonomik ilişkilerin düzenlenmesi, ticari faaliyet ve kazançların güvence altına alınması için birbirinden farklı alanlarda düzenlemeler yapan kaidelerin ekonomik bir amaca hizmet etmeleri gerekir. Bir diğer ifade ile *"ekonomik hayatın düzenlenmesine ilişkin bu kaidelerin temel amacı, toplumun ve bireylerin ekonomik faaliyetlerinin korunması suretiyle genel ve eko- nomik kamu düzeninin sağlanmasıdır"* (Tiryaki ve Gürsoy, 2004: 75). Bu nedenle *"ekonomi hukuku bir yandan gerçekleştirilmiş dengeleri koruma, diğer yandan da düzen içinde kalarak gelişme ve hareketliliği sağlama gibi bir görev ile karşı karşıyadır"* (Tan, 1972: 18), denebilir.

Küreselleşme ile uluslararası ilişkilerde yaşanan yoğunluk, uluslararası hukuk kurallarının da (her alanda) yeniden yazılması ihtiyacını gündeme getirmiştir ki bu durum da karşımıza uluslararası ekonomi hukukunu çıkartmıştır.Hızla değişen ve gelişen uluslararası ilişkiler, uluslararası ekonomi hukukuna da dinamizm kazandırarak bu değişim ve gelişmelere ayak uyması için düzenlemeler yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Nitekim 1991 yılında Sovyetler Birliği'nin dağılması ile başlayan yeni dünya düzeninde yavaş yavaş uygulamaya konulan ekonomik düzenlemelerde yer alan içeriklerin hukuki alt yapısı hissedilir niteliktedir. Bu düzenlemelerin, geçmiş düzenlemelere göre taşıdığı küresel argümanların sayıca fazla olması da

uluslararası ekonomi hukukuna giden yolu açmıştır. Bir diğer ifade ile *"küreselleşme ile uluslararası ekonomik ilişkiler ve ticari faaliyetlerde artış yaşanmayabaşlamış ve ülkeler sürekli olarak bir ilişkiiçerisinde olmak zorunda kalmışlardır"* (Aygen, 2020: 20.) *"Söz konusu bu ilişkilerin de ülke menfaatlerine zarar vermemesi için bazı düzenlemelere ve kurallara ihtiyaç vardır ve bu ancak bir hukuk mekanizması ile sağlanabilecek"* (Ergür, 2020: 111) olduğu da artık, yadsınmaz bir gerçektir.

Tüm bu faktörler çerçevesinde uluslararası ekonomi hukuku için temelde iki farklı görüş olduğu söylenebilir. Öncelikle, Anglo-Sakson hukuk düzenindehâkim olan görüş derk ki; uluslararası ekonomi hukuku yalnızca hukuk kaynaklı kaideleri inceler. Bu şekilde de uluslararası ekonomi hukuku, devletler ekonomi hukuki ile eş anlamlıdırlar. *"Bu anlamda uluslararası ekonomi hukuku, sadece veya en azından öncelikli olarak devletlere odaklanan ve onların uluslararası ekonomik ilişkilerindeki davranışlarını yönlendiren uluslararası kamu hukuku kuralları ile sınırlıdır"*.Öte taraftanAnglo-Sakson hukuk düzeninin dışında Kıta Avrupası'nda hâkim olan ve genel anlamda uluslararası ilişkiler disiplininde de kabul gören ikinci görüşe göre de *"uluslararası ekonomi hukuku uluslararası ekonomik ilişkileri düzenleyen kuralları açıklamaktadır"* (Hoffmann, 2009). *"Konu bu bakış açısıyla ele alındığında, Anglo Sakson hukuk düzenindeki hakim anlayışın aksine, uluslararası ekonomi hukuku, sadece "ekonominin uluslararası hukuku" ile sınırlı olmayıp bunun ötesinde "uluslararası ekonominin hukuku"dur. Her şeyden önce klasik, kamu hukuku – özel hukuk ayrımı, ekonomi alanında keskin sınırlarla ayrışmamakta, kesiştikleri ve iç içe girdikleri hususlar ziyadesiyle bulunmakta olup; Oörneğin, ülkemizde 1980'lerden sonra ekonominin çeşitli sektörlerine ilişkin kurulmuş olan BDDK, SPK ve EPDK gibi kurumları dikkate aldığımızda, bu kurumlar kamusal yetkiler kullanmakla birlikte yetki alanlarına giren aktiviteler özel hukukun bir parçasıdır*(Kayıhan ve Eski, 2015: 592). O halde denebilir ki uluslararası ekonomi hukukuhem kamu hukuku hem de özel hukuk kaynaklı bir hukuk dalıdır.Başka bir ifade ile*"hukuki sistem ile ekonomik düzen arasında birbirine bağlı, zorunlu ve sürekli bir etkileşim mevcuttur"* (Erçin ve Balkanlı, 2018: 5).

Yukarıdaki görüşlerin ışığında en genel anlamıyla bir tanımlama yapılacak olduğunda ise uluslararası ekonomik faaliyetleri ve bu faaliyetler çerçevesinde uygulamaya konulacak olan kaideleri bir bütün olarak gören uluslararası ekonomi hukuku için, *"uluslararası hukuk kişileri arasındaki ekonomik ilişkileri düzenleyen, uluslararası hukuk kuralları"* (Aygen, 2020: 20-22) şeklinde bir tanımlama yapılabilir.

Hukuk belirli temel ilkeler çerçevesinde düzenlemeler içermektedir. Bu ilkelerden bir tanesine "sözleşme serbestisi ilkesi" olarak yukarıda değinmiştik. Uluslararası ekonomi hukukunda dahâkim olan belirli temel ilkeler mevcuttur. Bu nedenlekonunun daha iyi anlaşılabilmesi için bölümün devamında ilgili mevzuat ve anlaşmalar kapsamında belirli temel ilkelere değinmemiz yararlı olacaktır.

a) *Devletlerin Egemen Eşitliği İlkesi:*

- *"Devletler, ülke, nüfus, doğal kaynaklar, ekonomik ve askeri güç ve başka açılardan birbirlerinden farklı olsalar da, birbirleri arasında ayrım yapılamaz ve aralarında astlık-üstlük ilişkisi bulunmamaktadır"* (Kayıhan ve Eski, 2015: 593).

Yukarıdaki ilke BM Anlaşması'nda açıkça yer almaktadır. Bununla birlikte yine söz konusu ekonomi hukuku olduğunda yukarıdaki ilke gereğince BM Anlaşması'na ek olarak, 1974 yılında BM Genel Kurulu tarafından kabul gören"Devletlerin Ekonomik Haklarına ve Görevlerine Dair Şart"ında somut düzenlemeler içermekte olduğunun altı çizilmelidir. Aşağıda bahsi geçen anlaşma ve şart naklen aktarılmıştır.

- *"Birleşmiş Milletler Antlaşması m. 2/1; Örgüt, tüm üyelerinin egemen eşitliği ilkesi üzerine kurulmuştur.*
- *Devletlerin Ekonomik Haklarına ve Görevlerine Dair Şart;*

Madde 2- 1. Her Devletin, bütün zenginliği, doğal kaynakları ve ekonomik faaliyetleri üzerinde, zilliyetlik, kullanma ve tasarruf etme de dahil, tam ve daimi egemenliği vardır ve onu serbestçe kullanacaktır.

Madde 10- Bütün Devletler, hukuken eşittir, ve milletlerarası toplumun üyeleri olarak, dünyanın ekonomik, mali ve parasal problemlerini, diğerleri yanında, uygun milletlerarası örgütler aracılığı ile onların mevcut ve inkişaf eden kurallarına uygun şekilde çözme hususlarında milletlerarası karar alma sürecine tamamıyla ve etkin bir şekilde iştirak etme ve ondan doğan nimetleri hakça bir şekilde paylaşma hakkına sahiptirler.

Bu ilke, müdahale yasağını da (içişlerine karışmama) içinde barındırmakta olup; devletlerin egemen eşitliği ilkesi, devletlerin dışarıdan baskı görmeden ve bağımsız olarak politik, ekonomik, sosyal ve kültürel sistemi ile kararlar verebilmesine imkân tanımaktadır. Yabancı bir devletin bu yöndeki iç meselelerine meşru olmayan karışması, müdahale yasağını ihlal eder (Herdegen, 2014a).

- *Devletlerin Ekonomik Haklarına ve Görevlerine Dair Şart;*

Madde 1- Her Devletin, kalkınma iradesine uygun şekilde, dışarıdan herhangi bir şekilde müdahale, zorlama veya tehdit olmadan, siyasi, sosyal veya kültürel sistemlerini olduğu kadar ekonomik sistemlerini de seçme hususunda egemen ve devredilmez hakkı vardır.

Bu bağlamda, Dünya Bankası veya IMF'nin kalkınmakta olan devletlere sağladıkları kredi ve diğer mali olanaklarla ilgili olarak, bir devlette gerekli reformların yapılması yönünde o devletin içişlerine karışmaları, tartışma konusu olmaktadır. Ancak bir devletin bu tür mali olanaklar ve kredilerden yararlanması, baştan itibaren somut olarak mevcudiyeti var olan bir hakka dayanmadığından, bu kuruluşlarıniçişlerinekarışması, müdahaleyasağı kapsamında değerlendirilmemektedir (Herdegen, 2014b)."

Bu hukuk düzenlemelerine bakıldığında devletler arasındaki astlık – üstlük ilişkisinin bulunmaması, tamamen eşit haklara sahip olmaları, bu bağlamda egemenlik hakkı ve egemenlik hakkı çerçevesinde birbirinin iç işlerine karışma yasağı vazgeçilemez hakları da içermektedir. Zira bu ilkede bahsedilen hakların zedelenmesi devlet olma ilkesini ortadan kaldıracaktır.

IMF'nin verdiği kredi ve mali olanaklardan yararlanmanın bir hak olmadığından bahisle sağlanan olanaklar karşılığında içişlerine karışma düzeyinde yükümlülükler talep etmesinin içişlerine karışma olmayacağı görüşüne katılmadığımızı belirtmeliyiz. IMF, bir banka gibi ticari bir kuruluş olmayıp, uluslararası ekonomik düzenin bozulmaması amacıyla BM üyelerinin doğrudan katılımcı olduğu, katılımcı ülkelere mali olanaklar sağlama amacıyla kurulmuş uluslararası bir organizasyondur. Bu açıdan bakıldığında, mali destek ve kredi talep eden ülkelerin içişlerine karışılmasını makul gösterecek hiçbir görüş kabul edilemez ve hukuken temelsizdir.

b) *İşbirliği ve DayanışmaİIkesi*

İkinci Dünya Savaşı sonunda orta yol olarak görülen bağlantısızlar bloğunun da ortaya çıkmasından sonra oluşmaya başlayan yeni uluslararası sistemde özellikle eşitsizliklerin ortada kaldırılması konusunda çeşitli talepler gün yüzüne çıkmaya başlamıştır. Savaşın sonlandığı 1945 yılında kabul edilen BM Antlaşması m. 55, bu yönde ilkesel düzenleme içermektedir(Kayıhan ve Eski, 2015: 592).

- *"Birleşmiş Milletler Antlaşması m. 55; Uluslararasında halkların hak eşitliği ve kendi yazgılarını kendilerinin belirlemesi ilkesine saygı üzerine kurulmuş barışçı ve dostça ilişkiler sağlanması için gerekli istikrar ve refah koşullarını yaratmak üzere Birleşmiş Milletler:*

1. *yaşam düzeylerinin yükseltilmesini tam istihdamı, ekonomik ve sosyal alanlarda ilerleme ve gelişme koşullarını,*
2. *ekonomik, sosyal alanlarla sağlık alanındaki uluslararası sorunların ve bunlara bağlı başka sorunların çözümünü, kültür ve eğitim alanlarında Uluslararası işbirliğini ve ırk, cinsiyet, dil ya da din ayrımı gözetmeksizin herkesin insan haklarına ve temel özgürlüklerine bütün dünyada etkin bir biçimde saygı gösterilmesini, kolaylaştıracaktır.*

- *Devletlerin Ekonomik Haklarına ve Görevlerine Dair Şart;*

Madde 8- Devletler, daha akılı daha hakça milletlerarası ekonomik ilişkileri kolaylaştırmakta ve bütün Devletlerin, özellikle kalkınmakta olan ülkelerin ihtiyaç ve menfaatleriyle uyum halinde olan dengeli bir dünya ekonomisi çerçevesinde yapısal değişiklikleri teşvik etmekte işbirliği yapmalıdır ve bu amaçla uygun tedbirleri almalıdır.

Madde 9- Bütün Devletler, dünyada, özellikle kalkınmakta olan ülkelerde ekonomik ve sosyal gelişmeyiiyileştirmekiçin ekonomik, sosyal, kültürel, bilimsel ve teknolojik sahalarda işbirliği yapma sorumluluğunutaşır."

Bu düzenlemelere bakıldığında hem ülkelere kendi iç hukuklarında uyum yükümlülüğühem de diğer ülkeler ile uyum halinde hareket ederek destek verme yükümlülüğü getirilmektedir. Bu açıdan birçok alanda işbirliği öngörüldüğünden konumuz ile sınırlı olarak; ekonomik olarak işbirliği, bu yapılırken bilim ve teknolojik alanlardaki işbirliği ile bu işbirliklerinin kurallarını koyan hukuki düzenlemeler de önem arzetmektedir.

c) *Ayrımcılık Yapmama İlkesi*

Bu ilke, *"karşılaştırılabilir obje ve olaylara farklı muamele yapılarak ilgililerinde dezavantaja yol açılmasını yasaklamakta olup; ayrımcılık yasağıhem devletlerin birbirleriyle olan ilişkilerini hem de devletlerin bireylerle olan ilişkilerini etkilemektedir"* (Tietje, 2009b). Bu ilke "Devletlerin Ekonomik Haklarına ve Görevlerine Dair Şart"ın dördüncü maddesinde şu şekilde karşımıza çıkmaktadır*: "Siyasi, ekonomik ve sosyal sistemlerine bakmaksızın, her Devletin milletlerarası ticaret ve diğer ekonomik işbirliği şekillerine girmek hakkı vardır. Hiçbir Devlet münhasıran bu farklılıklara dayalı herhangi bir ayırıma tabi tutulamaz. Milletlerarası ticaret ve diğer ekonomik işbirliği şekilleri ararken, her Devlet dış ekonomik ilişkiler örgütünü istediği şekilde seçmekte ve milletlerarası yükümlülük ve milletlerarası ekonomik işbirliği ihtiyaçları ile tutarlı olan iki taraflı ve çok taraflı antlaşmalara girmekte serbesttir."*

d) *MütekabiliyetİlkesiKavramsal* anlamda karşılıklılık anlamına gelen mütekabiliyet, *"bir devletin, başka bir devlette hem kendi işlemlerini de kapsayan düzenleme ve uygulamaları hem de vatandaşlarının yararlandığı hakları ve tabi olduğu uygulamaları dikkate alarak, o devletin işlemlerine veya vatandaşlarına hâkimiyet alanında aynı kapsamda düzenlemeler öngörmesini ve uygulamada bulunmasını ifade etmektedir"* (Kayıhan ve Eski, 2015: 595). *"Uluslararası ticarette mütekabiliyet ilkesi, sağlanan ticari kolaylıkların devletler arasında dengeli dağılmasını, yani örneğin tanınacak tavizlerin karşı tarafın aynı ölçüde tavizler tanımasına bağımlı hale getirilebileceğini ifade etmektedir"*(Göttsche, 2010). Bu ilke günümüzde özellikle "yabancılar hukuku ve milletlerarası usul hukuku alanlarında doğrudan normatif düzenleme olarak" karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda ilgili kanunlar aşağıda naklen aktarılmıştır:

- *"Milletlerarası Özel Hukuk ve Usul Hukuku Hakkında Kanunu m. 54; Yetkili mahkeme tenfiz kararını aşağıdaki şartlar dâhilinde verir:*

a) Türkiye Cumhuriyeti ile ilâmın verildiği devlet arasında karşılıklılık esasına dayanan bir antlaşma yahut o devlette Türk mahkemelerinden verilmiş ilâmların tenfizini mümkün kılan bir kanun hükmünün veya fiilî uygulamanın bulunması...

b)Sınırlar ötesi ekonomik faaliyetler birçok farklı hukuki düzenlemenin konusunu teşkil etmektedir. Bunların bir kısmı milli kamu hukuku ve özel hukuk karakterli, bir kısmı da uluslararası hukuk kaynaklıdır.Bu doğrultuda uluslararası ekonomi hukukunun içeriğini belirleyen hukuk branşları şunlardır:

- *Uluslararası Hukuk,*
- *Supranasyonal Hukuk, (Uluslarüstü Hukuk)*
- *Milli Hukuk,*
- *Diğer (Uluslararası Hukuk ve Uluslararası Anlaşmalar) Normatif Yönlendirme Mekanizmaları"*

Devletlerin birbirleri ile ilişkilerinde herhangi bir alanda tek taraflı olarak taviz verilmesini beklemek mütekabiliyet ilkesine aykırılık oluşturur. Bu ilkeye aykırı hareket etmek de aslında yukarıda bahsedilen diğer ilkelere de aykırılık teşkil eder. Örneğin bir devlet vatandaşının başka bir devlette taşınmaz satın alma hakkı verilmesi için öncelikle kendi devletinin de diğer devlet vatandaşlarına bu hakkı vermesi beklenir. Tek taraflı olarak bu hak beklentisi mütekabiliyet ilkesine aykırılık oluşturur. Ekonomik ilişkilerde vergisel düzenlemeler, muafiyetler, ticari kolaylıklar, vize alabilme veya vizesiz seyahat kolaylıkları da mütekabiliyet ilkesi çerçevesinde hareket edilmesi gerek alanlar arasında sayılabilir.

SONUÇ

Genel kabul gören bir tabirle, küreselleşen dünya düzeni ile uluslararası sistem adeta küçük bir köye dönüşmüştür. Böylelikle "ekonomi", "politika" ve bu iki bilim dalının etkileşimini sağlayacak olan "iletişim" üçgeninde, devletlerin her geçen gün birbirleri ile daha yakın ilişkiler içerisinde oldukları bir sistem gelişmiştir. Bu yeni sistem de devletlerin ekonomik anlamda benimsemiş oldukları yönetim anlayışındaki sınırların

azalmasını ya da tamamen ortadan kaldırılmasını sağlarken aynı zamanda yeni finansal araç ve yönetimlerin de gelişmesini sağlamıştır. Öte taraftan yine bu durum, sermayenin devletler arasında serbest dolaşımı sonucunu da beraberinde getirmiştir. Serbest piyasa, esasında hem yasal hem de kurumsal bir çerçeveye duyulan ihtiyaçtan gelişmiştir. Bakıldığında bu ihtiyaç da mali piyasaların ve bu piyasalardaki kurumların birbirleri ile bütünleşmeleri sonucunu ortaya çıkarmıştır. Nitekim mevcut amaç da ekonomik faaliyete katılanlar arasında bir uzlaşmacı rol gütmek olduğundan; böyle bir ortam da hukuk sistemini etkisi altına aldığı gibi ekonomi hukuku da giderek uluslararası bir yapıya kavuşmaya başlar hale gelmiştir. Bir başka ifade ile sosyal devlet algısının da güç kazanmaya başladığı bu dönemde, devletin toplumsal hayatın ekonomik alandaki durumuna müdahalesi ve bu müdahalenin kapsamı, yöntemi ve denetimi de bir inceleme konusu olarak literatürde yerini almıştır. Bu anlamda hem kamusal alanda hem de özel hukuk karakterli karma bir yapıya sahip olan kavram için ifade edilebilir ki; "*geleneksel uluslararası ticaret hukukunun konuları dışında kalan ve daha çok milletlerarası ticaretle ilgili olarak devletler arasında veya üstünde kurulan yeni kurumlar, milletlerarası anlaşmalar, milletlerarası karteller ve rekabet hukuku başlıkları milletlerarası ekonomi hukukunun konusunu meydana getirmektedir"* (Karayalçın, 1968: 75).

Sonuç olarak günümüzde, ekonomik gelişmeler ve bu gelişmelerin ortaya çıkardığı ekonomik faaliyetler, pek çok hukuki düzenlemeye konu olmaktadır. Küreselleşerek değişen ve gelişen günümüz uluslararası sisteminde, gelecek dünyada teknolojinin de etkisi ile her iki bilim dalının da daha sık ilişki içerisinde olacağı beklenmektedir. Bu nedenle çalışmanın ikinci bölümünde yer verilen ilgili anlaşma ve şartların günümüz sisteminde revizyonuna ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Nitekim süreç içerisinde küresel çapta daha etkin olmak isteyen tüm devletler de (özellikle de yükselen güçler) uluslararası ekonomi hukukunun kaynakları nezdinde yeni sisteme ayak uydururken, bu sisteme ayak uydurdukça sistemi de geliştirerek kapsamını daha da genişletecek oldukları öngörülmektedir. Çünkü gelecek teknolojik altyapının geleceğidir.

KAYNAKÇA

Akıncı, Müslüm. (2001). Ekonomik Kamu Düzeni ve Rekabet Kurumu, Rekabet Dergisi, Sayı: 5, ss.3-16.

Aygen, M.Ş. (2020). Uluslararası Ekonomik Hukukun Kurumsal Yapısı ve Temel Kuramları, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Özel Hukuk Ana Bilim Dalı, Küresel Ticaret Yönetimi ve Hukuku Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep.

Baykal, C.M. (2008). Hukuk-Ekonomi İlişkisi ve Ekonomi Hukuku Üzerine, Ankara Barosu Dergisi, Yıl: 66, Sayı: 4,ss.76-87.

Çevik, Kemal. (2007). Ekonomi Hukuku Yaklaşımı İle Banka Hukuku, Ankara.

Erçin, F., ve Balkanlı, A. O. (2018). Küresel Ekonomide Ekonomi Hukuku ve EtkinliğininGelişimi, Eurasian Business & Economics Journal, 16, ss.1-17.

Ergür, O. K. (2020). Uluslararası Hukuk İlkeleri Çerçevesinde Vergilendirme Yetkisi, S. Öztürk, E. Baykut, H. Bardakçı, O. K. Ergür, H. Sürüri, & S. Öztürk (içinde), Uluslararası Ekonomi, Parasal İktisat ve Kent Ekonomisi, Ankara: İksad Yayınevi, ss. 109-131.

Fikentscher, Wolfgang. (1980). İktisadi Kontrolün Üç Fonksiyonu (Tekelleri Önleme Hukuku), (çev. TuğrulAnsay - Mustafa Ünal), Banka ve Ticaret Hukuku Dergisi, Cilt: X, Sayı: 3, ss.711-732.

Göttsche Götz J, in; Hilf, Meinhard Oeter, Stefan (Hrsg.); WTO-Recht, 2. Bası, Baden-Baden 2010.

Gürkaynak, Gönenç. (2003). Türk Rekabet Hukuku Uygulaması İçin "Hukuk ve İktisat" Perspektifinden "Amaç" Tartışması, Rekabet Kurumu Yayın No:134, Ankara.

Hoffmann, Jochen. (2009).TheoriedesinternationalenWirtschaftsrechts, Tübingen.

Hirsch, Ernst. (1948). Ticaret Hukuku Dersleri, İstanbul.

İnsel, Ahmet. (2005). İktisat ve Hukuk Arasındaki Karmaşık İlişki, Güncel Hukuk, Sayı: 24, ss.38-40.

Karayalçın, Yaşar. (1992). Pazar Ekonomisi ve Hukuk, Banka ve Ticaret Hukuku Dergisi, Aralık, Cilt: XVI, Sayı: 4, ss.87-100.

Karayalçın, Yaşar. (1968). Ticaret Hukuku (I.Giriş-Ticari İşletme), 3. Baskı, Ankara.

Kayıhan, Ş. ve Eski, M. (2015). Uluslararası Ekonomi Hukuku Kavramı ve Uluslararası Ekonomi Hukukunun Kaynakları, International Conference on Eurosian Ecomies, Session 2D: 591-600.

Mimaroğlu, Sait Kemal. (1970). Ticaret Hukuku, Birinci Cilt, İşletme Hukuku, Genişletilmiş İkinci Baskı, Ankara.

Pazarcı, Hüseyin. (2013). Uluslararası Hukuk, 12. Bası, Ankara.

Sanlı, Kerem Cem. (2007). Haksız Fiil Hukukunun Ekonomik Analizi - Hukuk ve Ekonomi Öğretisi, İstanbul.

Savatier, René. (1980). Hukuki ve Ekonomik AçıdanBorçlar Teorisi, (çev.Turgut Önen-Tamer İnal), Ankara.

Tan, Turgut. (1972). Ekonomik Hukuk ve Ekonomik Kamu Hukuku, Amme İdaresi Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 1, ss.15-42.

Tiryaki, T. ve *Gürsoy*, T. (2004). Ekonomik Suç Kavramı ve Sigortacılık Suçlarının Bu Açıdan Değerlendirilmesi, Sayıştay Dergisi, Sayı: 55, ss.53-69.

Türkbağ, A.U. (2003). Hukuk ve Ekonomi Anlayışı ya da Hukukun Ekonomik Analizi, Hukuk Felsefesi ve Sosyolojisi, 8. Kitap, İstanbul Barosu Yayını, İstanbul,ss.58-68.

TÜRKİYE'DE BELEDİYELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA UYGULAMALARI

Dr., Enes CÖMERT
Bağımsız Araştırmacı, Kamu Yönetimi, enescomert89@gmail.com,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1833-336X

Özet

Belediyelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında finansman mekanizmaları, özellikle de kamu-özel sektör iş birlikleri kritik bir rol oynamaktadır. Kamu hizmetlerinin kalitesini artırmak ve altyapı projelerini finanse etmek için kullanılan kamu-özel sektör iş birliği modelleri, finansal ve yönetsel risklerin taraflar arasında paylaşıldığı bir sistem sunar. Bu ortaklıklar, belediyelerin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri olan finansman eksikliğini gidermeye yardımcı olur. Bu modellerle yapılan projeler arasında yap-işlet-devret, yap-işlet-mülkiyetin devri, yap-kirala-devret ve işletme hakkı devri gibi çeşitler bulunmaktadır. Bu modeller sayesinde kamu kesimindeki kısıtlı kaynaklar etkin bir şekilde kullanılırken, özel sektörün getirdiği verimlilik ve uzmanlık da projeye entegre edilir.

Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma projelerinin finansmanında kamu-özel sektör iş birliği modellerinin başarılı bir şekilde uygulandığı pek çok örnek vardır. Örneğin; İstanbul'da yapımı tamamlanan Haliç Kongre Merkezi ve İzmir'de inşa edilen İzmir Entegre Atık Yönetimi Projesi, bu tür ortaklıkların somut başarılarıdır. Bu projeler, hem finansal açıdan sürdürülebilirliği sağlamakta hem de çevresel ve sosyal faydalar sunmaktadır. Haliç Kongre Merkezi gibi projeler şehir ekonomisine katkı sağlarken, atık yönetimi projeleri çevresel sürdürülebilirliğe destek olmaktadır.

Belediyelerin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik taahhütleri ve bu taahhütleri yerine getirmeleri için gereken finansal kaynaklar arasındaki boşluk, yenilikçi finansman çözümlerini zorunlu kılmaktadır. kamu-özel sektör iş birliği, hem yerel yönetimlerin hem de merkezi yönetimin mali yükünü azaltırken, projelerin hızlı ve verimli bir şekilde tamamlanmasına olanak tanır. Ayrıca bu modeller, uzun vadeli planlama gerektirerek, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik stratejik bir yaklaşımı teşvik etmektedir. Bu sayede belediyeler, sadece güncel ihtiyaçları karşılamakla kalmayıp, gelecek nesillerin yaşam kalitesini güvence altına alacak projelere de yatırım yapabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Belediye, sürdürülebilir kalkınma, finansman, kamu-özel sektör işbirliği.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT PRACTICES IN MUNICIPALITIES IN TURKEY

Dr., Enes CÖMERT
Independent Researcher, Public Administration, enescomert89@gmail.com,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1833-336X

Abstract

Financing mechanisms, particularly public-private partnerships, play a critical role in helping municipalities achieve their sustainable development goals. Public-private partnership models used to improve the quality of public services and finance infrastructure projects offer a system in which financial and managerial risks are shared between the parties. These partnerships help address one of the biggest challenges municipalities face: funding shortages. Projects implemented through these models include build-operate-transfer, build-operate-transfer of ownership, build-lease-transfer, and transfer of operating rights. Thanks to these models, limited public resources are used effectively, while the efficiency and expertise brought by the private sector are also integrated into the project.

There are many examples in Turkey of successful implementation of public-private partnership models in the financing of sustainable development projects. For example, the Haliç Congress Center completed in Istanbul and the İzmir Integrated Waste Management Project under construction in İzmir are concrete examples of the success of such partnerships. These projects ensure financial sustainability while also providing environmental and social benefits. Projects such as the Haliç Congress Center contribute to the city's economy, while waste management projects support environmental sustainability.

The gap between municipalities' commitments to sustainable development and the financial resources required to fulfill these commitments necessitates innovative financing solutions. Public-private partnerships reduce the financial burden on both local and central governments while enabling projects to be completed quickly and efficiently. Additionally, these models encourage a strategic approach to sustainable development goals by requiring long-term planning. As a result, municipalities can invest in projects that not only meet current needs but also ensure the quality of life for future generations.

Keywords: Municipality, sustainable development, financing, public-private partnerships.

TÜRKİYE'DE BELEDİYELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ

Dr., Enes CÖMERT
Bağımsız Araştırmacı, Kamu Yönetimi, enescomert89@gmail.com,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1833-336X

Özet

Türkiye'deki belediyelerde performans yönetiminin yasal altyapısı oldukça güçlüdür. Ancak uygulamada ciddi sorunlarla karşılaşılmaktadır. 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ve 5393 sayılı Belediye Kanunu gibi yasal düzenlemeler, belediyelerin stratejik planlar ve performans programları hazırlamasını zorunlu kılar. Ayrıca her belediye, bireysel personel performansını puanlama esasına göre değerlendiren kendi yönetmeliklerini oluşturmaktadır.

Bununla birlikte mevzuatın karmaşıklığı, performans programları ile bütçe arasında tam bir uyum kurulmasını zorlaştırır. En önemli sorunlardan birisi, kurumsal hedefler ile bireysel personel değerlendirmeleri arasındaki bağın zayıf olmasıdır. Bu durum, bir personelin "çok iyi" performans notu almasına rağmen kurumun genel hedeflerine ne kadar katkı sağladığının belirsiz kalmasına yol açar. Siyasi ve idari değişiklikler, sistemin sürekliliğini tehdit eder ve performans yönetiminin kurumsal bir felsefe yerine, her yeni yönetimde yeniden kurgulanan bir prosedüre dönüşmesine neden olur. Ayrıca belediyelerde performans yönetimini etkin bir şekilde yürütebilecek uzman personel eksikliği de önemli bir sorundur.

Çeşitli sorunlara çözüm olarak sunulan uluslararası uygulamalar örnek alınmalıdır. Vatandaş katılımı ve geri bildirimlerinin değerlendirme sürecine dâhil edilmesi, sistemin daha şeffaf ve vatandaş odaklı hale gelmesini sağlayabilir. Ayrıca bireysel performans hedefleri, kurumun genel stratejik amaçlarını destekleyecek şekilde daha küçük ve somut görevler olarak tasarlanmalıdır. Performans, sadece "ne kadar iş yapıldığı" değil, bu işlerin "vatandaşın yaşam kalitesine nasıl bir etki yaptığı" temelinde ölçülmelidir. Sonuç olarak, belediyelerin performans yönetimini sadece bir yasal zorunluluk olarak değil, aynı zamanda vatandaş odaklı, sürekli gelişen bir yönetim felsefesi olarak benimsemesi gerekmektedir. Bu dönüşüm, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve yerel yönetimlerin gerçek anlamda vatandaş odaklı hizmetler sunmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Performans değerlendirme, yasal altyapı, uygulama sorunları, vatandaş odaklılık.

ANALYSIS OF PERFORMANCE EVALUATION METHODS IN MUNICIPALITIES IN TURKEY

Dr., Enes CÖMERT
Independent Researcher, Public Administration, enescomert89@gmail.com,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1833-336X

Abstract

The legal framework for performance management in Turkish municipalities is quite robust. However, serious problems are encountered in practice. Legal regulations such as the Public Financial Management and Control Law No. 5018 and the Municipal Law No. 5393 require municipalities to prepare strategic plans and performance programs. In addition, each municipality establishes its own regulations that evaluate individual staff performance on a point basis.

However, the complexity of the legislation makes it difficult to establish full alignment between performance programs and budgets. One of the most significant issues is the weak link between institutional goals and individual staff evaluations. This situation leads to uncertainty regarding the extent to which an employee's "excellent" performance rating contributes to the institution's overall goals. Political and administrative changes threaten the continuity of the system and cause performance management to become a procedure that is re-designed with each new administration rather than an institutional philosophy. Another significant problem is the lack of specialized personnel capable of effectively implementing performance management in municipalities.

International practices offered as solutions to various problems should be taken as examples. Including citizen participation and feedback in the evaluation process can make the system more transparent and citizen-focused. In addition, individual performance targets should be designed as smaller and more concrete tasks that support the overall strategic objectives of the institution. Performance should be measured not only by "how much work is done" but also by "how this work affects the quality of life of citizens." In conclusion, municipalities should embrace performance management not only as a legal obligation but also as a citizen-focused, continuously evolving management philosophy. This transformation will enable more efficient use of resources and allow local governments to provide truly citizen-focused services.

Keywords: Performance evaluation, legal infrastructure, implementation issues, citizen-focused approach.

SÜRDÜRÜLEBİLİR FİNANSIN SAĞLIK KURUMLARINDAKİ YANSIMALARI: BİLİMSEL YAYINLARIN HARİTALANMASI

Dr. Öğretim Görevlisi, Esra AKPINAR KILINÇ1
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Yönetim Organizasyon Bölümü, esrakilinc@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1211-776X

Özet

Günümüzde, küresel finansal istikrarsızlıklar, sosyoekonomik eşitsizliklerin artması ve sera gazı emisyonlarının yol açtığı iklim krizi, sağlık sektörü de dâhil olmak üzere tüm ekonomik alanlarda yapısal dönüşüm ihtiyacını gerekli kılmaktadır. Bu zorluklar sağlık sistemlerinde kurumları, sürdürülebilir finans anlayışı doğrultusunda iş stratejilerine çevresel, sosyal ve kurumsal yönetişim (ESG) unsurlarını ve dijital dönüşümü dâhil etmeye yöneltmiştir. Sağlık sektörü, geniş işgücü ve paydaşların refahı üzerindeki etkisi nedeniyle kritik bir konuma sahiptir. Artan riskler ve sınırlı kamu kaynakları, hizmet sağlayıcıların verimli, esnek ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeleri gerektiğini göstermektedir. Sağlık sistemlerinin uzun vadeli dayanıklılığını sağlamak ve küresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için sağlık kurumlarının finansman yapılarının sürdürülebilir finansman çerçevesinde ele alınması çok önemlidir. Bu bakımdan çalışma, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans arasındaki ilişkinin bilimsel literatürde ki gelişimini bibliyometrik bir yöntemle analiz ederek sağlık kurumlarının sürdürülebilirlik finans anlayışına ilişkin yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Bu çalışma da 2010–2025 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayınlanan bilimsel yayınlar Web of Science ve VOSviewer aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ABD ve Çin en çok yayın yapan ülkeler olarak belirlenmiştir. En çok yayın yapan ve en çok atıf alan yazar Leider, JP. ‘ dir. 2010 ve 2019 döneminde sınırlı sayıda akademik çalışma yapıldığı, 2020 yılı itibariyle yapılan çalışmalarının sayısının arttığı belirlenmiştir. Anahtar kelimeler incelediğinde ise sağlık finansmanı, yeşil finans ve sürdürülebilirlik, halk sağlığı ve COVID-19 kavramları öne çıkmaktadır. Sağlık ve finans literatürünün özellikle COVID-19 pandemisi sonrasında hızla geliştiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma ile sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans arasındaki ilişki haritalanarak literatür bütüncül bir şekilde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Kurumları, Sürdürülebilir Finans, Bibliyometrik Analiz, Web of Science

REFLECTIONS OF SUSTAINABLE FINANCE IN HEALTH INSTITUTIONS: MAPPING OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Dr. Öğretim Görevlisi, Esra AKPINAR KILINÇ1
Karamanoğlu Mehmetbey University, Department of Management Organization, esrakilinc@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1211-776X

Abstract

Today, global financial instability, rising socioeconomic inequalities, and the climate crisis caused by greenhouse gas emissions necessitate structural transformation in all economic sectors, including the healthcare sector. These challenges have led healthcare institutions to incorporate environmental, social, and corporate governance (ESG) elements and digital transformation into their business strategies in line with a sustainable finance approach. The healthcare sector holds a critical position due to its impact on the well-being of its workforce and stakeholders. Increasing risks and limited public resources necessitate that service providers develop efficient, flexible, and sustainable solutions. Addressing the financing structures of healthcare institutions within the framework of sustainable finance is crucial to ensure the long-term resilience of healthcare systems and achieve global sustainability goals. In this regard, this study provides a guiding framework for healthcare institutions' understanding of sustainable finance by analyzing the evolution of the relationship between healthcare institutions and sustainable finance in the scientific literature using a bibliometric method. This study analyzes scientific publications published in the Web of Science database between 2010 and 2025 using Web of Science and VOSviewer. The analysis identified the US and China as the countries with the highest number of publications. The author with the most publications and the most cited is Leider, JP. It was determined that a limited number of academic studies were conducted between 2010 and 2019, and that the number of studies has increased since 2020. When keywords are examined, the concepts of health financing, green finance and sustainability, public health, and COVID-19 stand out. It has been observed that the health and finance literature has developed rapidly, especially after the COVID-19 pandemic. Consequently, this study provides a holistic examination of the literature by mapping the relationship between healthcare institutions and sustainable finance.

Keywords: Healthcare Institutions, Sustainable Finance, Bibliometric Analysis, Web of Science

GİRİŞ

Son yıllarda sağlık sistemleri, küresel maliyet baskıları, demografik değişimler ve iklim krizi kaynaklı yapısal riskler nedeniyle giderek artan bir baskı altında kalmaktadır. Sağlık sistemleri, büyük ölçeği ve ekonomik etkileriyle birlikte, iklim değişikliği bağlamında göz ardı edilemeyecek düzeyde etkileri bulunmaktadır (Pichler, vd., 2019:2). Sağlık sistemleri, küresel sera gazı emisyonlarının %5'inden sorumludur. Bu nedenle sağlık hizmetleri iki yönlü bir sorumluluk taşımaktadır: Birincisi, iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında kendi karbon ayak izini azaltmak; ikincisi ise sağlık faaliyetlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmektir (WHO, 2020). Aynı zaman da sağlık sistemleri iklim değişikliğiyle mücadelede toplum için bir rol model olarak hareket etmek gibi bir sorumluluğu da bulunmaktadır (Rodriguez, vd., 2023:4).

Özellikle Covıd 19 (pandemi), sağlık sistemleri ve mevcut sağlık finansmanı düzenlemelerinin evrensel kırılganlıklarını ortaya koymaktadır. Sağlık için ayrılan bütçe alanı daralırken sağlık hizmetlerine olan talep artmaktadır. Gıda güvenliği ve geçim kaynaklarını da etkilemekte olan bu durum sağlık hizmetlerinde finansal erişim üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. İklim değişikliği, sağlık sistemleri ve finansmanı için de benzer riskler oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin ağırlaştırdığı sağlık sorunlarının ele alınması, tedarik zincirlerinin, sağlık çalışanlarının ve sağlık altyapılarının korunması, hizmet sunumunun sürekliliğinin ve halkın hizmetlere erişiminin sağlanması için ek kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır (Borghi, vd., 2024:4). Yaşlanan nüfus, kronik hastalıklardaki artış ve sağlık hizmetlerine olan sürekli artan talep, sınırlı kamu kaynaklarıyla birleşince, mevcut finansman modellerinin sürdürülebilirliği konusunda zorluklar oluşturmaktadır (Braithwaite, vd., 2019:2). Bu bağlamda, sağlık kurumları için sürdürülebilir finansman yaklaşımlarına duyulan ihtiyaç giderek daha da önemli hale gelmektedir.

Sürdürülebilir finans kavramı, ekonomik getirilerin yanı sıra çevresel, sosyal ve yönetişim (ESG) kriterlerinin de dikkate alındığı karar alma süreçlerini içermektedir. Sürdürülebilir finansın genişlemesi, özellikle ESG yatırımlarıyla, finansal getiri sağlama, toplumsal değerlerle uyum sağlama ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlama potansiyeli nedeniyle dikkat çekmektedir (OECD, 2021).

Sağlık sektörü ESG faktörlerini entegre ederek sürdürülebilir zorluklara yanıt vermelidir. ESG'nin genel felsefesi, çevreye karşı sorumlu bir yaklaşımı vurgulayan (örneğin, sera gazı emisyonlarının ve su tüketiminin azaltılmasına yönelik özel eylemler, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, vb.), sosyal sorumluluğa uyum (örneğin, insan hakları, iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ve protokolleri vb. ile ilgili işyerinde ayrımcılık olaylarıyla mücadeleye yönelik politikalar) ve kurumsal yönetişimin uygun şekilde uygulanmasını sağlamaktır. Sağlık kurumlarının uzun vadeli dayanıklılığını ve küresel sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumunu sağlamak için finansal stratejilerin gözden geçirilmesi gerekmektedir (Sepetis, vd., 2024:2).

Mevcut literatürün incelenmesi, sürdürülebilir finansmanla ilgili çalışmaların büyük ölçüde genel ekonomi, enerji, çevre ve finansal piyasalar gibi daha geniş bağlamlara odaklandığını ortaya koymaktadır. Ancak, özellikle sağlık kurumları içinde sürdürülebilir finansmanın teorik ve pratik boyutlarını inceleyen araştırmalar oldukça sınırlıdır. Sağlık kurumlarının artan finansman gereksinimleri ve küresel ölçekte sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirliğin stratejik öncelik kazanmasıyla birlikte bu tutarsızlık giderek daha belirgin hale gelmektedir. Sağlık sistemlerinin finansal kırılganlıkları, daha çok "Covid 19" olarak bilinen pandemiyle daha da belirgin hale gelmiştir. Bu durum, dayanıklılık mekanizmalarının önemini vurgulamış ve sürdürülebilir finans ile sağlık sektörünün kesişim noktasını incelemenin gerekliliğini göstermektedir.

Bu çalışma, mevcut literatürde ki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, 2010 ile 2025 yılları arasında sağlık kurumları bağlamında sürdürülebilir finans alanında yayınlanan bilimsel yayınların gelişimini bibliyometrik analiz kullanarak haritalandırmak ve bu alandaki araştırma eğilimlerini, işbirliği ağlarını ve kavramsal kümeleri ortaya çıkarmaktır. Web of Science Core Collection veritabanından elde edilen yayınlar, VOSviewer programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan analiz yöntemi, yayın eğilimlerinin yıllara göre incelenmesini, en fazla katkı sağlayan ülkelerin ve önde gelen dergilerin

belirlenmesini, yazar işbirliği ağlarının analizini ve anahtar kelime eşzamanlılık haritalarının oluşturulmasını içermektedir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Lennox, vd., (2018), yılında sağlık hizmetlerinde sürdürülebilir yaklaşımlar konu alan belgeler Prısma yönergeleri doğrultusunda incelenmiştir. Bu çalışmada sürdürülebilirlik yaklaşımını içeren 62 makale karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda, sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirliği tanımlayan 40 ayrı yapı ortaya koyulmuştur. Analiz, yaklaşımlar arasında belirli ölçüde tutarlılık olduğunu, özellikle altı yapının %75'inde tekrarlandığını göstermiştir. Ancak hiçbir yaklaşım tek başına tüm yapıları kapsamamış, yapı kombinasyonları da her çalışmada farklılık göstermiştir. Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirlik yapıları için kapsayıcı çerçeve geliştirilmiştir.

Fridell, vd., (2019) sağlık sistemi dayanıklılığının tanımlarını ve özelliklerini belirlemek için yayınlanmış 2013 – 2018 yılları arasındaki 24 makale analiz edilmiştir. Çalışma, literatürde ve uzman görüşlerinde sağlık sistemi dayanıklılığının; adaptasyon, sürdürme, absorbe etme, öğrenme, dönüşüm, şoklara karşı koyma ve tepki verme kapasitesi ile tanımlandığını göstermektedir. Ayrıca, sağlık sisteminin hedef ve işlevlerinin bu dayanıklılık özelliklerine yansıdığı, iyi yönetişimin, güvenilir bilgi sistemlerinin ve güçlü bir iş gücünün kritik unsurlar olduğu belirlenmiştir.

Zurynski, vd., (2022), sağlık sistemlerinin sürdürülebilir performansı nasıl kavramsallaştırdığı, geliştirdiği analiz edilmiştir. PubMed ve Ovid Medline'da gelişmiş bir arama gerçekleştirilmiştir. 142 makale incelenerek kalıcı değişimi sağlamak ve ortaya çıkan zorluklara etkili biçimde yanıt verebilmek için, bağlama uygun tanımlar ve çerçevelerin yanı sıra sağlık sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini ve performansını destekleyecek sağlam, esnek ve uygulanabilir stratejilere ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Rahat, vd., (2023) çalışmalarında sağlık sektöründe sürdürülebilirlik uygulamalarına rehberlik etme ve haritalandırmak üzerine 1995 ve 2022 yıllarında 79 makale incelenmiştir. Bulgular, sürdürülebilirlik uygulamalarının sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarının kurumsal performans üzerindeki etkisine dair fikir birliği eksikliği olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte mevcut inceleme, sağlık hizmeti sunum sistemleri ve politika yapıcıların sürdürülebilir kalkınma hedeflerini desteklemek amacıyla hizmetlerini yeniden tasarlamalarına yönelik önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Or ve Seppanen (2024), yılında sağlık sisteminin iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolünü incelemiştir. 2000-2022 ve 2010 -2022 yılında yayınlanan makaleler Google ve Web of Science aracılığı ile belirlenerek incelenmiştir. Bu çalışma ile sağlık sektörü hem doğrudan enerji ve kaynak kullanımı hem de dolaylı olarak ürün ve teknolojiler aracılığıyla küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Yeşil müdahaleler ve çevresel olarak sürdürülebilir hizmet stratejileri, hem sağlık sistemlerinin performansını hem de çevresel sonuçları iyileştirebilmektedir.

Nunes ve Dale (2025), yılında yaptığı çalışmada sürdürülebilir sağlık araştırmalarının küresel eğilimleri ve gelişimlerinin bibliyometrik haritalamasını yapmaktadır. Çalışma, küresel iş birliğinin geliştirilmesini ve çözümlerin farklı bağlamlara uyarlanmasını önermektedir. Dijital sağlık, yapay zekâ ve IoT gibi teknolojilere yatırım yapmak hem hizmet kalitesini artırmak hem de çevresel etkiyi azaltmak açısından kritik öneme sahip olduğunu belirtmektedir. Disiplinlerarası araştırmalar, eğitim ve açık erişim faaliyetleri aracılığıyla inovasyonun ve görünürlüğün desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Akademi, endüstri ve hükümet arasındaki ağların güçlendirilmesi sürdürülebilir uygulamaları teşvik edeceği, etik ve eşitlik kaygılarının gözetilmesi ise özellikle savunmasız topluluklar için kapsayıcı sağlık sistemleri oluşturulmasına katkı sağlayacağını belirtmektedir.

2. YÖNTEM

Araştırmada, 2010–2025 yılları arasında sağlık kurumları bağlamında sürdürülebilir finans üzerine yapılan makaleler bibliyometrik yöntemle incelenmiştir. Bibliyometrik analiz, bilim insanları tarafından çeşitli amaçlarla kullanılan bir araçtır. Bunlar arasında makale ve dergi performansındaki yeni eğilimlerin

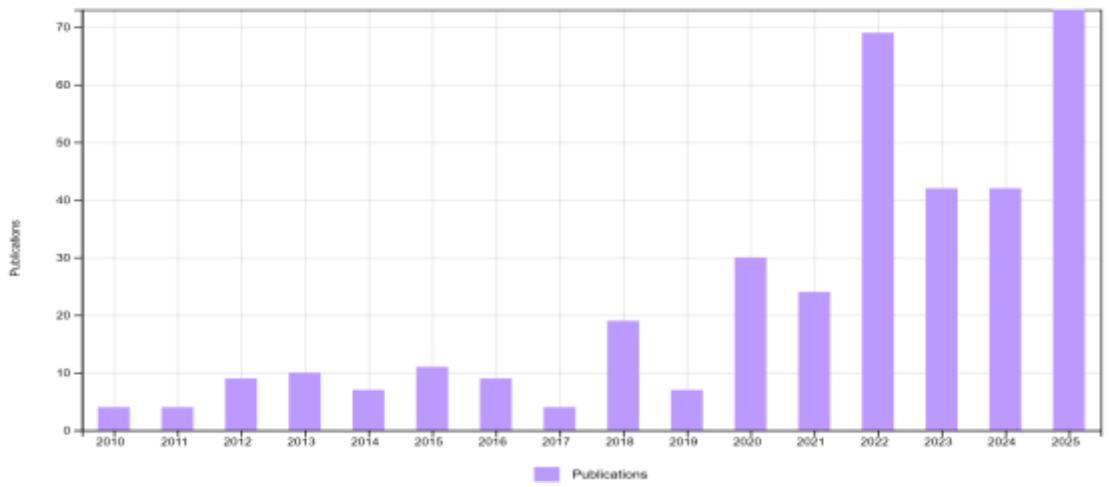
belirlenmesi, işbirliği modelleri ve araştırma bileşenlerinin incelenmesi ve mevcut literatürde belirli bir alanın entelektüel yapısının incelenmesi yer almaktadır (Donthu, vd., 2021:285).

Bibliyometrik, büyük miktarda bilimsel verinin işlenmesinde uygulanabilirliğini ve araştırma etkisine önemli katkısını yansıtan bir çalışma alanıdır. R ve VOSviewer gibi bibliyometrik araçların yanı sıra Google Scholar, Scopus ve Web of Science gibi bilimsel veritabanlarının popülaritesi, bu araçların ve veritabanlarının geliştirilmesi, erişilebilirliği ve kullanılabilirliği gibi birçok değişkene bağlanabilir. Bibliyometrik metodolojinin disiplinler arası etkisi de, veri bilimi alanından operasyonel araştırma alanına kadar yaygın olarak benimsenmesinde önemli bir rol oynamıştır (Passas, 2024:1014).
Araştırmada, Web of Science veritabanı kullanılarak elde edilen veriler VOSviewer programı ile incelenmiştir. VOSviewer yazılımı, bibliyometrik analizi kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Yazılım, ortak atıf, ortak yazarlık ve ortak görünüm haritaları oluşturmak amacıyla geliştirilmiştir. Ayrıca, yazılım, haritanın daha ayrıntılı incelenmesini kolaylaştıran büyütme, gezinme ve arama işlevleri gibi bir dizi ek özelliğe sahiptir (Doulani, 2021:6).

3. BULGULAR

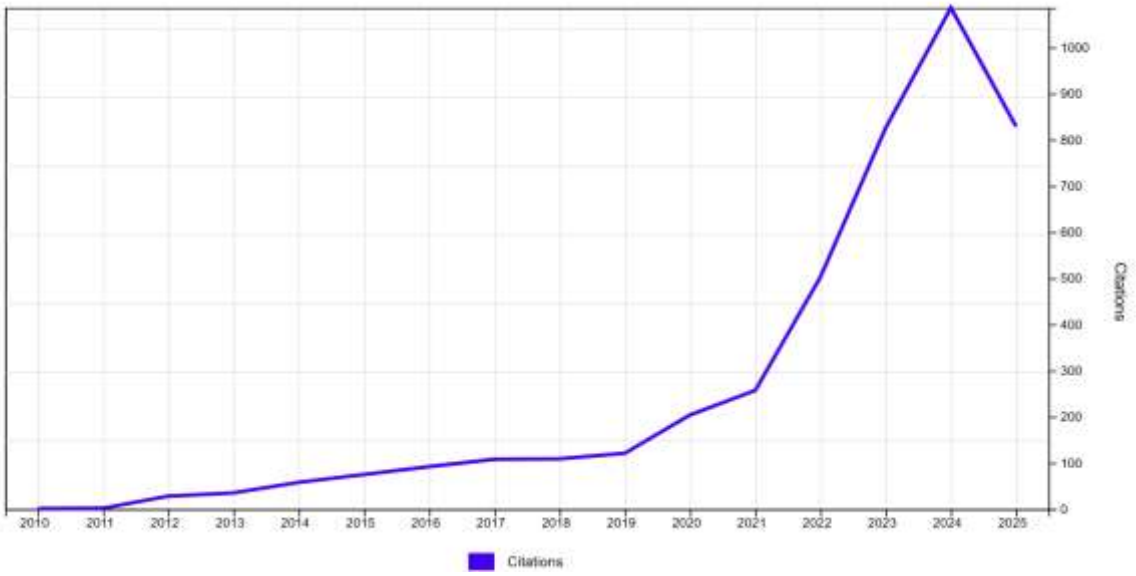
Bu çalışmada 2010 – 2025 yılları arasında Web of Science veri tabanında yer alan ‘sustainable finance’, ‘green finance’, ‘hospital finace’, ve ‘healthcare’ anahtar kelimeleri kullanılarak 656 makale elde edilmiştir. Alan sınırlaması kamu, çevresel iş sağlığı, işletme finansı ve ekonomi disiplinleri ile yapılmış; doküman türü olarak yalnızca makaleler seçildiğinde, toplam 364 çalışmaya ulaşılmıştır.

Şekil 1. Yıllara Göre Yayın Sayısı



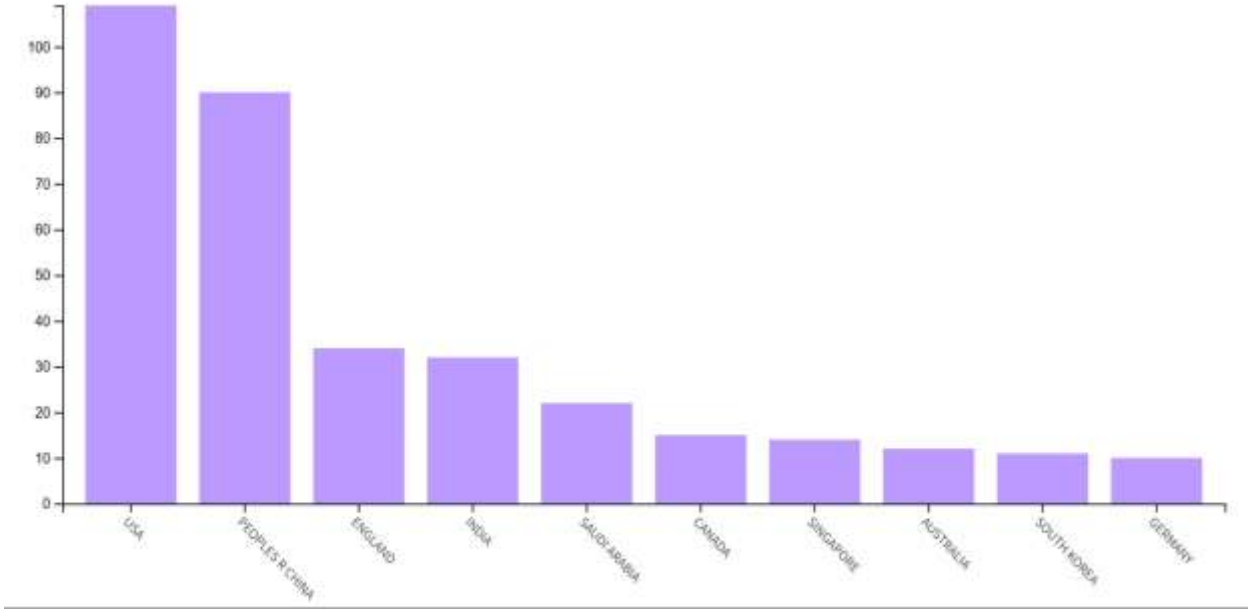
Şekil 1’ de 2010–2017 yılları arasında yayın sayıları düşük düzeyde seyretmiş literatürde konunun henüz sınırlı bir ilgi gördüğü anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla yayın sayılarında artış başlamıştır. 2022 yılında 69 yayın ile dikkat çekici bir sıçrama gerçekleşmiştir. 2025 yılı ise 73 yayın ile en yüksek yayın üretimin gerçekleştiği yıl olduğu gözlemlenmiştir.
2010 ile 2025 yılları arasında yayın sayılarının dağılımı incelendiğinde, özellikle 2018'den itibaren belirgin bir artış eğilimi bulunmaktadır. 2020 yılında Covıd 19 pandemisi ile birlikte sağlık sistemlerinin finansal dayanıklılığı ve sürdürülebilirlik politikaları ön plana çıkmış ve yayın sayılarında belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Yayın sayısı 2022'de zirveye ulaşmış, ardından nispeten sabit kalmış ve 2025'te bir kez daha artarak en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu eğilim, konunun akademik literatürde giderek daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir

Şekil 2. Yıllara Göre Atıf Sayıları



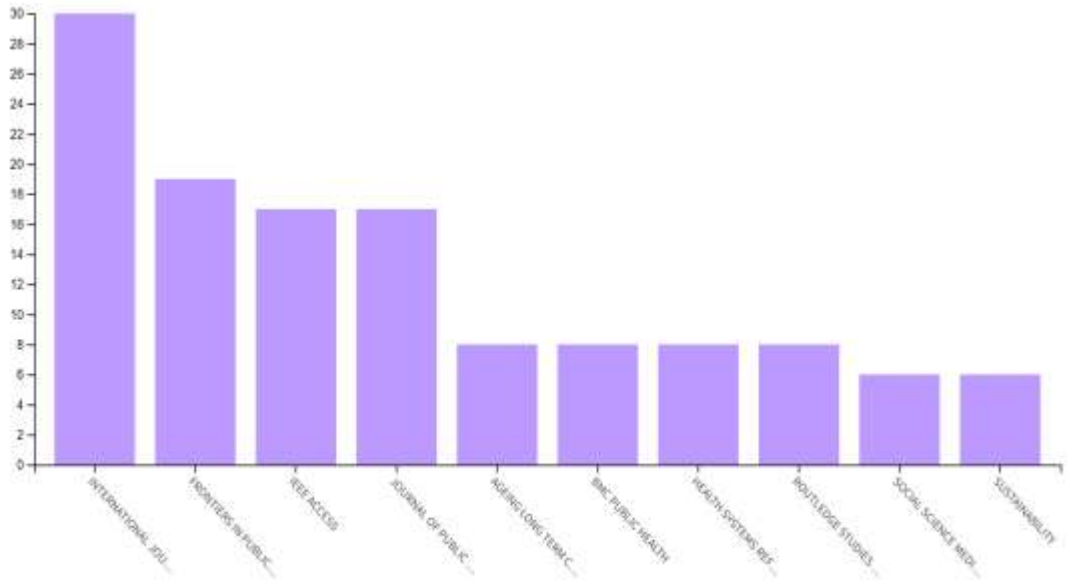
2010-2015 döneminde, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans literatürü ile ilgili atıf sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. 2016 ile 2019 arasında alıntılarda kademeli bir artış meydana gelmiş, ancak asıl artış 2020'den sonra ortaya çıkmıştır. Covıd 19 pandemisinin ortaya çıkışı, sağlık sistemlerinin kırılganlığını çarpıcı bir şekilde ortaya koymuş ve bu alandaki araştırmalarla ilgili akademik tartışmalarda hızlı bir artışa neden olmuştur. 2022 itibariyle, atıf sayısında belirgin bir artış görülmüş ve bu artış 2024'te zirveye ulaşmıştır. Bu durum, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans ile ilgili literatürün sadece yayın sayısı açısından değil, bilimsel görünürlük ve etki açısından da hızla geliştiğini göstermektedir. 2025'te atıf sayısında bir düşüş görülse de, bu durum muhtemelen makalelerin yayınlanması ile atıf yapılması arasındaki zaman farkından kaynaklanmaktadır.

Şekil 3. Ülkelere Göre Yapılan Yayınlar



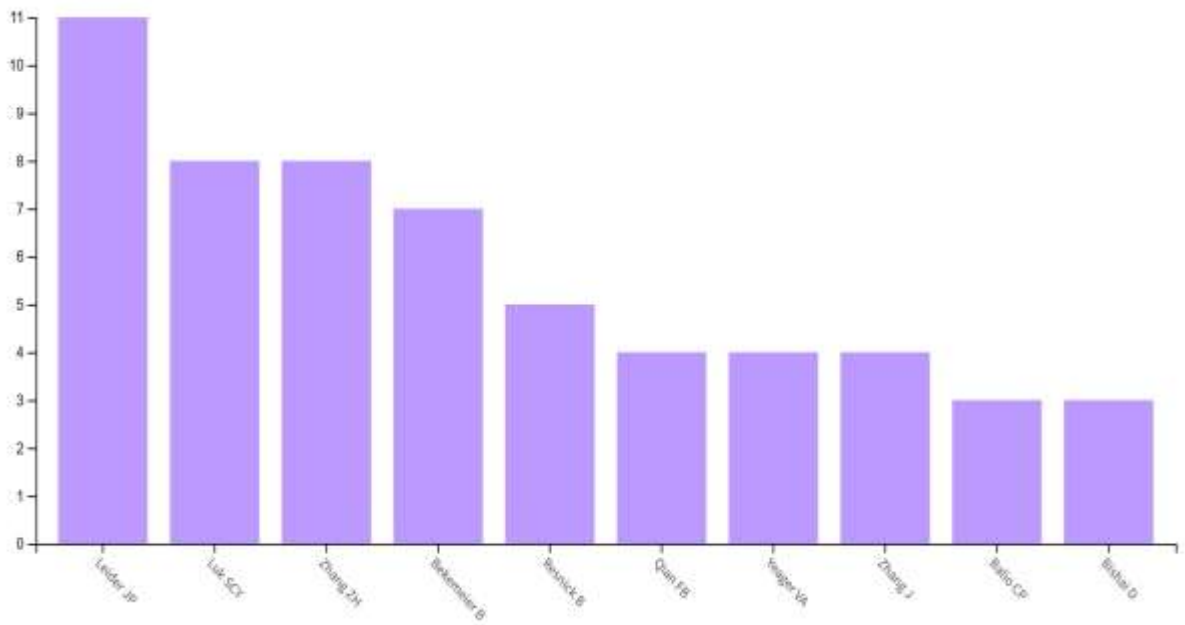
Yayınların ülkeye göre dağılımı incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri (109 yayın) ve Çin Halk Cumhuriyeti (90 yayın) toplam üretimin yarısından fazlasını oluşturarak açık ara öne çıkmaktadır. Birleşik Krallık (34) ve Hindistan (32), Suudi Arabistan (22) yayın ile ön plana çıkmaktadır. 2010–2025 döneminde sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans ilişkisini konu alan yayınların coğrafi dağılımı incelendiğinde, başta ABD, Çin ve Birleşik Krallık olmak üzere gelişmiş ekonomilerin öncü konumda olduğu görülmektedir.

Şekil 4. Yapılan Çalışmalara Göre Dergi Dağılımları



Yapılan çalışmaları incelediğimizde, ilk sırada International Journal of Environmental Research and Public Health (30 yayın), ikinci sırada Frontiers in Public Health (19 yayın) yer alırken, IEEE Access (17 yayın) ve Journal of Public Health (17 yayın) ile takip ettikleri görülmektedir. Dergileri incelediğimizde konunun disiplinlerarası bir yapısının olduğu görülmektedir. Yayın yapan dergilerin konu dağılımlarına baktığımızda bir yanda, sağlık sistemleri, çevresel sürdürülebilirlik ve kamu sağlığı finansmanı çalışmaları diğer bir yanda ise sağlık kurumlarının sürdürülebilirlik politikaları ve finansal dayanıklılık odaklı çalışmalar öne çıkmaktadır.

Şekil 5. Yazarlara Göre Yayın Dağılımı



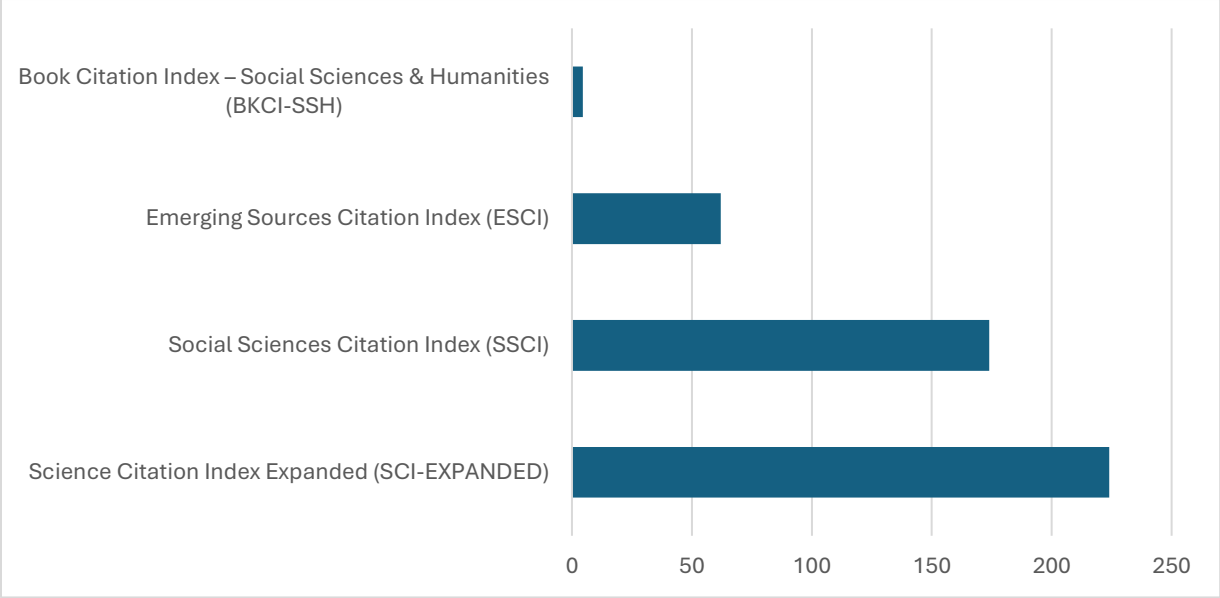
Yazar düzeyinde yapılan analiz, en üretken araştırmacının toplam 11 yayınıyla Leider olduğu gözlemlenmektedir. Yazarın, akademik ortamı şekillendiren önemli katkılarda bulunmuş, bu alanda önde gelen bir isim olduğu kabul edilmektedir. Luk ve Zhang 'in her birinin sekiz akademik makale yayınladığı görülmektedir. Bekemeier' in yedi bilimsel makale yayınladığı ve bu alanda önemli bir katkı sağlayan isimlerden biri olduğu açıktır. Bu dağılım, alanın belirli araştırmacılar etrafında yoğunlaştığını ve ilk üç yazarın literatürde özellikle önemli bir rol üstlendiği belirlenmiştir.

Şekil 6. Araştırma Alanları



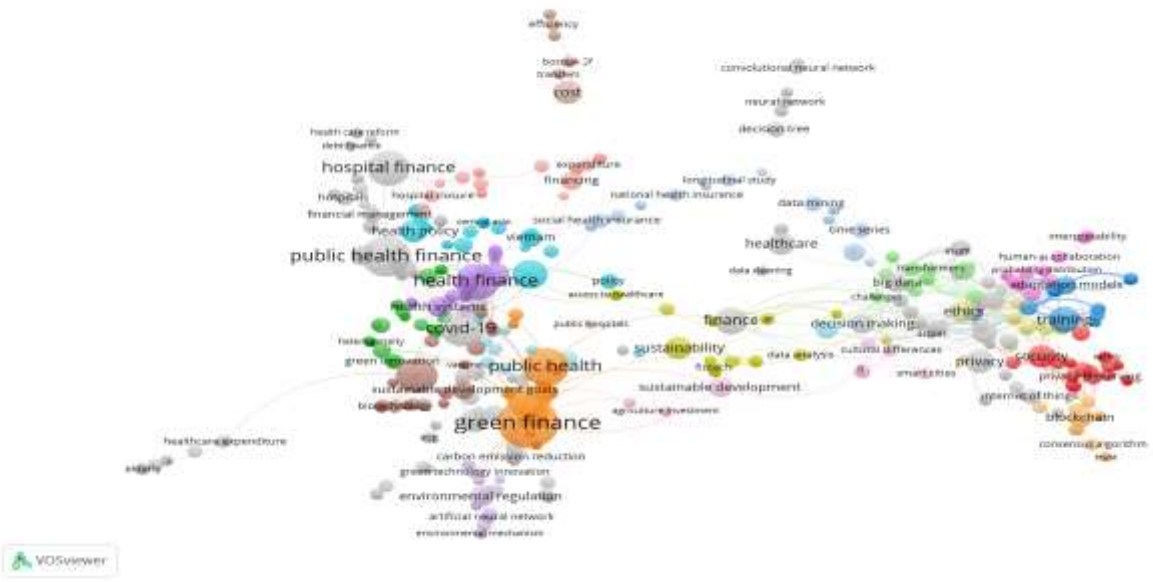
Araştırma alanlarını incelediğimizde literatürün disiplinlerarası dağılımını daha net şekilde görülmektedir. En büyük alan kamu, çevre ve iş sağlığı (122 yayın) olup, bu durum sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans konusunun en çok kamu sağlığı ve çevresel etkiler bağlamında ele alındığını göstermektedir. Verilerin gösterdiği gibi, en verimli katkıda bulunan diğer alanlar Sağlık Bilimleri Hizmetleri (54 yayın) ve Sağlık Politikası Hizmetleri (53 yayın)'dır. Bu iki alan, finansal sürdürülebilirlik, hizmet kalitesi ve sağlık kurumlarının yönetim politikaları bağlamında mevcut literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Bu dağılım, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finansman üzerine mevcut literatürün çok disiplinli bir yapıya sahip olduğunu ve sağlık politikaları, ekonomi, çevre bilimleri, mühendislik ve bilgi teknolojilerinin kesişiminde geliştiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Şekil 7. İndekslere Göre Yayın Dağılımı



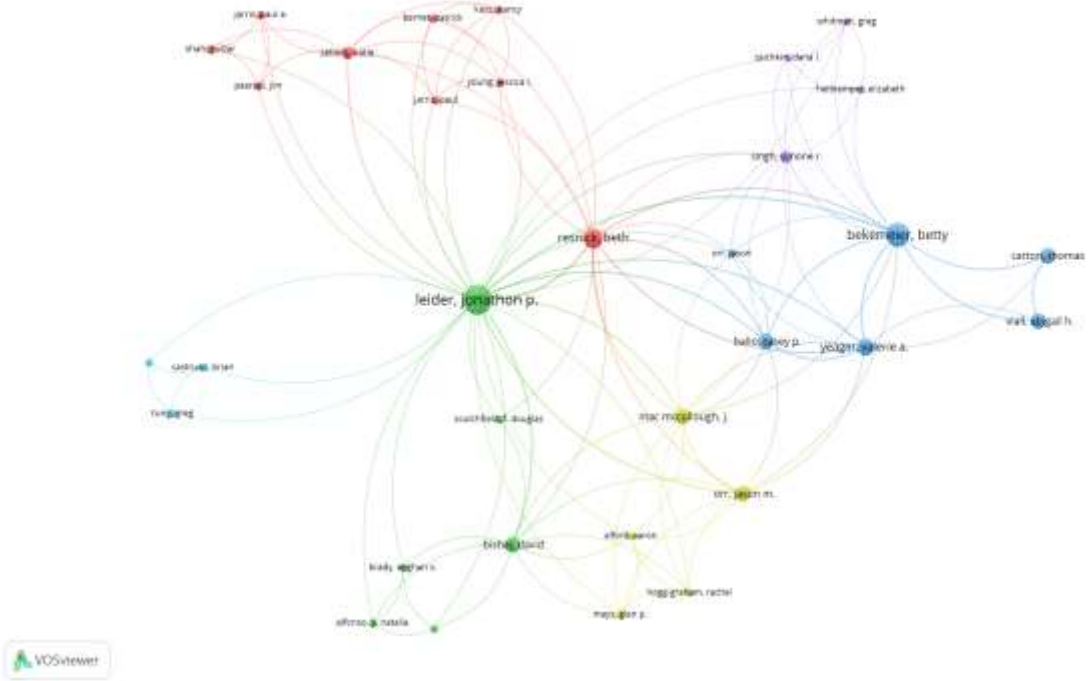
Şekil 7' ye baktığımızda indekslere göre yayın dağılımı incelendiğinde, çalışmaların büyük bölümü Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded) (224) ve Social Sciences Citation Index (SSCI) (174) kapsamındaki dergilerde yayımlandığı görülmektedir. Bu durum, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans literatürünün hem fen/mühendislik hem de sosyal bilimler alanlarında daha çok etkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, Emerging Sources Citation Index (ESCI) 'de (62), Book Citation Index (12) yayın ile yer almaktadır. Genel olarak bu dağılım, konunun yalnızca dar bir literatürle sınırlı olmadığını, aksine hem yüksek etki faktörlü dergilerde hem de gelişmekte olan kaynaklarda hızla yayıldığını göstermektedir. Bu da sağlık kurumları özelinde sürdürülebilir finans literatürünün akademik saygınlık ve görünürlük açısından hızla geliştiğini göstermektedir.

Şekil 8. Anahtar Kelime Ağı



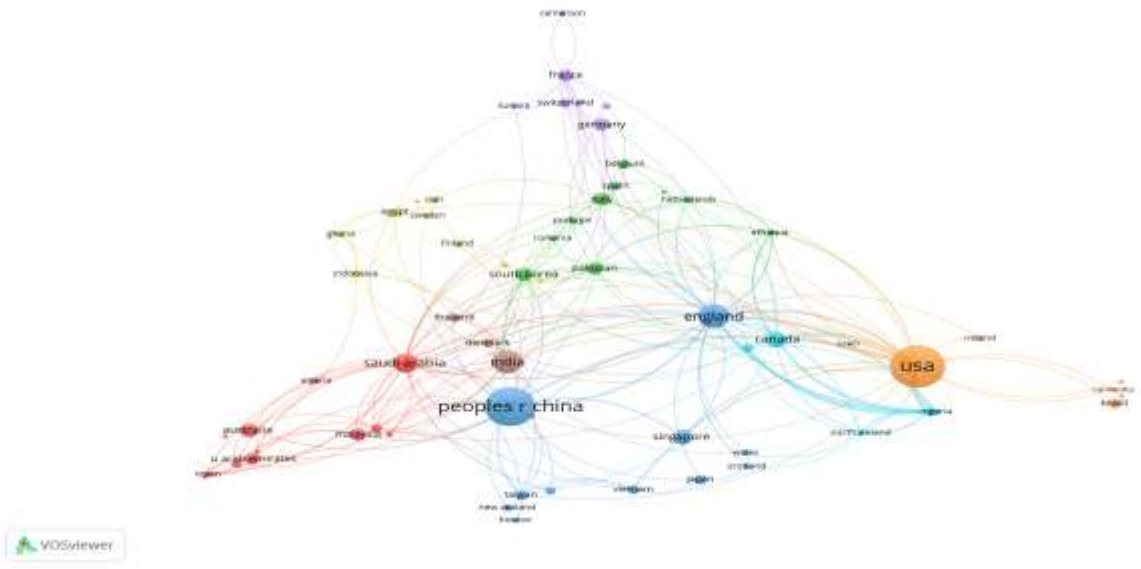
Anahtar kelime ağı, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans literatürünün farklı kümeler etrafında toplandığını göstermektedir. Öne çıkan kavramlar arasında "green finance", "public health", "health finance", "hospital finance" ve "Covid-19" bulunmaktadır. Bu kavramlar, alanın hem finansal araçlar hem de sağlık sistemlerinin kurumsal ihtiyaçları üzerine yoğunlaştığını ortaya çıkarmaktadır.

Şekil 9. Yazar İş Birliği Ağı



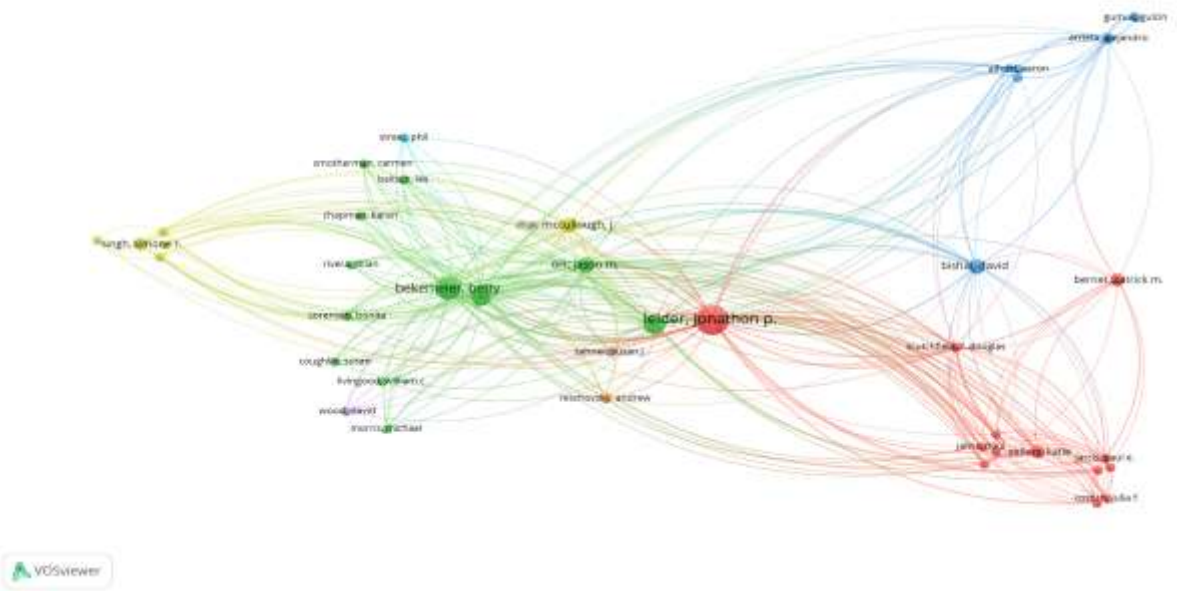
Yazar işbirliği ağı, literatürde belirgin araştırmacı kümelerinin öne çıktığını göstermektedir. Ağın merkezinde Jonathon P. Leider ve Beth Resnick yer almaktadır. Bu yazarların sağlık kurumlarında finansal sürdürülebilirlik ve kamu sağlığı politikaları alanındaki ortak çalışmalarıyla dikkat çektiği görülmektedir. Betty Bekemeier ve ekibi ise sağlık kurumlarının dayanıklılığı ve finansman politikalarına odaklanan ayrı bir küme oluşturmaktadır. Yazar işbirliklerinin çoğunlukla bölgesel düzeyde yoğunlaştığını, uluslararası alanda ise sınırlı kaldığı tespit edilmiştir.

Şekil 10. Ülke İş Birliği Ağı



Şekil 10 incelendiğinde, literatürün ABD, Çin ve İngiltere merkezli olarak şekillendiği görülmektedir. ABD'nin hem yayın hacmi hem de çok sayıda ülkeyle kurduğu bağlantılar sayesinde ağda ki en güçlü ülke olduğu dikkat çekmektedir. Çin ve İngiltere ise özellikle Asya ve Avrupa merkezli yazarlar ile işbirliği yaparak ağın ikinci büyük noktasını oluşturmaktadır. Genel olarak ağ incelendiğinde, literatürün küresel ölçekte bağlantılı ama merkez-çevre ilişkisiyle şekillendiği tespit edilmiştir.

Şekil 11. Yazar Atıf Ağı



Yazar atıf ağı incelendiğinde, literatürde en çok atıf alan araştırmacıların belirli kümeler etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Ağın merkezinde Betty Bekemeier ve Jonathon P. Leider yer almakta; bu iki yazarın sağlık kurumlarının finansmanı, kamu sağlığı ve sürdürülebilirlik konularındaki çalışmaları literatürde öne çıkan ve yüksek atıf alan yayınlar arasında bulunmaktadır. Diğer önemli kümeler arasında Mac McCullough, Jason M., David Bishai ve Patrick M. Bernet yer almakta; bu isimler özellikle sağlık sistemlerinin finansal sürdürülebilirliği ve kamu-özel işbirlikleri üzerine yaptıkları çalışmalarla dikkat çekmektedir.

Genel olarak ağın yapısı sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans literatüründe çeşitliliğin henüz sınırlı olduğunu; ancak belirli yazar gruplarının öncü rol üstlendiğini göstermektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışma, 2010–2025 yılları arasında sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans ilişkisini konu alan makaleleri bibliyometrik yöntem ile inceleyerek aralarındaki ilişkiyi kavramsal olarak haritalar ile görselleştirerek incelemiştir. Web of Science veritabanından elde edilen 364 makale VOSviewer yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Analiz ile yıllara göre yayın eğilimleri, ülke ve kurum katkıları, dergisel dağılımlar, anahtar kelime eşgörünüm ağları, yazar ve ülke işbirliği haritaları ile atıf analizleri incelenmiştir.

Elde edilen bulgular, bu alandaki literatürün özellikle son on yılda bir ivme kazandığını ortaya koymaktadır. 2010–2015 döneminde sınırlı sayıda yayın varken, 2015 sonrası dönemde Paris İklim Anlaşması ile birlikte literatür genişlemiş, 2020 sonrası Covıd-19 pandemisinin etkisiyle sağlık kurumları finansmanı, iklim finansmanı konuları dâhil olmuştur. Ülke ve atıf analizleri incelendiğinde ABD, Çin ve Avrupa ülkelerinin literatürde öncü konumda olduğunu; Türkiye'nin ise giderek daha görünür hale geldiğini görülmektedir. Anahtar kelime analizleri, Green Finance ve Public Health Finance kelimelerinin merkezde olduğunu göstermektedir. **Covıd 19**, sağlık finansı ile sürdürülebilirlik arasındaki literatürün büyük kısmını etkilediği gözlemlenmiştir. Yazar ve ülke işbirliği ağları ise küresel ölçekte giderek artan ancak henüz tam olarak bütünlük sağlanamadığı bir işbirliği yapısını ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, sağlık kurumları ve sürdürülebilir finans literatürünün 2020 sonrasında Covıd 19 pandemisinin de etkisiyle geliştiğini göstermektedir. ABD ve Çin liderliğinde ilerleyen çalışmalar, giderek daha disiplinlerarası bir boyut kazanmıştır. Ancak yazar işbirliği ağlarının hâlâ sınırlı olması, bu alanda uluslararası ve kurumsal işbirliklerinin güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın sonuçları, sürdürülebilir finansın sağlık kurumları için artık stratejik bir gereklilik haline geldiğini göstermektedir. Özellikle iklim krizi ve pandemiler gibi küresel şoklar, sağlık sistemlerinin finansal dayanıklılığının önemini artırmıştır. Bu bağlamda, sürdürülebilir finans araçlarının sağlık kurumlarının finansal sürdürülebilirliğinde oynadığı rol akademik literatür tarafından da giderek daha fazla ele alınmaktadır.

Bu çalışma, literatürdeki boşluğu doldurarak sağlık kurumları özelinde sürdürülebilir finans yayınlarını sistematik biçimde haritalayan ilk çalışmalardan biridir. Bulgular, sağlık kurumlarının finansmanında sürdürülebilir finans araçlarının çeşitlendirilmesi ve uluslararası işbirliklerinin güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Çalışma, gelecekteki araştırmaların odaklanabileceği boşlukları ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, sağlık kurumlarında sürdürülebilir finans uygulamaları yalnızca çevresel ve sosyal faydalar açısından değil, aynı zamanda finansal dayanıklılık ve uzun vadeli sürdürülebilirlik bakımından da kritik bir alan olarak şekillenmektedir. Bu çalışma, gelecekte daha fazla disiplinlerarası araştırmaya, uygulamalı analizlere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Braithwaite J., Zurynski Y., Ludlow K., et al. Towards sustainable healthcare system performance in the 21st century in high- income countries: a protocol for a systematic review of the grey literature. BMJ Open. 2019;9 doi: 10.1136/bmjopen-2018-025892

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.

Doulani, A. (2021). A bibliometric analysis and science mapping of scientific publications of Alzahra University during 1986–2019. *Library Hi Tech*, *39*(4), 915-935.

Fridell, M., Edwin, S., von Schreeb, J., & Saulnier, D. D. (2019). Health system resilience: what are we talking about? A scoping review mapping characteristics and keywords. *International journal of health policy and management*, *9*(1), 6.

Josephine Borghi, Soledad Cuevas, Blanca Anton, Domenico Iaia, Giulia Gasparri, Mark A Hanson, Agnès Soucat, Flavia Bustreo, Etienne V Langlois, İklim ve sağlık: stratejik ortak finansmana giden bir yol mu?, *Sağlık Politikası ve Planlama* , Cilt 39, Sayı Eki_2, Kasım 2024, Sayfalar i4–i18, https://doi.org/10.1093/heapol/czae044

Lennox, L., Maher, L., & Reed, J. (2018). Navigating the sustainability landscape: a systematic review of sustainability approaches in healthcare. *Implementation Science*, *13*(1), 27.

Nunes, A. R., & Dale, J. (2025). Global trends in sustainable healthcare research: A bibliometric analysis. *Future Healthcare Journal*, *12*(2), 100251.

OECD (2021), ESG investing and climate transition: Market practices, issues and policy considerations, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/7b321b7a-en.

Or, Z., & Seppänen, A. V. (2024). The role of the health sector in tackling climate change: A narrative review. *Health Policy*, *143*, 105053.

Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: the main steps. *Encyclopedia*, *4*(2).

Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Weisz, U., & Weisz, H. (2019). International comparison of health care carbon footprints. *Environmental research letters*, *14*(6), 064004.

Rahat, N., Sahni, S., & Nasim, S. (2024). Mapping sustainability practices in the healthcare sector: A systematic literature review and future research agenda. *International Journal of Consumer Studies*, *48*(1), e12997.

Rodríguez-Jiménez, L., Romero-Martín, M., Spruell, T., Steley, Z., & Gómez-Salgado, J. (2023). The carbon footprint of healthcare settings: a systematic review. *Journal of advanced nursing*, *79*(8), 2830-2844.

Sepetis A, Rizos F, Pierrakos G, Karanikas H, Schallmo D. A Sustainable Model for Healthcare Systems: The Innovative Approach of ESG and Digital Transformation. Healthcare (Basel). 2024 Jan 9;12(2):156. doi: 10.3390/healthcare12020156. PMID: 38255044; PMCID: PMC10815686.

United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP FI). (2021). Driving ESG integration in healthcare investments. Nairobi: United Nations Environment Programme.

World Health Organization (WHO). (2020). *Climate-resilient health systems: A framework for action*. Geneva: WHO.

Zurynski, Y., Herkes-Deane, J., Holt, J., McPherson, E., Lamprell, G., Dammery, G., ... & Braithwaite, J. (2022). How can the healthcare system deliver sustainable performance? A scoping review. *BMJ open*, *12*(5), e059207.

MİKRO/NANO BaO PARÇACIK KARIŞIMLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PVDF KOMPOZİTLERİNİN UYGULAMA ODAKLI DEĞERLENDİRİLMESİ

Aytül ŞENSU 1/ Prof. Dr. Zeynep GÜVEN ÖZDEMİR 2
1Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, İstanbul, Türkiye, aytulsensu@gmail.com
2Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, İstanbul, Türkiye, Nano Kompozitler, zguven@yildiz.edu.tr , ORCID: 0000-0001-5085-5814

Özet

Polimer/seramik hibrit kompozitler, enerji depolama, sensör teknolojileri ve esnek elektronik cihazlar için geleceğin malzemeleri arasında gösterilmektedir. Bu çalışmada poliviniliden florür (PVDF) matrisine eklenen mikro, nano ve mikro/nano baryum oksit (BaO) parçacıklarının çok yönlü etkilerini uygulama perspektifiyle incelenmiştir. Deneysel bulgular, mikro/nano katkılarının yalnızca elektriksel kayıpları azaltmakla kalmayıp aynı zamanda enerji depolama kapasitesini artırdığını, mekanik dayanımı güçlendirdiğini ve optik bant aralığını daraltarak iletkenliği iyileştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu özellikler, kondansatör, fotoduyarlı sensörler ve hafif-yüksek dayanımlı elektronik bileşenler için doğrudan uygulanabilir kazanımlar sağlamaktadır. Özellikle mikro ve nano parçacıkların birlikte kullanımı, tek başına mikro ya da nano katkıya kıyasla sinerjik bir etki yaratmakta ve farklı mühendislik ihtiyaçlarını aynı anda karşılayabilmektedir. Çalışma, PVDF/BaO kompozitlerinin laboratuvar ölçeğinden çıkıp sanayiye entegre edilebilecek bir malzeme platformu haline gelebileceğini göstermektedir. Ayrıca optik bant aralığındaki daralma, sensör ve fotonik uygulamalarda daha verimli malzemelerin geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Bu sonuçlar ışığında PVDF/BaO tabanlı hibrit kompozitler, gelecekte esnek enerji depolama cihazları, çevresel izleme sensörleri ve yeni nesil elektronik donanımlar için güçlü adaylar olarak öne çıkmaktadır. (Bu araştırma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Daire Başkanlığı tarafından FYL-2023-5564 Proje Numarası ile desteklenmiştir.)

Anahtar Kelimeler: Polivinilidin florür, baryum oksit, mekanik dayanım, dielektrik özellikler, optik band genişliği

APPLICATION-ORIENTED EVALUATION OF PVDF COMPOSITES ENHANCED WITH MICRO/NANO BaO PARTICLE MIXTURES

Aytül ŞENSU 1/ Prof. Dr. Zeynep GÜVEN ÖZDEMİR2

1Yildiz Technical University, Graduate School of Science and Engineering, Department of Physics, Istanbul, Türkiye, aytulsensu@gmail.com

2Yildiz Technical University, Faculty of Science and Lett., Department of Physics, Istanbul, Türkiye, Nanocomposites, zguven@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5085-5814

Abstract

Polymer/ceramic hybrid composites are considered among the materials of the future for energy storage, sensor technologies, and flexible electronic devices. This study investigates the multifaceted effects of micro-, nano-, and micro/nano-barium oxide (BaO) particles incorporated into a polyvinylidene fluoride (PVDF) matrix from an application perspective. Experimental findings reveal that micro/nano dopants not only reduce electrical losses but also increase energy storage capacity, strengthen mechanical strength, and improve conductivity by narrowing the optical bandgap. These properties provide directly applicable advantages for capacitors, photosensitizers, and lightweight, high-strength electronic components. In particular, the combined use of micro- and nano-particles creates a synergistic effect compared to either micro- or nano-doping alone, enabling the simultaneous implementation of diverse engineering needs. The study demonstrates that PVDF/BaO composites can transition from laboratory-scale to industrially integrated material platforms. Furthermore, the narrowing of the optical bandgap enables the development of more efficient materials for sensor and photonic applications. In light of these results, PVDF/BaO-based hybrid composites stand out as strong candidates for future flexible energy storage devices, environmental monitoring sensors, and next-generation electronic hardware. (This research was supported by Yildiz Technical University Scientific Research Projects Coordination Department under Project Number FYL-2023-5564.)

Keywords: Polyvinylidene fluoride, barium oxide, mechanical strength, dielectric properties, optical bandgap

LACUNARY $\mathcal{I}$-CAUCHY SEQUENCES OF FUNCTIONS

Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR[1], Prof. Dr., Uğur ULUSU[2], Assoc. Prof. Dr., Esra GÜLLE[3]
[1] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, edundar@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0545-7486
[2] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye, ugurulusu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7658-6114
[3] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, egulle@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5575-2937

Özet

Son yıllarda, matematik toplanabilme teorisi alanında çeşitli metrik uzaylarda ve normlu uzaylarda genellikle gerçek sayılar için ideal yakınsaklık, ideal Cauchy dizisi, lacunary dizi ve fonksiyon dizileri üzerine matematik bilim insanları tarafından çok sayıda önemli ve faydalı çalışmalar yapılmıştır. Özellikle lacunary dizi kavramı, yapılan bazı ideal yakınsaklık ve ideal Cauchy çalışmalarında ele alınmış ve alana değer katan makalelerde ön plana çıkmıştır. Ancak, fonksiyon dizileri için lacunary ideal yakınsaklık ve lacunary ideal Cauchy kavramları daha henüz incelenmemiştir. Bu çalışmayı, gerçek sayılar için bu boşluğu doldurmak amacıyla gerçekleştireceğiz. Verilecek bu özgün tanımlar ve teoremler, daha sonra çift fonksiyon dizileri için yapılması mümkün olacak olan lacunary ideal yakınsaklık ve lacunary ideal Cauchy dizi çalışmaları için önemli bir temel oluşturacaktır. Bu kavramları birleştirerek, bu makalede, fonksiyon dizileri için öncelikle lacunary Cauchy dizisi ve lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy dizisi kavramlarını tanımlayacağız. Ayrıca, fonksiyon dizileri için lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy dizisi ile lacunary $\mathcal{I}$-yakınsaklık arasındaki ilişkiyi inceleyeceğiz. Ardından, fonksiyon dizileri için lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy dizisi kavramını tanımlayacağız. Son olarak, fonksiyon dizileri için lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy dizisi ile lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy dizileri arasındaki ilişkileri inceleyeceğiz.

Anahtar Kelimeler: Lacunary dizi, Fonksiyon dizisi, $\mathcal{I}$-Cauchy dizisi, $\mathcal{I}^*$-Cauchy dizisi.

LACUNARY $\mathcal{I}$-CAUCHY SEQUENCES OF FUNCTIONS
Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR[1], Prof. Dr., Uğur ULUSU[2], Assoc. Prof. Dr., Esra GÜLLE[3]
[1] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, edundar@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0545-7486
[2] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye, ugurulusu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7658-6114
[3] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, egulle@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5575-2937

Abstract

In recent years, numerous important and useful studies have been conducted by mathematical scientists in the field of mathematical summability theory, particularly on for real numbers, ideal convergence, ideal Cauchy sequences, lacunary sequence, and sequences of functions in various metric spaces and normed spaces. The concept of a lacunary sequence, in particular, has been addressed in some studies of ideal convergence and ideal Cauchy sequences and has been prominent in articles that have contributed to the field. However, the concepts of lacunary ideal convergence and lacunary ideal Cauchy sequences for sequences of functions have not yet been studied. We will undertake this study to fill this gap for the real numbers. These original definitions and theorems will provide an important foundation for future studies of lacunary ideal convergence and lacunary ideal Cauchy sequences for double function sequences. By combining these concepts, in this article, for sequences of functions, we firstly define the concepts of lacunary Cauchy sequence and lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence. Also, we investigate the relation between lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence and lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions. Then, we define the concept of lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence of functions. Also, we investigate the relations between lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence and lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequences of functions.

Keywords: Lacunary sequence, Sequences of functions, $\mathcal{I}$-Cauchy sequence, $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence.

1. INTRODUCTION AND DEFINITIONS

Throughout the article, let us denote the set of all real numbers and the set of all positive integers by $\mathbb{R}$ and $\mathbb{N}$, respectively. The notion of convergence of a sequence of real numbers was independently extended to statistical convergence by Schoenberg [18] and Fast [13]. Kostyrko et al. [15] defined the concept of ideal convergence, a generalization of statistical convergence. After this definition, many studies have been conducted on the subject. Nabiev [16] studied some important properties of the both ideal convergence and ideal Cauchy sequence. Recently, Das et al. [14] introduced the concepts of $\mathcal{I}$-statistical convergence and $\mathcal{I}$-lacunary statistical convergence using the concept of ideal and studied some of their properties. The notions lacunary $\mathcal{I}$-convergence and lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy with some important results in the topology induced by random n-normed spaces introduced by Yamancı and Gürdal [21]. The idea of lacunary $\mathcal{I}$-convergence was investigated by Debnath [15] in intuitionistic fuzzy normed linear spaces. Tripathy et al.[19] defined and studied the concept of ideal lacunary convergence. Akın et al. [1] introduced the notions of $\mathcal{I}_\theta^*$-convergence and $\mathcal{I}_\theta^*$-Cauchy sequence. Gezer and Karakuş [12] introduced the ideas of ideal pointwise and ideal uniform convergence of function sequences. Dündar et al. [11] defined the concepts of lacunary convergence, lacunary $\mathcal{I}$-convergence and lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence of sequences of functions.

By combining these concepts, in this article, for sequences of functions, we firstly define the concepts of lacunary Cauchy sequence and lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence. Also, we investigate the relation between lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence and lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions. Then, we define the concept of lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence of functions. Also, we investigate the relations between lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence and lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequences of functions.

Now let's recall some basic concepts and definitions that we will use as references in our article (see [1-3, 5-9, 12, 14-21]).

For a family of sets $\mathcal{I} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$, if following conditions

(i) $\emptyset \in \mathcal{I}$,

(ii) If $U, V \in \mathcal{I}$, then $U \cup V \in \mathcal{I}$,

(iii) If $U \in \mathcal{I}$ and $V \subseteq U$, then $V \in \mathcal{I}$

hold, then $\mathcal{I} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$ is named an ideal.

If $\mathbb{N} \notin \mathcal{I}$, then $\mathcal{I}$ is named non-trivial.

For a non-trivial ideal $\mathcal{I}$, if $\{k\} \in \mathcal{I}$ for each $k \in \mathbb{N}$, then $\mathcal{I}$ is named admissible.

For a family of sets $\mathcal{F} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$, if following conditions

(i) $\emptyset \notin \mathcal{F}$,

(ii) If $U, V \in F$, then $U \cap V \in \mathcal{F}$,

(iii) If $U \in \mathcal{F}$ and $V \supseteq U$, then $V \in \mathcal{F}$

hold, then $\mathcal{F} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$ is named a filter.

For a non-trivial ideal $\mathcal{I} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$, the set

$$\mathcal{F}(\mathcal{I}) = \{K \subset X : (\exists U \in \mathcal{I})(K = X \backslash U)\}$$

is a filter in $\mathbb{N}$, named the filter associated with $\mathcal{I}$.

An admissible ideal $\mathcal{I} \subset 2^{\mathbb{N}}$ is said to satisfy the property (AP) if for every countable family of mutually disjoint sets $\{U_1, U_2, \cdots\}$ belonging to $\mathcal{I}$ there exists a countable family of sets $\{V_1, V_2, \cdots\}$ such that $U_k \Delta V_k$ is a finite set for $k \in \mathbb{N}$ and $V = \bigcup_{k=1}^{\infty} V_k \in \mathcal{I}$.

Then after in our paper, we take $\mathcal{I} \subset 2^{\mathbb{N}}$ be an admissible ideal of subsets of $\mathbb{N}$, $\{f_n\}_{n\in\mathbb{N}}$ and $\{g_n\}_{n\in\mathbb{N}}$ be two sequences of functions and f, g be two functions on a set $S \subset \mathbb{R}$. Also, we take convergent instead of pointwise convergent.

The sequence $\{f_n\}$ is convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if $f_n(x) \longrightarrow f(x)$ for each $x \in S$. This can be expressed by

$$(\forall x \in S)(\forall \varepsilon > 0)(\exists n_0 \in \mathbb{N})(\forall n \geq n_0)\ |f_n(x) - f(x)| < \varepsilon.$$

We write $f_n \longrightarrow f$.

The sequence $\{f_n\}$ is $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$,

$$A(\varepsilon) = \{n \in \mathbb{N}: |f_n(x) - f(x)| \geq \varepsilon\} \in \mathcal{I}.$$

In this case, we write $f_n \xrightarrow{\mathcal{I}} f$.

The sequence $\{f_n\}$ is $\mathcal{I}^*$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if there exists a set $M \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$, (i.e., $\mathbb{N}\backslash M \in \mathcal{I}$), $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_k < \cdots\}$, such that $\lim_{k\to\infty} |f_{m_k}(x) - f(x)| = 0$, for each $x \in S$ and we write

$$\mathcal{I}^* - \lim_{n\to\infty} f_n(x) = f(x).$$

The sequence $\{f_n\}$ is $\mathcal{I}$-Cauchy on $S \subset \mathbb{R}$ if for every $\varepsilon > 0$ and for each $x \in S$, there exist $m = m(\varepsilon, x) \in \mathbb{N}$ such that

$$\{n \in \mathbb{N} \times \mathbb{N}: |f_n(x) - f_m(x)| \geq \varepsilon\} \in \mathcal{I}.$$

The sequence $\{f_n\}$ is $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$ if there exists a set $M \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$, (i.e., $\mathbb{N}\backslash M \in \mathcal{I}$), $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_k < \cdots\}$ such that for each $x \in S$,

$$\lim_{k,p\to\infty} |f_{m_k}(x) - f_{m_p}(x)| = 0.$$

By a lacunary sequence we mean an increasing integer sequence $\theta = \{k_r\}$ such that

$$k_0 = 0 \text{ and } h_r = k_r - k_{r-1} \to \infty, \text{ as } r \to \infty.$$

Throughout this paper, we take $\theta = \{k_r\}$ be a lacunary sequence and also the intervals determined by θ will be denoted by $I_r = (k_{r-1}, k_r]$, and ratio $\frac{k_r}{k_{r-1}}$ will be abbreviated by q_r.

A sequence (x_n) of elements of $\mathbb{R}$ is said to be lacunary convergent to $L \in \mathbb{R}$ if

$$\lim_{r\to\infty} \frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} x_n = L.$$

A sequence (x_n) is said to be a lacunary Cauchy sequence if there exists a subsequence $(x_{n\prime(r)})$ of (x_n) such that $\lim_{r\to\infty} x_{n\prime(r)} = L$, where $n'(r) \in I_r$ for each r, and for every $\varepsilon > 0$

$$\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(x_n - x_{n\prime(r)})\right| < \varepsilon, \text{for all } r > r_0(\varepsilon) \in I_r.$$

A sequence (x_n) is said to be a lacunary $\mathcal{I}$-convergent to L if for every $\varepsilon > 0$ such that

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} x_n - L\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

A sequence (x_n) is said to be a lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy if there exists a subsequence $(x_{n\prime(r)})$ of (x_n) such that $\lim_{r\to\infty} x_{n\prime(r)} = L$, where $n'(r) \in I_r$ for each r, and for every $\varepsilon > 0$

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(x_n - x_{n\prime(r)})\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

A sequence (x_n) is said to be lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence if there exists a set

$$M' = \{r \in \mathbb{N}: m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$$

for the set $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ such that there exists a subsequence $(x_{n\prime(r)})$ of (x_n) such that $\lim_{r\to\infty} x_{n\prime(r)} = L$, where $n'(r) \in I_r$ for each $r \in M'$, and

$$\lim_{\substack{r\to\infty \\ (r\in M\prime)}} \frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(x_n - x_{n\prime(r)}) = 0.$$

Lemma 5.1 *[16] Let $\{P_i\}_1^\infty$ be a countable a collection of subsets of $\mathbb{N}$ such that $P_i \in F(\mathcal{I})$ for each i, where $F(\mathcal{I})$ is a filter associate with an admissible ideal $\mathcal{I}$ with property (AP). Then there exists a set $P \subset \mathbb{N}$ such that $P \in F(\mathcal{I})$ and the set $P\backslash P_i$ is finite for all i.*

2. MAİN RESULTS

In the original part of our study, firstly, for sequences of functions, the concepts of lacunary convergence, lacunary ideal convergence, lacunary Cauchy sequence and lacunary ideal Cauchy sequence are introduced and the relationship between lacunary ideal convergence and lacunary ideal Cauchy sequence is examined.

Definition 6.1 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary convergent ($\mathcal{N}_\theta$-convergent) to f on $S \subset \mathbb{R}$ if for each $x \in S$*

$$\lim_{r\to\infty}\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} f_n(x) = f(x).$$

Definition 6.2 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$*

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} f_n(x) - f(x)\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

In this case, we write $f_n \to f(\mathcal{I}_\theta)$.

Definition 6.3 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$ if there exists a subsequence $\{f_{n'(r)}\}$ of $\{f_n\}$ such that*

$$\lim_{r\to\infty} f_{n'(r)}(x) = f(x)$$

for each $x \in S$, where $n'(r) \in I_r$ for each r, and for every $\varepsilon > 0$

$$\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} (f_n(x) - f_{n'(r)}(x))\right| < \varepsilon,$$

for all $r > r_0 = r_0(\varepsilon, x)$.

Definition 6.4 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$ if there exists a subsequence $\{f_{n'(r)}\}$ of $\{f_n\}$ such that*

$$\lim_{r\to\infty} f_{n'(r)}(x) = f(x)$$

for each $x \in S$, where $n'(r) \in I_r$ for each r, and for every $\varepsilon > 0$

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} (f_n(x) - f_{n'(r)}(x))\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

Theorem 6.1 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent if and only if $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$.*

Proof. Assume that a sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$. Then, $f_n \to f(\mathcal{I}_\theta)$. Now, for each $m \in \mathbb{N}$ and each $x \in S$ let

$$U^{(m)} = \left\{m \in \mathbb{N}: |f_n(x) - f(x)| < \frac{1}{m}\right\}.$$

Hence, for each $m \in \mathbb{N}$ and each $x \in S$, $U^{(m+1)} \subseteq U^{(m)}$ and

$$\left\{r \in I_r: \frac{|U^{(r)} \cap I_r|}{h_r} \geq \frac{1}{r}\right\} \in \mathcal{I}.$$

We select $n(1)$ such that $r \geq n(1)$ implies

$$\left\{r \in I_r: \frac{|U^{(1)} \cap I_r|}{h_r} < 1\right\} \notin \mathcal{I}.$$

Next we choose $n(2) > n(1)$ so that $r \geq n(2)$ implies

$$\left\{r \in I_r : \frac{|U^{(2)} \cap I_r|}{h_r} < 1\right\} \notin \mathcal{I}.$$

In this way, we can select $n(i+1) > n(i)$ so that $r > n(i+1)$ implies

$$U^{(i+1)} \cap I_r \neq \phi.$$

Then, for each r satisfying $n(i) \leq r < n(i+1)$, select $n'(r) \in I_r \cap U^{(i)}$, i.e., for each $x \in S$

$$|f_n(x) - f_{n'(r)}(x)| < \frac{1}{i}$$

and so we have $n'(r) \in I_r$ for each $r \in I_r$, and $\lim_{r\to\infty} f_{n'(r)}(x) = f(x)$. Consequently, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$, we have

$$\left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(f_n(x) - f_{n'(r)}(x))\right| \geq \varepsilon\right\} \subseteq \left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(f_n(x) - f(x))\right| \geq \frac{\varepsilon}{2}\right\}$$
$$\bigcup \left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n'(r)\in I_r}(f_{n'(r)}(x) - f(x))\right| \geq \frac{\varepsilon}{2}\right\}$$

that is,

$$\left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(f_n(x) - f_{n'(r)}(x))\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

This means that $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$.

Conversely, assume that $\{f_n\}$ is a lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$. Then, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$, we have

$$\left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(f_n(x) - f(x))\right| \geq \varepsilon\right\} \subseteq \left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}(f_n(x) - f_{n'(r)}(x))\right| \geq \frac{\varepsilon}{2}\right\}$$
$$\bigcup \left\{r \in \mathbb{N} : \left|\frac{1}{h_r}\sum_{n'(r)\in I_r}(f_{n'(r)}(x) - f(x))\right| \geq \frac{\varepsilon}{2}\right\}.$$

From here it is understood that $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent on $S \subset \mathbb{R}$.

Now, for sequences of functions, the concept of lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence is given and its relations with lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence are examined.

Definition 6.5 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$ if there exists a set*

$$M' = \{r \in \mathbb{N} : m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$$

for the set $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ *such that there exists a subsequence* $\{f_{n\prime(r)}\}$ *of* $\{f_n\}$ *such that*

$$\lim_{r\to\infty} f_{n\prime(r)}(x) = f(x)$$

for each $x \in S$*, where* $n'(r) \in I_r$ *for each* $r \in M'$*, and*

$$\lim_{\substack{r\to\infty \\ (r\in M\prime)}} \frac{1}{h_r} \sum_{m_i\in I_r} \left(f_{m_i}(x) - f_{n\prime(r)}(x)\right) = 0.$$

Theorem 6.2 *If a sequence* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}^*$*-Cauchy sequence, then* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}$*-Cauchy sequence on* $S \subset \mathbb{R}$.

Proof. Suppose that $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$. Then, there exists a set

$$M' = \{r \in \mathbb{N}: m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$$

for the set $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ such that there exists a subsequence $\{f_{n\prime(r)}\}$ of $\{f_n\}$ such that

$$\lim_{r\to\infty} f_{n\prime(r)}(x) = f(x)$$

for each $x \in S$, where $n'(r) \in I_r$ for each $r \in M'$, and for every $\varepsilon > 0$

$$\left|\frac{1}{h_r} \sum_{m_i\in I_r} \left(f_{m_i}(x) - f_{n\prime(r)}(x)\right)\right| < \varepsilon, \quad (r \in M')$$

for all $r > r_0 = r_0(\varepsilon, x)$. Now, let $H = \mathbb{N}\backslash M' \in \mathcal{I}$. Then, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$

$$A(\varepsilon) = \left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r} \sum_{m_i\in I_r} \left(f_{m_i}(x) - f_{n\prime(r)}(x)\right)\right| \geq \varepsilon\right\} \subset H \cup \{1,2,\cdots,r_0\}.$$

Since $\mathcal{I}$ is an admissible ideal, we have

$$H \cup \{1,2,\cdots,r_0\} \in \mathcal{I} \text{ and so } A(\varepsilon) \in \mathcal{I}.$$

Hence, $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$.

Theorem 6.3 *Let* $\mathcal{I}$ *admissible ideal with property* (AP)*. If a sequence* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}$*-Cauchy sequence, then* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}^*$*-Cauchy sequence on* $S \subset \mathbb{R}$.

Proof. Assume that $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$. Then, there exists a subsequence $\{f_{n\prime(r)}\}$ of $\{f_n\}$ such that

$$\lim_{r\to\infty} f_{n\prime(r)}(x) = f(x)$$

for each $x \in S$, where $n'(r) \in I_r$ for each r, and for every $\varepsilon > 0$

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} \left(f_n(x) - f_{n\prime(r)}(x)\right)\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

Let

$$P_i = \left\{ r \in \mathbb{N}: \left| \frac{1}{h_r} \sum_{n \in I_r} \left(f_n(x) - f_{m_i(r)}(x) \right) \right| < \frac{1}{i} \right\}, \qquad i = 1,2, \ldots,$$

where $m_i(r) = n'(r)\left(\frac{1}{i}\right)$, for each r. It is clear that $P_i \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$ for $i = 1,2,\cdots$. Since $\mathcal{I}$ has the (AP) property, then by Lemma 5.1 there exists a set $P = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ such that

$$P' = \{r \in \mathbb{N}: m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$$

and $P' \backslash P_i$ is finite for all i. Now for each $x \in S$, we show that

$$\lim_{\substack{r \to \infty \\ (r \in P\prime)}} \frac{1}{h_r} \sum_{n \in I_r} \left(f_n(x) - f_{n\prime(r)}(x) \right) = 0.$$

To prove this let $\varepsilon > 0$, $j \in \mathbb{N}$ such that $j > \frac{2}{\varepsilon}$. If $r \in P'$ then $P' \backslash P_j$ is a finite set, so there exists $r_0 = r_0(j)$ such that $r \in P_j$ for all $r > r_0(j)$. Therefore, for all $r > r_0(j)$ and each $x \in S$

$$\left| \frac{1}{h_r} \sum_{n \in I_r} \left(f_n(x) - f_{m_j(r)}(x) \right) \right| < \frac{1}{j} \text{ and } \left| \frac{1}{h_r} \sum_{n\prime(r) \in I_r} \left(f_{n\prime(r)}(x) - f_{m_j(r)}(x) \right) \right| < \frac{1}{j}.$$

Hence, for all $r > r_0(j)$ and each $x \in S$ it follows that

$$\left| \frac{1}{h_r} \sum_{n \in I_r} \left(f_n(x) - f_{n\prime(r)}(x) \right) \right| \leq \left| \frac{1}{h_r} \sum_{n \in I_r} \left(f_n(x) - f_{m_j(r)}(x) \right) \right| + \left| \frac{1}{h_r} \sum_{n\prime(r) \in I_r} \left(f_{n\prime(r)}(x) - f_{m_j(r)}(x) \right) \right|$$

$$< \frac{1}{j} + \frac{1}{j} < \varepsilon.$$

hus, for any $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$ there exists $r_0 = r_0(\varepsilon, x)$ such that for all $r > r_0$ and $r \in P' \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$

$$\left| \frac{1}{h_r} \sum_{n \in I_r} \left(f_n(x) - f_{n\prime(r)}(x) \right) \right| < \varepsilon.$$

This shows that the sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence on $S \subset \mathbb{R}$.

3. REFERENCES

[1] N. P. Akın, E. Dündar, Ş. Yalvaç, *Lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence and lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence*, AKU J. Sci. Eng. **23** (2023), 1434–1439.

[2] V. Baláz, J. Červeňanský, P. Kostyrko, T. Šalát, *$\mathcal{I}$-convergence and $\mathcal{I}$-continuity of real functions*, Acta Mathematica, Faculty of Natural Sciences, Constantine the Philosopher University, Nitra, **5** (2004), 43–50.

[3] M. Balcerzak, K. Dems, A. Komisarski, *Statistical convergence and ideal convergence for sequences of functions*, J. Math. Anal. Appl. **328** (2007), 715–729.

[4] P. Das, E. Savaş, S. Kr. Ghosal, *On generalized of certain summability methods using ideals*, Appl. Math. Letter, **36** (2011), 1509-1514.

[5] P. Debnath, *Lacunary ideal convergence in intuitionistic fuzzy normed linear spaces*, Computers and Mathematics with Applications, **63** (2012), 708–715

[6] E. Dündar, B. Altay, *$\mathcal{I}_2$-convergence and $\mathcal{I}_2$-Cauchy of double sequences*, Acta Mathematica Scientia, **34**B(2) (2014), 343–353.

[7] E. Dündar, B. Altay, *On some properties of $\mathcal{I}_2$-convergence and $\mathcal{I}_2$-Cauchy of double sequences*, Gen. Math. Notes, 7 (1)(2011) 1–12.

[8] E. Dündar, N. Akın, E. Gülle, *On strongly lacunary $\mathcal{I}_2^*$-convergence and strongly lacunary $\mathcal{I}_2^*$-Cauchy sequence*, Univ. J. Math. Appl. **6**(4) (2023), 155–161.

[9] E. Dündar, U. Ulusu, *On rough $\mathcal{I}$-convergence and $\mathcal{I}$-Cauchy sequence for functions defined on amenable semigroups*, Univ. J. Math. Appl. **6**(2) (2023), 86–90.

[10] E. Dündar, U. Ulusu, N. Pancaroğlu, *Strongly $\mathcal{I}_2$-lacunary Convergence and $\mathcal{I}_2$-lacunary Cauchy Double Sequences of Sets*, The Aligarh Bulletin of Mathematics, **35**(1-2)(2016), 1–15.

[11] E. Dündar, E. Gülle, U. Ulusu, *Lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions*, (In review).

[12] F. Gezer, S. Karakuş, *$\mathcal{I}$ and $\mathcal{I}^*$ convergent function sequences*, Math. Commun. **10** (2005), 71–80.

[13] H. Fast, *Sur la convergence statistique*, Colloq. Math. **2** (1951), 241–244.

[14] Freedman, A.R., Sember, J.J. and Raphael, M. *Some Cesàro type summability spaces*, Proc. Lond. Math. Soc. **37** (1978), 508-520.

[15] P. Kostyrko, T. Šalát, W. Wilczyński, *$\mathcal{I}$-Convergence*, Real Anal. Exchange **26**(2) (2000), 669–686.

[16] A. Nabiev, S. Pehlivan, M. Gürdal, *On $\mathcal{I}$-Cauchy sequence*, Taiwanese J. Math. **11**(2) (2007), 569–576.

[17] Y. Sever, U. Ulusu and E. Dündar, *On Strongly $\mathcal{I}$ and $\mathcal{I}^*$-Lacunary Convergence of Sequences of Sets*, AIP Conference Proceedings, 1611, 357 (2014); doi: 10.1063/1.4893860, 7 pages.

[18] I. J. Schoenberg, *The integrability of certain functions and related summability methods*, Amer. Math. Monthly, **66** (1959), 361–375.

[19] B. C. Tripathy, B. Hazarika, B. Choudhary, *Lacunary $\mathcal{I}$-convergent sequences*, Kyungpook Math. J. **52** (2012), 473-482.

[20] U. Ulusu, E. Dündar, *Asymptotically $\mathcal{I}$-Cesaro equivalence of sequences of sets*, Univ. J. Math. Appl. **1**(2) (2018), 101–105.

[21] U. Yamancı and M. Gürdal, *On lacunary ideal convergence in random n-normed space*, Journal of Mathematics, Volume 2013, Article ID 868457, 8 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2013/868457

LACUNARY $\mathcal{I}$-CONVERGENCE OF SEQUENCES OF FUNCTIONS

Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR[1], Assoc. Prof. Dr., Esra GÜLLE[2], Prof. Dr., Uğur ULUSU[3]
[1] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, edundar@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0545-7486
[2] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, egulle@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5575-2937
[3] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye, ugurulusu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7658-6114

Özet

Son yıllarda, matematik toplanabilme teorisi alanında çeşitli metrik uzaylarda ve normlu uzaylarda genellikle gerçek sayılar için ideal yakınsaklık, lacunary dizi ve fonksiyon dizileri üzerine matematik bilim insanları tarafından çok sayıda önemli ve faydalı çalışmalar yapılmıştır. Özellikle lacunary dizi kavramı, yapılan bazı ideal yakınsaklık çalışmalarında ele alınmış ve alana değer katan makalelerde ön plana çıkmıştır. Ancak, fonksiyon dizileri için lacunary ideal yakınsaklık kavramı daha henüz incelenmemiştir. Bu çalışmayı, gerçek sayılar için bu boşluğu doldurmak amacıyla gerçekleştireceğiz. Verilecek bu özgün tanımlar ve teoremler, daha sonra fonksiyon dizileri için yapılması mümkün olacak olan lacunary ideal Cauchy dizi kavramı için önemli bir temel oluşturacaktır. Bu makalede, fonksiyon dizileri için öncelikle lacunary yakınsaklık ve lacunary $\mathcal{I}$-yakınsaklık kavramlarını tanımlayacağız. Ayrıca, fonksiyon dizileri için lacunary yakınsaklık ve lacunary $\mathcal{I}$-yakınsaklık arasındaki ilişkiyi inceleyeceğiz. Ardından, fonksiyon dizilerinin lacunary ideal yakınsaklık kavramına bağlı olarak lacunary $\mathcal{I}^*$-yakınsaklık kavramını tanımlayacağız. Son olarak, fonksiyon dizilerinin lacunary $\mathcal{I}$-yakınsaklık ile lacunary $\mathcal{I}^*$- yakınsaklık arasındaki ilişkileri inceleyeceğiz.

Anahtar Kelimeler: Lacunary dizi, Fonksiyon dizisi, $\mathcal{I}$- yakınsaklık, $\mathcal{I}^*$-yakınsaklık.

LACUNARY $\mathcal{I}$-CONVERGENCE OF SEQUENCES OF FUNCTIONS

Prof. Dr., Erdinç DÜNDAR[1], Assoc. Prof. Dr., Esra GÜLLE[2], Prof. Dr., Uğur ULUSU[3]
[1] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, edundar@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0545-7486
[2] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye, egulle@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5575-2937
[3] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye, ugurulusu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7658-6114

Abstract

In recent years, numerous important and useful studies have been conducted by mathematical scientists in the field of mathematical summability theory, particularly on ideal convergence for real numbers, lacunary sequence, and sequences of functions in various metric spaces and normed spaces. The concept of lacunary sequence, in particular, has been addressed in some studies on ideal convergence and has been prominent in articles that have contributed to the field. However, the concept of lacunary ideal convergence for sequences of functions has not yet been explored. We will undertake this study to fill this gap for the real numbers. These original definitions and theorems will provide an important foundation for the concept of lacunary ideal Cauchy sequence, which will later be possible for sequences of functions. In this paper, for sequences of functions, firstly, we define the concepts of lacunary convergence and lacunary $\mathcal{I}$-convergence. Also, we investigate the relation between lacunary convergence and lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions. Then, secondly, we define the concept of lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence based on lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions. Finally, we investigate the relations between lacunary $\mathcal{I}$-convergence and lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence of sequences of functions.

Keywords: Lacunary sequence, Sequences of functions, $\mathcal{I}$-convergence, $\mathcal{I}^*$-convergence.

1. INTRODUCTION AND DEFINITIONS

Throughout the article, let us denote the set of all real numbers and the set of all positive integers by $\mathbb{R}$ and $\mathbb{N}$, respectively. The notion of convergence of a sequence of real numbers was independently extended to statistical convergence by Schoenberg [18] and Fast [13]. Kostyrko et al. [15] defined the concept of ideal convergence, a generalization of statistical convergence. After this definition, many studies have been conducted on the subject. Nabiev [16] studied some important properties of the both ideal convergence and ideal Cauchy sequence. Recently, Das et al. [4] introduced the concepts of $\mathcal{I}$-statistical convergence and $\mathcal{I}$-lacunary statistical convergence using the concept of ideal and studied some of their properties. The notions of lacunary $\mathcal{I}$-convergence and lacunary $\mathcal{I}$-Cauchy with some important results in the topology induced by random n-normed spaces introduced by Yamancı and Gürdal [20]. The idea of lacunary $\mathcal{I}$-convergence was investigated by Debnath [15] in intuitionistic fuzzy normed linear spaces. Tripathy et al.[19] defined and studied the concept of ideal lacunary convergence. Akın et al. [1] introduced the notions of $\mathcal{I}_\theta^*$-convergence and $\mathcal{I}_\theta^*$-Cauchy sequence. Gezer and Karakuş [12] introduced the ideas of ideal pointwise and ideal uniform convergence of function sequences.

In this paper, for sequences of functions, firstly, we define the concepts of lacunary convergence and lacunary $\mathcal{I}$-convergence. Also, we investigate the relation between lacunary convergence and lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions. Then, secondly, we define the concept of lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence based on lacunary $\mathcal{I}$-convergence of sequences of functions. Finally, we investigate the relations between lacunary $\mathcal{I}$-convergence and lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence of sequences of functions.

Now let's recall some basic concepts and definitions that we will use as references in our article (see [1-3, 5-9, 12, 14-20]).

For a family of sets $\mathcal{I} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$, if following conditions

(i) $\emptyset \in \mathcal{I}$,

(ii) If $U, V \in \mathcal{I}$, then $U \cup V \in \mathcal{I}$,

(iii) If $U \in \mathcal{I}$ and $V \subseteq U$, then $V \in \mathcal{I}$

hold, then $\mathcal{I} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$ is named an ideal.

If $\mathbb{N} \notin \mathcal{I}$, then $\mathcal{I}$ is named non-trivial.

For a non-trivial ideal $\mathcal{I}$, if $\{k\} \in \mathcal{I}$ for each $k \in \mathbb{N}$, then $\mathcal{I}$ is named admissible.

For a family of sets $\mathcal{F} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$, if following conditions

(i) $\emptyset \notin \mathcal{F}$,

(ii) If $U, V \in F$, then $U \cap V \in \mathcal{F}$,

(iii) If $U \in \mathcal{F}$ and $V \supseteq U$, then $V \in \mathcal{F}$

hold, then $\mathcal{F} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$ is named a filter.

For a non-trivial ideal $\mathcal{I} \subseteq 2^{\mathbb{N}}$, the set

$$\mathcal{F}(\mathcal{I}) = \{K \subset X : (\exists U \in \mathcal{I})(K = X \backslash U)\}$$

is a filter in $\mathbb{N}$, named the filter associated with $\mathcal{I}$.

An admissible ideal $\mathcal{I} \subset 2^{\mathbb{N}}$ is said to satisfy the property (AP) if for every countable family of mutually disjoint sets $\{U_1, U_2, \cdots\}$ belonging to $\mathcal{I}$ there exists a countable family of sets $\{V_1, V_2, \cdots\}$ such that $U_k \Delta V_k$ is a finite set for $k \in \mathbb{N}$ and

$$V = \bigcup_{k=1}^{\infty} V_k \in \mathcal{I}.$$

Then after in our paper, we take $\mathcal{I} \subset 2^{\mathbb{N}}$ be an admissible ideal of subsets of $\mathbb{N}$, $\{f_n\}_{n\in\mathbb{N}}$ and $\{g_n\}_{n\in\mathbb{N}}$ be two sequences of functions and f, g be two functions on a set $S \subset \mathbb{R}$. Also, we take convergent instead of pointwise convergent.

The sequence $\{f_n\}$ is convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if $f_n(x) \longrightarrow f(x)$ for each $x \in S$. This can be expressed by

$$(\forall x \in S)(\forall \varepsilon > 0)(\exists n_0 \in \mathbb{N})(\forall n \geq n_0)\ \ |f_n(x) - f(x)| < \varepsilon.$$

We write $f_n \longrightarrow f$.

The sequence $\{f_n\}$ is $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$,

$$A(\varepsilon) = \{n \in \mathbb{N}: |f_n(x) - f(x)| \geq \varepsilon\} \in \mathcal{I}.$$

In this case, we write $f_n \xrightarrow{\mathcal{I}} f$.

The sequence $\{f_n\}$ is $\mathcal{I}^*$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if there exists a set $M \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$, (i.e., $\mathbb{N}\backslash M \in \mathcal{I}$), $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_k < \cdots\}$, such that for each $x \in S$,

$$\lim_{k\to\infty} |f_{m_k}(x) - f(x)| = 0$$

and we write $\mathcal{I}^* - \lim_{n\to\infty} f_n(x) = f(x)$.

By a lacunary sequence we mean an increasing integer sequence $\theta = \{k_r\}$ such that

$$k_0 = 0 \text{ and } h_r = k_r - k_{r-1} \to \infty, \quad r \to \infty.$$

Then after in our paper, we take $\theta = \{k_r\}$ be a lacunary sequence and also the intervals determined by θ will be denoted by $I_r = (k_{r-1}, k_r]$, and ratio $\frac{k_r}{k_{r-1}}$ will be abbreviated by q_r.

A sequence (x_n) is lacunary convergent to $L \in \mathbb{R}$ if

$$\lim_{r\to\infty} \frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} x_n = L.$$

A sequence (x_n) is lacunary $\mathcal{I}$-convergent to L if for every $\varepsilon > 0$ such that

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} x_n - L\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

A sequence (x_k) is lacunary $\mathcal{I}^*$-convergent to L if there exists a set

$$M' = \{r \in \mathbb{N}: m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$$

for the set $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ such that we have

$$\lim_{\substack{r\to\infty \\ (r\in M')}} \frac{1}{h_r} \sum_{m_i \in I_r} x_{m_i} = L.$$

Lemma 2.1 *[16] Let $\{P_i\}_1^\infty$ be a countable a collection of subsets of $\mathbb{N}$ such that $P_i \in F(\mathcal{I})$ for each i, where $F(\mathcal{I})$ is a filter associate with an admissible ideal $\mathcal{I}$ with property (AP). Then, there exists a set $P \subset \mathbb{N}$ such that $P \in F(\mathcal{I})$ and the set $P \backslash P_i$ is finite for all i.*

2. MAİN RESULTS

In the original part of our study, firstly, for sequences of functions, the concepts of lacunary convergence and lacunary ideal convergence are introduced and the relationship between them is examined.

Definition 3.1 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary convergent ($\mathcal{N}_\theta$-convergent) to f on $S \subset \mathbb{R}$ if for each $x \in S$*

$$\lim_{r\to\infty} \frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} f_n(x) = f(x).$$

Definition 3.2 *A sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$ if for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$*

$$\left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} f_n(x) - f(x)\right| \geq \varepsilon\right\} \in \mathcal{I}.$$

In this case, we write $f_n \to f(\mathcal{I}_\theta)$.

Theorem 3.1 *If a sequence $\{f_n\}$ is lacunary convergent to f, then $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$.*

Proof. Let a sequence $\{f_n\}$ is lacunary convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$. Then, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$ there is a $r_0 = r_0(\varepsilon, x) \in \mathbb{N}$ such that for all $r > r_0$ we have

$$\left|\frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} f_n(x) - f(x)\right| < \varepsilon.$$

Then, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$

$$A(\varepsilon) = \left\{r \in \mathbb{N}: \left|\frac{1}{h_r} \sum_{n\in I_r} f_n(x) - f(x)\right| \geq \varepsilon\right\} \subset \{1,2,\cdots,r_0\}.$$

Since $\mathcal{I}$ is an admissible ideal, we have

$$\{1,2,\cdots,r_0\} \in \mathcal{I} \text{ and so } A(\varepsilon) \in \mathcal{I}.$$

Hence, we have

$$f_n \to f(\mathcal{I}_\theta)$$

which completes the proof.

Now, for sequences of functions, the concept of lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence is given and its relations with lacunary ideal convergence are examined.

Definition 3.3 *A sequence* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}^*$*-convergent to* f *on* $S \subset \mathbb{R}$ *if there exists a set* $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ *such that for the set*

$$M' = \{r \in \mathbb{N}: m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I})$$

and for each $x \in S$ we have

$$\lim_{\substack{r\to\infty \\ (r\in M')}} \frac{1}{h_r} \sum_{m_i \in I_r} f_{m_i}(x) = f(x).$$

In this case, we write $f_n \to f(\mathcal{I}_\theta^*)$.

Theorem 3.2 *If the sequence* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}^*$*-convergent to* f*, then* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}$*-convergent to* f *on* $S \subset \mathbb{R}$.

Proof. Let the sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}^*$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$. Then, there exists a set $M = \{m_1 < m_2 < \cdots < m_i < \cdots\} \subset \mathbb{N}$ such that for the set

$$M' = \{r \in \mathbb{N}: m_i \in I_r\} \in \mathcal{F}(\mathcal{I}) \ \ (i.e., H = \mathbb{N}\backslash M' \in \mathcal{I})$$

and for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$ there is a $r_0 = r_0(\varepsilon, x) \in \mathbb{N}$ such that for all $r > r_0$ we have

$$\left| \frac{1}{h_r} \sum_{m_i \in I_r} f_{m_i}(x) - f(x) \right| < \varepsilon, (r \in M').$$

Then, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$

$$A(\varepsilon) = \left\{ r \in \mathbb{N}: \left| \frac{1}{h_r} \sum_{m_i \in I_r} f_{m_i}(x) - f(x) \right| \geq \varepsilon \right\} \subset H \cup \{1,2,\cdots,r_0\}.$$

Since $\mathcal{I}$ is an admissible ideal, we have

$$H \cup \{1,2,\cdots,r_0\} \in \mathcal{I} \text{ and so } A(\varepsilon) \in \mathcal{I}.$$

Hence, we have

$$f_n \to f(\mathcal{I}_\theta)$$

which completes the proof.

Theorem 3.3 *Let* $\mathcal{I}$ *be a admissible ideal with property* (AP)*. If a sequence* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}$*-convergent to* f*, then* $\{f_n\}$ *is lacunary* $\mathcal{I}^*$*-convergent to* f *on* $S \subset \mathbb{R}$.

Proof. Assume that the sequence $\{f_n\}$ is lacunary $\mathcal{I}$-convergent to f on $S \subset \mathbb{R}$. Then, for every $\varepsilon > 0$ and each $x \in S$,

$$T(\varepsilon)=\left\{r\in\mathbb{N}:\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}f_n(x)-f(x)\right|\geq\varepsilon\right\}\in\mathcal{I}.$$

Put

$$T_1=\left\{r\in\mathbb{N}:\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}f_n(x)-f(x)\right|\geq 1\right\}$$

and

$$T_v=\left\{r\in\mathbb{N}:\frac{1}{v}\leq\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}f_n(x)-f(x)\right|<\frac{1}{v-1}\right\},$$

for $v\geq 2$ and $v\in\mathbb{N}$. It is clear that

$$T_p\cap T_k=\emptyset$$

for $p\neq k$ and $T_p\in\mathcal{I}$ for each $p\in\mathbb{N}$. By property (AP) there is a sequence $\{V_k\}_{k\in\mathbb{N}}$ such that $T_k\Delta V_k$ is a finite set for each $k\in\mathbb{N}$ and

$$V=\bigcup_{k=1}^{\infty}V_k\in\mathcal{I}.$$

We prove that, for each $x\in S$

$$\lim_{\substack{r\to\infty\\(r\in M')}}\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}f_n(x)=f(x),$$

for $M'=\mathbb{N}\backslash V\in\mathcal{F}(\mathcal{I})$. Let $\delta>0$ be given. Choose $i\in\mathbb{N}$ such that $\frac{1}{i}<\delta$. Then, for each $x\in S$

$$\left\{r\in\mathbb{N}:\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r}f_n(x)-f(x)\right|\geq\delta\right\}\subset\bigcup_{k=1}^{i-1}T_k.$$

Since $T_k\Delta V_k$ is a finite set for $k\in\{1,2,\cdots,i-1\}$, there exists $r_0\in\mathbb{N}$ such that

$$\left(\bigcup_{k=1}^{i-1}T_k\right)\cap\{r\in\mathbb{N}:r\geq r_0\}=\left(\bigcup_{k=1}^{i-1}V_k\right)\cap\{r\in\mathbb{N}:r\geq r_0\}.$$

If $r\geq r_0$ and $r\notin V$, then

$$r\notin\bigcup_{k=1}^{i-1}V_k\ \text{ and so }\ r\notin\bigcup_{k=1}^{i-1}T_k.$$

For each $x \in S$ we have

$$\left|\frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} f_n(x) - f(x)\right| < \frac{1}{i} < \delta.$$

This implies that for each $x \in S$

$$\lim_{\substack{r\to\infty \\ (r\in M')}} \frac{1}{h_r}\sum_{n\in I_r} f_n(x) = f(x),$$

Hence, we have $f_n \to f(\mathcal{I}_\theta^*)$ which completes the proof.

3. REFERENCES

[1] N. P. Akın, E. Dündar, Ş. Yalvaç, *Lacunary $\mathcal{I}^*$-convergence and lacunary $\mathcal{I}^*$-Cauchy sequence*, AKU J. Sci. Eng. **23** (2023), 1434–1439.

[2] V. Baláz, J. Červeňanský, P. Kostyrko, T. Šalát, *$\mathcal{I}$-convergence and $\mathcal{I}$-continuity of real functions*, Acta Mathematica, Faculty of Natural Sciences, Constantine the Philosopher University, Nitra, **5** (2004), 43–50.

[3] M. Balcerzak, K. Dems, A. Komisarski, *Statistical convergence and ideal convergence for sequences of functions*, J. Math. Anal. Appl. **328** (2007), 715–729.

[4] P. Das, E. Savaş, S. Kr. Ghosal, *On generalized of certain summability methods using ideals*, Appl. Math. Letter, **36** (2011), 1509-1514.

[5] P. Debnath, *Lacunary ideal convergence in intuitionistic fuzzy normed linear spaces*, Computers and Mathematics with Applications, **63** (2012), 708–715

[6] E. Dündar, B. Altay, *$\mathcal{I}_2$-convergence and $\mathcal{I}_2$-Cauchy of double sequences*, Acta Mathematica Scientia, **34**B(2) (2014), 343–353.

[7] E. Dündar, B. Altay, *On some properties of $\mathcal{I}_2$-convergence and $\mathcal{I}_2$-Cauchy of double sequences*, Gen. Math. Notes, **7**(1) (2011), 1–12.

[8] E. Dündar, N. Akın, E. Gülle, *On strongly lacunary $\mathcal{I}_2^*$-convergence and strongly lacunary $\mathcal{I}_2^*$-Cauchy sequence*, Univ. J. Math. Appl. **6**(4) (2023), 155–161.

[9] E. Dündar, U. Ulusu, *On rough $\mathcal{I}$-convergence and $\mathcal{I}$-Cauchy sequence for functions defined on amenable semigroups*, Univ. J. Math. Appl. **6**(2) (2023), 86–90.

[10] E. Dündar, U. Ulusu, N. Pancaroğlu, *Strongly $\mathcal{I}_2$-lacunary Convergence and $\mathcal{I}_2$-lacunary Cauchy Double Sequences of Sets*, The Aligarh Bulletin of Mathematics, **35**(1-2) (2016), 1–15.

[11] F. Gezer, S. Karakuş, *$\mathcal{I}$ and $\mathcal{I}^*$ convergent function sequences*, Math. Commun. **10** (2005), 71–80.

[12] H. Fast, *Sur la convergence statistique*, Colloq. Math. **2** (1951), 241–244.

[13] Freedman, A.R., Sember, J.J. and Raphael, M. *Some Cesàro type summability spaces*, Proc. Lond. Math. Soc. **37** (1978), 508-520.

[14] P. Kostyrko, T. Šalát, W. Wilczyński, *$\mathcal{I}$-Convergence*, Real Anal. Exchange **26**(2) (2000), 669–686.

[15] A. Nabiev, S. Pehlivan, M. Gürdal, *On $\mathcal{I}$-Cauchy sequence*, Taiwanese J. Math. **11**(2) (2007), 569–576.

[16] Y. Sever, U. Ulusu and E. Dündar, *On Strongly $\mathcal{I}$ and $\mathcal{I}^*$-Lacunary Convergence of Sequences of Sets*, AIP Conference Proceedings, 1611, 357 (2014); doi: 10.1063/1.4893860, 7 pages.

[17] I. J. Schoenberg, *The integrability of certain functions and related summability methods*, Amer. Math. Monthly, **66** (1959), 361–375.

[18] B. C. Tripathy, B. Hazarika, B. Choudhary, *Lacunary $\mathcal{I}$-convergent sequences*, Kyungpook Math. J. **52** (2012), 473-482.

[19] U. Ulusu, E. Dündar, *Asymptotically $\mathcal{I}$-Cesaro equivalence of sequences of sets*, Univ. J. Math. Appl. **1**(2) (2018), 101–105.

[20] U. Yamancı and M. Gürdal, *On lacunary ideal convergence in random n-normed space*, Journal of Mathematics, Volume 2013, Article ID 868457, 8 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2013/868457

YÖN BAĞIMLI (ANİZOTROPİK) ORTAMLARDA İNDÜKSİYON KUYU LOGLARI İÇİN TABAKA SINIRLARININ TÜREV YÖNTEMLERİ İLE TAYİNİ VE TABAKA ÖZDİRENÇLERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KESTİRİMİ

Delya OCHIROVA[1]/ Ertan PEKŞEN[2]/ Doğukan Durdağ[3]
[1]Kocaeli Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği, delyaochirova4@gmail.com, ORCID: 0009-0009-3692-2166
[2]Kocaeli Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği, ertanpeksen@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3515-1509
[3]Kocaeli Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği, dogukan.durdag@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9995-9865

Özet

Bu çalışma, yön bağımlı (anizotropik) yeraltı formasyonlarında indüksiyon kuyu logu verilerinden tabaka sınırlarının ve özdirenç değerlerinin doğru bir şekilde kestirilmesini amaçlamaktadır. Elektriksel anizotropinin etkisi, kuyu loglarının yorumlanmasını zorlaştırmakta ve rezervuar karakterizasyonunda önemli hatalara yol açabilmektedir. Bu sorunu aşmak için çalışmada klasik türev yöntemlerine ek olarak kesirli türev teknikleri de kullanılarak tabaka sınırlarının daha hassas bir şekilde belirlenmesi hedeflenmiştir. Düşey ve yatay manyetik alan bileşenlerinin sanal kısımlarından görünür özdirençler hesaplanmış, ardından Newton iteratif yöntemi ile bu değerler iyileştirilmiştir. Elde edilen bu değerler, yapay sinir ağları (YSA) ve genelleştirilmiş regresyon sinir ağları (GRNN) ile araştırılmıştır. Ayrıca, Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization, Scaled Conjugate Gradient, Resilient Backpropagation ve GRNN gibi farklı eğitim algoritmalarının performansları karşılaştırılmıştır. Yöntem üç tabakalı sentetik modeller üzerinde test edilmiş, ardından Oklahoma gibi çok katmanlı benchmark modellerine uygulanmıştır. Bu bütünleşik yaklaşım, yeraltı formasyonlarının daha doğru modellenmesini sağlamakta ve petrol rezervuar değerlendirmelerinde kullanılan porozite ve suya doygunluk gibi parametrelerin güvenilir şekilde tahmin edilmesine katkı sunmaktadır. Sonuçlar, Newton yönteminin makine öğrenimiyle birleştirilmesinin, anizotropik ortamlarda özdirenç tahminini ve sınır tespitini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: anizotropi, indüksiyon kuyu logları, yapay sinir ağları, kesirli türev yöntem, özdirenç kestirimi

DETERMINATION OF LAYER BOUNDARIES USING DERIVATIVE METHODS AND ESTIMATION OF LAYER RESISTIVITIES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DIRECTIONALLY DEPENDENT (ANISOTROPIC) FORMATIONS

Delya OCHIROVA[1]/ Ertan PEKŞEN[2]/ Doğukan Durdağ[3]
[1]Kocaeli University, Geophysical Engineering, delyaochirova4@gmail.com,
ORCID: 0009-0009-3692-2166
[2]Kocaeli University, Geophysical Engineering, ertanpeksen@kocaeli.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-3515-1509
[2]Kocaeli University, Geophysical Engineering, dogukan.durdag@kocaeli.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-9995-9865

Abstract

This study aims to accurately estimate layer boundaries and resistivity values from induction well log data in directionally dependent (anisotropic) subsurface formations. Electrical anisotropy complicates the interpretation of well logs and can lead to significant errors in reservoir characterization. To address this, the study employs both classical and fractional derivative methods to enhance the precision of boundary detection. Apparent resistivities are initially calculated using the imaginary components of vertical and horizontal magnetic fields. These values are then refined through Newton's iterative method to approximate true resistivities. Subsequently, artificial neural networks (ANN) and generalized regression neural networks (GRNN) are trained using synthetic datasets to predict resistivity values. The performance of various training algorithms—Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization, Scaled Conjugate Gradient, Resilient Backpropogation and GRNN—is systematically compared. The methodology is validated on three-layer synthetic models and extended to complex multi-layer benchmark models such as Oklahoma. This integrated approach enables more accurate modelling of subsurface formations and supports reliable estimation of porosity and water saturation—key parameters in petroleum reservoir evaluation. The results demonstrate that combining Newton's method with machine learning significantly improves resistivity estimation and boundary detection in anisotropic environments.

Keywords: anisotropy, induction well logs, artificial neural networks, fractional derivative method, resistivity estimation

INTRODUCTION

Electrical anisotropy in subsurface geological formations presents a significant challenge in geophysical exploration and reservoir characterization. In anisotropic media, the resistivity varies as a function of direction, typically described by distinct horizontal (ρ_h) and vertical (ρ_v) resistivity components. This anisotropy is commonly encountered in laminated sand–shale sequences, fractured formations, and finely layered reservoirs, where electrical current pathways differ due to geological fabric and mineral alignment. Failure to account for anisotropy in well log interpretation can lead to substantial errors in estimating key reservoir parameters such as porosity, water saturation, and hydrocarbon saturation, ultimately affecting field development strategies and economic decisions (Klein, 1993).

Induction well logging is one of the primary techniques used to measure formation resistivity, operating on the principle of electromagnetic (EM) induction (Doll, 1949). In this method, a transmitter coil generates an alternating magnetic field, which induces eddy currents in the surrounding formation. These currents, in turn, produce secondary magnetic fields that are detected by receiver coils. The measured EM response is then inverted to estimate apparent resistivity. However, in anisotropic media, the interpretation becomes more complex due to the direction-dependent conductivity tensor, which influences the relationship between measured EM fields and true formation resistivity.

Traditional approaches to processing induction log data rely on derivative-based techniques to detect layer boundaries and inversion algorithms to estimate formation resistivity. First- and second-order derivatives of the measured fields can highlight discontinuities associated with geological boundaries. Nevertheless, these methods are sensitive to noise and may lack the resolution needed to identify subtle boundaries in complex anisotropic environments (Tompkins, M. J., Alumbaugh, D. L., 2004).

To address these limitations, fractional derivative methods (Pişkin, 2013) have been proposed as a generalization of integer-order derivatives, offering an adjustable degree of differentiation that can enhance boundary detection while mitigating noise amplification. When combined with robust resistivity refinement techniques, such as the Newton iterative method (Buchanan, 2022), fractional derivatives can provide a more precise delineation of subsurface layering.

In parallel, advances in machine learning have enabled the use of Artificial Neural Networks (ANN) and Generalized Regression Neural Networks (GRNN) for resistivity prediction. By training these models on synthetic datasets generated from forward modelling, it is possible to establish nonlinear mappings between EM field measurements and true resistivity values (Durdağ & Pekşen, 2021; Durdağ, Ayhan Durdağ & Pekşen, 2022). The flexibility of neural networks allows for the inclusion of both horizontal and vertical resistivity components, thereby accommodating anisotropic conditions.

This study integrates fractional derivative methods**,** Newton's iterative resistivity refinement**,** and machine learning approaches (ANN and GRNN) into a unified workflow for the accurate determination of layer boundaries and resistivity in anisotropic formations. The methodology is evaluated on a range of synthetic models, including three-layer, and complex multi-layer benchmark models such as the Oklahoma model (Zhdanov et al., 2001b). Multiple ANN training algorithms—Levenberg–Marquardt, Bayesian Regularization, Scaled Conjugate Gradient, and Resilient Backpropagation—are compared against GRNN in terms of accuracy (MSE, RMSE, R^2) and computational efficiency (Uwimana et al., 2025).

By systematically combining advanced signal processing techniques with machine learning, this work aims to enhance the reliability of induction log interpretation in anisotropic media. The outcomes have direct implications for reservoir evaluation, particularly in improving the estimation of petrophysical properties and reducing uncertainty in hydrocarbon assessment.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

1.1 Electromagnetic Principles of Induction Well Logging

As illustrated in Figures 1 and 2, induction well logging is governed by the fundamental principles of electromagnetism, which are formally described by Maxwell's equations in the frequency domain for time-harmonic fields:

$$\nabla \times E = i\omega\mu_0(H + M) \quad (1)$$

$$\nabla \times H = \hat{\sigma}' E \quad (2)$$

Here, E and H are the electric and magnetic field intensities. B is the magnetic field. The equations can be solved for homogeneous anisotropic media using Hertzian and scalar potentials (Moran and Kunz, 1962; Moran ve Gianzero, 1979; Kaufman, 1989; Kaufman ve Dashevsky, 2003; Zhdanov et al.., 2001a, 2001b).

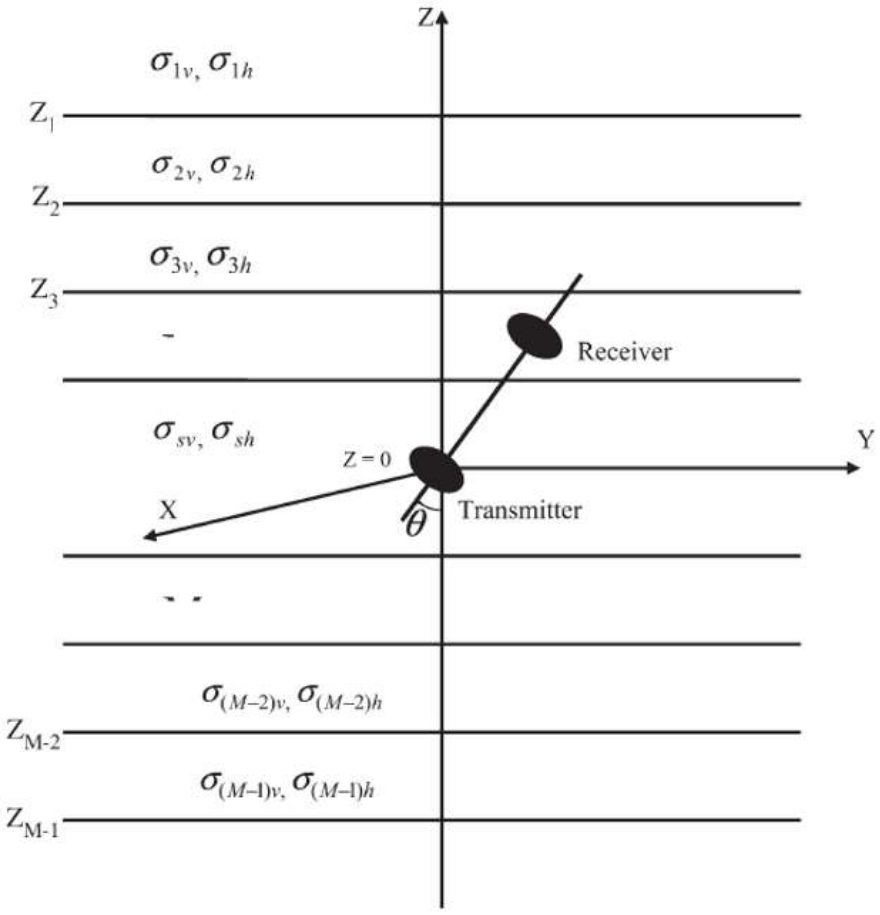


Figure 6. General formation layout for the triaxial induction logging tool in a layered anisotropic environment with a dipping angle.

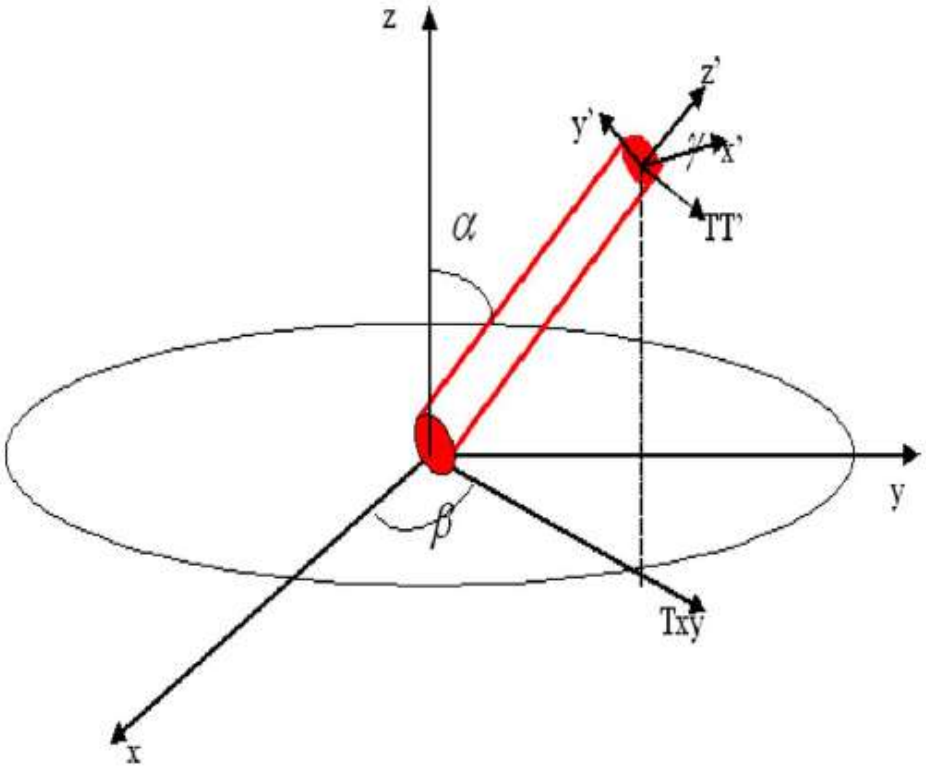


Figure 7.Definition of a coordinate system.

The Hertz potential is defined as:

$$\hat{\sigma}' E = i\omega\mu\sigma_h' \nabla \times \pi \quad (3)$$

$$H = i\omega\mu\sigma_h' \pi + \nabla\phi \quad (4)$$

$$\nabla \cdot [\sigma_h' \pi] = \sigma_v' \phi \quad (5)$$

To find the components in the Hertzian potential, the problem is divided into three parts. First, we consider the vertical magnetic dipole (ZMD) along the z-axis, then the horizontal dipole (XMD) along the x-axis, and finally the horizontal dipole (YMD) along the y-axis.

Here $\hat{\sigma}'$ is the complex conductance tensor defined as:

$$\hat{\sigma}' = \begin{bmatrix} \sigma_h & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_h & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_v \end{bmatrix} \quad (6)$$

where $\sigma_h = 1/\rho_h$ and $\sigma_v = 1/\rho_v$ horizontal and vertical conductivities, respectively.

The imaginary components of the magnetic field intensity—measured by coaxial (H_z^z) and coplanar (H_x^x) coil configurations—are used to estimate apparent conductivities in anisotropic formations. These components are also referred to as quadrature or out-of-phase signals.

The apparent horizontal and vertical conductivities are calculated using:

$$\sigma_{ha} = \frac{4\pi L \Im H_z^z}{\omega \mu_0} \quad (7)$$

$$\sigma_{va} = \frac{8\pi L \Im H_x^x}{\omega \mu_0} \quad (8)$$

where L is coil spacing, ω is the angular frequency and $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m is the magnetic permeability of free space. Here, $\Im H_z^z$ and $\Im H_x^x$ represent the imaginary components of the magnetic field intensity. In other words, they are the values measured in a coaxial and coplanar coil. These terms are also known as out-of-phase or quadrature components (Zhdanov et al., 2001a; Zhdanov et al., 2001b). A multiaxial induction device in an anisotropic medium is shown in Figure 3.

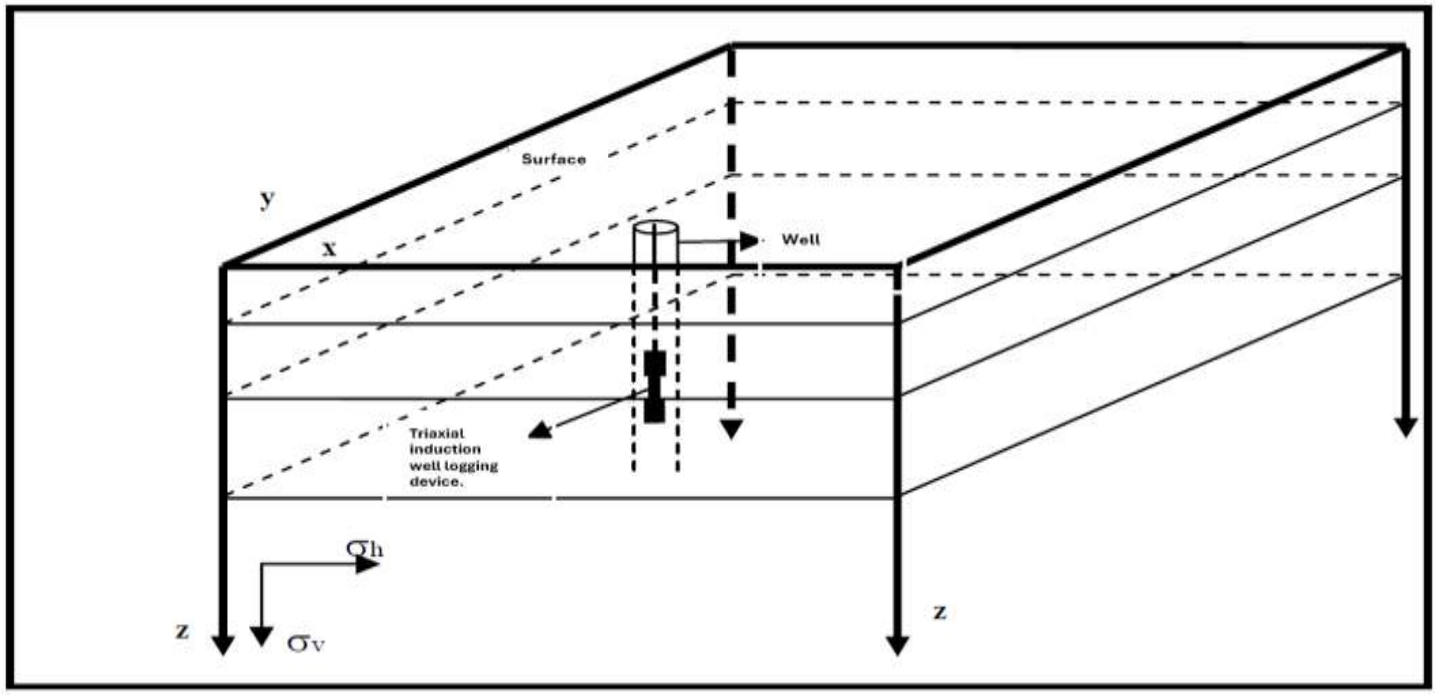


Figure 8. Triaxial induction well logging device in an anisotropic subsurface environment.

1.2 Forward Modelling of Electromagnetic Response

Forward modelling predicts the EM response for a given resistivity structure $\{\rho_h, \rho_v, Z_b\}$ where Z_b are layer boundaries. The Green's function approach is commonly employed, where the solution to Maxwell's equations in layered anisotropic media is expressed in the frequency domain. The program was developed by Zhdanov et al. (2001b). This allows synthetic datasets to be generated for varying resistivity contrasts, layer thicknesses, and anisotropy ratios, which serve both for algorithm validation and ANN/GRNN training.

1.3 Newton's Iterative Method for Resistivity Refinement

The Newton method is a classical iterative solution frequently used in root-finding problems. The goal is to find the unknown p (resistivity in this study) in the equation f(p)=0 The method refines the estimated value at each iteration according to the following update formula:

$$p_{(n+1)} = p_n - \frac{f(p_n)}{f'(p_n)} \quad (9)$$

Where:

$f(p)$: Target function representing the difference between the observed and calculated log responses,

$f'(p)$: Derivative of the target function,

p_n : Resistivity estimate at the nth iteration,

p_{n+1} : Updated resistivity estimate.

This expression is based on the first-order Taylor series expansion (Buchanan, 2022):

$$f(p) \approx f(p_n) + f'(p_n)(p - p_n) \quad (10)$$

The Newton update is obtained by substituting this expansion into the equation f(p)=0.

The Newton method provides rapid (quadratic) convergence if the initial estimate is sufficiently accurate. This feature makes it particularly effective in geophysics, particularly in solving nonlinear resistivity equations.

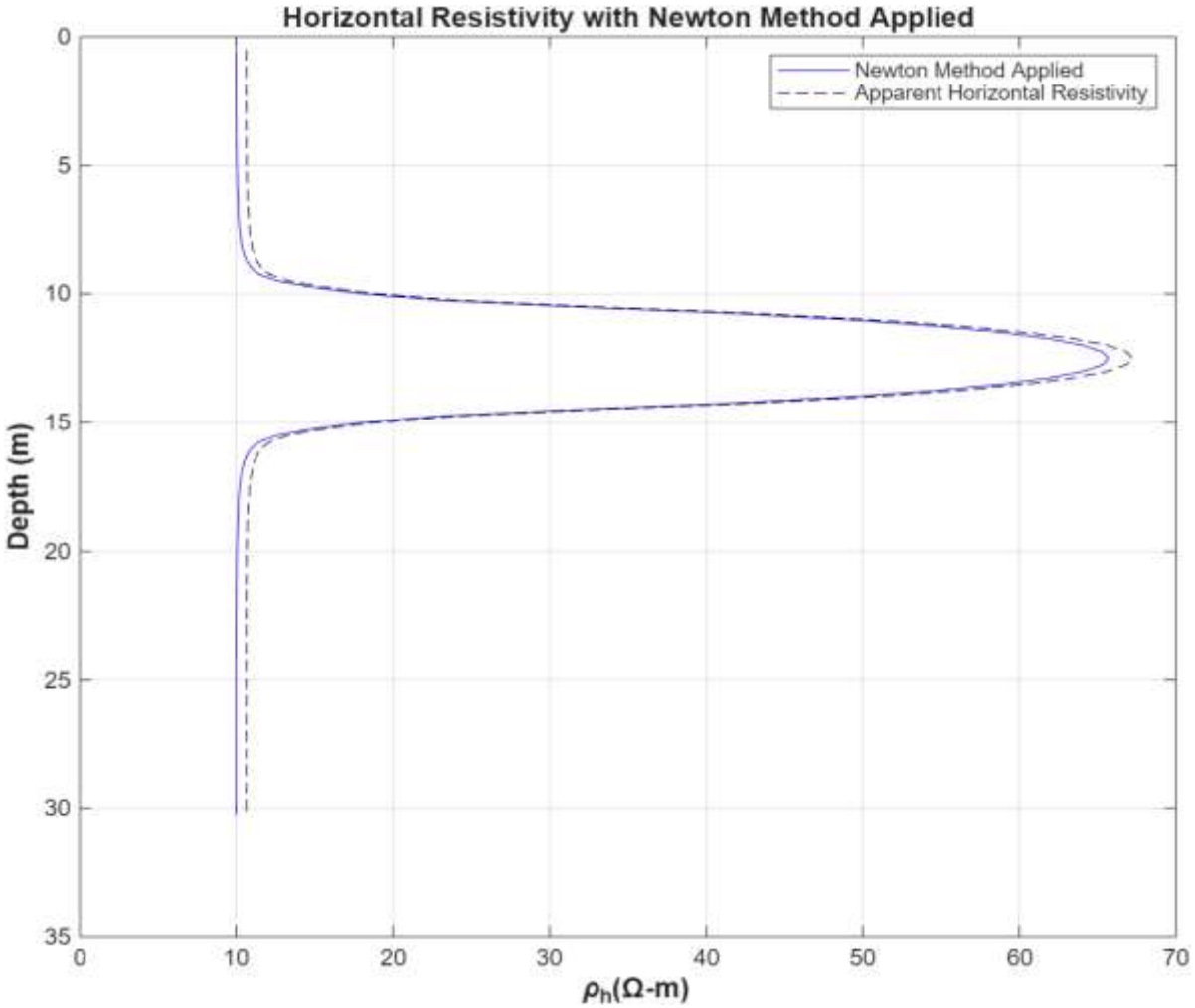


Figure 9. Performance of the Newton method in estimating horizontal resistivity across a three-layer subsurface model. The input resistivity values were 10 Ω·m, 100 Ω·m, and 10 Ω·m for the top, middle, and bottom layers, respectively.

1.4 Fractional Derivative Methods for Boundary Detection

For a function $f(x) = x^m$, where $m \epsilon N$, the n-th order derivative can be expressed in terms of the Gamma function $\Gamma(\cdot)$ as:

$$D^n(rx^m) = r\frac{\Gamma(m+1)}{\Gamma(m-n+1)}x^{m-n} \quad (11)$$

where n, $m \epsilon N$ ve $r \epsilon R$, and $n \leq m$.

The proof follows by induction for the special case $r=1$, using the standard factorial representation $m! = \Gamma(m+1)$

$$D^n x^m = \frac{m!}{(m-n+1)}x^{m-n} \quad (12)$$

By replacing n and m with real numbers β and α such that $\beta \leq \alpha$, this formula extends naturally to fractional orders**:**

$$D^\beta(rx^\alpha) = r\frac{\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha-\beta+1)}x^{\alpha-\beta} \quad (13)$$

Example: Half-Order Derivative

Consider $f(x)=x$. Its half-order derivative ($\beta=1/2$) is:

$$D^{\frac{1}{2}}x = \frac{\Gamma(2)}{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}x^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}x^{\frac{1}{2}} = \frac{2}{\sqrt{\pi}}x^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

Applying the half-order derivative **twice** yields:

$$D^{\frac{1}{2}}\left(D^{\frac{1}{2}}x\right) = D^{\frac{1}{2}}\left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}x^{\frac{1}{2}}\right) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}D^{\frac{1}{2}}\left(x^{\frac{1}{2}}\right) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{\Gamma(1)}x^{\frac{1}{2}-\frac{1}{2}} = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\frac{\frac{1}{2}\sqrt{\pi}}{1} = 1 \quad (15)$$

Thus, taking the half-order derivative twice recovers the first-order derivative of $f(x)=x$, demonstrating the consistency of fractional derivatives with classical calculus (Pişkin, 2013).

1.5 Machine Learning for Resistivity Estimation

1.5.1 Artificial Neural Networks (ANN)

A **feedforward neural network** consists of an input layer (EM field components), one or more hidden layers (nonlinear mapping), and an output layer (predicted ρ_h, ρ_v). Each neuron applies a weighted sum followed by a nonlinear activation function. Training minimizes the mean squared error (MSE) between predicted and target resistivities, using algorithms such as (Uwimana et al., 2025):

- **Levenberg–Marquardt (LM):** A fast second-order approximation method, efficient for small to medium-sized networks.
- **Bayesian Regularization (BR):** Introduces a probabilistic framework that prevents overfitting by penalizing large weights, improving generalization.
- **Scaled Conjugate Gradient (SCG):** A gradient-based optimization method that avoids costly line searches, suitable for larger datasets.

- **Resilient Backpropagation (RP):** Adjusts weight updates based on the sign of the gradient rather than its magnitude, providing stable and efficient convergence.

These algorithms offer trade-offs between speed, accuracy, and robustness**,** making comparative evaluation essential for resistivity estimation in anisotropic media.

1.5.2 Generalized Regression Neural Networks (GRNN)

GRNN is a radial basis function network suited for regression tasks, offering fast training and good generalization from small datasets. It estimates outputs using a kernel regression approach:

$$\hat{y}(x) = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i \exp\left(-\frac{\|x - x_i\|^2}{2\sigma^2}\right)}{\sum_{i=1}^{N} \exp\left(-\frac{\|x - x_i\|^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (16)$$

where σ is the spread parameter controlling the smoothness of predictions (Li et al., 2025). GRNN has been successfully applied in geophysical inversion tasks, including resistivity and self-potential data interpretation (Durdağ & Pekşen, 2021; Durdağ, Ayhan Durdağ, & Pekşen, 2022).

2. RESULTS AND DISCUSSION

The developed methodology was tested on synthetic models with increasing complexity (three-layer and the benchmark Oklahoma multi-layer model). For each case, apparent resistivities obtained from induction logging were refined using Newton's iterative method. Subsequently, resistivity estimation was performed with Artificial Neural Networks (ANN) and Generalized Regression Neural Networks (GRNN). Training was carried out with datasets of varying sizes (10, 100, 500, 1000 samples), using architectures [10], [5 3], and [20 10], and epochs between 100 and 1000. The results were evaluated using Mean Square Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE) and coefficient of determination (R^2).

2.1 Three-Layer Model

A three-layer subsurface model is used, with the middle layer having a thickness of 5 m. Measurements were taken every 25 cm along the borehole, resulting in 100 data points. A 3% noise level was added to the synthetic data, and the operating frequency was set to 20 kHz. The transmitter-receiver spacing was 1 m.

In this study, fractional derivatives were applied to enhance boundary detection in resistivity profiles. The optimal fractional derivative orders (denoted as γ) were automatically selected based on error metrics. For the three-layer model used in the example, the best-performing values were:

- Horizontal derivative order (γ_h): 1.35
- Vertical derivative order (γ_v): 1.73

These values provided the clearest boundary transitions and improved input quality for subsequent ANN and GRNN modelling.

Figure 5 illustrates the resistivity profile with detected boundaries using fractional derivatives. Horizontal and vertical derivatives are shown as blue and red lines, respectively. Detected boundaries are marked with circles, while dashed lines indicate the true layer boundaries. The closest detected boundaries to reference depths Zb(1) and Zb(2) are highlighted, demonstrating the precision of the method.

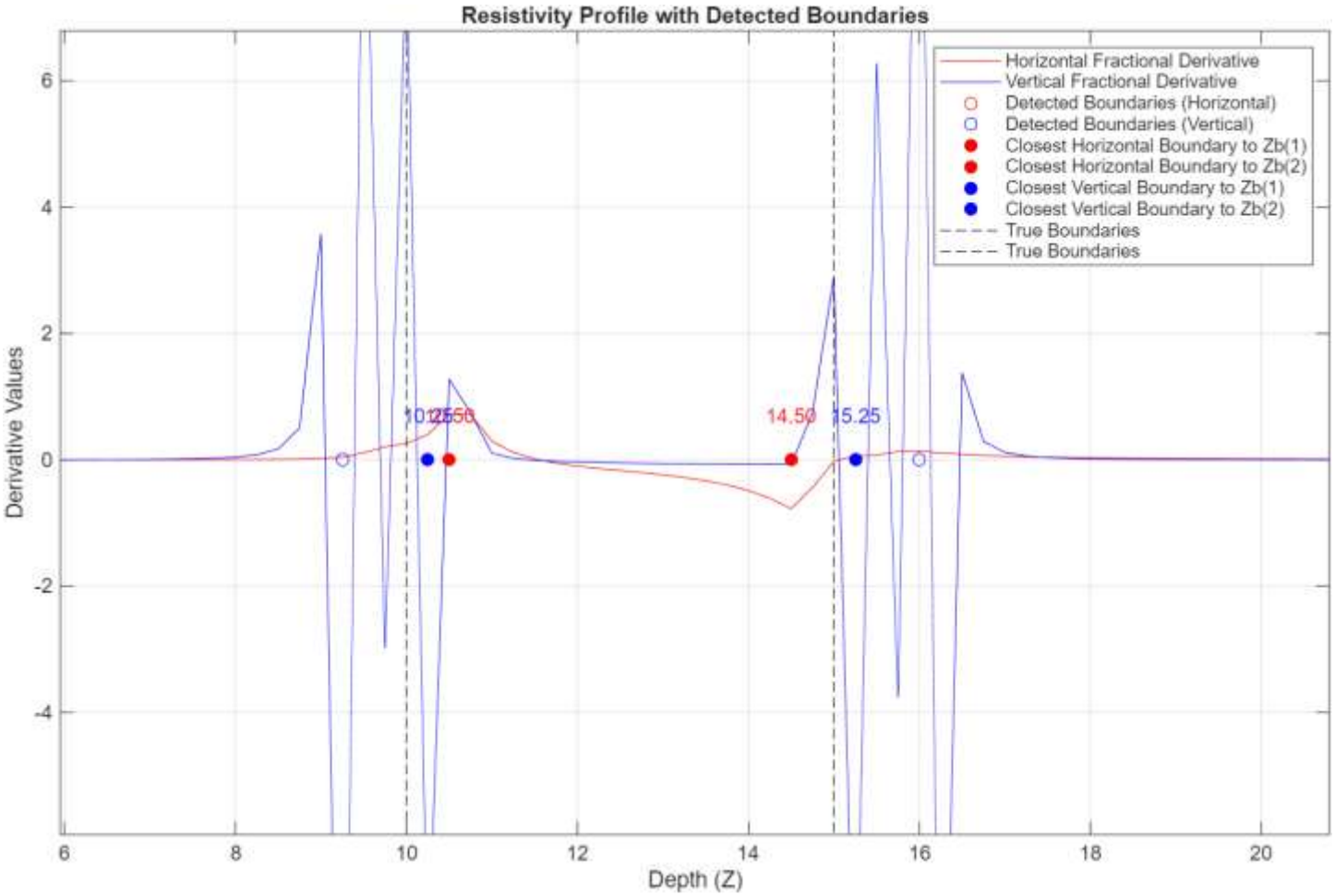


Figure 10. Resistivity profile with detected boundaries using fractional derivative methods in a three-layer subsurface model. Horizontal and vertical fractional derivatives ($\gamma_h = 1.35$, $\gamma_v = 1.73$) were automatically selected based on error metrics to optimize boundary detection. Detected boundaries are marked with circles, while dashed lines indicate the true layer interfaces.

The horizontal resistivity values were evaluated using various methods, including the Newton method, multiple Artificial Neural Network (ANN) training algorithms—Levenberg-Marquardt (trainlm), Bayesian Regularization (trainbr), Scaled Conjugate Gradient (trainscg), and Resilient Backpropagation (trainrp)—as well as the General Regression Neural Network (GRNN). Figure 6-7 shows a comparison of these methods, with each represented by a distinct line style.

The Newton method provided accurate results, especially near layer boundaries. Among the ANN approaches, Levenberg-Marquardt and Scaled Conjugate Gradient achieved the best performance, with R^2 values exceeding 0.9 when trained with 100 samples over 1000 epochs. GRNN demonstrated strong generalization capabilities but required careful tuning of the smoothing parameter.

Since the model consists of only three layers, using 1000 samples was unnecessary. Instead, datasets of 10 and 100 samples were tested, and 1000 training epochs were sufficient to achieve reliable results.

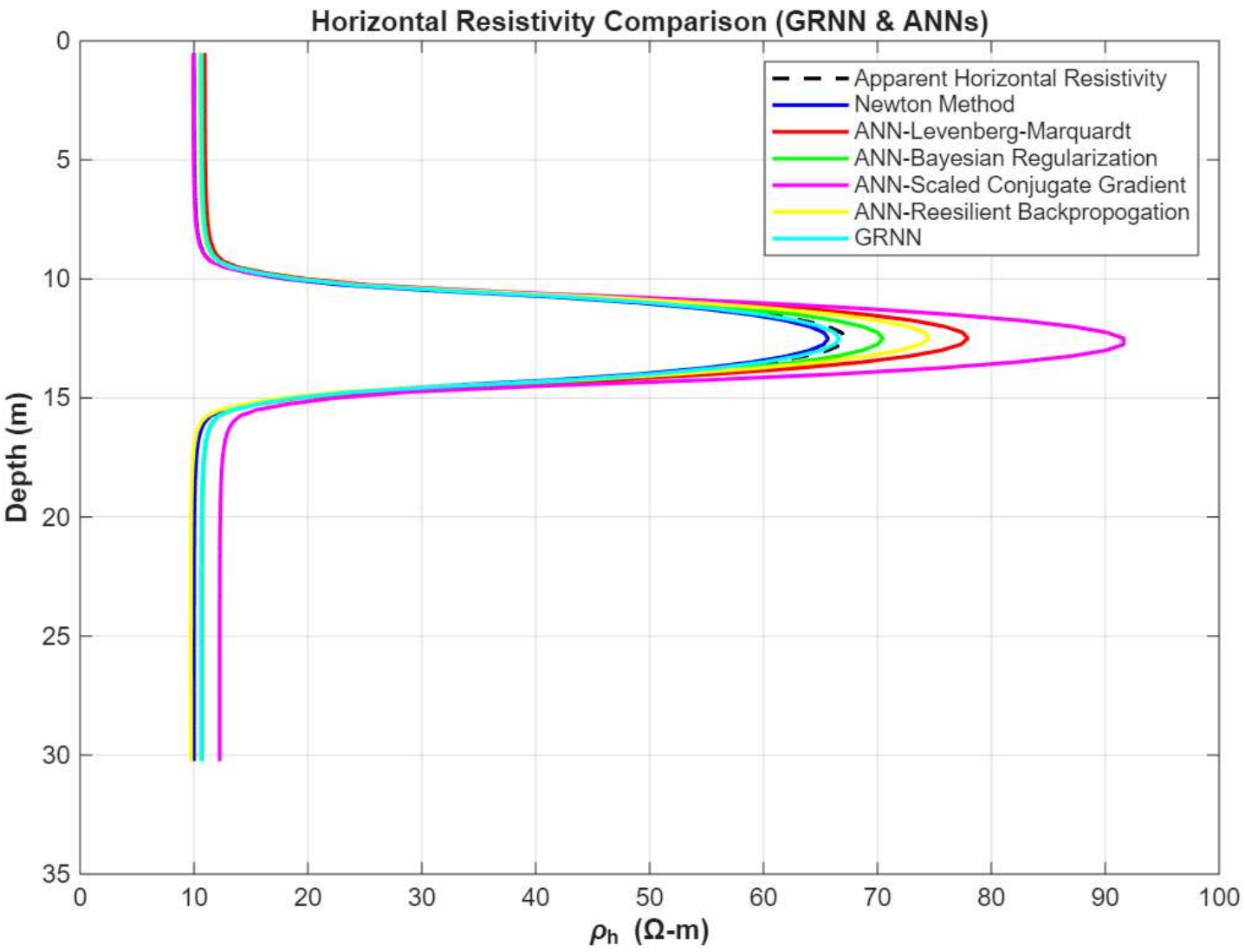


Figure 11. Comparison of horizontal resistivity estimation methods for a three-layer subsurface model with architecture [10], 100 dataset, 1000 epoch.

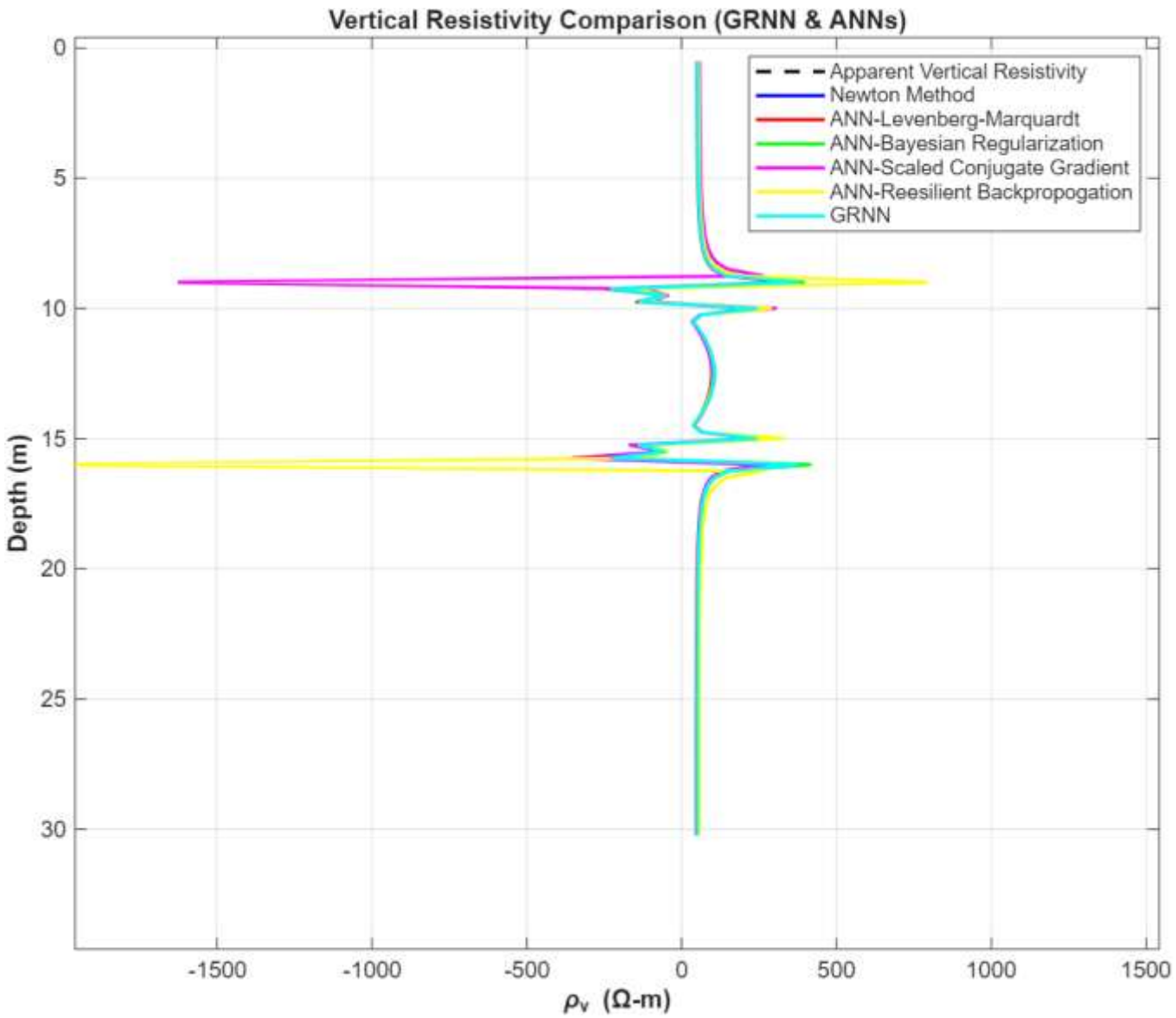


Figure 12. Comparison of vertical resistivity estimation methods for a three-layer subsurface model with architecture [10], 100 dataset, 1000 epoch.

2.2 Oklahoma Benchmark Model

Fractional derivative methods were applied to the Oklahoma benchmark model to improve boundary detection. The optimal fractional orders were automatically selected based on error metrics. For this model, the best-performing values were:

- Horizontal derivative order (γ_h): 1.86
- Vertical derivative order (γ_v): 0.45

These values produced distinct peaks at true geological boundaries. Detected boundaries closely matched the reference depths, confirming the method's precision even in thin and complex layers. This demonstrates the robustness of fractional derivatives in enhancing boundary detection in multi-layered anisotropic formations.

Figures 8 and 9 demonstrate the effectiveness of fractional derivative methods in detecting geological boundaries within the Oklahoma benchmark model. In Figure 8, the resistivity profile is shown in black, with horizontal and vertical fractional derivatives plotted in blue and red, respectively, using optimal orders $\gamma_h = 1.86$ and $\gamma_v = 0.45$. Detected boundaries are marked with circles, while dashed grey lines indicate the true layer boundaries. The figure highlights how fractional derivatives produce distinct peaks at actual boundary locations, confirming their robustness in identifying transitions even in complex, multi-layered subsurface formations. Figure 9 complements this by presenting a tabulated comparison of true boundary depths (Zb) with the closest detected boundaries from horizontal and vertical derivatives. The results show that most detected boundaries closely match the true depths, with deviations typically within 0.5 m, further validating the precision and reliability of the method.

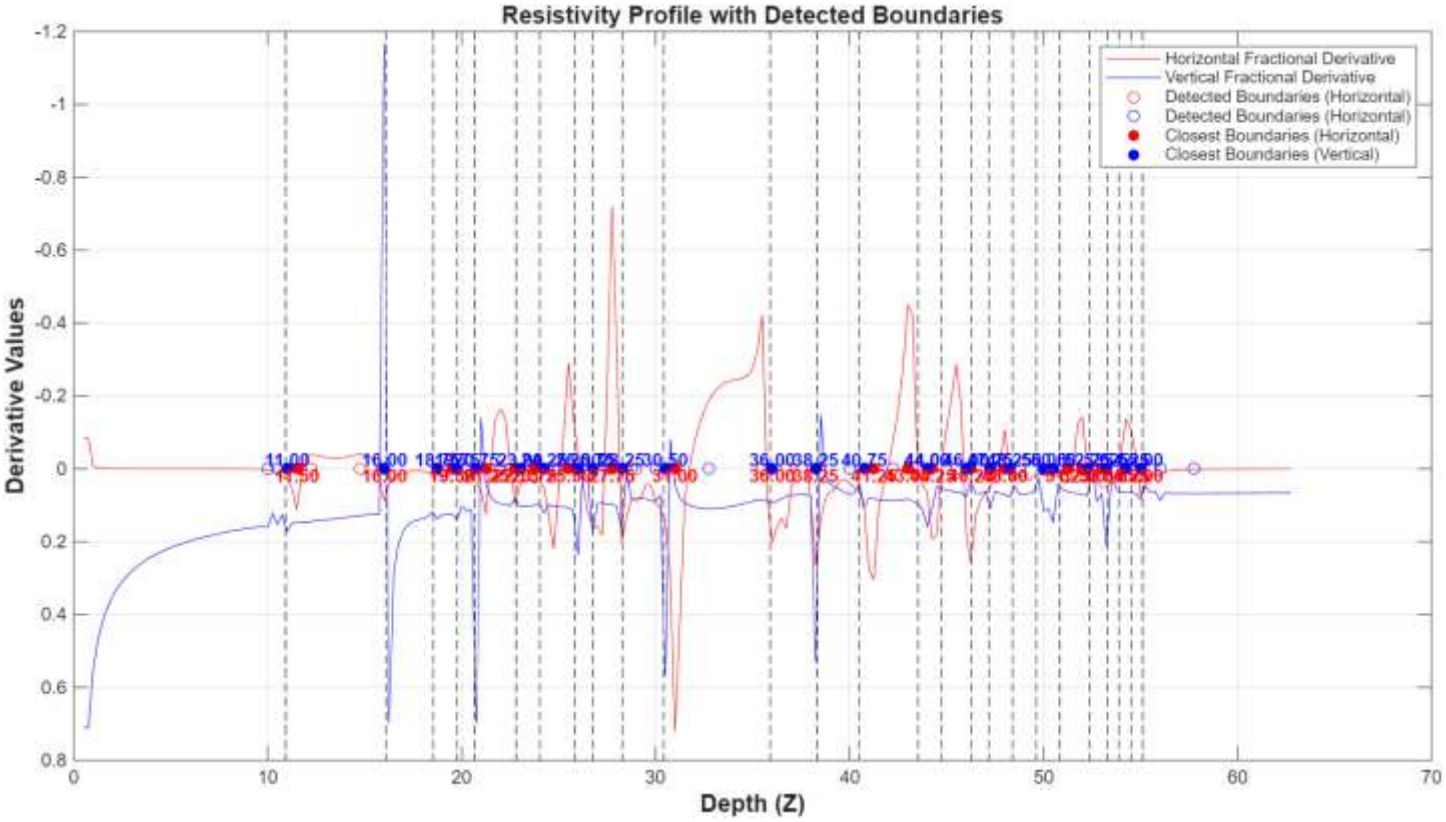


Figure 13. Resistivity profile with detected boundaries using fractional derivative methods in benchamrk Oklahoma subsurface model. Horizontal and vertical fractional derivatives ($\gamma_h = 1.86$, $\gamma_v = 0.45$) were automatically selected based on error metrics to optimize boundary detection. Detected boundaries are marked with circles, while dashed lines indicate the true layer boundaries.

Index	True Zb	Closest H	Closest V
1	10.914	11.500	11.000
2	16.096	16.000	16.000
3	18.534	19.500	18.750
4	19.754	19.500	19.750
5	20.668	21.250	20.750
6	22.802	22.750	23.000
7	24.021	23.750	24.250
8	25.850	25.500	26.000
9	26.764	27.750	26.750
10	28.288	27.750	28.250
11	30.422	31.000	30.500
12	35.908	36.000	36.000
13	38.346	38.250	38.250
14	40.480	41.250	40.750
15	43.528	43.000	44.000
16	44.747	44.250	44.000
17	46.271	46.250	46.000
18	47.186	48.000	47.250
19	48.405	48.000	48.250
20	49.624	N/A	50.000
21	50.843	51.250	50.500
22	52.367	52.000	52.250
23	53.282	53.000	53.250
24	53.891	54.250	54.250
25	54.501	54.250	54.250
26	55.110	55.000	55.000

Figure 14. Comparison of True and Detected Boundary Depths in the Oklahoma Benchmark Model (Tabulated results showing true boundary depths and closest matches from horizontal and vertical derivatives).

The Oklahoma Benchmark Model, characterized by its complex multi-layered structure, was used to evaluate the performance of various neural network configurations. Tested architectures included ANN models with [10], [5 3], and [20 10] neurons, trained over 100 to 1000 epochs using datasets of 10, 100, 500, and 1000 samples.

Due to the model's complexity, small datasets (e.g., 10 samples) failed to generalize effectively across all methods. However, with larger datasets (500–1000 samples), both Artificial Neural Networks (ANNs) and General Regression Neural Networks (GRNNs) achieved comparable performance. Multi-layer ANN architectures ([5 3], [20 10]) consistently outperformed the single-layer [10] configuration in terms of accuracy.

The best results were obtained using the [5 3] ANN architecture trained for 1000 epochs with Scaled Conjugate Gradient (trainscg) and the Levenberg–Marquardt (trainlm) algorithms, achieving an RMSE below 0.05 and an R^2 of approximately 0.98. The combination of Newton correction and deep ANN structures yielded the most accurate predictions for realistic multi-layered media. While GRNN demonstrated strong generalization capabilities, it slightly underperformed compared to the optimized ANN models at larger dataset sizes.

For this multi-layered model, the Oklahoma benchmark well logging parameters were used. The model and results are shown in Figure 10-11. The operating frequency was set to 20 kHz, and the transmitter–receiver spacing was 1 m.

In Figure 10, the horizontal resistivity values relatively reflect the subsurface structure. However, in Figure 11, the vertical resistivity values exhibit scattering near layer boundaries. Despite this scattering, the curve still provides meaningful information about the subsurface model.

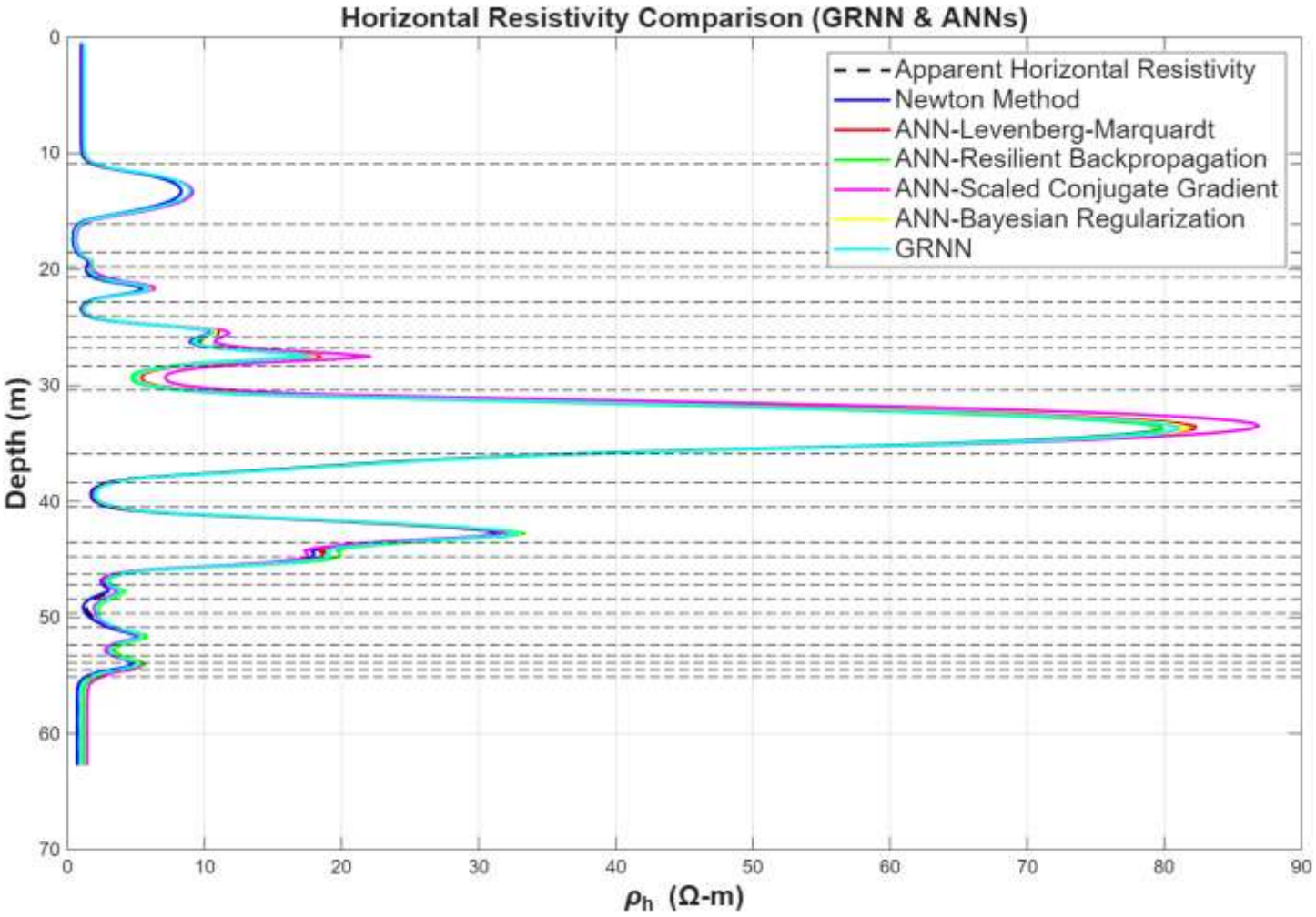


Figure 15.Comparison of horizontal resistivity estimation methods for Okhlahoma benchmark subsurface model with architecture [5 3], 500 dataset, 1000 epoch.

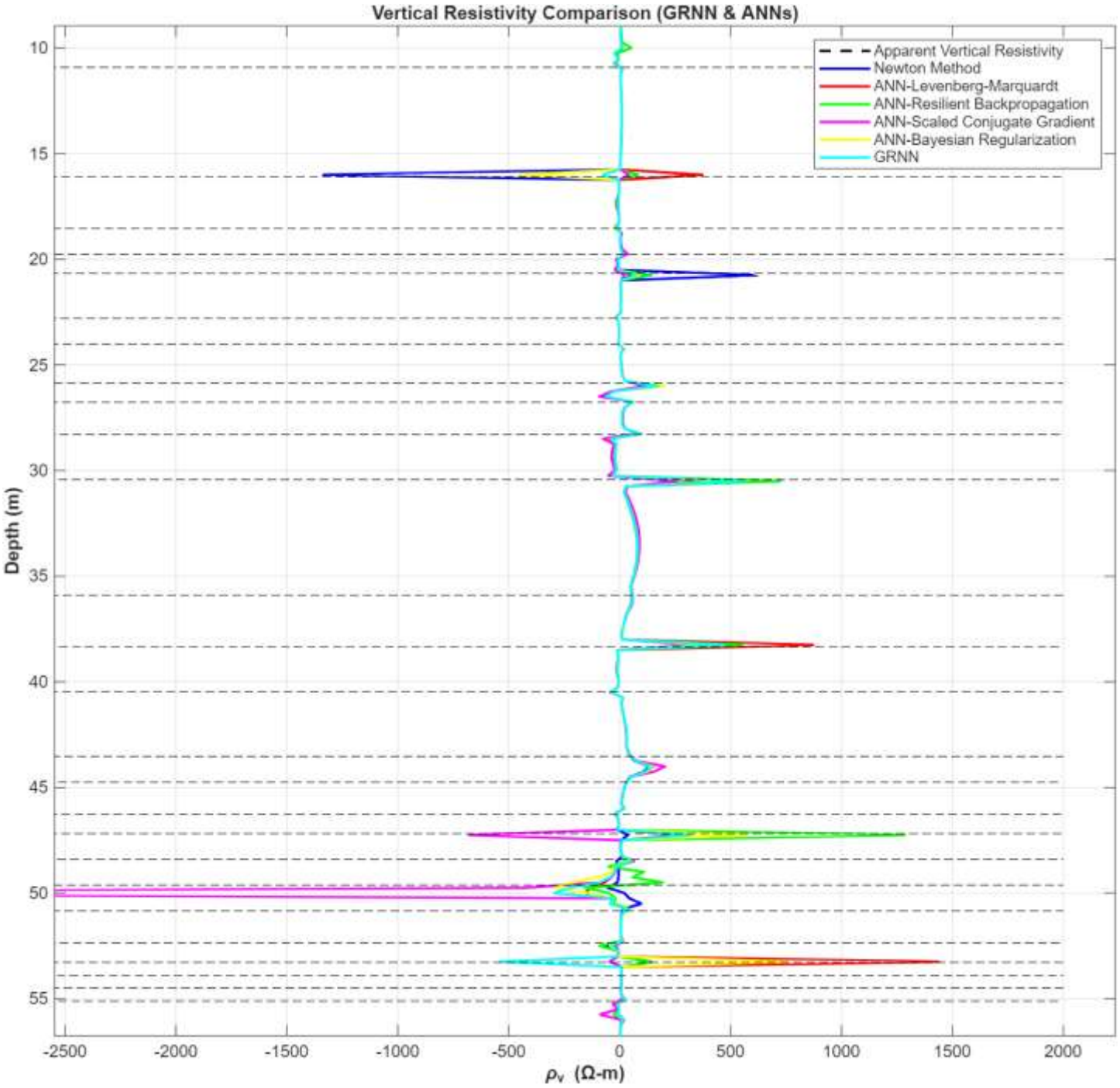


Figure 16.Comparison of vertical resistivity estimation methods for Okhlahoma benchmark subsurface model architecture [5 3], 500 dataset, 1000 epoch.

2.3 Comparative Analysis

ANN Algorithms:

- Levenberg–Marquardt (trainlm): Fast convergence and highly accurate with large datasets, but memory-intensive.

- Bayesian Regularization (trainbr): Highly robust against overfitting, effective across both small and large datasets. Especially useful when generalization is critical, though training time longer.
- Scaled Conjugate Gradient (trainscg): Balanced performance with lower memory usage, though convergence is slower.
- Resilient Backpropagation (trainrp): Efficient in handling nonlinearities and well-suited for multi-layer architectures.

GRNN:

- Performs very well with small datasets due to its non-iterative training process.
- Less scalable than ANN for large synthetic models, especially in complex multi-layered environments.

General Trend:

- As dataset size and network depth increased, RMSE consistently decreased and R^2 improved.
- The use of fractional derivatives significantly enhanced boundary detection.

3. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

This study presented a comprehensive framework for resistivity estimation in anisotropic media and detection boundaries by integrating fractional derivatives, Newton's iterative method, and machine learning approaches (ANN and GRNN).

Main findings:

1. Newton's method effectively refined apparent resistivities, providing strong initial values for ANN/GRNN training.
2. Fractional derivatives enhanced boundary detection sensitivity, especially in three-layer models.
3. ANN and GRNN achieved accurate predictions of horizontal and vertical resistivities, with performance strongly dependent on dataset size and architecture.
4. For simple cases (1-layer, 2-layer), GRNN offered the best stability, while for complex cases (3-layer, Oklahoma), LM and SCG yielded the highest accuracy.
5. The Oklahoma benchmark model demonstrated that ANN architectures ([5 3]) with large datasets (500-1000 samples) and sufficient epochs (1000) can achieve near-perfect fits ($R^2 \approx 0.98$).

Recommendations:

1. Use Newton + fractional derivatives preprocessing before ANN/GRNN training for reliable performance.
2. For small datasets, prefer GRNN or ANN with Bayesian Regularization.
3. For large, complex formations, multi-layer ANN architectures with LM or SCG should be employed.
4. Future work should focus on real log data validation, adaptive dataset generation, and GPU acceleration for larger models.

4. ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under grant 124Y355. The authors gratefully acknowledge this support, which enabled the development of computational models, algorithm implementation, and performance analysis presented in this study.

REFERENCES

Buchanan, J. R. (2022). Newton's Method. MATH 375 Numerical Analysis, Department of Mathematics, Millersville University.

Cheryauka, B. A., & Zhdanov, M. S. (2001). Electromagnetic tensor Green's functions and their integrals in transverse isotropic layered media. Proceedings of the CEMI 2001 Annual Meeting, 39–82.

Doll, H. G. (1949). Introduction to induction logging and application to logging of wells drilled with oil base mud. Journal of Petroleum Technology, 1(6), 148–162.

Durdağ, D., & Pekşen, E. (2021). Inversion of one-dimensional electrical resistivity data in anisotropic media via artificial neural networks. EGU General Assembly 2021, EGU21-14158.

Durdağ, D., Ayhan Durdağ, G., & Pekşen, E. (2022). Inversion of self-potential data using generalized regression neural network. Acta Geodaetica et Geophysica, 57(4), 589–608.

Kaufman, A. A. (1989). Induction Logging: Principles and Applications. Gulf Publishing Company.

Kaufman, A. A., & Dashevsky, Y. A. (2003). Principles of Induction Logging. Elsevier.

Klein, J. D. (1993). Induction log anisotropy corrections. Petrophysics, 34(2), 122–134.

Li, Z., Zhan, Z., Hu, J., Yi, S., Zhang, X., Weng, Z., Zhang, Z., & Ding, K. (2025). An adaptive generalized regression neural network approach for ore grade estimation considering spatial anisotropy. Natural Resources Research.

Moran, J. H., & Gianzero, S. (1979). Induction Logging in Anisotropic Formations. Geophysics, 44(8), 1351–1365.

Moran, J. H., & Kunz, D. L. (1962). Basic Theory of Induction Logging and Application to Logging of Complex Formations. Geophysics, 27(6), 829–858.

Pişkin, E. (2013). Kesirli Türev. Matematik Dünyası, 2013-III.

Tompkins, M. J., Alumbaugh, D. L., 2004, Detection of 1D formation boundaries for the triaxial induction inverse problem, Petrophysics, 45,(6), 517-529.

Zhdanov, M. S., Kennedy, W. D., & Pekşen, E. (2001a). Foundations of tensor induction well logging. Petrophysics, 42(6), 588–610.

Zhdanov, M. S., Kennedy, W. D., Cheryauka, B. A., & Pekşen, E. (2001b). Principles of tensor induction well logging in a deviated well in an anisotropic medium. Transactions of the 42nd SPWLA Annual Logging Symposium, Houston, Paper R.

Uwimana, E., Zhou, Y., & Sall, N. M. (2025). A short-term load demand forecasting: Levenberg–Marquardt (LM), Bayesian regularization (BR), and scaled conjugate gradient (SCG) optimization algorithm analysis. The Journal of Supercomputing, 81, Article 55.

ON SUPERIOR METRIC SPACES

ALI FARAJZADEH[1], * AND PARASTOO ZANGENEHMEHR
(Ali Farajzadeh) *(Corresponding Author) Department of Mathematics, Faculty of Science, Razi University, P.O. Box 67149-67346, Kermanshah, Iran *E-mail address*: farajzadehali@gmail.com,A.Farajzadeh@razi.ac.ir
(P. Zangenehmehr) Department of Mathematics, Kermanshah Branch,Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
***E-mail address*: zangenehp@yahoo.com**

Abstract. The concept of metric spaces, which abstract the notion of distance, originated in the early 20th century with the work of Ren Frchet [5] in 1906 and was formalized by Felix Hausdorff [6] in 1914, who coined the term metric space. Frchet's work focused on spaces of functions and convergence, while Hausdorff's work provided the formal definition and expanded the scope of metric spaces. The generalization of metric spaces has evolved over time, leading to concepts like gen eralized b-metric spaces and statistical metric spaces, which relax the traditional requirements of the triangle inequality. The concept of b-metric space or general izations of it appeared in works of Bourbaki [1], Bakhtin [2], etc. Some examples of b-metric spaces and some fixed and strict fixed point theorems in b-metric spaces can also be found in M. Boriceanu, A. Petrusel and I.A.Rus [3]. In 2015, a new generalization of b-metric spaces, dislocated metric spaces, and modular spaces is introduced by Jleli and Samet [8]. Recently, a new generalization of metric spaces which extends the definition given by Jleli and Samet [8] is introduced by Erdal and Khojastehd [7]. In this paper, a slightly modification of the super meter is introduced, the topology induced by the new version of super meter is discussed and it is shown that under suitable condition the neighborhood produced by the super is an open set. The Banach contraction principle and Caristi fixed-point the orem are extended to the (new version) complete super metric spaces with mild assumptions than the hypotheses given in [7]. Finally, some examples support the main results appeared in the article.

Keywords: coercivity condition; finite intersection property; generalized equi librium problem; quasi-equilibrium problem

References

[1] N. Bourbaki, Topologie generale, Herman, Paris, 1974.
[2] I.A. Bakhtin, The contraction mapping principle in almost metric spaces, Funct. Anal., Unianowsk, Gos. Ped. Inst.,30(1989), 26-37.
[3] M. Boriceanu, A. Petrusel, I.A. Rus, Fixed point theorems for some multivalued generalized contractions in b-metric spaces, International J. Math. Stati., 6(2010), 65-76. 1
2 A. FARAJZADEH AND P. ZANGENEHMEHR
[4] A. Farajzadeh, M. Delfani, A fixed point theorem for closed pointwise contractions, J. Nonlin. Conv. Anal., 25(1) 2024, 137-143.
[5] M. Frchet, Sur quelques points du calcul fonctionnel, Rendi. del Cir. Matem. di Palermo, 22 (1)(1906), 172, doi:10.1007/BF03018603.
[6] F. Hausdorff, Grundzge der Mengenlehre. (1914).
[7] E. Karapinar, F. Khojasteh, Super metric spaces, Filomat, 36(10) (2022), 3545-3549. [8] M. Jleli, B. Samet, A generalized metric space and related fixed point theorems, Fixed Point Theo. Appl. (2015) 2015:61, dOI 10.1186/s13663-015-0312-7

FARKLI DELME PARAMETRELERİNİN CAM VE KARBON ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİT BORULARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi, Alper GÜNÖZ[1]
[1]Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, alpergunoz@mersin.edu.tr, 0000-0001-7978-6306

Özet

Kompozit malzemeler, yüksek özgül mukavemetleri ve korozyon dirençleri sayesinde otomotiv, havacılık ve boru hatları gibi birçok mühendislik uygulamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu malzemelerin işlenmesi sırasında uygun delme parametrelerinin seçimi, yüzey kalitesi ve yapısal bütünlüğün korunması açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, matkap nokta açısının ve ilerleme hızının cam elyaf epoksi ve karbon elyaf epoksi kompozit boruların delme işlenebilirliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, filament sarım yöntemiyle üretilen, 72 mm iç çapa, 2.30 mm et kalınlığına ve ±55° sarım açısına sahip kompozit borular üzerinde delme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler, Topper TMV 850A model CNC dik işleme merkezinde, Ø6.5 mm çapında ve 90°, 110° ve 130° nokta açılarına sahip yüksek hız çeliği (HSS) matkaplar kullanılarak yapılmıştır. Tüm işlemler, soğutucu kullanılmadan ve gagalama yöntemi uygulanmadan, sabit 1000 dev/dk fener mili devri ile 50, 150 ve 450 mm/dk ilerleme oranlarında yürütülmüştür. Delme işlemleri sonrasında meydana gelen hasarlar Stereo mikroskop ile incelenmiş ve delaminasyon düzeyi tek boyutlu delaminasyon faktörü kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, matkap nokta açısının ve ilerleme hızının kompozit boruların delme işlenebilirliği üzerinde belirgin etkiler yarattığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: GFRP, CFRP, Kompozit boru, Delme, Matkap nokta açısı

INFLUENCE OF DRILLING PARAMETERS ON THE MACHINABILITY OF GLASS AND CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITE PIPES

Assist. Prof. Dr., Alper GUNOZ[1]
[1]Mersin University, Dept. of Mechanical Engineering, alpergunoz@mersin.edu.tr, 0000-0001-7978-6306

Abstract

Composite materials are widely used in various engineering applications, such as automotive, aerospace, and pipeline systems, due to their high specific strength and excellent corrosion resistance. Selecting appropriate drilling parameters during the machining of these materials is critical to maintaining surface quality and structural integrity. In this study, the effects of drill point angle and feed rate on the drilling machinability of glass fiber/epoxy and carbon fiber/epoxy composite pipes were investigated. For this purpose, composite pipes with an inner diameter of 72 mm, a wall thickness of 2.30 mm, and a ±55° winding angle were manufactured using the filament winding method and subjected to drilling operations. The experiments were conducted on a Topper TMV 850A CNC vertical machining center using Ø6.5 mm high-speed steel (HSS) drills with point angles of 90°, 110°, and 130°. All operations were performed without the use of coolant or peck drilling, at a constant spindle speed of 1000 rpm and feed rates of 50, 150, and 450 mm/min. Post-drilling damage was examined using a Stereo microscope, and the extent of delamination was quantified using the one-dimensional delamination factor. The findings revealed that both the drill point angle and the feed rate had significant effects on the drilling machinability of the composite pipes.

Keywords: GFRP, CFRP, Composite pipe, Drilling, Drill point angle

1. GİRİŞ

Fiber reinforced polymer (FRP) composites are widely utilized in various engineering fields such as automotive, aerospace, energy, and pipeline systems due to their superior properties, including high specific strength, low weight, and excellent corrosion resistance (Soutis, 2005; Wang et al., 2017; Karataş and Gökkaya, 2018). Among these, glass fiber reinforced polymer (GFRP) and carbon fiber reinforced polymer (CFRP) composites are the most commonly employed types. These materials can be manufactured in tubular forms using various production techniques, such as filament winding, and are effectively used in high-pressure energy transmission lines, liquid or gas transportation systems, and structural applications.

During the manufacturing and application processes of composite materials, machining operations for dimensional shaping and assembly are often unavoidable. Among these operations, drilling is one of the most commonly applied methods. However, drilling is a complex mechanical process involving the interaction of multiple cutting forces, which can lead to various types of damage during machining. In particular, delamination at the entry and exit of drilled holes compromises the structural integrity of composites and significantly reduces their mechanical strength. For this reason, numerous studies have been conducted to improve hole quality and minimize damage by optimizing drilling parameters (Gururaja and Ramulu, 2009; Che et al., 2014; Ghafarizadeh et al., 2016; Ismail et al., 2017).

In the literature, the effects of parameters such as drill geometry, feed rate, and cutting speed on delamination and hole quality have been extensively investigated. For instance, Karaca (2016) reported that an increase in drill point angle and feed rate in GFRP composites led to a higher degree of delamination. Sunny et al. (2014) demonstrated that higher spindle speeds combined with lower feed rates reduced delamination and burr formation, highlighting feed rate as the dominant parameter. Rajamurugan et al. (2013) reported that feed rate and drill diameter were critical factors affecting deformation, while spindle speed exhibited a limited effect. Tsao et al. (2012) achieved a reduction in damage by applying mechanical support to the hole exit during drilling.

Although numerous studies have focused on drilling flat composite plates, research on the drilling of tubular composite structures remains limited. In particular, comparative analyses of the machinability behaviors of GFRP and CFRP composite pipes are still scarce. Gemi et al. (2019) observed that the final layer of GFRP pipes exhibited the most severe delamination damage during drilling and emphasized that the cutting tool geometry plays a significant role in damage formation. Erhan et al. (2025) investigated the effects of fiber stacking sequences and stacking angle variations on the machinability characteristics of basalt fiber reinforced polymer (BFRP) composite pipes. Their experimental results indicated that the stacking sequence has a notable influence on both the mechanical performance and the extent of drilling-induced damage.

This study aims to experimentally investigate the effects of different drill point angles and feed rates on the delamination behavior of GFRP and CFRP composite pipes. The findings provide valuable insights for the optimization of drilling parameters and contribute to enhancing the machinability performance of composite pipes.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

In this study, the matrix material consisted of Araldite MY 740 epoxy resin (DGEBA-based), Aradur HY 918 hardener, and DY 062 accelerator, all supplied by Huntsman. The properties of the resin system are summarized in Table 1. For the reinforcement materials, 12K A-42 carbon fibers were supplied by Dowaksa, and 17 µm diameter 1200 tex E-glass fibers were obtained from Vetrotex.

Table 1. Properties of the resin system used in the production of composite pipes.

Material	Viscosity (MPa·s)	Density (g/cm^3)
Araldite MY 740	10000-14500	1.15-1.20
Aradur HY 918	50-80	1.18-1.24
DY 062	10	0.88-0.92

2.2. Manufacturing of Composite Pipes

In this study, glass fiber-reinforced polymer (GFRP) and carbon fiber-reinforced polymer (CFRP) composite pipes were produced using the filament winding technique. The process began with a specified number of glass or carbon fibers being drawn through a resin bath, after which the fibers were passed through rollers, grouped into bundles, and guided into a single tow. While the guide moved back and forth at a controlled speed, the rotating mandrel simultaneously rotated about its axis. The ratio of mandrel rotation to linear guide motion determined the winding angle of the fibers. For this study, a winding angle of ±55° was selected, as it provides optimal strength for composite pipes (Onder et al., 2009; Tashnizi et al., 2020).

After winding, the composite pipes were cured in two stages: 2 hours at 80 °C, followed by 8 hours at 120 °C, with the mandrels rotating during the curing process. Once curing was completed, the pipes were removed from the molds and cut to the desired dimensions. The produced composite pipes had an inner diameter of 72 mm and a wall thickness of 2.30 mm.

2.3. Drilling Process

The drilling experiments were performed on a Topper TMV 850A CNC vertical machining center, where the composite pipes were clamped securely using a vise. High-speed steel (HSS) drill bits with a diameter of Ø6.5 mm and point angles of 90°, 110°, and 130° were used. All operations were conducted without coolant, without peck drilling, and under a constant spindle speed of 1000 rpm, with feed rates of 50, 150, and 450 mm/min.

To enhance hole quality and minimize delamination, the samples were mounted in the vise using a custom-designed fixture. Figure 1 shows the setup of the composite samples on the CNC machine, and Figure 2 illustrates the drill point angles used in the study.

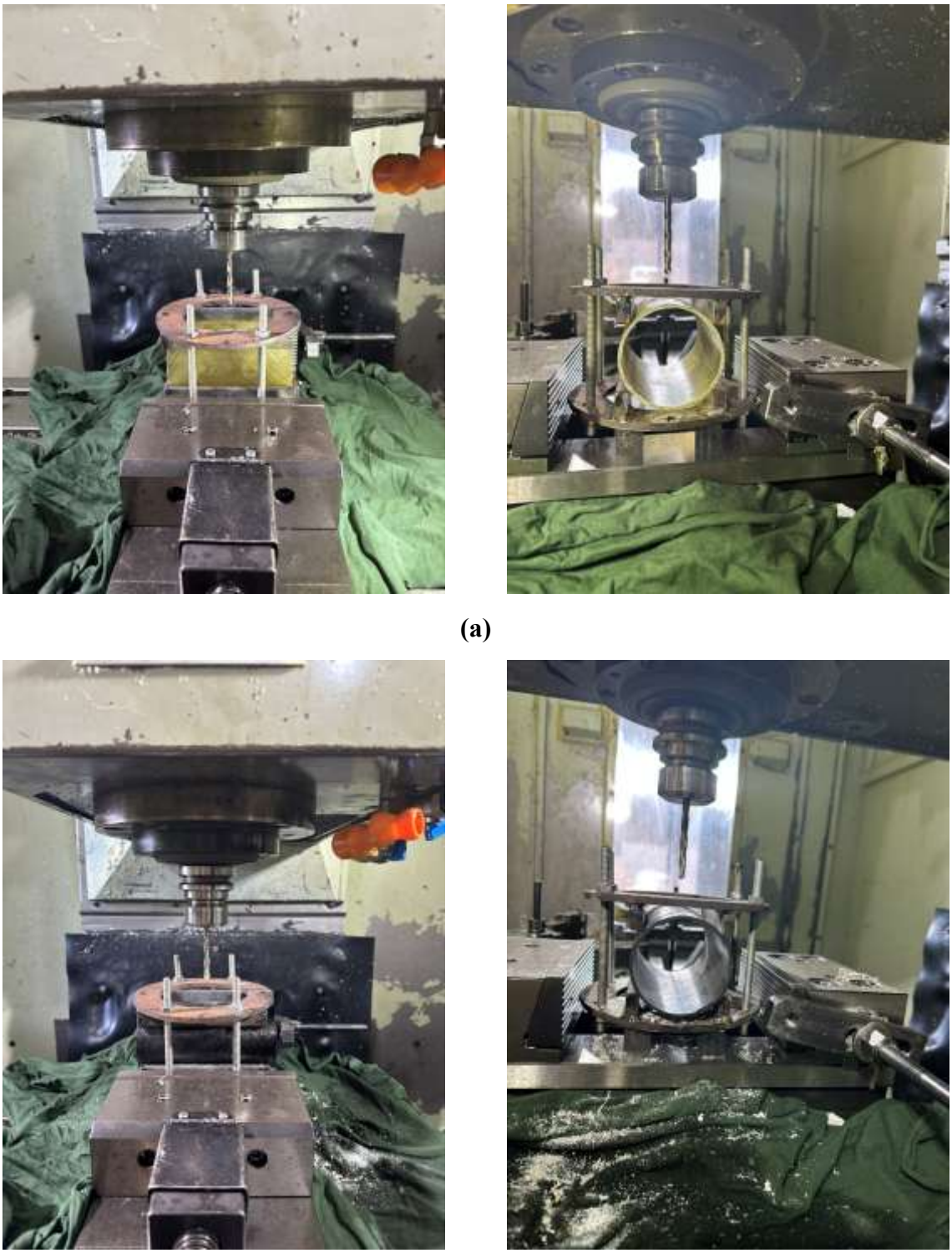


Figure 1. Drilling process in composite pipes: **(a)** GFRP and **(b)** CFRP



Figure 2. Drill bits with different point angles used in the drilling process.

2.3. Damage Analysis

The damages occurring after the drilling operations were examined using a Stereo microscope, and the extent of delamination damage was evaluated by calculating the one-dimensional delamination factor using Equation (1).

$$F_d = \frac{D_{max}}{D_0} \tag{1}$$

In this equation, F_d represents the delamination factor, D_{max} is the maximum hole diameter, and D_0 is the drill diameter.

Figure 3 schematically illustrates the measurement of the one-dimensional delamination factor used to characterize the size of the delamination damage on the composite specimen resulting from the drilling process. In the figure, D_A denotes the delaminated area.

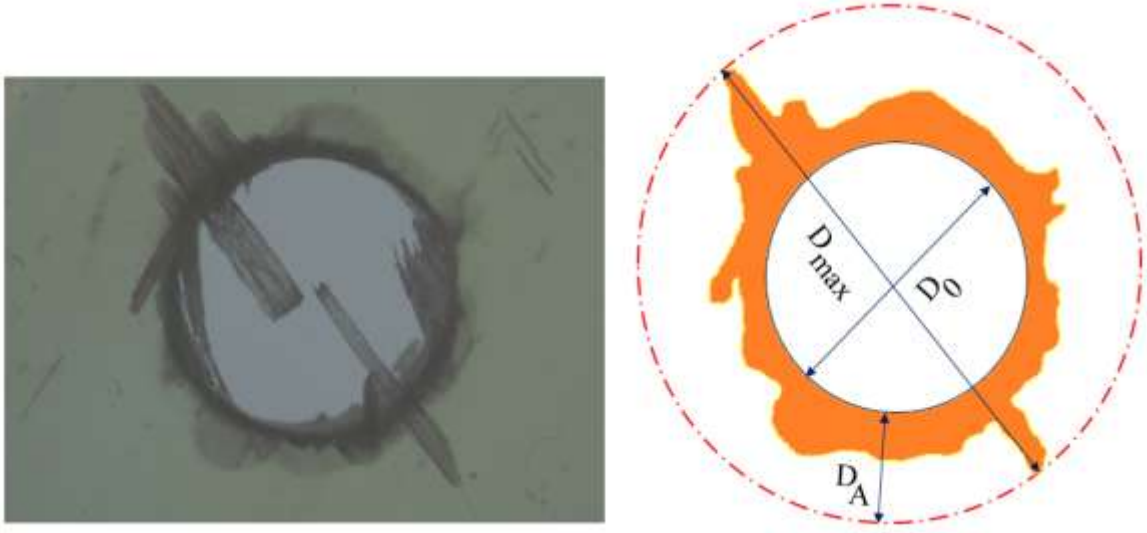


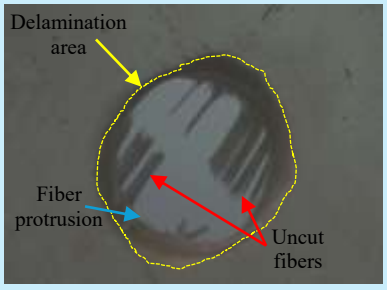
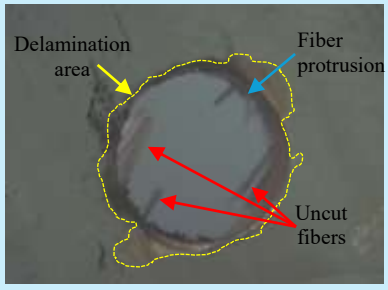
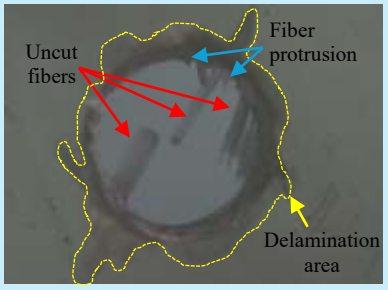
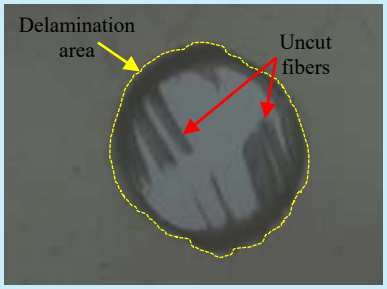
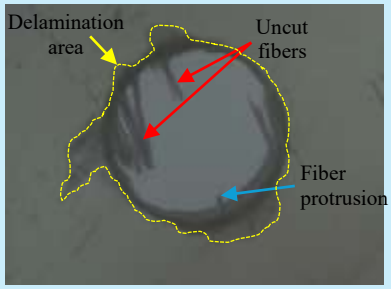
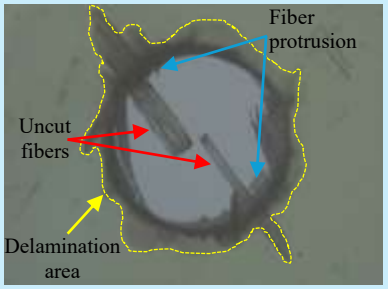
Figure 3. Measurement of the delamination factor.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The damage images at the hole entry and exit of GFRP and CFRP composite pipes drilled at different drill point angles and feed rates are presented in Figures 4 and 5, respectively. Examination of these figures indicates that the damages generally occur along the fiber orientation (±55°). Furthermore, more severe damage was observed in CFRP composite pipes compared to GFRP composite pipes. This is attributed to the relatively more brittle nature of CFRP pipes compared to GFRP (Hawileh et al., 2015; Gunoz and Ozaltay, 2025).

In CFRP composite pipes, the damage at the hole exit is more pronounced than at the hole entry (Figure 5). While uncut fibers and fiber protrusion-type damages are more common at the hole exit, such damages are less frequently observed at the hole entry. In contrast, GFRP composite pipes exhibit similar damage extents at both the hole entry and exit (Figure 4). Moreover, increasing the feed rate led to a higher amount of damage in both material types, which is consistent with similar findings reported in the literature (Davim and Reis, 2003; Davim et al., 2004; Ceritbinmez and Yapıcı, 2020; Phapale et al., 2020).

From Figure 4, it can be seen that in GFRP composite pipes, the effect of the drill point angle on drilling behavior is significant at the same feed rates, with the least damage observed when drilling with a 110° drill point angle. In contrast, Figure 5 shows that drill point angles have no significant effect on CFRP composite pipes.

Drill point angle	Surface	Feed Rate (mm/min)		
		50	150	450
90°	Entry			
	Exit			

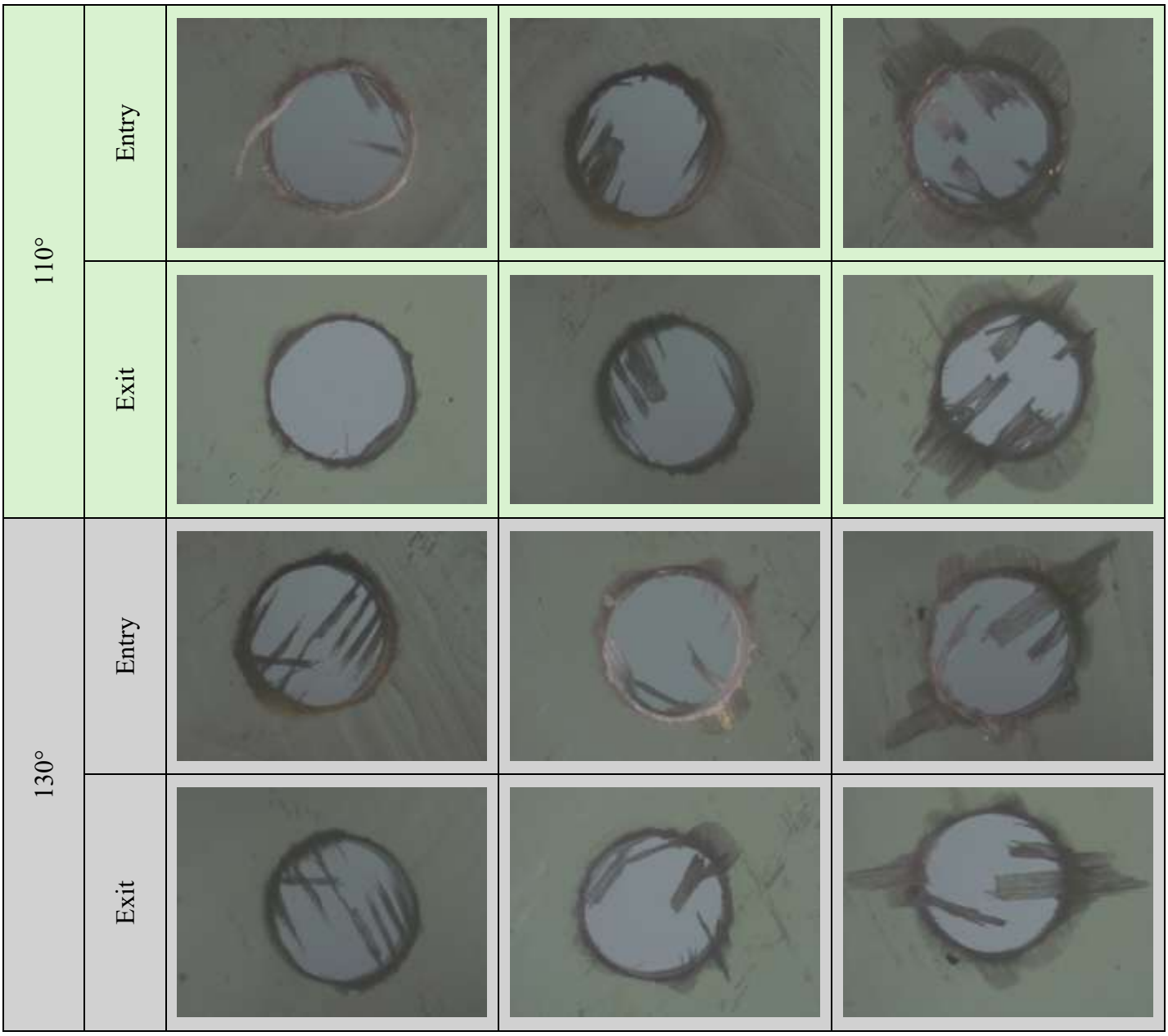
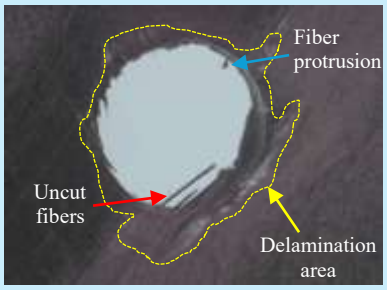
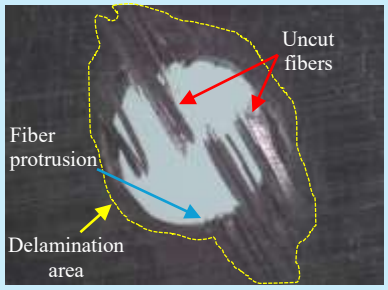


Figure 4. Hole entry and exit images of GFRP composite pipes after drilling.

Drill point angle	Surface	Feed Rate (mm/min)		
		50	150	450
90°	Entry			
	Exit			
110°	Entry			
	Exit			

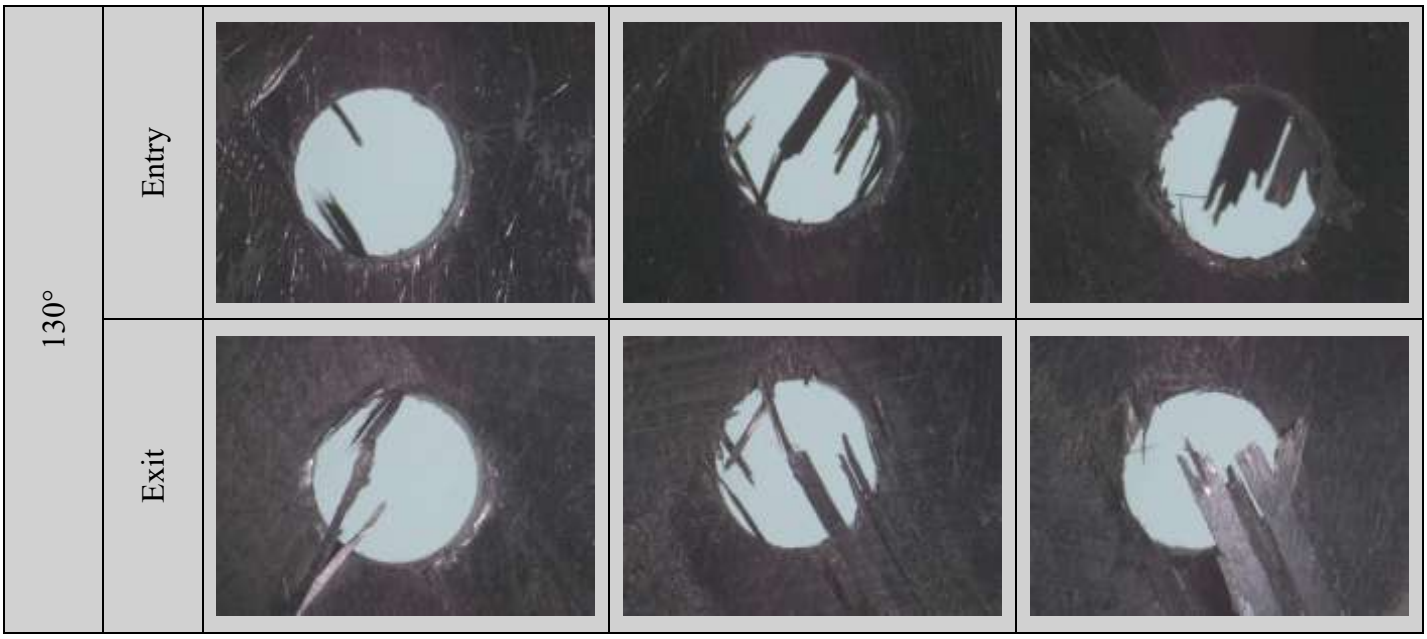


Figure 5. Hole entry and exit images of CFRP composite pipes after drilling.

The extent of damage resulting from drilling operations at different drill point angles and feed rates was quantified using the one-dimensional delamination factor (F_d). Due to the more severe damage observed at the hole exit in CFRP composite pipes, the hole exit data were used for calculating the delamination factor for both materials.

Figures 6 and 7 show the variations in the delamination factor of GFRP and CFRP composite pipes, respectively, at different drill point angles and feed rates. For both materials, an increase in the feed rate led to a significant rise in the delamination factor.

In GFRP composite pipes, the lowest delamination factor was 1.20, observed when drilling was performed at a feed rate of 50 mm/min and a drill point angle of 110°. The highest delamination factor of 2.11 was recorded under a feed rate of 450 mm/min and a drill point angle of 130° (Figure 6).

In CFRP composite pipes, the lowest delamination factor was approximately 1.36, obtained at a feed rate of 50 mm/min and a drill point angle of 90°. In contrast, the highest delamination factor, approximately 2.66, was observed at a feed rate of 450 mm/min and a drill point angle of 110° (Figure 7).

Overall, considering all feed rates and drill point angles, it can be concluded that the delamination factors obtained from CFRP composite pipes are higher than those from GFRP composite pipes.

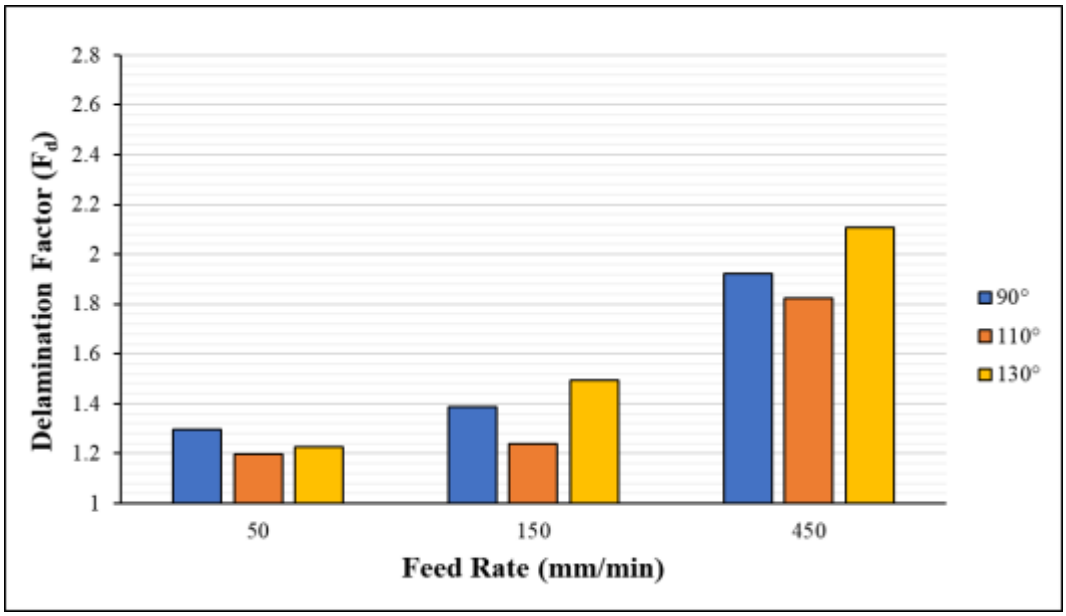


Figure 6. Variation of the delamination factor in GFRP composite pipes.

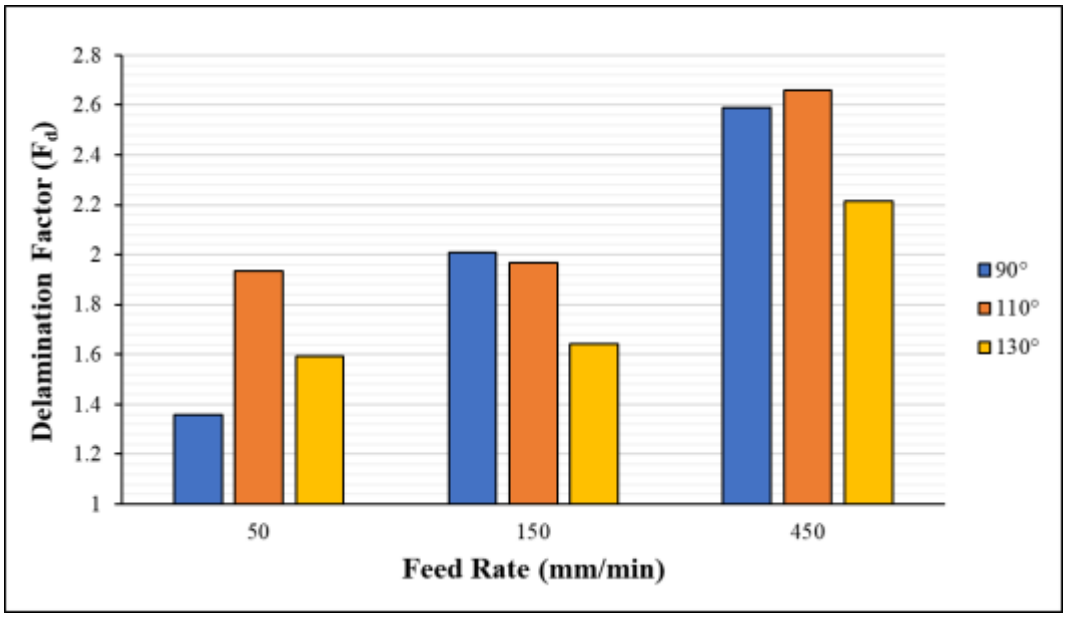


Figure 7. Variation of the delamination factor in CFRP composite pipes.

4. CONCLUSION

This study comparatively investigated the delamination behavior of GFRP and CFRP composite pipes under different feed rates and drill point angles. The key findings are as follows:

- An increase in feed rate significantly increases the delamination factor for both material types.
- In GFRP composite pipes, a drill point angle of 110° provided optimal drilling quality, with the lowest delamination factor (~1.20) observed under these conditions.

- In CFRP composite pipes, the effect of drill point angle on delamination was limited, with the lowest delamination factor (~1.36) observed at a low feed rate and a 90° drill point angle.
- Overall, CFRP pipes exhibit higher delamination factor values compared to GFRP pipes, which can be attributed to the more brittle nature of the material.

These findings are critical for determining appropriate cutting parameters in precision drilling of composite pipes. Minimizing delamination is particularly essential in pressure-bearing pipe and lightweight structural applications to ensure service life and maintain structural integrity.

REFERENCES

Ceritbinmez, F., & Yapıcı, A. (2020). Kompozit malzemelerin delinmesinde matkap nokta açısının ve ÇCKNT'lerin etkisi. Academic Perspective Procedia, 3(1), 180-188.

Che, D., Saxena, I., Han, P., Guo, P., & Ehmann, K. F. (2014). Machining of carbon fiber reinforced plastics/polymers: a literature review. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 136(3), 034001.

Davim, J. P., & Reis, P. (2003). Drilling carbon fiber reinforced plastics manufactured by autoclave—experimental and statistical study. Materials & design, 24(5), 315-324.

Davim, J. P., Reis, P., & António, C. C. (2004). Experimental study of drilling glass fiber reinforced plastics (GFRP) manufactured by hand lay-up. Composites Science and Technology, 64(2), 289-297.

Erhan, F., Gemi, L., Yazman, Ş., Morkavuk, S., & Köklü, U. (2025). A comprehensive investigation into the influence of variation in the stacking sequence on the mechanical behaviour and drilling machinability of basalt fiber-reinforced composite tubes. Composites Part B: Engineering, 299, 112405.

Gemi, L., Morkavuk, S., Köklü, U., & Gemi, D. S. (2019). An experimental study on the effects of various drill types on drilling performance of GFRP composite pipes and damage formation. Composites Part B: Engineering, 172, 186-194.

Ghafarizadeh, S., Chatelain, J. F., & Lebrun, G. (2016). Finite element analysis of surface milling of carbon fiber-reinforced composites. The international journal of advanced manufacturing technology, 87(1), 399-409.

Gunoz, A., & Ozaltay, U. O. (2025). Penetration and perforation thresholds of GnPs reinforced carbon/glass fiber epoxy hybrid composites. Polymer Composites.

Gururaja, S., & Ramulu, M. (2009). Modified exit-ply delamination model for drilling FRPs. Journal of composite materials, 43(5), 483-500.

Hawileh, R. A., Abu-Obeidah, A., Abdalla, J. A., & Al-Tamimi, A. (2015). Temperature effect on the mechanical properties of carbon, glass and carbon–glass FRP laminates. Construction and building materials, 75, 342-348.

Ismail, S. O., Ojo, S. O., & Dhakal, H. N. (2017). Thermo-mechanical modelling of FRP cross-ply composite laminates drilling: Delamination damage analysis. Composites Part B: Engineering, 108, 45-52.

Karaca, F. (2016). Cam elyaf takviyeli plastik kompozitlerde delme parametrelerinin deformasyon faktörüne etkisinin araştırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(2), 23-27.

Karataş, M. A., & Gökkaya, H. (2018). A review on machinability of carbon fiber reinforced polymer (CFRP) and glass fiber reinforced polymer (GFRP) composite materials. Defence Technology, 14(4), 318-326.

Onder, A., Sayman, O., Dogan, T., & Tarakcioglu, N. (2009). Burst failure load of composite pressure vessels. Composite structures, 89(1), 159-166.

Phapale, K., Singh, R., & Singh, R. K. P. (2020). Comparative assessment of delamination control techniques in conventional drilling of CFRP. Procedia Manufacturing, 48, 123-130.

Rajamurugan, T. V., Shanmugam, K., & Palanikumar, K. (2013). Analysis of delamination in drilling glass fiber reinforced polyester composites. Materials & Design, 45, 80-87.

Soutis, C. (2005). Fibre reinforced composites in aircraft construction. Progress in aerospace sciences, 41(2), 143-151.

Sunny, T., Babu, J., & Philip, J. (2014). Experimental studies on effect of process parameters on delamination in drilling GFRP composites using Taguchi method. Procedia materials science, 6, 1131-1142.

Tashnizi, E. S., Gohery, S., Sharifi, S., & Burvill, C. (2020). Optimal winding angle in laminated CFRP composite pipes subjected to patch loading: Analytical study and experimental validation. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 180, 104042.

Tsao, C. C., Hocheng, H., & Chen, Y. C. (2012). Delamination reduction in drilling composite materials by active backup force. CIRP annals, 61(1), 91-94.

Wang, C., Liu, G., An, Q., & Chen, M. (2017). Occurrence and formation mechanism of surface cavity defects during orthogonal milling of CFRP laminates. Composites Part B: Engineering, 109, 10-22.

KANO ERGOMETRELERİNDE FRENLEME FANI TASARIM FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Eren KAYA[1], Dr. Sezcan YILMAZ[2]
[1]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye, erenkaya@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-4128-8162
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye, sezcanyilmaz@ogu.edu.tr, 0000-0001-9329-5423

Özet

Spor makinalarında, direnç oluşturmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bisiklet, kar kayağı, kürek, kano ve yüzme gibi Olimpik branşlarda kullanılan ergometrelerde kullanılan direnç sistemi ise antrenman etkinliğine etki eden en önemli parametrelerden birisidir. Zira, hareketin ergometre aracılığı uygulanmasında, gerçek hareket mekaniklerinin en doğru şekilde taklit edilmesi hedeflenmektedir. Buna göre tüm hareket boyunca hem hareket kinematiğinin hem de harekete bağlı kuvvet değişimi davranışının doğru bir şekilde modellenmesi gerekmektedir. Direnç sisteminden ise bu davranışı en yakın biçimde sağlaması beklenmektedir. Bu amaçla kullanılan başlıca direnç sistemleri, sürtünme direnci, elektromanyetik direnç ve radyal fanlarla elde edilen hava direnci olarak sıralanabilir. Bu sistemlerin her biri bazı avantaj ve dezavantajlar sunmaktadır. Spor branşı mekanikleri ve kullanım amacına göre en uygun direnç metodu seçilmelidir. Kano branşında, sporcu tekne sisteminin karşılaştığı dirençler hava sürtünmesi ve hidrodinamik dirençtir. Hava direnci esas olarak, teknenin su üzerinde kalan kısmı ile sporunun kesit alanı ve ilerleme süratine göre deşiğim göstermektedir. Hidrodinamik direnç ise tekne formu, teknenin su altında kalan kesit alanı ve ilerleme süratine göre değişmektedir. Bu araştırmada, durgunsu kano sporunda bir sporcu/tekne sistemi için bu ilerleme süratine bağlı direnç davranışları incelenmiştir. Buna göre hareketin ergometrede simülasyonu için en doğru metodun hava fanı ile frenleme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 122M566 numaralı hibe kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar destekleri için TÜBİTAK'a teşekkürlerini sunarlar.

Anahtar Kelimeler: Kano, Ergometre, Direnç, Modelleme, Fan

DETERMINATION OF BRAKING FAN DESING CRITERIA IN CANOE ERGOMETERS

Dr. Eren KAYA[1], Dr. Sezcan YILMAZ[2]
[1]Eskişehir Technical University, Türkiye, erenkaya@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-4128-8162
[2]Eskişehir Osmangazi University, Türkiye, sezcanyilmaz@ogu.edu.tr, 0000-0001-9329-5423

Abstract

In sports machines, various methods are used to generate resistance. Among ergometers employed in Olympic disciplines such as cycling, cross-country skiing, rowing, canoeing and swimming, the resistance system is one of the most critical parameters influencing training effectiveness. This is because, in performing the motion through an ergometer, the primary objective is to replicate the actual movement mechanics as accurately as possible. Accordingly, throughout the entire motion, both the kinematics of the movement and the force variation behavior associated with the motion must be modeled correctly. The resistance system is therefore expected to reproduce this behavior as closely as possible. The main resistance systems commonly used for this purpose can be listed as frictional resistance, electromagnetic resistance and air resistance generated by radial fans. Each of these systems offers certain advantages and disadvantages. Depending on the mechanics of the sport discipline and its intended use, the most suitable resistance method should be selected. In canoeing, the resistances encountered by the athlete/boat system are air resistance and hydrodynamic resistance. Air resistance primarily varies according to the frontal cross-sectional area of the boat and the athlete above the water surface, as well as the speed. Hydrodynamic resistance, depends on the boat's hull form, the underwater cross-sectional area, and the speed. In this study, the resistance behaviors of an athlete/boat system in flatwater canoeing with respect to speed are examined. Accordingly, it has been concluded that braking with an air fan provides the most accurate method for simulating the motion on an ergometer.

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under the Grant Number 122M566. The authors thank to TUBITAK for their supports.

Keywords: Canoe, Ergometer, Resistance, Modelling, Fan

KANO SPORUNDA ERGOMETRE BAŞARI ÖLÇÜTÜ İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Bünyamin ÖZTÜRK[1], Dr. Eren KAYA[2], Dr. Naci ZAFER[3], Dr. Hayri ERTAN[4], Dr. Sezcan YILMAZ[5]
[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye, bunyamin.ozturk@ogu.edu.tr, 0000-0002-3923-4256
[2]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye, erenkaya@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-4128-8162
[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102
[4]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye, hertan@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-1298-8485
[5]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Türkiye, sezcanyilmaz@ogu.edu.tr, 0000-0001-9329-5423

Özet

Durgunsu kano 1936 Berlin Yaz Olimpiyatları'ndan beri olimpik bir spor branşıdır. Günümüzde kano antrenmanları, su üzerinde gerçekleştirilebileceği gibi, su üzeri hareketi simüle eden kano ergometrelerinde de gerçekleştirilebilmektedir. Ergometrelerin en büyük avantajı hava muhalefeti gibi nedenlerle su antrenmanı yapılamadığı durumlarda kullanılabilir olmalıdır. Ergometrelerde fanın kütlesel atalet momenti ve anlık hız davranışı dikkate alınarak, sporcunun uyguladığı anlık güç ve kuvvet değerleri yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir. Ancak, sadece güç ve kuvvet değerleri, hareketin tümünün değerlendirilmesi için yeterli olmayacaktır. Bu çalışmada amaç ataletsel bir ölçüm seti kullanarak sporcunun su üzeri kano ve ergometre kullanımı esnasında kürek şaftı hareketlerinin takip edilerek aralarındaki uyum durumunu belirleyecek bir metot geliştirmektir. Bu bağlamda su üzeri kano hareketinden referans veri alabilmek için kürek şaftı ve kano üzerine konumlanarak eş zamanlı veri kaydı yapabilen bir ünite geliştirilmiştir. Elde edilen ivme, açısal hız ve manyetometre verileri değerlendirildiğinde, sporcunun kürek çekiş kinematik verileri elde edilmektedir. Elde edilen veriler, hareket periyotlarına bölünerek, her çevrimde su üzeri ve ergometre arasındaki korelasyon ilişkisi değerlendirilebilmektedir. Bu değerlere göre, su üzeri kano çekiş hareketinin ergometrede ne ölçüde taklit edildiğini analiz edilebilmektedir. Korelasyonun düşük kalması halinde, kürek çekiş hareketinin hangi noktasında nasıl bir sapma yaptığı görülebilmektedir. Buna göre nasıl bir düzeltme yapılması gerektiği belirlenebilmektedir. Bu bağlamda, su üzeri kano ve ergometre üzeri kano hareketleri için, aynı sporcu tarafından gerçekleştirilen hareketler esnasında veri kaydı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, bu metodun kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 122M566 numaralı hibe kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar destekleri için TÜBİTAK'a teşekkürlerini sunarlar.

Anahtar Kelimeler: Kano, Ergometre, Simülasyon, Biyomekanik

DEVELOPMENT OF A PERFORMANCE MEASUREMENT SYSTEM FOR ERGOMETER SUCCESS CRITERIA IN CANOEING SPORT

Bünyamin ÖZTÜRK[1], Dr. Eren KAYA[2], Dr. Naci ZAFER[3], Dr. Hayri ERTAN[4], Dr. Sezcan YILMAZ[5]
[1]Eskişehir Osmangazi University, Türkiye, bunyamin.ozturk@ogu.edu.tr, 0000-0002-3923-4256
[2]Eskişehir Technical University, Türkiye, erenkaya@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-4128-8162
[3]Eskişehir Osmangazi University, Türkiye, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102
[4]Eskişehir Technical University, Türkiye, hertan@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-1298-8485
[5]Eskişehir Osmangazi University, Türkiye, sezcanyilmaz@ogu.edu.tr, 0000-0001-9329-5423

Abstract

Flatwater canoeing has been an Olympic sport since the 1936 Berlin Summer Olympics. Today, canoe training can be performed both on the water and on canoe ergometers that simulate on-water motion. The main advantage of ergometers is their usability in situations where on-water training cannot be performed due to adverse weather conditions. On ergometers, by considering the fan's mass moment of inertia and instantaneous speed behavior, the athlete's instantaneous power and force values can be approximately calculated. However, power and force data alone are not sufficient for evaluating the entire paddling motion. The aim of this study is to develop a method that tracks the paddle shaft movements of the athlete during on-water canoeing and ergometer use by employing an inertial measurement unit, and to determine the level of consistency between the two. For this purpose, a device capable of simultaneously recording data was developed and mounted both on the paddle shaft and the canoe boat to obtain reference data from on-water canoe motion. Based on the collected acceleration, angular velocity, and magnetometer data, the kinematic parameters of the athlete's paddling motion were obtained. The acquired data were divided into motion periods, allowing cycle-by-cycle correlation analysis between on-water canoeing and ergometer use. Through this approach, the degree to which on-water canoe strokes are replicated on the ergometer can be evaluated. In cases where correlation is low, it becomes possible to identify at which point of the paddle stroke deviations occur, and consequently, to determine what type of corrections are needed. In this context, data were recorded during movements performed by the same athlete both in on-water canoeing and on the ergometer. The results indicate that the proposed method is applicable and effective.

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under the Grant Number 122M566. The authors thank to TUBITAK for their supports.

Keywords: Canoe, Ergometer, Simulation, Biomechanics

ÇİFT KAVİSLİ DİMİ VE DÜZ DOKUMA KARBON FİBER TABAKALI KOMPOZİTLERİN ÇUKURİZ DİRENÇLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Berat SARIKAYA1/ Öğr. Gör. Dr., Mehmet ÖZER2 / Doç. Dr., Fatih BALIKOĞLU3
1 Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, beratsarikaya00@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7986-8197.
2 Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir MYO, İklimlendirme ve Soğutma Teknolojileri Programı, ozer@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6212-1217.
3 Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, fatih.balikoglu@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3836-5569.

Özet

Bu çalışmada dimi ve düz karbon dokuma takviyeli çift kavisli tabakalı kompozitlerin yarı küresel ve konik uçlar kullanılarak yapılan yarı statik çukuriz testleri neticesinde dirençleri karşılaştırılmıştır. Tenax-E HTA 40 3k ve Carbon Fiber HT 3k 200tex ipliklerden üretilen Profabric® marka düz ve dimi karbon dokuma elyaflar kullanıldı. Elyaf ağırlıkları sabit tutulmuş ve 200 g/m^2 olarak belirlenmiştir. Kompozit parçaların üretiminde Hexion LR285 epoksi reçine ve LH287 sertleştirici kullanılmıştır. Tabakalı kompozitlerin katman sayısı sekiz ve üretim tekniği olarak el yatırması yöntemi seçilmiştir. Testler Zwick-Roell Z250 çekme-basma cihazından 1.25 mm/dak ve 100 mm/dak test hızlarında gerçekleşmiştir. Dimi dokuma takviyeli numuneler yarı küresel ve konik uçları ile yapılan testlerde düşük ve yüksek test hızlarında daha yüksek direnç göstermiştir. Dimi dokuma takviyeli numuneler, düz dokumalara kıyasla 1,25 mm/dak ve 100 mm/dak test hızlarında yarı küresel uç ile yapılan testlerde sırası ile %9.91 ve %6.39 daha yüksek direnç göstermiştir. Yarı küresel uçlu çukuriz testlerinde hızın artışı ile maksimum kuvvet değerleri artmıştır. 1.25 mm/dak konik uç ile yapılan çukuriz testlerinde tabakalı kompozitler daha düşük direnç göstermiştir. Konik uç ile yapılan testlerde, yarı küresel çukuriz direncine kıyasla dimi ve düz dokuma takviyeli kompozit numunelerde sırası ile %8.87 ve %29.8 düşme görülmüştür. 1.25 mm/dak test hızında konik ucu kullanılan testlerde dimi dokuma karbon fiber kompozitlerin dirençleri, düz dokuma karbon fiber numunelere göre %42.7 daha yüksektir. Ayrıca 1.25 mm/dak test hızlarında yarı küresel uç ile yapılan testlerde dimi ve düz dokuma karbon fiber kumaşların Kevlar 29 ile hibritleşmesi sağlanarak çukuriz direncine etkisi araştırılmıştır. Hibritleşme Kevlar29 kumaşların kompozit tabakaların üst tarafında iki katman olarak uygulanması ile sağlanmış, toplam katman sayısı sekiz olarak sabit tutulmuştur. Kevlar 29 kumaşların dimi ve düz dokuma karbon elyaflar ile kullanılması ile çukuriz dirençlerinde sırası ile %21.1 ve %3.95 düşme görülmüştür. İlerleyen çalışmalarda tek ve çift kavis geometriye sahip farklı dokuma karbon fiber tabakalı kompozitlerin batma dirençlerinin karşılaştırılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbon fiber, çift kavis, çukuriz test, Kevlar29

COMPARISON OF INDENTATION RESISTANCE OF DOUBLE CURVED TWILL AND PLAIN WEAVE CARBON FIBER REINFORCED COMPOSITES

Berat SARIKAYA1/ / Lecturer Dr., Mehmet ÖZER2/ Assoc. Prof. Dr., Fatih BALIKOĞLU3
1Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, beratsarikaya00@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7986-8197.
2 Balıkesir University, Balıkesir Vocational School, Air Conditioning and Cooling Technologies Program, ozer@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6212-1217.
3 Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, fatih.balikoglu@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3836-5569.

Abstract

In this study, the resistance of twill and plain carbon woven reinforced double curved laminated composites was compared in quasi-static indentation tests performed using hemispherical and conical indenters. This work used Profabric® brand plain and twill carbon woven fibers, which are produced from Tenax-E HTA 40 3k and Carbon Fiber HT 3k 200 Tex yarns. Fiber weight was kept constant at 200 g/m². Hexion LR285 epoxy was used along with LH287 hardener in the production of composite parts. The number of layers of the laminated composites was eight, and the production technique was hand lay-up. Tests were conducted on a Zwick-Roell Z250 tension-compression machine at test speeds of 1.25 mm/min and 100 mm/min. Twill-woven reinforced samples showed higher resistance at low- and high-test velocity in tests performed on hemispherical and conical indentation indenters. Twill weave reinforced samples showed 9.91% and 6.39% higher resistance compared to plain weaves in tests conducted with a hemispherical indentation tip at 1.25 mm/min and 100 mm/min test velocities, respectively. The maximum force values increased with increasing test speed in hemispherical indentation tests. In indentation tests conducted with a 1.25 mm/min conical indenter, laminated composites exhibited lower resistance. In the conical indenter tests, twill and plain weave reinforced composite samples experienced an 8.87% and 29.8% decrease in indentation resistance, respectively, compared to tests conducted with a hemispherical indenter. In tests using a conical indenter at a 1.25 mm/min test speed, the resistance of twill-woven carbon fiber composites was 42.7% higher than that of plain-woven carbon fiber samples. In addition, in tests conducted with a hemispherical indentation at 1.25 mm/min test speeds, twill and plain-woven carbon fiber fabrics were hybridized with Kevlar 29 to investigate the effect on indentation resistance. Hybridization was achieved by applying two layers of Kevlar 29 fabrics to the top of the composite parts, maintaining a total layer count of eight. Using Kevlar 29 fabrics with twill and plain-woven carbon fibers resulted in a 21.1% and 3.95% reduction in indentation resistance, respectively. Future studies are planned to compare the indentation resistance of composites with different woven carbon fiber layers in single- and double-curvature geometries.

Keywords: Carbon fiber, double curvature, indentation test, Kevlar29

GİRİŞ

Karbon fiber takviyeli polimerler (CFRP), çeliğe kıyasla üstün mukavemet ve rijitlik-ağırlık oranları nedeniyle özellikle otomotiv ve havacılık sektörlerinde popülerlik kazanmaktadır (El-Dessouky vd., 2019). Boeing 787 ve Airbus A350 XWB dahil olmak üzere çağdaş uçak yapıları, ağırlıklarının yaklaşık %50'sini kompozit malzemelerden oluşturmaktadır (Kozaczuk, 2016). Uçak yapılarında alüminyumdan kompozit malzemelere geçiş, ağırlığı azaltarak yakıt tüketimini ve sera gazı emisyonlarını düşürmektedir (Timmis vd., 2015).

Uçak kanatları gibi kompozit yapılar, normal çalışma sırasında katı cisimlerle çarpışma veya diğer düşük enerjili darbe senaryolarına maruz kalmaktadır. Çarpma hasarları, kalkış ve iniş sırasında hareket halindeki bir uçakta ortaya çıkar ve çoğunlukla kanat ön kenarları, motor ön kenarları, eğim dümenleri ve yan dümenler gibi hareket yönündeki bileşenleri etkiler. Ağırlık azaltma amacıyla fiber takviyeli kompozitlerin havacılıkta artan kullanımı, darbelerin şiddetini tahmin etmenin önemini artırmıştır. Kompozitlerin hasar mekanizmaları, çeşitli anizotropik katmanların homojen olmayan bir şekilde istiflenmesi nedeniyle karmaşıktır ve yapının içinde oluşan hasarlar genellikle dışarıdan neredeyse görünmezdir. Belirli koşullar altında, bu darbe senaryoları Zar Zor Görünür Darbe Hasarına neden olabilir. Etkilerinin, düzenli bakımda tespit edilene kadar herhangi bir ilerleyen hasara yol açmaması sağlanmalıdır (Gebhardt vd., 2023). Deneysel araştırmalarda, dinamik tepki verilerinin kaydedilmesi için kullanılan darbe ekipmanının maliyeti, sinyal anomalileri ve sonuçların yorumlanmasındaki zorluklar, yarı statik çukur iz/batma testine yönelmeye yol açmıştır. Ayrıca, yarı statik batma testinin numuneyle diğer test yöntemlerine kıyasla daha uzun temas süresi, hasar tespitini ve hasar ilerlemesinin gözlemlenmesini kolaylaştırmaktadır. Kompozitler üzerinde yapılan yarı statik batma testlerinden elde edilen veriler, çatlama, delaminasyon ve kırılma gibi hasarları ortaya koymaktadır. Bu hasarlar, kompozit yapının mukavemeti ve rijitliği hakkında önemli bilgiler sağlar (Sutherland ve Soares, 2012).

Literatürde karbon elyaf takviyeli kompozitlerin çukur iz/batma davranışlarını inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Karbon/epoksi tabakalı kompozitlerin, S-cam/epoksi kompozitlere kıyasla arızadan önce daha az yer değiştirme kabiliyetine sahip olduğu ve enerji emilim değerlerinin de düşük olduğu raporlanmıştır. Karbon/epoksi numunelerin hasarı oldukça ani ve kırılganken, S-cam/epoksi malzeme daha kademeli bir arıza göstermiştir (Fotouhi vd., 2020). Farklı bir çalışmada, cam elyafına bazalt elyaf ve karbon elyaf ilavesinin çukur iz hasar direncini artırdığı ve kademeli hasar gelişimine neden olduğu, diğer yandan akustik emisyonun tabakalı kompozitlerin hasar gelişimini karakterize etmede hassas bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (Kumar vd., 2017). Monokok karbon elyaf takviyeli kompozitlerin, Kevlar ve cam elyaflara kıyasla çukur iz testlerinde daha yüksek temas kuvveti ve enerji emilimi sergilediği görülmüştür. Üç farklı elyaf tipi içeren tabakalar arası hibrit yapılarda ise Cam-Kevlar-Karbon şeklinde cam elyafların temas tarafında bulunması, karbon elyafın ise çekme yükü kısmında konumlandırılması çukur iz testlerinde temas kuvvetlerinin ve emilen enerjinin artışına neden olmuştur. İki farklı elyaf tipinin kullanıldığı hibrit kompozitlerde ise Karbon-Kevlar ve Kevlar-Karbon şeklinde dış katmanlara Kevlar ve karbon fiberlerin yerleştirilmesi ile daha iyi yük taşıma ve enerji emme kapasitesi sağlanmıştır (Bulut ve Erkliğ, 2018). Simetrik istiflenmiş cam ve karbon fiber takviyeli hibrit kompozitlerde ise dış katman olarak camın, iç katman olarak karbonun seçilmesi, yüzey tokluğunun ve noktasal temas kaynaklı hasara karşı direncinin artışı ile sonuçlanmıştır (Herath vd., 2025). Noktasal yüklemelerde emilen enerji değerleri bakımından, Karbon-Kevlar-Karbon diziliminin en yüksek pozitif hibrit etkisi, Karbon-Cam-Karbon yerleşimi ise en yüksek negatif hibrit etkisi gösterdiği vurgulanmıştır (Bulut vd., 2016).

Araştırmalar düzlemsel geometriye sahip monokok ve hibrit tabakalı kompozitlerin noktasal yüklemeler altında davranışlarına odaklanmıştır. Literatürde kavis geometrisine sahip kompozitlerin noktasal yük dayanımı ve hasar mekanizmaları ile ilgili kısıtlı çalışma yer almaktadır. İleri sürülen çalışmada çift kavis geometrisine sahip karbon elyaf takviyeli kompozitlerin çukur iz/batma davranışları incelenmiştir. Karbon elyaf dokuma tipi ve hibrit etkisinin noktasal temas direncine ve hasar oluşumuna etkisi araştırılmıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Çift kavisli geometriye sahip karbon fiber kompozit malzemeler, yüksek mukavemet, düşük ağırlık ve aerodinamik avantajlar sundukları için genellikle otomotiv, havacılık, denizcilik ve spor ekipmanları gibi yüksek performans gerektiren alanlarda kullanılır. Özellikle yarış arabalarında, şasi ve karoser, uçak kanatlarında, yat ve teknelerin gövde ve güverte kısımlarında aerodinamik verimliliği artırmak için tercih edilmektedir. Ayrıca, yapısal güçlendirmeler ve robotik uygulamalarda da dayanıklılık ve esneklik sağlamak amacıyla kullanılır. Bu kompozitler, düşük ağırlıklarıyla yakıt verimliliği ve hız gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada çift kavisli karbon fiber/epoksi tabakalı kompozitlerin noktasal yükler altında dayanım ve hasar mekanizmaları araştırılmıştır. Karbon fiber/epoksi kompozitlerin çukur iz (batma) testlerinde dimi ve düz dokuma karbon elyaf tipi ve aramid elyaf katman etkisi kuvvet-yer değiştirme eğrileri ve hasarlı numuneler incelenerek raporlanmıştır.

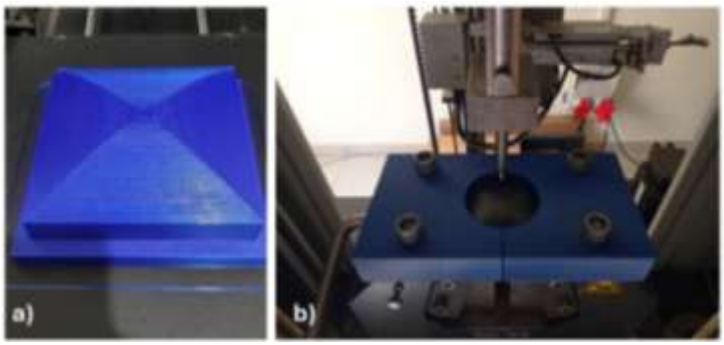
2. YÖNTEM

2.1. Malzeme

Çalışmada takviye elemanı olarak Tenax-E HTA 40 3k ve Carbon Fiber HT 3k 200tex ipliklerden üretilen Profabric® marka düz ve dimi karbon dokuma elyaflar kullanılmıştır. Tabakalar arası hibritleşme için ise Kevlar® 29 aramid elyaf kullanılmıştır. Karbon elyaf ağırlıkları sabit tutulmuş ve 200 g/m^2 olarak belirlenmiştir. Kompozit parçaların üretiminde Hexion LR285 epoksi reçine ve LH287 sertleştirici kullanılmıştır. Tabakalı kompozitlerin katman sayısı sekiz (8) olarak sabit tutulmuştur. Hibrit numunelerde en üst katmanlar iki (2) adet aramid elyaf kullanılmıştır. Numune isimlerinde PC: Düz dokuma karbon, TC: Dimi dokuma karbon, K: Kevlar® 29 elyaf, R: Yarı Küresel uç, C: Konik uç, 1.25 ve 100 sayıları ise test hızlarını mm/dk olarak ifade etmektedir.

2.2. Kompozit Parça Kalıp ve Aparat İmalatı

Çift kavisli kompozit numuneleri üretimini yapabilmek için numune ebatlarına uygun şekilde üç boyutlu yazıcıda PLA filament kullanılarak kalıp imalatı yapılmıştır. Test aparatı ise Zwick Roell Z250 test cihazının alt çenesine monte olacak şekilde üç boyutlu yazıcı kullanılarak PLA filament ile üretilmiştir. Şekil 1'de kalıp ve aparat gösterilmiştir.

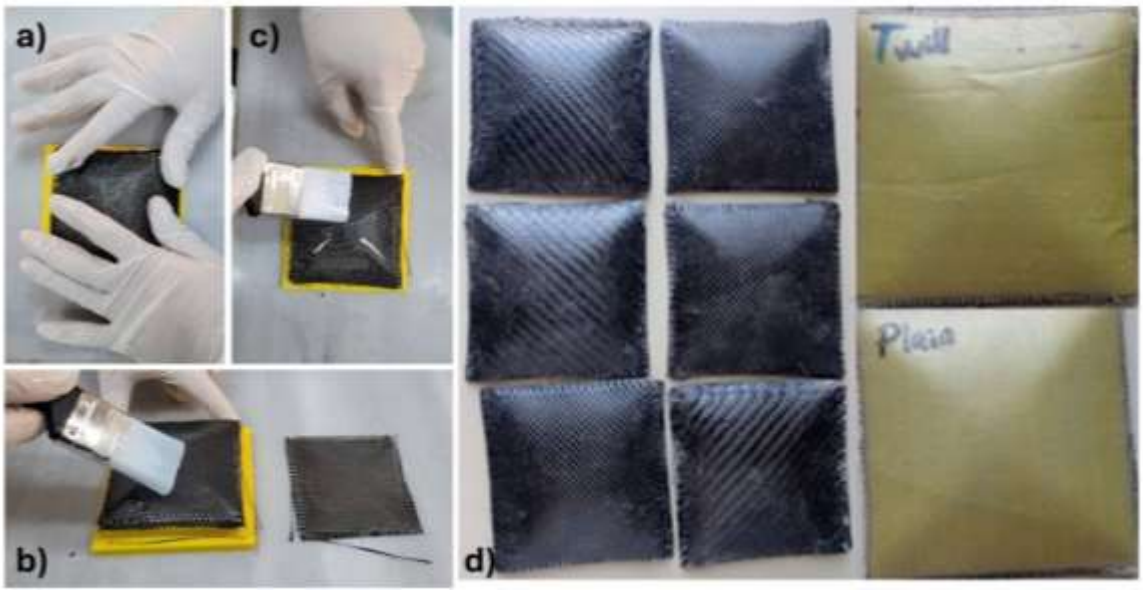


Şekil 1. a) Parça kalıbı ve b) test aparatı.

2.3. Kompozit Parça İmalatı

Kompozit parçaların üretiminde el yatırma yöntemi uygulanmıştır. Reçine sertleştirici ağırlık oranı ürün spektlerine uygun şekilde 100: 40 (L285 Reçine (1kg) + H287 Sertleştirici (0,4kg)) olarak uygulanmıştır. Kuru karbon fiber elyaflar sırası ile kalıp üzerine serilmiş ve katmanlara sırası ile reçine/sertleştirici karışımı fırça ile

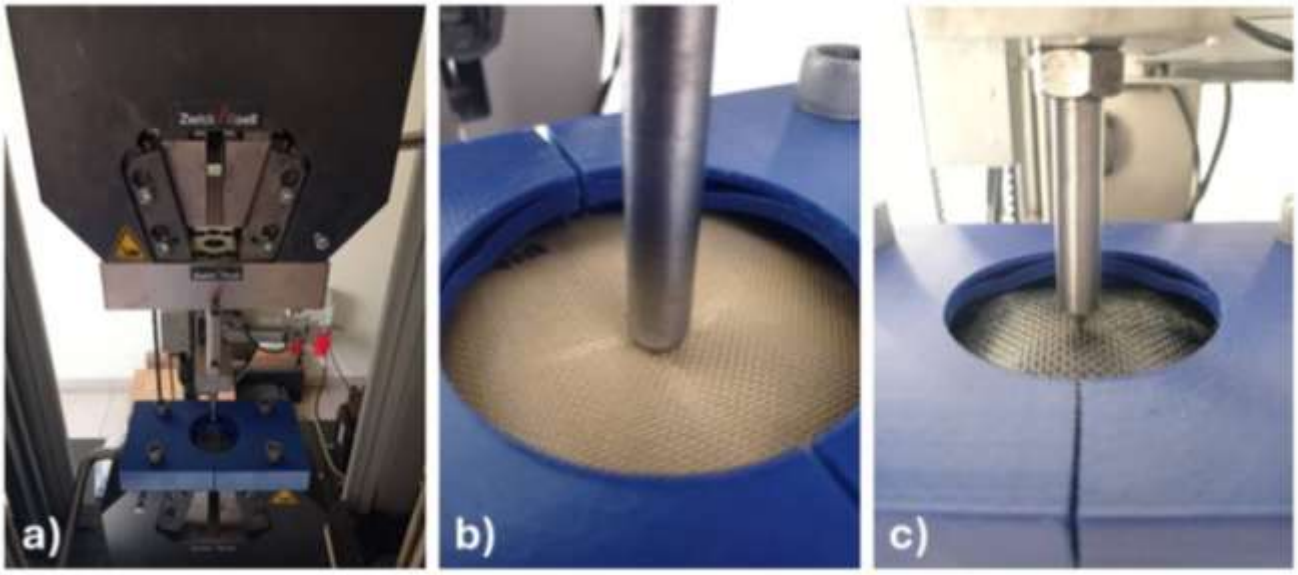
uygulanmıştır. Katmanların kuru kalmamasına tamamen ıslanmasına özen gösterilmiş ve ışık altında reçine/sertleştirici emdirilen katmanlar kontrol edilmiştir (Şekil 2a-c). Üretilen kompozit parçalar testler öncesi iki hafta boyunca oda koşullarında kürlenmesi için bırakılmıştır (Şekil 2d). Üretim aşamaları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. a, b, c) Karbon elyaf takviyeli kompozit numunelerin üretimi, d) kürlenmiş test numuneleri.

2.4. Yarı statik Çukur iz/Batma Test Yöntemi

Yarı statik çukur iz/batma testleri ASTM D6264/D6264M-12 standartı uygun şekilde test koşulları sağlanarak gerçekleşmiştir. Testler Zwick-Roell Z250 çekme-basma cihazından 1.25 mm/dak ve 100 mm/dk test hızlarında uygulanmıştır (Şekil 3a). Standart 12.7 mm çapında yarı-küresel ve konik çelik uçlar kullanılarak testler yapılmıştır (Şekil 3b,c). Testler sırasında, çift kavisli kompozit test numuneleri, merkezinde dairesel bir delik bulunan ve aynı yüzey formuna sahip bir destek aparatı ile desteklenmiştir. Özellikle çukur iz testinde kullanılmak üzere tasarlanmış bu destek aparatı, üst ve alt olmak üzere iki sert plastik (PLA) plakadan oluşmaktadır. Böylece, kavisli numunelerin üst ve alt yüzey kenarları dairesel olarak sabitlenmiş ve numunenin test prosedürü B'ye uygun olarak yer değiştirmesine izin verilmiştir. Test numunesi, destek aparatındaki üst ve alt plakalar arasına yerleştirildikten sonra cıvatalarla test makinesine sabitlendikten sonra yarı küresel ve konik çelik uçların numunenin konveks yüzeyine temas etmesi sağlanmıştır. Şekil 3'te çukur iz test ortamı ve çelik uçların numune yüzeyine teması gösterilmiştir.



Şekil 3. a) Çukur iz/Batma test ortamı, b) yarı küresel uç, c) konik uç.

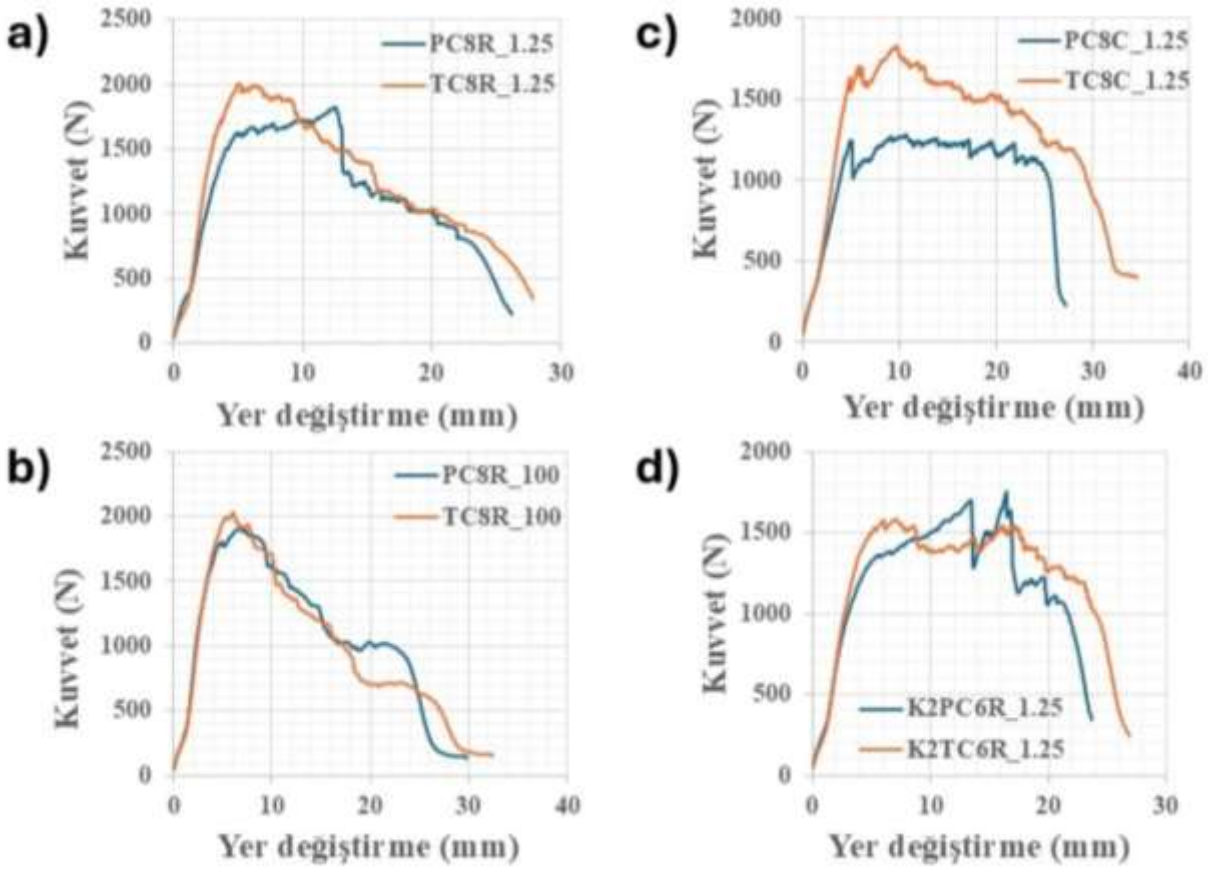
3. BULGULAR

3.1. Kuvvet-Yer Değiştirme Davranışı

Çukur iz testleri neticesinde sağlanan kuvvet-yer değiştirme eğrileri Şekil 4'te verilmiştir. Grafiklerde görüldüğü gibi, dimi dokuma karbon takviyeli numuneler yarı küresel ve konik uçları ile yapılan testlerde 1.25 mm/dk ve 100 mm/dk test hızlarında noktasal yüklemede daha yüksek direnç göstermiştir. 100 mm/dk test hızında yapılan testlerde daha düşük yer değiştirme değerlerinde temas kuvvetinde azalma başlamıştır. Yarı küresel uç ile yapılan çukur iz testlerinde hızın artışı ile maksimum kuvvet değerleri artmıştır. 1.25 mm/dk test hızında konik uç ile yapılan çukur iz testlerinde tabakalı kompozitler daha düşük direnç göstermiştir. Kevlar® 29 kumaşların dimi ve düz dokuma karbon elyaflar ile kullanılması ile noktasal yük direnci düşmüştür (Bulut vd., 2016). Dimi dokuma karbon elyaf kullanılan monokok ve tabakalar arası hibrit kompozit numunelerde noktasal temas eden uç daha düşük yer değiştirme değerlerinde maksimum kuvvete ulaşmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Maksimum kuvvet ve yer değiştirme değerleri

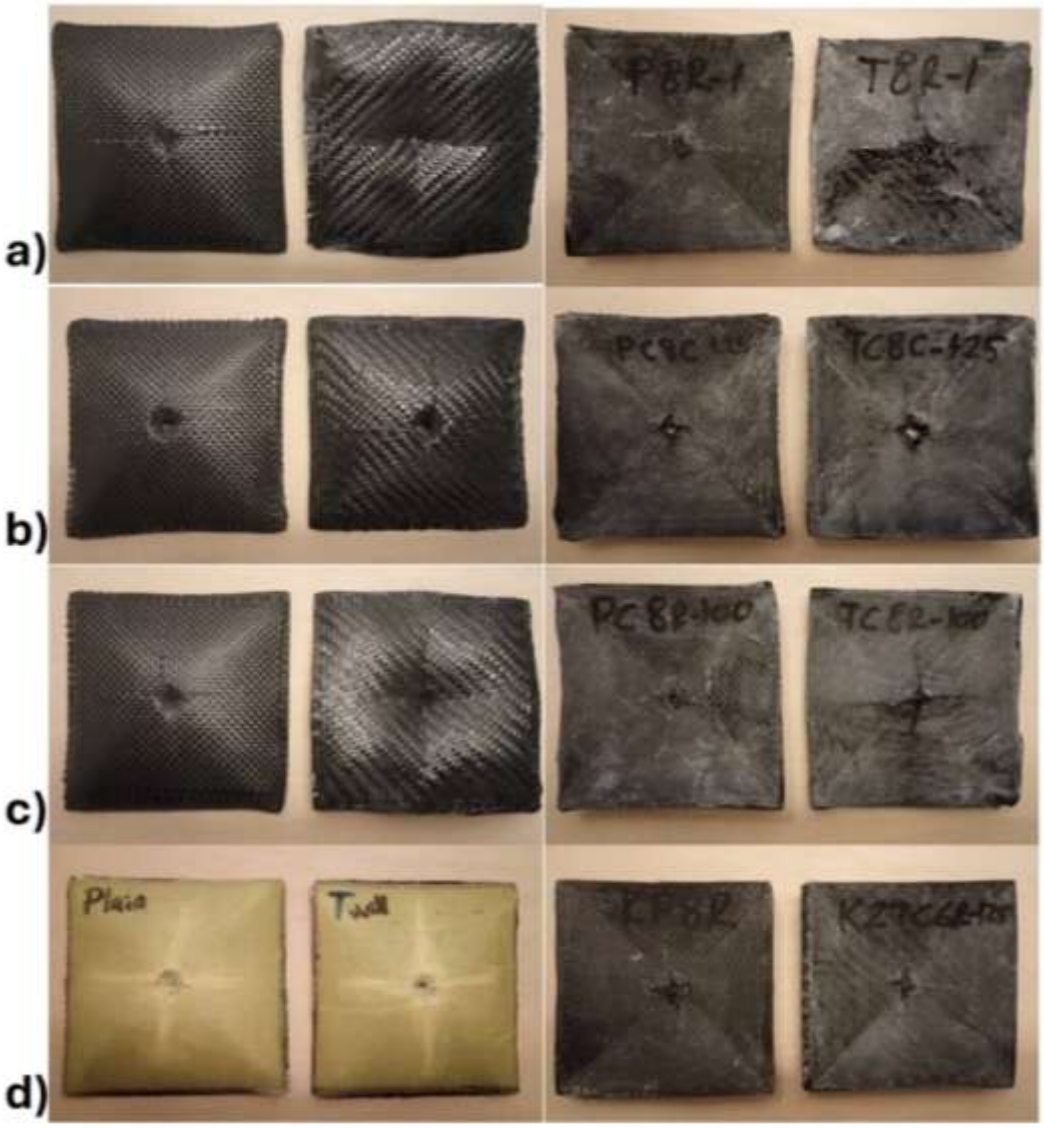
Numune	Pmax (N)	δPmaks mm
PC8R_1.25	1826.3	12.6
TC8R_1.25	2007.4	5.1
K2PC6R_1.25	1754.1	16.7
K2TC6R_1.25	1583.5	7.2
PC8R_100	1903.7	6.9
TC8R_100	2025.3	6.1
PC8C_1.25	1281.8	10.8
TC8C_1.25	1829.4	9.8



Şekil 4. Test numunelerinin kuvvet-yer değiştirme grafikleri

3.2. Kompozit Numunelerin Hasar Görüntüleri

Şekil 5'te çukur iz testlerinde hasar alan kompozit numunelerin üst ve alt görüntüleri verilmiştir. Yarı küresel uç ile yapılan 1.25 mm/dk ve 100 mm/dk hızlarındaki çukur iz testlerinde dimi dokuma karbon elyafların konveks yüzeysel formunu koruyamadığı görülmektedir (Şekil 5a, c). Konik uç ile yapılan 1.25 mm/dk hızındaki çukur iz testlerinde düz ve dimi karbon elyaf kompozitlerin konveks yüzeysel formunu koruduğu görülmektedir (Şekil 5b). Konik keskin ucun karbon fiberlerin kopmasına ve kesilmesine neden olduğu çelik ucun temas ettiği bölgede görülmektedir. Kevlar 29 elyaf kullanımı yarı-küresel uç ile yapılan testlerde dimi dokuma takviyeli kompozitlerin konveks yüzeyinin bozulmasını engellediği görülmektedir (Şekil 5d). Uç geometrisinin numunenin hasar mekanizmasına ve yüzey form geometrisine etki ettiği görülmektedir.



Şekil 5. Numunelerin test sonrası hasar görüntüleri a) PC8R_1.25, TC8R_1.25, b) PC8C_1.25, TC8C_1.25, c) PC8C_100, TC8C_100, d) K2PC6R_1.25, K2TC6R_1.25

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Dimi dokuma takviyeli numuneler, düz dokumalara kıyasla 1,25 mm/dk ve 100 mm/dk test hızlarında yarı küresel uç ile yapılan testlerde sırası ile %9.91 ve %6.39 daha yüksek direnç göstermiştir. Konik uç ile yapılan testlerde, yarı küresel uç ile yapılan testlerde elde edilen maksimum kuvvet değerlerine kıyasla dimi ve düz dokuma takviyeli kompozit numunelerde sırası ile %8.87 ve %29.8 düşme görülmüştür. 1.25 mm/dk test hızında konik ucu kullanılan testlerde dimi dokuma karbon fiber kompozitlerin noktasal yük dirençleri, düz dokuma karbon fiber numunelere göre %42.7 daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kevlar®29 kumaşların dimi ve düz dokuma karbon elyaflar ile tabakalar arası hibritleşmesi ile yarı-statik noktasal yük dirençlerinde sırası ile %21.1 ve %3.95 düşme görülmüştür. Bu neticeler dimi dokuma karbon fiber kumaşın çift kavisli yapıların tasarımında yarı statik noktasal yüklemelere karşı avantajlı olduğunu göstermektedir. Düz dokuma karbon

elyafların ise keskin uç cisimlerin temasına karşı daha hassas olduğu görülmektedir. İlerleyen çalışmalarda tek ve çift kavis geometrisine sahip karbon elyaf takviyeli kompozitlerin çukur iz davranışlarının karşılaştırılması ve tabakalar arası hibritleşme etkisinin araştırılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Bulut, M., Erkliğ, A., & Yeter, E. (2016). Hybridization effects on quasi-static penetration resistance in fiber reinforced hybrid composite laminates. *Composites Part B: Engineering*, *98*, 9-22.

Bulut, M., & Erkliğ, A. (2018). The investigation of quasi-static indentation effect on laminated hybrid composite plates. Mechanics of Materials, 117, 225-234.

El-Dessouky, H. M., Saleh, M. N., Gautam, M., Han, G., Scaife, R. J., & Potluri, P. (2019). Tailored fibre placement of commingled carbon-thermoplastic fibres for notch-insensitive composites. Composite structures, 214, 348-358.

Fotouhi, M., Damghani, M., Leong, M. C., Fotouhi, S., Jalalvand, M., & Wisnom, M. R. (2020). A comparative study on glass and carbon fibre reinforced laminated composites in scaled quasi-static indentation tests. *Composite Structures*, *245*, 112327.

Gebhardt, J., Schlamp, M., Ehrlich, I., & Hiermaier, S. (2023). Low-velocity impact behavior of elliptic curved composite structures. International Journal of Impact Engineering, 180, 104663.

Herath, H. U., Cai, D. A., Inusha, L., Luna Macias, P., & Wang, X. (2025). Quasi-Static Indentation and Compression Behaviors of Hybrid Woven Composite Laminates. *Coatings*, *15*(7), 791.

Kozaczuk, K. (2016). Automated fiber placement systems overview. *Prace Instytutu Lotnictwa*, (4 (245), 52-59.

Kumar, C. S., Arumugam, V., & Santulli, C. (2017). Characterization of indentation damage resistance of hybrid composite laminates using acoustic emission monitoring. Composites Part B: Engineering, 111, 165-178.

Sutherland, L. S., & Soares, C. G. (2012). The use of quasi-static testing to obtain the low-velocity impact damage resistance of marine GRP laminates. Composites Part B: Engineering, 43(3), 1459-1467.

Timmis, A. J., Hodzic, A., Koh, L., Bonner, M., Soutis, C., Schäfer, A. W., & Dray, L. (2015). Environmental impact assessment of aviation emission reduction through the implementation of composite materials. The International Journal of Life Cycle Assessment, 20(2), 233-243.

SLA YÖNTEMİ İLE KALSİYUM FOSFAT TABANLI BİYOSERAMİKLERİN EKLEMELİ İMALATI

Arş. Gör. Dr., Ahmet Çağrı KILINÇ[1]
[1]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
ahmetcagrikilinc@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-1705-5676

Özet

Doğal kemik dokusunun kimyasal kompozisyonuna yakın benzerlik göstermeleri nedeniyle kalsiyum fosfat (CaP) bileşikleri, biyomalzeme alanında ve özellikle kemik dokusu rejenerasyonu üzerine yürütülen araştırmalarda giderek artan bir ilgi görmektedir. CaP temelli biyoseramikler içerisinde öne çıkan β-trikalsiyum fosfat (β-TCP), biyobozunurluk özelliği sayesinde diğer kalsiyum fosfat türevlerinden ayrılmakta ve yeni kemik oluşumunu destekleyen geçici bir iskelet görevi üstlenmektedir. Bu nedenle β-TCP, biyouyumlu ve biyobozunur implant materyallerinin geliştirilmesinde öne çıkan önemli bir aday olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, foto-kürlenebilir bir reçine içerisine belirli oranlarda β-TCP tozları ilave edilerek homojen bir karışım hazırlanmıştır. Elde edilen karışım, LCD tabanlı stereolitografi (SLA) yöntemi kullanılarak üç boyutlu (3B) yazıcıda şekillendirilmiş ve farklı sıcaklıklarda sinterleme işlemine tabi tutularak biyoseramik numuneler elde edilmiştir. Yazdırılan numuneler, 1100 °C ve 1300 °C sıcaklıklarda ikişer saat sinterlenmiştir. Sinterleme sonrası mikroyapısal özellikler taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş, yoğunluk değerleri ise Arşimet prensibine dayalı test yöntemiyle belirlenmiştir. Ayrıca, sinterleme sürecinde meydana gelen lineer küçülme, numunelerin sinterleme öncesi ve sonrası boyutlarının karşılaştırılmasıyla hesaplanmıştır. Araştırma bulguları, artan sinterleme sıcaklığına bağlı olarak porozite miktarında kayda değer bir azalma gerçekleştiğini, buna karşılık yoğunluk ve boyutsal büzülme oranında artış gözlendiğini ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, β-TCP katkılı biyoseramiklerin kemik doku mühendisliği uygulamalarında potansiyel bir biyomalzeme adayı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: SLA, Eklemeli İmalat, Kalsiyum Fosfat, Sinterleme,

ADDITIVE MANUFACTURING OF CALCIUM PHOSPHATE-BASED BIOCERAMICS VIA SLA METHOD

Res. Asst. Dr., Ahmet Çağrı KILINÇ[1]
[1]Osmaniye Korkut Ata University, Department of Mechanical Engineering,
ahmetcagrikilinc@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-1705-5676

Abstract

Due to their close resemblance to the chemical composition of natural bone, calcium phosphate (CaP) compounds have attracted increasing attention in the field of biomaterials, particularly in studies on bone tissue regeneration. Among CaP-based bioceramics, β-tricalcium phosphate (β-TCP) distinguishes itself from other calcium phosphate derivatives with its biodegradability, serving as a temporary scaffold that supports new bone formation. Therefore, β-TCP is considered a prominent candidate in the development of biocompatible and biodegradable implant materials. In this study, β-TCP powders were incorporated into a photo-curable resin to prepare a homogeneous mixture. The obtained mixture was shaped using a three-dimensional (3D) printer based on LCD stereolithography (SLA) technology and subsequently subjected to sintering at different temperatures to produce bioceramic specimens. The printed samples were sintered at 1100 °C and 1300 °C for two hours each. After sintering, the microstructural features were examined using scanning electron microscopy (SEM), while the density values were determined by the Archimedes test method. In addition, the linear shrinkage occurring during the sintering process was calculated by comparing the dimensions of the samples before and after sintering. The findings of the study revealed that increasing the sintering temperature resulted in a significant decrease in porosity, whereas both density and dimensional shrinkage increased. These results indicate that β-TCP-reinforced bioceramics may serve as a potential biomaterial candidate for applications in bone tissue engineering.

Key words: SLA, Additive Manufacturing, Calcium Phosphate, Sintering,

BARTIN İLİ TOPRAK NUMUNELERİNİN RADYOAKTİF İZOTOP ÖLÇÜM SONUÇLARININ KORELASYON VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Dr Öğr. Üyesi, Firdevs Banu ÖZDEMİR1

1 Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Kütahya, Türkiye, firdevsbanu.ozdemir@ksbu.edu.tr, 0000-0002-7935-2062

Özet

Bu çalışmada, Bartın ilinin farklı bölgelerinden alınan toprak örneklerinde radyoaktif izotoplar ve risk parametreleri arasındaki ilişkiler istatistiksel (Pearson, Spearman ve Kendall's Tau) yöntemler ve makine öğrenmesi (Lineer Regresyon, Ridge ve Lasso) yöntemleri ile incelenmiştir. Leave-One-Out Cross Validation (LOOCV) yaklaşımı kullanılmış ve R^2 (Belirlilik Katsayısı), MAE (Ortalama Mutlak Hata) ve RMSE (Kök Ortalama Kare Hatası) metrikleri grafiklerde verilmiştir. Pearson ve Spearman Korelasyon analiz sonuçlarında, r değerleri, özellikle U-238, Th-232, Ra-226 ve Ra_{eq} arasında yüksek pozitif korelasyon olduğu görülmüş ve bu radionüklitler arasındaki güçlü radyolojik ilişki doğrulanmıştır. Cs-137'nin ise diğer radionüklidlerle zayıf veya anlamsız ilişki sergilediğini göstermektedir. Kendall's Tau sonuçlarına göre U-238, Th-232, Ra-226 ve Ra_{eq} arasında güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkiler görülmüş olup, Cs-137 diğer radionüklidlerle zayıf korelasyonlar tespit edilmiştir. Kendall's Tau korelasyon yöntemi nispeten düşük korelasyon katsayıları üretmiş olmasına rağmen gösterdiği sağlam trendler korelasyonun güvenilirliğini doğrulamıştır. MATLAB tabanlı bir analiz betiği hem istatistik yöntemlerin hem de makine öğrenmesinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, farklı korelasyon yöntemleriyle radyoaktif izotoplar arasındaki ilişkileri göstermektedir. Çalışma, çevresel radyoaktivite ölçümlerinde veriye dayalı modelleme yaklaşımlarının kullanılabileceğini ortaya koymakta ve radyoaktif risk değerlendirmelerine özgün katkılar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Radyonüklid, Korelasyon Analizi, Makine Öğrenmesi

STATİSTİCAL STUDY ON RADİOACTİVE ISOTOPE MEASUREMENTS İN SOİL SAMPLES FROM BARTIN PROVİNCE USİNG CORRELATİON ANALYSİS AND MACHİNE LEARNİNG METHODS

Assistant Professor, Firdevs Banu ÖZDEMİR1

1 Kütahya Health Sciences University, Simav Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Kütahya, Türkiye, firdevsbanu.ozdemir@ksbu.edu.tr, 0000-0002-7935-2062

Abstract

In this study, the relationships between the radioactive isotopes in soil samples from different regions from Bartın Province, and the risk parameters have been examined using statistical methods (Pearson, Spearman and Kendall's Tau) and machine learning algorithms (linear regression, Ridge and Lasso). Leave-One-Out Cross Validation (LOOCV) approach was used and R^2 (Coefficient of Determination), MAE (Mean Absolute Error) and RMSE (Root Mean Square Error) performance metrics were provided in the graphs. In the Pearson and Spearman correlation analysis results, high positive correlation was detected particularly between U-238, Th-232, Ra-226 ve Ra_{eq} whereas Cs-137 measurements were found to have low or insignificant correlation with the other radionuclides. Likewise, according to Kendall's Tau results, a strong and statistically significant relationship occurs between U-238, Th-232, Ra-226 and Ra_{eq} thus verifying the strong radiological relationship between these radionuclides; and weak correlations were detected between Cs-137 and the other radionuclides. Kendall's Tau correlation method generated slightly lower correlation coefficients as compare to Pearson and Spearman, however the trends were robust confirming the reliability of the established correlation. A MATLAB based analytical script was used for both the statistical methods and the machine learning techniques applied. The obtained results demonstrate the relationships between the radioactive isotope measurements using different correlation techniques. The study shows the viability of data-driven modelling approaches in environmental radioactivity measurements and make contributions to radioactive risk evaluations.

Keyword: Radionuclides, Correlation Analysis, Machine Learning

1. GİRİŞ

Bartın ili toprak örneklerindeki radyoaktivite seviyeleri HPGe dedektörü kullanılarak belirlenmiş ve tehlike parametreleri hesaplanmıştır (Özdemir Öge, T. vd., 2021). Sırasıyla 6 ± 2; 7 ± 3; 136 ± 15; 2 ± 1 ve 8 ± 3 Bq kg $^{-1}$ olarak ölçülen değerler ^{238} U, ^{232} Th, ^{40} K , ^{137} Cs ve ^{226} Ra için bulunmuştur. Ortalama radyum eşdeğeri 26,74 Bq kg $^{-1}$, Soğurulan gama doz hızı, yıllık etkin doz eşdeğeri 12 ± 3 nGy h $^{-1}$, dış tehlike indeksi 15 ± 3 µSv y $^{-1}$ ve aşırı yaşam boyu kanser riski 0,053 ± 0,011 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma için Pearson korelasyonu, Spearman korelasyonu ve Kendall's Tau korelasyon yöntemi olmak üzere 3 çeşit yöntem kullanılmıştır. Korelasyon katsayıları, temel istatistiksel ölçütlerdir ve değişkenler arasındaki ilişki türünü ve gücünü ortaya koymak için kullanılır. Pearson korelasyonu, iki sürekli değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçen istatistiksel bir yöntem olup katsayısı (r) –1 ile +1 arasında değer alır. r = +1 tam pozitif doğrusal ilişkiyi, r = –1 tam negatif doğrusal ilişkiyi, r ≈ 0 ise ilişkisizlik durumunu göstermektedir. Bu yöntem, özellikle doğrusal bağıntıların incelenmesinde uygundur (Benesty, vd., 2009). Spearman korelasyonu ise değişkenlerin sıralı değerlerine dayanarak iki değişken arasındaki monoton ilişkiyi ölçmekte ve doğrusal olmayan ancak düzenli artış veya azalış eğilimi gösteren verilerde güvenilir sonuçlar sunmaktadır (Hauke ve Kossowski, 2011). Kendall's Tau ise değişkenler arasındaki ilişkiyi gözlem çiftlerinin sıralama tutarlılığına (concordant) ve tutarsızlığına (discordant) göre değerlendirmektedir. Spearman'a benzer biçimde sıralama temelli olan bu yöntem, aykırı değerlere karşı daha dayanıklı sonuçlar sağlayarak özellikle küçük örneklem büyüklüklerinde güvenilirliği artırmaktadır (Kendall, 1938). Ayrıca çalışmada Doğrusal Regresyon (Linear Regression), Ridge Regresyon, Lasso Regresyon, SVR (Support Vector Regression), Random Forest (RF) ve Gradient Boosting (GB) gibi makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, korelasyon analizlerinin çok değişkenli istatistiksel yöntemler ve makine öğrenmesi yaklaşımları ile destekleyerek radyoaktif izotopların çevresel dağılımlarını daha kapsamlı şekilde ortaya konulmasını sağlamaktır. Bu doğrultuda, farklı istatistiksel ve hesaplamalı yöntemlerin birlikte kullanılmasıyla hem doğruluk hem de genellenebilirlik düzeyinin artırılması önemlidir. Böylelikle, çevresel radyolojik risklerin daha güvenilir biçimde değerlendirilmesine ve ileriye dönük araştırmalara bilimsel katkı sunulması amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

Bartın şehrinde alınan toprak numunelerinde yapılan ölçüm sonuçlarında 238 U, 232 Th, 40 ^{K}, 137 ^{Cs} ve ^{226} Ra için konsantrasyon değerleri sırasıyla 6 ± 2; 7 ± 3; 136 ± 15; 2 ± 1 ve 8 ± 3 Bq kg $^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Özdemir Öge, T. vd., 2021). Yapılan bu çalışmada risk parametreleri (Ra_{eq}, D, AEDE, Hex, ELCR) matematiksel formüllerle hesaplandı. Toplam radyoaktiviteyi hesaplamak için radyum eşdeğeri (Ra eq) kullanılır. Bu Parametrenin hesaplanmasının amacı toprakta bulunan doğal radyoaktivitenin eşit olmayan dağılımı nedeniyle her bir radyonüklidin ilgili katkısını dahil ederek hesaplamaktır (Leuangtakoun S., vd., 2020). Denklem 1;

$$R_{a_{eq}} = A_{Ra} + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad (1)$$

Radyum eşdeğerini; Ra_{eq} ; sırasıyla ^{226} Ra, ^{232} Th ve ^{40} K aktivite konsantrasyonlarını A_{Ra} , A_{Th} ve A_K ifade etmektedir. Kilogram başına becquerel cinsinden ölçülen ^{238} U, ^{232} Th ve ^{40} K aktivite konsantrasyonları yardımıyla doz oranı (D) yani yerden 1 m yükseklikte saatte nanogray cinsinden D'yi hesaplamak için denklem 2 kullanılmıştır, Burada sırasıyla ^{238} U, ^{232} Th ve ^{40} K için 0,462 nGy h $^{-1}$ /Bq kg $^{-1}$, 0,604 nGy h^{-1} / Bq kg $^{-1}$ ve 0,042 nGy h $^{-1}$ /Bq kg $^{-1}$ dönüşüm faktörleridir (UNSCEAR, 2000).

$$D\left(nG_y h^{-1}\right) = [0.462C_U + 0.604C_{Th} + 0.042C_K] \quad (2)$$

Çalışma alanı ^{137}Cs ile kirlenmiş olursa, bu izotopunda aktivite konsantrasyonu hesaplamalarda dikkate alınmalıdır ve buna göre Denklem 3 kullanılmıştır (Çelik, N., vd., 2008). Sırasıyla ^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K ve ^{137}Cs için 0,427 nGy h $^{-1}$ /Bq kg $^{-1}$, 0,662 nGy h^{-1} / Bq kg $^{-1}$, 0,043 nGy h $^{-1}$ /Bq kg $^{-1}$ ve 0,03 nGy h $^{-1}$ /Bq kg $^{-1}$ dönüşüm faktörleridir. ^{137}Cs'ninde dahil olduğu bu denklem:

$$D\left(nG_y h^{-1}\right) = [0.427\ C_U + 0.662\ C_{Th} + 0.043\ C_K + 0.03 C_{Cs}] \quad (3)$$

Yıllık etkin doz oranını hesaplamak (AEDE) için denklem 4'te UNSCEAR tarafından belirtildiği gibi dönüşüm katsayısı 0,7 Sv/Gy kullanılmıştır (UNSCEAR, 2000). İnsanların yıl boyunca zamanlarının yaklaşık %20'sini evlerinin dışında geçirdikleri düşünülerek, meslek faktörü değeri 0,2 alınmıştır.

$$AEDE\ (\mu Sv/y) = D\left(nG_y h^{-1}\right)\ x\ 8760\ h\ x\ 0.2\ x\ 0.7\ Sv/Gy\ x\ 10^{-3} \quad (4)$$

Ölçülen toprak örneklerinin radyasyon açısından zararsız kabul edilebilmesi için dış tehlike endeksinin 1 veya daha düşük bir değer olması gerekir. Dış veya açık hava radyasyon tehlike endeksi (H_{ex}) denklem 5 kullanılarak hesaplanmıştır (Beratka ve Mathew, 1985).

$$Hex = \frac{A_U}{370 B_q k_9^{-1}} + \frac{A_{Th}}{259 B_q k_9^{-1}} + \frac{A_K}{4810 B_q k_9^{-1}} > 1 \quad (5)$$

Yaşam boyu kanser riski (ELCR), bireylerin kanserojen maddelere uzun süreli maruziyeti sonucu, doğal yaşam süresi boyunca sahip oldukları kanser riskine ek olarak ortaya çıkan ilave risk olarak tanımlanır. Bu ölçüt, çevresel radyasyonun insan sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Qureshi AA, 2014). Ortalama yaşam süresi DL (70 yıl) ve RF'nin risk faktörü (yani Sievert başına ölümcül kanser riski) olduğu denklem 6 kullanılarak hesaplanmıştır. ICRP 60'ta stokastik etkiler halk için 0,05 değeri kullanılmıştır (ICRP, 1990).

$$ELRC = AEDE\ x\ DL\ x\ RF \quad (6)$$

Bu parametreler arasındaki İstatistiksel ilişkiyi görmek için korelasyon katsayıları hesaplandı. Korelasyon katsayıları hesaplanırken doğrusal ilişkiler için Pearson yöntemi, Monotonik ilişkilerde daha güvenilir Spearman ve küçük örneklemlerde tercih edilen sıra temelli Kendall's Tau yöntemleri kullanılmıştır. İki sürekli değişken arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü ve yönünü ölçen Pearson Korelasyon Katsayısı (r) değer aralığı -1ve +1 arasında değişmektedir. Veriler önce sıralanır, ardından bu sıralar arasında Pearson korelasyonu hesaplanan diğer bir yöntem Spearman Sıra Korelasyonu (ρ – Rho) doğrusal olması gerekmez ve hem doğrusal hem de doğrusal olmayan monoton ilişkileri yakalayabilir (Spearman, C., 1904). Hesaplaması daha karmaşık olan Kendall's Tau (τ) büyük veri kümelerinde daha yavaş olacağından küçük örneklemlerde Spearman'a göre daha güvenilir kabul edilir. Değişkenler arasındaki ilişkinin gücü, gözlem çiftlerinin sıralama yönünde tutarlılık (concordance) veya tutarsızlık (discordance) göstermelerine dayanılarak ölçülür. Bir **çapraz doğrulama tekniği olan** Leave-One-Out Cross Validation (LOOCV), makine öğrenmesi ve istatistiksel modelleme alanında kullanılanır. Temel amacı, geliştirilen modelin genellenebilirliğini ölçmek ve aşırı uyum (overfitting) riskini azaltmaktır. LOOCV, özellikle küçük veri setlerinde modelin bağımsız gözlemler üzerindeki performansını değerlendirmek için tercih edilir (Hastie, vd., 2009). Lineer regresyon, bağımlı değişken ile bir ya da daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi doğrusal bir denklem yardımıyla modelleyen basit ve

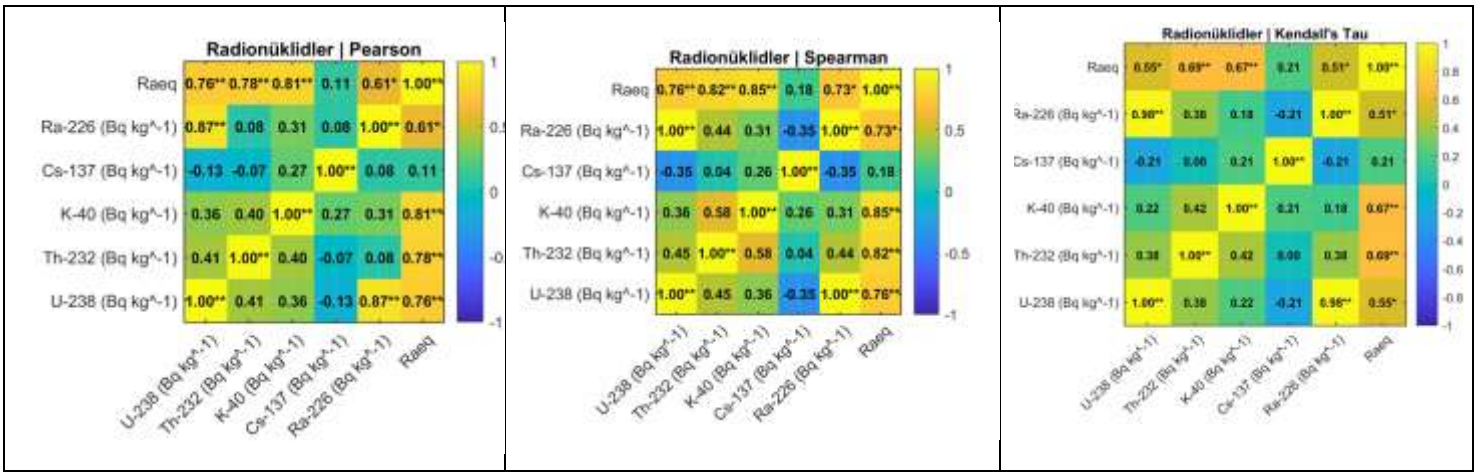
yorumlanabilir bir model sunan makine öğrenmesinde kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Model, elimizdeki verilerden hareketle parametreleri tahmin ederek bağımlı değişkenin davranışını açıklar ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunur (Montgomery, vd., 2012). Ridge regresyonu, yüksek boyutlu veri setlerinde veya bağımsız değişkenler arasında güçlü korelasyon bulunduğunda daha kararlı ve güvenilir tahminler üretmek için kullanılır ve regresyon katsayılarının büyüklüğünü sınırlandırarak aşırı uyumu (overfitting) engellemeyi hedefler. Mühendislik sistemleri ve makine öğrenmesi uygulamalarında yaygın şekilde kullanılmaktadır (Montgomery, vd., 2012). Lasso regresyonu, genellikle finansal modelleme, genomik veriler, çevresel veri analizi ve makine öğrenmesi uygulamalarında tercih edilen hem parametre küçültme hem de değişken seçimi sağlayan bir makine öğrenmesi yöntemidir. Tibshirani (1996) tarafından önerilen ve doğrusal regresyon modeline düzenlileştirme (regularization) ekleyerek hem parametre küçültme (shrinkage) hem de değişken seçimi (feature selection) işlevini aynı anda yerine getiren bir yöntemdir (Tibshirani, 1996). Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression, SVR), düşük gözlem sayısına sahip, doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkilerin modellenmesinde güçlü bir regresyon yaklaşımı olarak kullanılmaktadır (Smola ve Schölkopf, 2004; Drucker et al., 1997). SVR'nin esas amacı, gözlenen verileri ε ile tanımlanan hata sınırları içerisinde tahmin etmektir, bu doğrultuda ε-duyarsız kayıp fonksiyonunu kullanmaktadır (Smola ve Schölkopf, 2004). **Random Forest (RF),** yöntemi birden çok örnekleme teknikleri (bootstrap) ile oluşturulan çeşitli karar ağacının (decision tree) birleşimine dayanmaktadır. Bağımsız olarak eğitilen her bir ağaç sonucundaki nihai tahmin, sınıflandırmada çoğunluk oyu (majority voting), regresyonda ise ortalama alma (averaging) yoluyla elde edilir. Bu yaklaşım, aşırı öğrenme (overfitting) riskini azaltmakta ve genelleme performansını yükseltmektedir (Breiman, 2001). Modelin tek bir karar ağacına göre yorumlanabilirliği göre daha zordur; fakat sağladığı yüksek doğruluk oranları ve istikrar, birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Cutler et al., 2007). Gradient Boosting (GB): Karar ağaçları gibi zayıf öğrenicilerin arka arkaya oluşturduğu hataların kademeli biçimde azaltıldığı güçlü bir topluluk yöntemidir. Aşırı öğrenmeye eğilimli olduğu halde karmaşık ilişkilerin modellenmesinde yüksek performans gösterir (Friedman, 2001).

3. BULGULAR

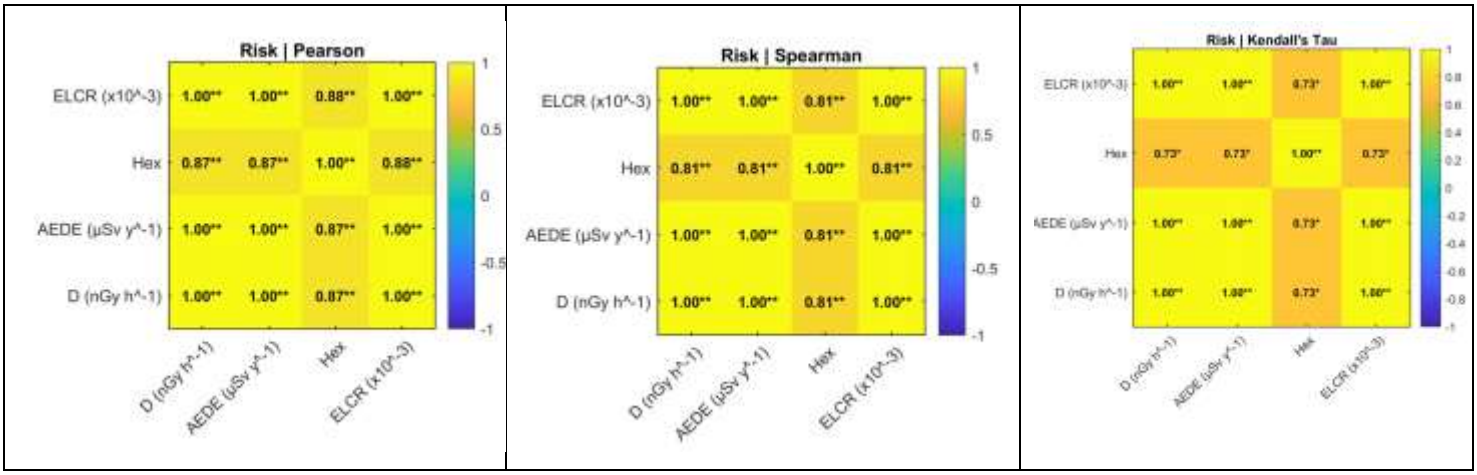
3.1 Korelasyon Yöntemi

Çevresel radyoaktivite analizlerinde radyoaktif izotoplar arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi oldukça önemlidir. Şekil 1'de Ra-226, Cs-137, K-40, Th-232, U-238 ve Ra-226, Th-232 ve K-40'dan çıkarılan bir parametre olan Raeq arasındaki ilişkiler farklı korelasyon yöntemi ile (Pearson, Spearman ve Kendall's Tau) incelenmiştir. Pearson Korelasyonunda ($r = 0.76–0.87$, $p < 0.01$) değerleri ile Ra-226, Th-232, U-238 ve Raeq arasında yüksek pozitif korelasyon belirlenmiş Raeq'in ağırlıklı olarak bu üç izotopun katkısıyla hesaplandığını doğrulamaktadır. Cs-137 ile diğer izotoplar arasındaki ilişkiler ise düşük veya negatif çıkmış olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, değişkenler arasındaki ilişkinin belirgin biçimde doğrusal bir karakter taşıdığı görülmektedir. Özellikle Raeq ile Ra-226 ve Th-232 arasındaki yüksek pozitif korelasyon değerleri, Raeq'in oluşumunda bu iki izotopun baskın katkıya sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Raeq parametresinin temel bileşenlerinin doğal uranyum ve toryum serilerine dayalı olduğunu desteklemekte ve söz konusu izotopların çevresel radyum eşdeğeri aktivite üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamaktadır. Dolayısıyla Pearson analizi, Raeq'in dağılımının açıklanmasında Ra-226 ve Th-232'nin doğrusal katkılarının dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Spearman korelasyonu sonuçlarına göre Raeq ile Ra-226, Th-232 ve U-238 arasındaki ilişki katsayıları $\rho = 0.73–0.85$ ($p < 0.01$) aralığında bulunmuş olup, bu değerler söz konusu değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü monotonik ilişkilerin varlığını ispatlamaktadır. Spearman katsayılarının Pearson korelasyon katsayılarından daha yüksek çıkması, değişkenler arasında yalnızca doğrusal değil, aynı zamanda doğrusal olmayan fakat monoton bir eğilimin de bulunduğuna işaret etmektedir. Buna karşın Cs-137'nin diğer izotoplarla olan ilişkisi oldukça zayıf kalmış ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sebeple Spearman analizi, veri

dağılımının doğrusal olmamasına rağmen Raeq'in yine Ra-226, Th-232 ve U-238 ile güçlü bir monoton artış eğilimi içerisinde olduğunu ortaya koyarak bu izotopların Raeq üzerindeki belirleyici rol aldığını açıklamaktadır. Kendall's Tau analizi sonuçlarına göre Raeq ile Ra-226, Th-232 ve U-238 arasındaki ilişki düzeyleri $\tau = 0.51–0.59$ ($p < 0.01$) aralığında hesaplanmıştır. Pearson ve Spearman değerlerine göre elde edilen bu katsayılar, daha düşük görünmekle birlikte, sıralama temelli yapısı sayesinde istatistiksel açıdan daha güçlü sonuçlar sunmaktadır. Bu durum, özellikle aykırı değerlerin etkisinin minimize edilmesinde Kendall's Tau yönteminin avantaj sağladığını göstermektedir. Cs-137 ile diğer izotoplar arasındaki korelasyon ise diğer yöntemlerdeki gibi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p > 0.05$). Genel olarak Kendall's Tau analizi, Raeq'in doğal serilerden (Ra-226, Th-232 ve U-238) kaynaklanan izotoplarla güçlü biçimde bağlantılı olduğunu teyit etmiş ve bu bağlamda Raeq'in belirleyici bileşenlerinin doğal radyoaktif serilerden bozunan radyoizotoplar olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur.



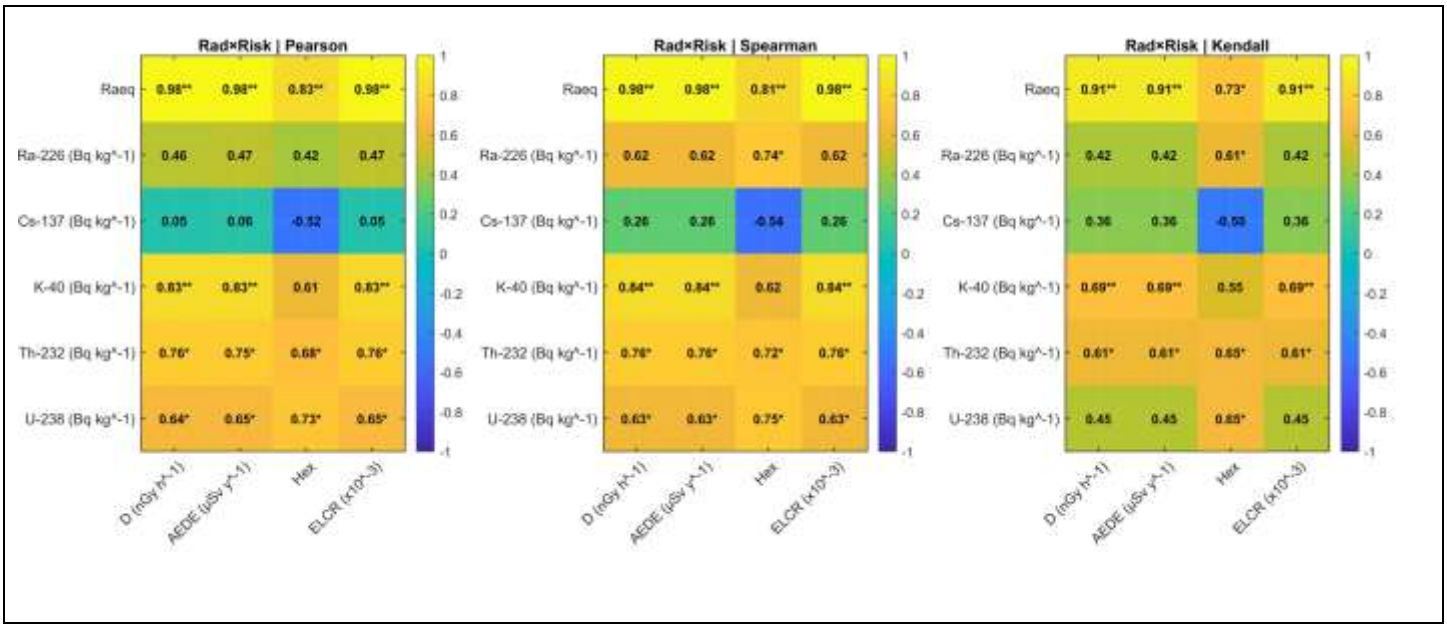
Şekil 1. Pearson ve Spearman ve Kendall's Tau korelasyon analizi



Şekil 2. Pearson ve Spearman ve Kendall's Tau yöntemleri ile risk paremetreleri arasındaki ilişki

Şekil 2' de üç farklı korelasyon yöntemi (Pearson, Spearman ve Kendall's Tau) kullanılarak risk parametreleri (D: doz hızı, AEDE: yıllık etkin doz eşdeğeri, Hex: dış tehlike indeksi, ELCR: yaşam boyu kanser riski) arasındaki ilişkiler görselleştirilmiştir. Pearson korelasyonu sonuçları, tüm değişkenler arasında oldukça yüksek

ve istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ilişkiler ($r \approx 0.87–1.00$, $p < 0.01$) olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, risk parametrelerinin birbirini doğrudan güçlü şekilde yansıttığını göstermektedir. Spearman sıra korelasyonu da benzer şekilde yüksek ve anlamlı monotonik ilişkiler ($\rho \approx 0.81–1.00$, $p < 0.01$) sergileyerek, değişkenlerin doğrusal olmamakla birlikte birlikte artış eğilimi gösterdiklerini işaret etmiştir. Kendall's Tau katsayıları ise daha düşük değerler ($\tau \approx 0.73–1.00$, $p < 0.01$) sunmasına rağmen güçlü ve anlamlı ilişkiler tespit etmiş, özellikle küçük örneklemler açısından daha güvenilir bir sonuç sağlamıştır. Genel olarak üç yöntem de risk parametreleri arasında güçlü, anlamlı ve pozitif ilişkiler bulunduğunu ortaya koymakta ve bu parametrelerin aynı radyasyon kaynakları yansıtan tamamlayıcı göstergeler olduğunu doğrulamaktadır.



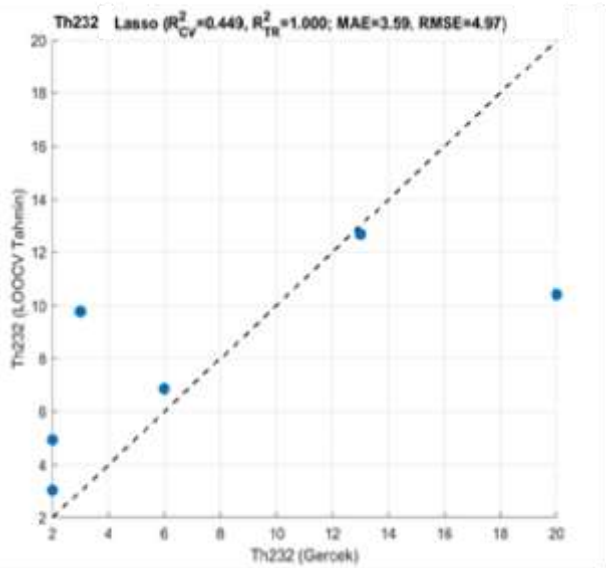
Şekil 3. Pearson ve Spearman ve Kendall's Tau yöntemleri ile radyoaktif izotoplar ve risk parametreleri arasındaki ilişkiler

Şekil 3'de üç farklı korelasyon yöntemi, Raeq'in risk parametreleri (D, AEDE, Hex, ELCR) ile çok güçlü pozitif korelasyonlara sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Raeq'in radyolojik risk göstergelerinin güvenilir bir özet parametresi olarak değerlendirilebileceğini teyit etmektedir. Ayrıca K-40, Th-232 ve U-238'in risk parametreleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip doğal seriler olarak öne çıktığı, buna karşın Cs-137'nin düşük ve istatistiksel olarak anlamsız korelasyon değerleri ile farklı bir dağılım dinamiği sergilediği görülmüştür.

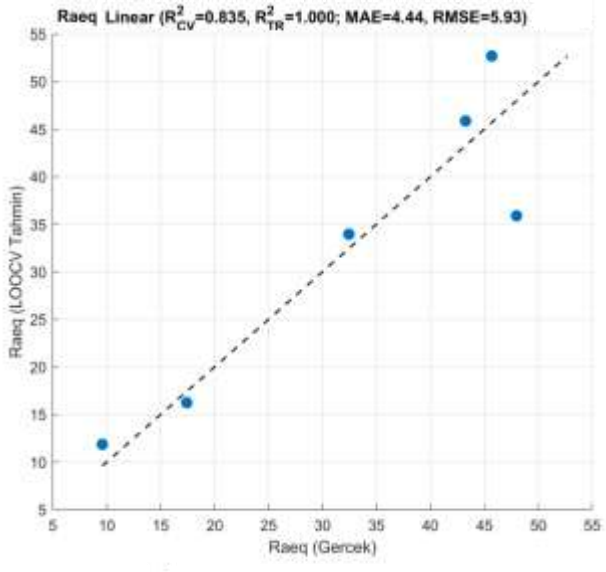
3.2. Makine Öğrenmesi

Şekil 4'de, farklı makine öğrenmesi modelleri kullanılarak Th-232, Ra_{eq}, D, AEDE, Hex, ELCR parametrelerinin tahmin performansları gerçek değerlerle karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Şekillerde yatay eksenler gözlenen (gerçek) ölçüm değerlerini, düşey eksenler ise Leave-One-Out Cross Validation (LOOCV) yöntemiyle elde edilen model tahminlerini temsil etmektedir. Noktaların 1:1 doğrusu etrafındaki dağılımı, modellerin tahmin gücünü görsel olarak yansıtmakta; katsayıların (R^2), ortalama mutlak hata (MAE) ve kök ortalama kare hata (RMSE) değerleri ise istatistiksel açıdan model performansını nicel olarak ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yüksek R^2 ve düşük MAE ile RMSE değerleri, modelin güçlü genelleme kapasitesine işaret ederken; düşük R^2 ve yüksek hata ölçütleri ise modelin tahmin performansının yetersiz olduğunu göstermektedir. Th-232 grafiğinde, Şekil 4 (a), çapraz doğrulama katsayısı $R^2_{CV} = 0.449$ olup, modelin varyansın yaklaşık %45'ini açıklayabildiğini göstermekte ve orta düzeyde bir genelleme kapasitesini

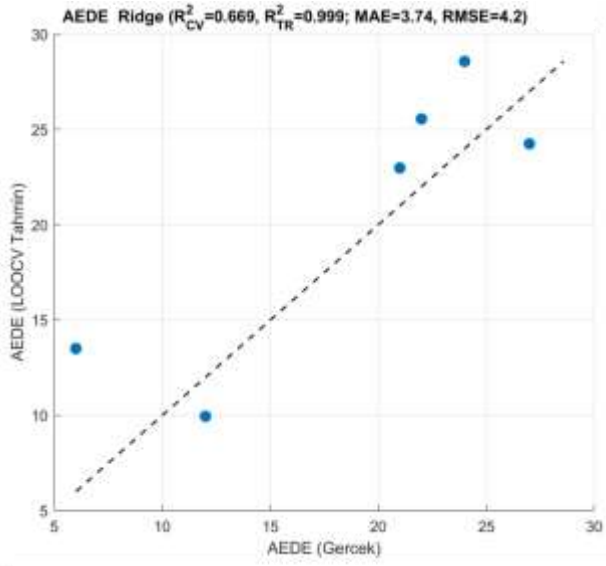
ifade etmektedir. Modelin eğitim verisine aşırı uyum (overfitting) sağladığı $R^2_{TR} = 1.000$ görülmektedir. Hata ölçütleri MAE = 3.59 ve RMSE = 4.97 olup, tahminlerin ortalama 3–5 birim arasında sapma içerdiğini göstermektedir. Noktaların bir kısmı 1:1 doğrusu (kesikli çizgi) üzerinde veya yakınında kümelenmiştir; bu, modelin bazı veri noktalarında başarılı tahmin yaptığını göstermektedir. Düşük Th-232 değerlerinde sapmalar daha belirgindir; model küçük değerlerde nispeten daha fazla hata yapmaktadır. Yüksek Th-232 değerlerinde ise modelin tahminleri genel olarak eğilimi yakalamakta, ancak tam doğruluk sağlayamamaktadır. Ra_{eq}, grafiğinde Şekil 4 (b), çapraz doğrulama katsayısı $R^2_{CV} = 0.835$ olup, modelin veri setindeki varyansın yaklaşık %84'ünü açıklayabildiğini göstermektedir. Bu oldukça yüksek bir genelleme kapasitesine işaret etmektedir. Eğitim setinde ise tam uyum $R^2_{TR} = 1.000$ sağlanmıştır. Hata ölçütleri MAE = 4.44 ve RMSE = 5.93 olup, tahminlerin ortalama olarak 4–6 birim aralığında sapma içerdiğini göstermektedir. Noktaların büyük çoğunluğu 1:1 doğrusu (kesikli çizgi) üzerinde veya çok yakınında yer almaktadır; bu da modelin tahminlerinin yüksek doğrulukla gerçek değerlerle örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle orta ve yüksek Raeq değerlerinde modelin başarıyla genelleme yaptığı görülmektedir. Ancak bazı düşük değerlerde küçük sapmalar mevcuttur; buna rağmen genel eğilim doğru şekilde yakalanmıştır. AEDE, grafiğinde Şekil 4 (c), çapraz doğrulama katsayısı $R^2_{CV} = 0.669$ olup, modelin veri setindeki varyansın yaklaşık %67'sini açıkladığını göstermektedir. Bu değer, orta-yüksek düzeyde bir genelleme kapasitesine işaret etmektedir. Eğitim setinde ise $R^2_{TR} = 0.999$ değeri elde edilmiştir. Bu sonuç, modelin eğitim verisine neredeyse kusursuz uyum sağladığını, ancak kısmen aşırı öğrenme (overfitting) riski taşıdığını göstermektedir. Hata ölçütleri MAE = 3.74 ve RMSE = 4.20 olup, modelin tahminlerinin ortalama olarak 3–4 birimlik sapma içerdiğini göstermektedir. Noktaların büyük çoğunluğu 1:1 doğrusu (kesikli çizgi) yakınında yer almakta, bu da modelin tahminlerinin gerçek değerlerle genel olarak örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle yüksek AEDE değerlerinde modelin tahmin başarısı dikkat çekicidir. Ancak düşük AEDE değerlerinde (ör. 10–15 aralığında) sapmaların daha belirgin olduğu görülmektedir. D_{dose}, grafiğinde Şekil 4 (d), Çapraz doğrulama katsayısı $R^2_{CV} = 0.525$ olup, modelin veri setindeki varyansın yaklaşık %52'sini açıkladığını göstermektedir. Bu değer, orta düzeyde bir genelleme kapasitesine işaret etmektedir. Eğitim setinde ise tam uyum $R^2_{TR} = 1.000$ sağlanmıştır. Bu sonuç, modelin eğitim verisine kusursuz uyum sağladığını, ancak kısmen aşırı öğrenme (overfitting) eğilimi gösterebileceğini işaret etmektedir. Hata ölçütleri MAE = 3.68 ve RMSE = 4.01 olup, modelin tahminlerinin ortalama 3–4 birimlik sapma içerdiğini göstermektedir. Noktaların genel olarak 1:1 doğrusu (kesikli çizgi) etrafında kümelendiği görülmektedir; bu da modelin tahminlerinin büyük ölçüde gerçek değerlerle örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle yüksek Ddose değerlerinde modelin tahmin başarısı dikkat çekicidir. Ancak düşük değerlerde (örneğin 8–12 aralığında) sapmalar daha belirgin olup, model bu bölgelerde daha düşük doğruluk sergilemiştir. ELRC, grafiğinde Şekil 4 (e), Çapraz doğrulama katsayısı $R^2_{CV} = 0.707$ olup, modelin veri setindeki varyansın yaklaşık %71'ini açıkladığını göstermektedir. Bu değer, güçlü bir genelleme kapasitesine işaret etmektedir. Eğitim setinde ise neredeyse kusursuz uyum $R^2_{TR} = 0.999$ elde edilmiştir. Bu durum, modelin eğitim verisine mükemmel düzeyde uyum sağladığını, ancak kısmen aşırı öğrenme (overfitting) eğilimi taşıyabileceğini göstermektedir. Hata ölçütleri MAE = 12 ve RMSE = 13.6 olarak hesaplanmıştır; bu değerler modelin tahminlerinde belirli bir sapma bulunduğunu ancak genel doğruluk seviyesinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Noktaların büyük çoğunluğu 1:1 doğrusu (kesikli çizgi) etrafında yoğunlaşmıştır; bu, modelin genel eğilimi başarılı biçimde yakaladığını göstermektedir. Özellikle orta ve yüksek ELCR değerlerinde tahminler gerçek ölçümlerle büyük oranda örtüşmektedir. Ancak düşük değerlerde (örneğin 30–50 aralığında) sapmaların daha belirgin olduğu görülmektedir.


Th232 Lasso (R^2_{CV}=0.449, R^2_{TR}=1.000; MAE=3.59, RMSE=4.97)
Th232 (LOOCV Tahmin)
Th232 (Gerçek)

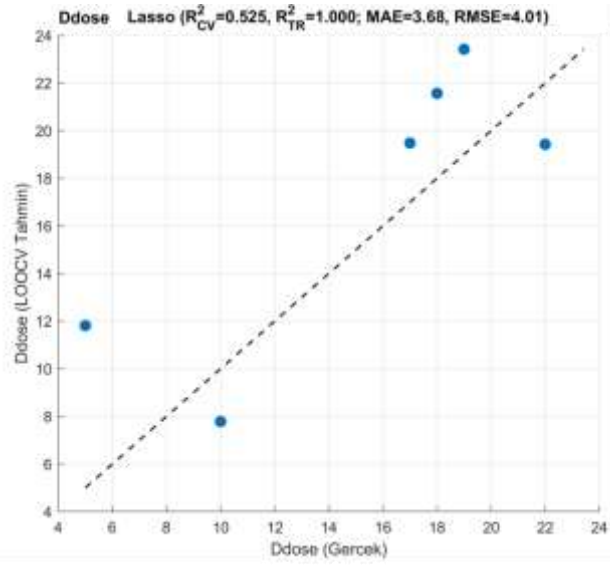
(a)


Raeq Linear (R^2_{CV}=0.835, R^2_{TR}=1.000; MAE=4.44, RMSE=5.93)
Raeq (LOOCV Tahmin)
Raeq (Gerçek)

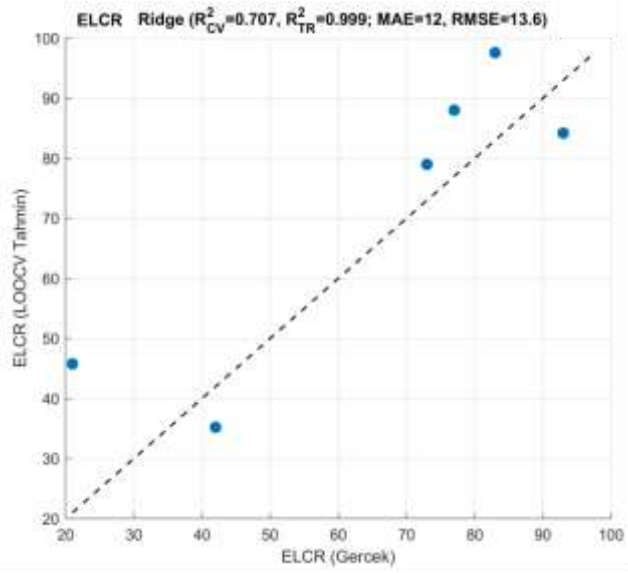
(b)


AEDE Ridge (R^2_{CV}=0.669, R^2_{TR}=0.999; MAE=3.74, RMSE=4.2)
AEDE (LOOCV Tahmin)
AEDE (Gerçek)

(c)


Ddose Lasso (R^2_{CV}=0.525, R^2_{TR}=1.000; MAE=3.68, RMSE=4.01)
Ddose (LOOCV Tahmin)
Ddose (Gerçek)

(d)



(e)

Şekil 4. Makine öğrenmesi modeli kullanılarak elde edilen grafikler (a) ^{232}Th (b) Ra_{eq} (c) AEDE, (d) D_{dose} (e) ELCR tahmin performanslarının gerçek değerlerle karşılaştırılması

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Üç farklı korelasyon yöntemi de (Pearson, Spearman ve Kendall's Tau) Cs-137 ile diğer izotoplar arasındaki ilişkilerin zayıf ve istatistiksel olarak anlamsız ($p > 0.05$) olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, Cs-137'nin esasen yapay kaynaklı bir izotop olmasına ve çevresel dağılımının doğal radyoaktif serilerden farklı dinamiklere bağlı gelişmesine dayandırılabilir. Literatürde de benzer şekilde, Cs-137'nin çevresel davranışının doğal radyoizotopların dağılımından bağımsız olduğu vurgulanmıştır (UNSCEAR, 2000). Elde edilen sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Pearson korelasyon analizi doğrusal bağımlılığı öne çıkarırken, Spearman analizi monotonik eğilimleri, Kendall's Tau analizi ise aykırı değerlere daha dayanıklı sıralama ilişkilerini göstermiştir. Bu bağlamda üç yöntemin birbirini tamamlayan bulguları, Raeq'in belirlenmesinde özellikle Ra-226, Th-232 ve U-238 izotoplarının temel belirleyici bileşenler olduğunu güçlü bir şekilde doğrulamaktadır. Cs-137'nin doğal radyoaktif serilerden bağımsız davranışı, çevresel risk değerlendirmelerinde bu izotopun ayrı bir parametre olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, korelasyon analizlerinin çok değişkenli istatistiksel yöntemler (örneğin kanonik korelasyon analizi, regresyon modellemesi, temel bileşenler analizi) ve makine öğrenmesi yaklaşımları ile desteklenmesi, radyoaktif izotopların çevresel dağılım dinamiklerinin daha kapsamlı ve bütüncül biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Her üç korelasyon yöntemi de risk parametreleri (D, AEDE, ELCR) arasında güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkiler tespit etmiştir fakat Hex parametresi mevcut girdilerle güvenilir biçimde tahmin edilemediğini ortaya koymaktadır. Anlamlı, pozitif ilişki sergileyen D, AEDE, ELCR parametrelerin birbirini tamamlayıcı göstergeler olarak değerlendirilebileceğini ve aynı radyasyon kaynakları temsil ettiklerini desteklemektedir. Farklı korelasyon yöntemlerinin birlikte kullanılması, çevresel radyasyon risk analizlerinde daha güvenilir ve kapsamlı sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlayacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. In Noise reduction in speech processing (pp. 1–4). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00296-0_5

Beretka J, Matthew PJ (1985) Avustralya yapı malzemelerinin, endüstriyel atıkların ve yan ürünlerinin doğal radyoaktivitesi. Health Phys 48:87–95. https://doi.org/10.1097/00004032-198501000-00007Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Cutler, D. R., Edwards, T. C., Beard, K. H., Cutler, A., Hess, K. T., Gibson, J., & Lawler, J. J. (2007). Random forests for classification in ecology. Ecology, 88(11), 2783–2792. https://doi.org/10.1890/07-0539.1

Çelik N, Çevik U, Çelik A, Küçükömeroğlu B (2008) Türkiye, Giresun'da iç mekan radon ve toprak radyoaktivite düzeylerinin belirlenmesi. J Environ Radioact 99:1349–1354. https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.04.010

Drucker, H., Burges, C. J. C., Kaufman, L., Smola, A., & Vapnik, V. (1997). Support vector regression machines. Advances in Neural Information Processing Systems, 9, 155–161.

Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. Annals of Statistics, 29(5), 1189–1232. https://doi.org/10.1214/aos/1013203451

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7

Hauke, J., & Kossowski, T. (2011). Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data. Quaestiones Geographicae, 30(2), 87–93. https://doi.org/10.2478/v10117-011-0021-1

ICRP (1990) Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, vol. 21 No. 1–3, publication 60. https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2060. Erişim tarihi: 07 Eylül 2025.

Kendall, M. G. (1938). A new measure of rank correlation. Biometrika, 30(1-2), 81–93. https://doi.org/10.2307/2332226

Leuangtakoun S, Phan GTT, Duong TD, Le NT, Khong NK, Singsoupho S, Tran HN, Bui VL (2020) Laos'un Bolikhamxay ilindeki bir altın madenciliği alanı ve çevresindeki bölgelerdeki yüzey topraklarında doğal radyoaktivite ölçümü ve radyolojik tehlike değerlendirmesi. J Radioanal Nucl Chem 326:997–1007

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). Wiley.

Özdemir Öge, T., Özdemir, F. B., & Öge, M. (2021). Assessment of environmental radioactivity in soil samples from Bartın Province, Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, *328*(1), 149-162.

Qureshi AA, Tariq S, Din KU, Manzoor S, Calligaris C, Waheed A (2014) Kuzey Pakistan nehir tortularındaki doğal radyoaktiviteye bağlı aşırı yaşam boyu kanser riskinin değerlendirilmesi. J Radiat Res Appl Sci 7:438–447. https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.07.008

Smola, A. J., & Schölkopf, B. (2004). A tutorial on support vector regression. *Statistics and Computing, 14*(3), 199–222.

Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. The American Journal of Psychology, 15(1), 72–101. https://doi.org/10.2307/1412159

Tibshirani, R. (1996). Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 58*(1), 267–288. https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1996.tb02080

UNSCEAR (2000). *Sources and effects of ionizing radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly.

PRIORITIZING CRITERIA USING A DECISION-MAKING FRAMEWORK FOR A RETAIL LOCATION SELECTION

Akın Özdemir 1/ Mehmet Erdem 2
1 Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Samsun, Türkiye, akin.ozdemir@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1716-6694
2 Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Samsun, Türkiye, mehmet.erdem@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4396-2149

Abstract

Companies make strategic plans to set and achieve their goals. A retail location selection is one of the essential parts of strategic planning. In this paper, the specified criteria are prioritized for a retail location selection in a textile company. For this particular purpose, the nine criteria are determined based on decision-makers' ideas and published papers in the literature. The nine specified criteria are denoted as follows: Purchasing power/minimum wage (C1), rent price (C2), store size (C3), the number of competing stores (C4), distance to other branches (C5), distance to university/high school (C6), distance to highway (C7), city population (C8), and distance to the city center (C9). Then, an analytical hierarchy process (AHP) technique is employed with a different number of operators. AHP results show that the geometric mean operator presents a more reliable solution than the mean operator. Also, C1 is the most significant criterion according to AHP results. Moreover, C3 and C5 are obtained to have the second and third height weights, respectively. Next, managerial recommendations are discussed for companies. Finally, the textile companies should focus on the criteria of economics, facility layout, and distances to a number of places in order to accomplish one of the goals in strategic planning when selecting the retail location.

Keywords: Decision-making, AHP, retail location selection, strategic management, textile sector

1. INTRODUCTION

Individuals and organizations face diverse problems every day. These problems involve different objectives, a set of criteria, and different alternatives. Choosing among a set of other options based on criteria is a decision in its simplest and most straightforward terms. Therefore, these processes are frequently encountered in daily life. Decision-making processes provide insight into the time for both individuals and organizational decision-makers at strategic, tactical, and operational levels. Individuals often adopt an intuitive approach to the process when faced with daily decision-making problems. However, replacing this intuitive approach with a scientific approach becomes essential when companies and organizations become involved. A scientific decision-making process can be viewed in two fundamental steps: defining the criteria set and determining the appropriate method.

Retail location selection is an important problem in achieving strategic planning for a textile company. Therefore, the aim of this paper is to prioritize the specified criteria for a retail location selection in a textile company. For this particular purpose, the nine specified criteria are determined based on the experts' notions and published papers. The nine specified criteria are purchasing power/minimum wage (C1), rent price (C2), store size (C3), the number of competing stores (C4), distance to other branches (C5), distance to university/high school (C6), distance to highway (C7), city population (C8), and distance to the city center (C9). Then, the analytical hierarchy process (AHP) is employed to obtain weights of the specified criteria when applying the geometric mean operator. Finally, managerial recommendations are provided to textile companies in order to accomplish their strategic management goals and increase profitability.

The remainder of this paper is structured as follows. First, the relevant studies are investigated in Section 2. Then, the specified criteria and the introduced methodology are presented in Section 3. Next, the application of a textile company is given in Section 4. To sum up, the concluding remarks are drawn in Section 5.

LITERATURE REVIEW

In decision-making, the decision problem is often based on geographical data (Farahani, SteadieSeifi, & Asgari, 2010). This type of decision problem is also defined in the literature as a location problem. A company's location selection is one of the most important strategic decisions at the strategic level and in the success of the organization (TİMOR, 2002). Decision makers in many sectors, such as healthcare, services, energy, textiles, and retail, have encountered various location selection problems. The need for new residential units can influence location selection, the desire to change the current location, and the desire to expand the current location. Next, Żak and Węgliński (2014) proposed a two-stage method using Electre III/IV to select the most suitable location for a logistics center. The first stage involves a macro analysis of the regions and assessing their technological, infrastructural, economic, social, and environmental potential.

Companies operating in the supply chain conduct analyses to evaluate and improve system performance. Erdem and Erkan (2019) proposed an integrated two-stage clustering and interval type-2 fuzzy TOPSIS method to evaluate companies operating in different sectors. In the first step of this approach, two-stage cluster analysis enables a segmentation of sectors while simultaneously reducing the size of the problem. In the second step, the clusters generated with fuzzy TOPSIS are ranked. The results provide insights for decision-makers and managers on organizational effectiveness and company performance. Further, Budak, Kaya, Karaşan, and Erdoğan (2020) used a unified fuzzy decision-making approach to select the most appropriate Real-time Location Systems (RTLS) technology. Interval-valued intuitionistic fuzzy sets (IVIF) and DEMATEL were used in the approach. The weights of the sub-criteria were calculated using IVIF ANP. Finally, the best RTLS technology for use in humanitarian logistics warehouses was selected using IVIF TOPSIS.

The retail sector is one of the most important sectors in meeting people's most basic needs. Gül and Erdem (2022) aimed to evaluate and analyze the operational performance of companies in the food retail sector traded on Borsa Istanbul. Analyses were conducted using the companies' balance sheets and income statements covering the years 2013-2020. A series of frequently used liquidity, financial structure, activity, and profitability ratios was determined for analysis. A series of financial and non-financial performance indicators was analyzed using the MCDM method. The entropy method was used to determine importance weights, while the TOPSIS method was used to rank the companies' performance. By applying the Entropy-TOPSIS method to the sector, a series of assessment results was obtained regarding the companies' current situation, future activities, and sustainable growth.

Ünsal, Demir, Karakuş, and Pamučar (2024) selected locations for potential solar power plant construction in Mersin province using a Geographic Information System (GIS) and the Z-Number iteration of the Fuzzy Logarithm Additive Weights Methodology (F-LMAW). The results indicate that the Silifke and Mut regions are potential locations for solar power plants. Next, Hosouli and Hassani (2024) aimed to identify the most suitable locations for solar farms in the United Kingdom. The method used was the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). The assessment was based on climatic conditions and other relevant parameters, and eight potential sites were identified and evaluated. The alternatives were selected based on various criteria: temperature, annual sunshine duration, absolute humidity, proximity to major roads, distance to the electricity grid, and potential demand.

Determining the optimal location for a solar power plant is a complex process requiring evaluating several, often conflicting, criteria. Sharma and Sarin (2025) used a hybrid Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method for solar power site selection in the Indian state of Punjab. The study used a comprehensive set of 14 criteria encompassing climatic, technical, economic, environmental, and social dimensions, and considered seven different potential sites. The method employed weighting techniques: Analytical Hierarchy Process (AHP), Preference Ranking Technique by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE), Reality Expression Elimination and Selection (ELECTRE), and Data Envelopment Analysis (DEA). The analysis results indicate that Bathinda and Mansa consistently rank among the top locations due to their high solar irradiance, low land costs, and proximity to infrastructure.

2. THE SPECIFIED CRITERIA AND THE INTRODUCED METHODOLOGY

The retail location selection is a crucial problem for the textile sector. The criteria should be defined to reach the strategic goals and increase the profitability of a textile company when selecting the most appropriate retail location. The specified criteria are relevant to the economic factors, distances to different places, population, and capacity. For this purpose, the nine criteria are determined as follows.

C1: Purchasing power/minimum wage

C2: Rent price

C3: Store size

C4: Number of competing stores

C5: Distance to other branches

C6: Distance to university/high school

C7: Distance to highway

C8: City population

C9: Distance to the city center

The AHP procedure is employed to obtain weights of the specified nine criteria. The steps of the method are presented below.

Step 1: Determine the problem statement. The problem is how to obtain the weights of the criteria when selecting a retail location for the textile sector.

Step 2: Survey experts for opinions on the criteria. In this study, three experts have work experience in the textile sector.

Step 3: Determine the nine criteria (C1-C9).

Step 4: Generate pairwise comparison matrices (*PCMs*) for the e^{th} expert as follows:

$$PCM_e = \begin{pmatrix} 1 & crt_{12} & \dots & crt_{1n} \\ crt_{21} = 1/crt_{12} & 1 & \dots & crt_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ crt_{n1} = 1/crt_{1n} & crt_{n2} = 1/crt_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}_{9\times 9} \quad (1)$$

Step 5: The different operators can be used to generate an aggregated pairwise comparison matrix (APCM). In this study, the operator of the geometric mean is employed. Also, the operator of the mean is used for comparison purposes. The *APCM* is found with the geometric mean operator in the following way.

$$APCM = \begin{pmatrix} a_{11} = \left(1_1 \times \dots \times 1_e\right)^{1/e} & a_{12} = \left(crt_{12_1} \times \dots \times crt_{12_e}\right)^{1/e} & \dots & a_{1n} = \left(crt_{1n_1} \times \dots \times crt_{1n_e}\right)^{1/e} \\ a_{21} = \left(1/crt_{12_1} \times \dots \times 1/crt_{12_e}\right)^{1/e} & a_{22} = \left(1_1 \times \dots \times 1_e\right)^{1/e} & \dots & a_{2n} = \left(crt_{2n_1} \times \dots \times crt_{2n_e}\right)^{1/e} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} = \left(1/crt_{1n_1} \times \dots \times 1/crt_{1n_e}\right)^{1/e} & a_{n2} = \left(1/crt_{2n_1} \times \dots \times 1/crt_{2n_e}\right)^{1/e} & \dots & a_{nn} = \left(1_1 \times \dots \times 1_e\right)^{1/e} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Step 6: Obtain the normalized *APCM* below.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \left(i = 1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,n\right) \quad (3)$$

Step 7: Compute each criterion weight, $weight_i$, as follows:

$$weight_i = \left(1/n\right) \sum_{i=1}^{n} a'_{ij} \left(i = 1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,n\right) \quad (4)$$

Step 8: Verify each criterion weight when checking the consistency ratio (*CR*) below.

$$CR = CI/RI$$
$$CI = \frac{\left(\text{Principal Eigen Value} - n\right)}{n-1} \quad (5)$$

where *RI* is the random index. The *RI* value is 1.45 for the nine criteria. If the *CR* value is less than 0.10, the weights are verified.

3. APPLICATION OF A TEXTILE COMPANY

The three experts are asked to generate PCMs when dealing with the specified nine criteria. Table 1 shows the APCM with the geometric mean operator. On the other hand, Table 2 exhibits the APCM with the mean operator.

Table 1. APCM with the geometric mean operator

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	1.000	3.557	3.557	3.557	4.217	3.000	3.000	3.000	3.000
C2	0.281	1.000	0.200	1.000	0.333	0.693	0.481	0.693	0.481
C3	0.281	5.000	1.000	5.000	1.000	3.000	3.000	3.557	3.000
C4	0.281	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	0.481	0.481
C5	0.237	3.000	1.000	5.000	1.000	3.000	3.000	3.000	2.080
C6	0.333	1.442	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	1.442
C7	0.333	2.080	0.333	1.000	0.333	3.000	1.000	1.000	3.557
C8	0.333	1.442	0.281	2.080	0.333	1.000	1.000	0.585	3.000
C9	0.333	2.080	0.333	2.080	0.481	0.693	0.281	0.481	1.000

Table 2. APCM with the mean operator

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	1.000	3.667	3.667	3.667	4.333	3.000	3.000	3.000	3.000
C2	0.289	1.000	0.200	1.000	0.333	0.778	0.556	0.778	0.556
C3	0.289	5.000	1.000	5.000	1.000	3.000	3.000	3.667	3.000
C4	0.289	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	0.556	0.556
C5	0.244	3.000	1.000	5.000	1.000	3.000	3.000	3.000	2.333
C6	0.333	1.667	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	1.667
C7	0.333	2.333	0.333	1.000	0.333	3.000	1.000	1.000	3.667
C8	0.333	1.667	0.289	2.333	0.333	1.000	1.000	0.733	3.000
C9	0.333	2.333	0.333	2.333	0.556	0.778	0.289	0.556	1.000

Based on the steps of the introduced methodology, Table 3 shows the weights of the nine criteria where the operator is the geometric mean. On the other hand, Table 4 exhibits the weights of the nine criteria where the operator is the mean.

Table 3. Weights of the criteria using the geometric mean operator

Criterion	Weight
C1	0.270
C2	0.044
C3	0.183
C4	0.048
C5	0.161
C6	0.060
C7	0.096
C8	0.077
C9	0.061
CR	0.066

Table 4. Weights of the criteria using the mean operator

Criterion	Weight
C1	0.268
C2	0.046
C3	0.180
C4	0.048
C5	0.159
C6	0.061
C7	0.095
C8	0.078
C9	0.065
CR	0.095

In Table 3, Purchasing power/minimum wage (C1) is the most significant criterion, and its weight is 0.270. Next, the store size (C3) has the second-highest criterion weight. Then, the distance to other branches (C5) has the third-highest criterion weight. The sum of C1, C3, and C5 is 0.614, and these three criteria are the key factors to accomplish strategic management goals and increase the company's profitability. Moreover, the distance to the highway (C7) is the fourth crucial criterion. Indeed, accessibility is essential to select a retail location for a textile company. Further, the weight of the city population (C8) criterion is 0.077, and C8 is the fifth important criterion. Next, the weights of distance to the city center (C9) and distance to university/high school (C6) are 0.061 and 0.060, respectively. The distances to the places are significant to the retail location. Then, the number of competing stores (C4) and the rent price (C2) have the lowest weights, respectively. Note that the results are consistent because of the *CR* value.

The rankings of the criteria in Table 4 are the same as those in Table 3. However, the weights in Table 4 are different from those in Table 3, except for C4. Moreover, the *CR* values are 0.066 and 0.095 for the geometric mean operator and the mean operator, respectively. So, the results of the geometric mean operator are more reliable than the mean operator when investigating *CR* values.

A retail location selection problem is one of the critical decisions for strategic management. Population, distances to the places, economic factors, and competitors should be considered to achieve the strategic goals of companies. In this study, the nine criteria are specified for this purpose. Companies should not ignore purchasing power/minimum wage. Moreover, store size is another crucial concern, so companies should also pay attention to facility planning. Distances to the other branches are an essential criterion for increasing the number of retail locations. To sum up, companies should focus on purchasing power, store size, and distance criteria for the retail location selection as part of strategic planning.

4. CONCLUDING REMARKS AND POSSIBLE FUTURE STUDIES

This paper presents a framework for selecting a retail location for the textile sector when dealing with strategic planning. For this particular purpose, the nine criteria are specified as follows: purchasing power/minimum wage (C1), rent price (C2), store size (C3), the number of competing stores (C4), distance to other branches (C5), distance to university/high school (C6), distance to highway (C7), city population (C8), and distance to the city center (C9). Then, the AHP technique was employed to obtain the weights of the nine criteria with the mean and geometric mean operators. Based on the *CR* values, the geometric mean operator provides a more reliable solution than the mean operator. The results indicate that purchasing power/minimum wage is the most significant criterion among others. Moreover, managerial recommendations are drawn for companies in order to achieve strategic planning goals. The companies have to pay attention to economic factors, facility layout concerns, and distances to the places to increase the number of retail locations.

The possible extensions of this study are discussed as follows. The fuzzy extension of this study could be proposed for further research under uncertainty. Moreover, retail locations could be selected for cities or countries using the nine criteria in this paper for the textile sector. Next, the other multi-criteria attributing techniques could be proposed.

REFERENCES

Budak, A., Kaya, İ., Karaşan, A., & Erdoğan, M. (2020). Real-time location systems selection by using a fuzzy MCDM approach: An application in humanitarian relief logistics. *Applied Soft Computing, 92*, 106322. doi:https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106322

Erdem, M., & Erkan, T. E. (2019). Evaluation Of Supply Chain Performance Using An Integrated Two-Step Clustering And Interval Type-2 Fuzzy Topsis Method: A Case Study. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 37*, 141-160. doi:DOİ:10.30794/pausbed.457187

Farahani, R. Z., SteadieSeifi, M., & Asgari, N. (2010). Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling, 34*(7), 1689-1709. doi:https://doi.org/10.1016/j.apm.2009.10.005

Gül, A., & Erdem, M. (2022). Gıda Perakende Firmalarının Finansal Performanslarının Entropi-TOPSIS Yöntemiyle Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 35*, 25-33. doi:https://doi.org/10.31590/ejosat.1029907

Hosouli, S., & Hassani, R. A. (2024). Application of multi-criteria decision making (MCDM) model for solar plant location selection. *Results in Engineering, 24*, 103162. doi:https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103162

Sharma, T., & Sarin, A. (2025). Multi-criteria decision making for solar site selection in Punjab, India: An evaluation of site suitability using hybrid MCDM techniques towards the goal of sustainable energy development. *Results in Engineering, 27*, 106288. doi:https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106288

TİMOR, M. (2002). Kolayda ürünler için perakende satış yeri seçimi: Bir Analitik Hiyerarşi Prosesi uygulaması. *Yönetim Dergisi: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü, 13*(41), 23-36.

Ünsal, Ö., Demir, G., Karakuş, C. B., & Pamučar, D. (2024). Application of Z-number based fuzzy MCDM in solar power plant location selection problem in Spatial planning. *Energy Reports, 12*, 4034-4054. doi:https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.09.055

Żak, J., & Węgliński, S. (2014). The Selection of the Logistics Center Location Based on MCDM/A Methodology. *Transportation Research Procedia, 3*, 555-564. doi:https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.034

SELECTION OF SINGLE-PHASE METER SUPPLIER IN AN ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANY USING AN INTEGRATED DECISION-MAKING PROCESS

Mehmet Erdem 1/ Akın Özdemir 2
1 Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Samsun, Türkiye, mehmet.erdem@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4396-2149
2 Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Samsun, Türkiye, akin.ozdemir@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1716-6694

Abstract

Electricity distribution companies need a large number of products to execute their operations. The supplier selection process is essential for electricity distribution companies to reach operational excellence. Thus, this paper introduces an integrated decision-making process to select the best supplier among alternatives for single-phase meters. To the best of our knowledge, the previous studies have not addressed the specified problem before. In this paper, the thirteen criteria are specified based on the experts' notions and published resources. The analytical hierarchy process (AHP), a part of the integrated process, was used. The unit price (C1) is the most significant criterion among others. Moreover, product quality (C7) and financial structure (C13) criteria are the second and third highest weights, respectively. Next, the fourteen different supplier brands were evaluated by employing the technique for order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS), a part of the integrated process. The supplier alternative 4 is the most suitable brand for single-phase meters. Also, the supplier alternative 3 is the least crucial brand based on TOPSIS results. Further, this paper presents the most efficient supplier of single-phase meters in a highly complex decision-making process. Finally, the electricity distribution companies should focus on price, quality, and supplier financial structure to select the most appropriate supplier.

Keywords: Supplier selection, decision-making, AHP, TOPSIS, electricity distribution company.

1. INTRODUCTION

Today, it's not a choice for organizations to implement sustainable, transparent, and data-driven procurement processes; it's an operational imperative. For infrastructure-based companies operating in the electricity distribution sector, choosing the right supplier not only provides cost advantages but is also a strategic process directly impacting critical factors such as service continuity, quality assurance, and legal compliance.

Electricity distribution companies establish supplier partnerships for many different product groups (cables, meters, transformers, etc.) as part of their infrastructure investments in their service areas. However, the market is filled with numerous suppliers with different performance levels, documentation structures, delivery times, and cost profiles. This diversity makes selecting the most efficient and sustainable supplier a highly complex decision-making process.

The project's stakeholders include the company's purchasing department, operations teams, and technical assessment committees. Indirect stakeholders include company management, public authorities, local manufacturers, and end users. Choosing the right supplier streamlines internal processes and ensures trust and quality standards throughout the supply chain. It also aligns with the promotion of domestic production and regional development goals.

In this context, the problem can be defined as finding an objective answer to which of the numerous alternative meter suppliers is most suitable for the electricity distribution company, based on various criteria. Effective decision-making requires the joint evaluation of multiple factors, including price, quality certifications, warranty coverage, environmental awareness, delivery reliability, technical support, and company history.

The electricity distribution company serves provinces across Turkey within its operating region. Serving over 2 million subscribers, the company distributes an average of 5 billion kWh of electricity annually. Nearly 3% of the total electricity consumed in Turkey comes from this region, while almost 5% of total electricity consumers reside in the provinces within its service area.

The company, operating in the electricity distribution sector, conducts various strategic analyses to improve service quality and contribute to sustainability. Furthermore, the company aims to maximize supplier performance through infrastructure investments, digital transformation applications, and sustainability efforts. To this end, selecting the right supplier is crucial regarding critical performance indicators such as cost, quality, responsiveness, and sustainability.

The company adopts an approach that prioritizes customer satisfaction while ensuring energy supply security in its region. Therefore, the supplier selection process is not solely cost-focused; it becomes a multi-criteria decision-making process where numerous criteria, including quality level, delivery reliability, financial structure, environmental awareness, and technical support, are considered together.

The study aims to evaluate potential suppliers the electricity distribution company could work with across various categories (e.g., transformers, cables, meters, etc.). This evaluation used AHP (Analytical Hierarchy Process) and TOPSIS (Ideal Solution Similarity Approach) methods. These methods utilize decision-makers' intuitive judgments within a scientific framework, enabling objective selection of the most suitable supplier.

The rest of the paper is organized as follows. First of all, the relevant previous studies are reviewed in Section 2. Second of all, the integrated decision-making process is presented in Section 3. Next, an application of the study is given in Section 4. Finally, the conclusions and future research directions are drawn in Section 5.

2. LITERATURE REVIEW

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods are a set of methods found in decision theory and frequently used in decision-making processes. Over time, these methods have evolved from relying solely on a single criterion to requiring the consideration of numerous, diverse, and often conflicting criteria. This type of decision-making problem is also called multi-criteria decision-making. Especially in strategically important matters such as supplier selection, decision-makers must simultaneously evaluate multiple factors, such as cost, quality, delivery time, technical support, and company reliability. In this regard, MCDM methods stand out as systematic and objective decision-support tools that assist decision-makers.

Multi-criteria decision-making (MCDM) methods are frequently used in decision theory, particularly in problems requiring the evaluation of alternatives based on multiple criteria. Integrating MCDM methods into supplier selection processes allows for more systematic and rational decision-making. Particularly, Balo and Şağbanşua (2016) used the AHP (Analytical Hierarchy Process) method to determine the most suitable solar panel for photovoltaic system design. The study focused on 200W solar panels with fixed specifications across product groups and considered a total of twenty-one various criteria: fifteen electrical, three mechanical, and three economic. This approach emphasized the importance of evaluating alternatives across multiple dimensions. Similarly, Gnanasekaran and Venkatachalam (2019) applied different multi-criteria decision-making methods to the solar panel selection problem. The authors used two different methods, similar to SPOTIS, which is a combination of COMET and TOPSIS, and emphasized that these methods, although considered basic, offer an innovative perspective.
Yamuna (2020) examined the satisfaction levels and reasons for choosing branded solar panel systems in Coimbatore, India, and found that factors such as quality, price, and warranty directly influence user preferences. This finding demonstrates the importance of similar criteria in the supplier evaluation process.

Later, El-Bayeh, Alzaareer, Brahmi, Zellagui, and Eicker (2021) developed a multi-criteria decision-making method based on the Rank-Weigh-Rank algorithm for solar panel selection in building applications. In their study, panels were evaluated based on different criteria using a two-stage ranking approach, and the results were reported to be faster and more accurate than the TOPSIS method. This method also demonstrates the effectiveness of alternative algorithms for supplier evaluation. Moreover, Junior et al. (2023) focused on the problem of photovoltaic panel selection for renewable energy sources. They used the Method of Eliminating Effects on Criteria (MEREC) and the Stable Preference Ranking Towards the Ideal Solution (SPOTIS). These methods evaluate panels based on criteria such as Power (W), Price (R$), Weight (Kg), Operating Temperature (°C), and Warranty (years).

3. INTEGRATED DECISION-MAKING METHOD

The phases of the introduced decision-making method are provided as follows:

Phase 1: Denote the problem statement. The problem is selecting the single-phase meter supplier for an electricity distribution company.

Phase 2: Ask experts' opinions. There are three experts who have working experience in the electricity distribution company.

Phase 3: Specify the criteria. The criteria used in the electricity distribution company's supplier evaluation process allow for a comprehensive analysis from technical, operational, and financial perspectives. In this context, a total of 13 criteria included in the decision-making model are explained below:

C1. Unit Price: The cost per unit of the supplied material or service. This criterion is critical for cost-effectiveness.

C2. Payment Ease: The compatibility of the supplier's payment terms, flexibility, and financial terms with the electricity distribution company's budget planning is evaluated.

C3. Delivery Reliability: This indicates whether the products are delivered on time and in full. The frequency and impact of delays are considered under this criterion.

C4. Lead Time: The total time from the receipt of the order to the delivery of the products. It is decisive for operational planning.

C5. Geographic Location: The supplier's location is included in the evaluation because it directly impacts logistics costs and delivery time.

C6. Quality System: The existence of ISO 9001, TSE, and similar quality management systems demonstrates the level of standardization of processes.

C7. Product Quality: This includes physical and functional characteristics such as the durability, technical suitability, and lifespan of the supplied materials.

C8. Product Durability: The product's long-term performance and resistance to external factors are evaluated.

C9. Spare Parts Supply: The availability and speed of spare parts supply in case purchased products malfunction are considered.

C10. Technical Support: The level of support activities, such as after-sales service, installation, maintenance, and troubleshooting, is provided.

C11. Warranty Coverage: This includes the product warranty period, terms, and commitments against malfunctions.

C12. Company Experience: The supplier's industry experience, past project performance, and references are examined under this heading.

C13. Financial Structure: The company's suitability for a long-term partnership is analyzed by considering its debt ratio, cash flow, and financial stability.

Phase 4: Start the AHP procedure.

Phase 5: Construct pairwise comparison matrices (PCMs) for the e^{th} expert below:

$$PCM_e = \begin{pmatrix} 1 & crit_{12} & \dots & crit_{1n} \\ crit_{21} = 1/crit_{12} & 1 & \dots & crit_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ crit_{n1} = 1/crit_{1n} & crit_{n2} = 1/crit_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Phase 6: Find the aggregated pairwise comparison matrix ($APCM_{geom}$) with the operator of the geometric mean below:

$$APCM_{geom}=\begin{pmatrix} a_{11}=\left(1_1\times\ldots\times1_e\right)^{1/e} & a_{12}=\left(crit_{12_1}\times\ldots\times crit_{12_e}\right)^{1/e} & \ldots & a_{1n}=\left(crit_{1n_1}\times\ldots\times crit_{1n_e}\right)^{1/e} \\ a_{21}=\left(1/crit_{12_1}\times\ldots\times1/crit_{12_e}\right)^{1/e} & a_{22}=\left(1_1\times\ldots\times1_e\right)^{1/e} & \ldots & a_{2n}=\left(crit_{2n_1}\times\ldots\times crit_{2n_e}\right)^{1/e} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1}=\left(1/crit_{1n_1}\times\ldots\times1/crit_{1n_e}\right)^{1/e} & a_{n2}=\left(1/crit_{2n_1}\times\ldots\times1/crit_{2n_e}\right)^{1/e} & \ldots & a_{nn}=\left(1_1\times\ldots\times1_e\right)^{1/e} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Phase 7: Find the normalized $APCM_{geom}$ as follows:

$$a'_{ij}=a_{ij}\Big/\sum_{i=1}^{n}a_{ij}\begin{pmatrix} i=1,2,\ldots,n; \\ j=1,2,\ldots,n \end{pmatrix} \quad (3)$$

Phase 8: Calculate the i^{th} criteria weight, abbreviated as gmw_i, below:

$$gmw_i=\left(1/n\right)\sum_{i=1}^{n}a'_{ij}\begin{pmatrix} i=1,2,\ldots,n; \\ j=1,2,\ldots,n \end{pmatrix} \quad (4)$$

Phase 9: Validate the criteria weights when checking the consistency ratio as follows:

$$\begin{aligned} CR_{geom}&=CI_{geom}/RI \\ CI_{geom}&=\left(\text{Principal Eigen Value}_{geom}-n\right)\Big/\left(n-1\right) \end{aligned} \quad (5)$$

where CI_{geom} and RI are the consistency and the random indexes, respectively. The RI value is 1.56 for the thirteen criteria.

Phase 10: Start the TOPSIS method.

Phase 11: Acquire the normalized decision attributed matrix below:

$$fn_{ij}=f_{ij}\Big/\left(\sum_{i=1}^{n}f_{ij}^{2}\right)^{1/2} \quad (6)$$

where fn_{ij} specifies the performance value of the normalized decision attributed matrix.

Phase 12: Determine the positive and negative ideal solutions below:

$$\begin{aligned} P_T&=\left[fn_1^+,fn_2^+,\ldots,fn_m^+\right] \\ N_T&=\left[fn_1^-,fn_2^-,\ldots,fn_m^-\right] \end{aligned} \quad (8)$$

$$\text{where } fn_j^+=\begin{cases}\max fn_{ij} & \text{for benefits}\\ \min fn_{ij} & \text{for costs}\end{cases}, \text{ and } fn_j^-=\begin{cases}\min fn_{ij} & \text{for benefits}\\ \max fn_{ij} & \text{for costs}\end{cases}.$$

In (8), P_T and N_T are the positive and negative ideal solutions, respectively.

Phase 13: Obtain the weighted Euclidean distances below.

$$\mathrm{Ds}_i^+ = \left(\sum_{j=1}^{n} gmw_j \left(f_{ij} - fn_j^+ \right)^2 \right)^{1/2}$$
$$\mathrm{Ds}_i^- = \left(\sum_{j=1}^{n} gmw_j \left(f_{ij} - fn_j^- \right)^2 \right)^{1/2} \quad (9)$$

Note that Ds_i^+ and Ds_i^- denote the positive and negative solutions of the weighted Euclidean distances, respectively.

Phase 14: Obtain the overall performance score (*OPS*) for the specified i^{th} supplier alternative below:

$$OPS_i = \mathrm{Ds}_i^- \Big/ \left(\mathrm{Ds}_i^- + \mathrm{Ds}_i^+ \right) \quad (10)$$

Phase 15: Rank the determined supplier alternatives.

Phase 16: Make conclusions from the study.

4. APPLICATION OF THE STUDY

Supplier selection has become a strategic priority in the energy and infrastructure sectors. Identifying the right supplier is a complex decision-making problem that requires the simultaneous evaluation of numerous factors, including cost, quality, delivery time, and organizational fit. This study applied multi-criteria decision-making approaches to support the purchasing processes of an electricity distribution company. Thirteen criteria were identified, and fourteen supplier candidates were analyzed based on these criteria.

Table 1 presents the AHP results. The consistency ratio is 0.07; thus, the criteria weights are validated. Based on the AHP results, the unit price is the most significant criterion among others. Then, product quality is the second most crucial criterion for the selection of suppliers. Next, the financial structure is the third-highest criterion weight. The total weights of lead time, product durability, and quality system criteria are 0.24. Therefore, these criteria have significant effects on the selection of the suppliers. On the other hand, geographic location, spare parts supply, and warranty coverage are the least important criteria.

Table 1. The AHP results

Criterion	gmw_i (Weight)
C1	0.26
C2	0.04
C3	0.02
C4	0.09
C5	0.02
C6	0.07
C7	0.19
C8	0.08
C9	0.02
C10	0.03
C11	0.02
C12	0.06

C13	0.10

Table 2 shows the TOPSIS results to rank the supplier alternatives. In Table 2, there are fourteen supplier alternatives. Based on the TOPSIS results, the highest OPS is obtained at 0.676 for the supplier alternative 4. Further, supplier alternatives 7 and 8 are the second and third highest OPSs, respectively. On the contrary, supplier alternative 3 has the lowest OPS, 0.323, and it is not a desirable alternative for a single-phase meter.

Table 2. The TOPSIS results

Supplier Alternative	OPS	Rank
Supplier Alternative 1	0.561	4
Supplier Alternative 2	0.557	5
Supplier Alternative 3	0.323	14
Supplier Alternative 4	0.676	1
Supplier Alternative 5	0.459	10
Supplier Alternative 6	0.497	9
Supplier Alternative 7	0.632	2
Supplier Alternative 8	0.589	3
Supplier Alternative 9	0.536	6
Supplier Alternative 10	0.528	7
Supplier Alternative 11	0.398	12
Supplier Alternative 12	0.502	8
Supplier Alternative 13	0.394	13
Supplier Alternative 14	0.411	11

5. CONCLUSIONS AND FURTHER RESEARCH DIRECTIONS

This study evaluated the most suitable single-phase meter with an integrated decision-making process for selecting single-phase meters. The introduced method provided an objective and systematic decision-making process based on key criteria such as cost, quality, technical support, etc. Based on the AHP result, the unit price criterion (C1) has the highest weight. Then, the fourteen supplier alternatives are assessed. Supplier alternative 4 has the highest OPS, 0.676. On the contrary, supplier alternative 3 has the lowest OPS, 0.323. To sum up, the electricity distribution companies should not ignore cost, quality-related concerns, and supplier financial structure in order to determine the most desirable supplier when reaching their operational excellence.

The possible extensions of this study are as follows: The different decision-making processes could be employed to select the best alternatives among suppliers. Next, other criteria, such as sustainability, could be considered in the context of the green supplier selection concept for further research.

REFERENCES

Balo, F., & Şağbanşua, L. (2016). The Selection of the Best Solar Panel for the Photovoltaic System Design by Using AHP. *Energy Procedia, 100*, 50-53. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.10.151

El-Bayeh, C. Z., Alzaareer, K., Brahmi, B., Zellagui, M., & Eicker, U. (2021). An original multi-criteria decision-making algorithm for solar panels selection in buildings. *Energy, 217*, 119396. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119396

Gnanasekaran, S., & Venkatachalam, N. (2019). A review on applications of multi-criteria decision making (MCDM) for solar panel selection. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development, 9*(2), 11-20.

Junior, C. M. d. A., Júnior, E. L. P., Araujo, T. M. P. d. C., dos Santos, M., Gomes, C. F. S., & Pereira, D. A. d. M. (2023). Ordering of Solar Photovoltaic Panels using the MEREC-SPOTIS Hybrid Analytical Model. *Procedia Computer Science, 230*, 808-818. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.052

Yamuna, S. (2020). A STUDY ON USER'S PREFERENCE AND SATISFACTION TOWORDS SELECTED BRANDED SOLAR PANEL SYSTEM IN COIMBATORE CITY. *The International journal of analytical and experimental modal analysis, 12*(IX), 1639-1646.

EG/SU SOĞUTMA SIVISINDA Al_2O_3 NANOAKIŞKAN KATKISININ BORU-İÇİ ISI TAŞINIMINA ETKİSİ: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ OTOMOTİV DENEYİ

Doç.Dr. Ali Can YILMAZ[1]/ Doç.Dr. Özlem ERDEM YILMAZ[2]
[1]Çukurova Üniversitesi, Otomotiv Teknolojileri Bölümü, acyilmaz@cu.edu.tr, 0000-0001-9832-9880
[2]Çukurova Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri Bölümü, ozlemerdem@cu.edu.tr, 0000-0002-0976-2162

Özet

Bu çalışma, 40 °C'de 50/50 (kütlece) EG/Su soğutma sıvısına düşük hacim oranlarında (φ = 0.2–0.8%) Al_2O_3 eklenmesinin boru-içi ısı taşınımına etkisini küçük ölçekli bir deney düzeneği ile incelemiştir. D = 5 mm, L = 1.5 m bakır boru, q = 800 W uniform ısıtma ve Q = 4–6 L/dk debilerinde test edilmiştir. 40 °C'de ölçülen termofiziksel özellikler baz akışkana kıyasla k'da %2–8 artış, μ'de %2–9 artış göstermiştir. Isı taşınım katsayısı h, φ = 0.5% için 4 L/dk'da %0.81, 6 L/dk'da %1.08 artarken, basınç kaybı %2.1–2.3 yükselmiştir. Performans değerlendirme kriteri $PEC \approx 1.0$ olup ısıl kazancın hidrolik cezayla dengelendiğini göstermektedir. Sonuçlar, otomotiv soğutma devrelerinde düşük φ Al_2O_3 katkısının küçük ama ölçülebilir ısıl iyileştirme sağladığını, optimum katkının $\varphi \approx$ %0.5 civarında olduğunu ve yüksek katkıların viskozite penaltesi nedeniyle faydayı sınırladığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Nanoakışkan, Al_2O_3, ısı taşınımı, basınç kaybı, otomotiv soğutma

EFFECT OF Al_2O_3 NANOFLUID ADDITIVE ON IN-TUBE HEAT TRANSFER IN EG/WATER COOLANT: A SMALL-SCALE AUTOMOTIVE EXPERIMENT

Assoc.Prof.Dr. Ali Can YILMAZ[1]/ Assoc.Prof.Dr. Ozlem ERDEM YILMAZ[2]
[1]Cukurova University, Dept. of Automotive Technologies, acyilmaz@cu.edu.tr, 0000-0001-9832-9880
[2]Cukurova University, Dept. of Textile Technologies, ozlemerdem@cu.edu.tr, 0000-0002-0976-2162

Abstract

This study investigates the effect of adding Al_2O_3 at low volume fractions (φ = 0.2–0.8%) to a 50/50 (by mass) EG/Water coolant at 40 °C on in-tube heat transfer using a small-scale experimental setup. A copper tube (D = 5 mm, L = 1.5 m) was tested under uniform heating (q = 800 W) and flow rates of Q = 4–6 L/min. Thermophysical properties measured at 40 °C showed an increase in k of 2–8% and in μ of 2–9% compared to the base fluid. The heat transfer coefficient h increased by 0.81% at 4 L/min and 1.08% at 6 L/min for φ = 0.5%, while the pressure drop rose by 2.1–2.3%. The performance evaluation criterion (PEC) was approximately 1.0, indicating that the thermal gain was offset by the hydraulic penalty. The results reveal that low-φ Al_2O_3 addition provides a small but measurable thermal improvement in automotive cooling circuits, with the optimum concentration around $\varphi \approx$ 0.5%, and that higher concentrations limit the benefit due to viscosity penalties.

Keywords: Nanofluid, Al_2O_3, heat transfer, pressure drop, automotive cooling

GİRİŞ

Nanoakışkanlar, taban akışkana (örn. su veya su/etilen glikol karışımına) nanometre boyutlu katı partiküllerin dağıtılmasıyla elde edilen ve ısı transfer özellikleri geliştirilmiş özel akışkanlardır. Bu teknolojide amaç, baz akışkanın ısıl iletkenliğini ve konvektif ısı transfer katsayısını yükselterek daha verimli ısı taşıma sağlamaktır. Literatürde en yaygın incelenen nanoakışkan katkılarından biri, yüksek ısıl iletkenlik ve kimyasal kararlılığı nedeniyle Al_2O_3 (alüminyum oksit) nanopartikülüdür. Nitekim Al_2O_3, motor radyatörü soğutma sıvılarına nanoparçacık eklenmesi çalışmalarında "en popüler" katkı olarak anılmakta ve su bazlı soğutuculara katıldığında radyatörün ısı transfer performansını belirgin ölçüde artırdığı gösterilmektedir. Bununla birlikte, nanoakışkan uygulamalarında partiküllerin homojen dağılımı ve uygun konsantrasyon seçimi gibi konular kritik önem taşımaktadır (Karagöz ve ark., 2022).

Al_2O_3 katkılı nanoakışkanlar, son yıllarda ısı transferini iyileştirme potansiyeli bakımından yoğun şekilde araştırılmıştır. Düşük hacimsel derişimlerde dahi önemli kazanımlar rapor edilmektedir. Örneğin, yalnızca %0,2 hacim oranında Al_2O_3 içeren su bazlı bir nanoakışkanın Nusselt sayısını ve konvektif ısı taşınımını ~%20–27 oranında artırabildiği, buna karşılık akışkan basınç düşüşünde sadece ~%8'lik bir artış gözlendiği bildirilmiştir (Ajeeb ve ark., 2023). Bu iyileşmeler, metal oksit nanopartiküllerin baz akışkanın ısıl iletkenliğini artırması ve akışkan içinde ekstra mikrotürbülans/brown hareketleri yaratarak ısı iletim mekanizmalarını güçlendirmesiyle ilişkilendirilir. Sınırlayıcı faktörler ise, artan nanopartikül derişimiyle akışkan viskozitesinin yükselmesi ve buna bağlı pompalama gücü gereksiniminin artmasıdır. Nitekim belirli bir optimum derişimin ötesinde, tanecik etkileşimleri ve yoğunluk artışı Brown hareketlerini engelleyerek ısı transferindeki kazanımı azaltır; bu durum literatürde nanoakışkanlarda optimum konsantrasyonun aşılmasıyla ısı transfer verimindeki artışın düşüşe geçtiği şeklinde vurgulanmıştır. Ayrıca, nanoakışkanların kararlılığı (stabilitesi) önemli bir husustur: Al_2O_3 partiküllerinin zamanla çökelmesi veya aglomere olması, beklenen ısı transfer faydasını ortadan kaldırabilir. Bunu önlemek için yüzey aktif madde ekleme, pH ayarlama veya ultrasonik karıştırma gibi yöntemlerle askıda kalma süresini uzatmak gerekebilir (Rahman ve ark., 2024). Dolayısıyla, pratik uygulamalarda ısı transferi artışı ile viskozite/kararlılık problemleri arasında dikkatli bir denge kurulmalıdır (Onyiriuka, 2024).

Otomotiv soğutma sistemlerinde nanoakışkan kullanımı, başta motor sıcaklık kontrolü olmak üzere birkaç önemli motivasyona dayanmaktadır. İçten yanmalı motorlarda yakıt enerjisinin yaklaşık üçte biri mekanik işe dönüşürken, benzer bir oranı egzozla atılır ve geriye kalan üçte birlik kısım ise soğutma sistemi ile uzaklaştırılır (Venkatesan ve ark., 2023). Bu nedenle, soğutma sıvısının ısı taşıma kapasitesinin artırılması, motorun ideal sıcaklık aralığında tutulmasını kolaylaştırarak aşırı ısınmayı önler ve motor verimliliğini korur. Al_2O_3 nanoakışkanlar bu alanda, mevcut radyatörlerle daha yoğun ısı çekebilme kabiliyeti sayesinde motorun termal yükünü daha etkin dengelemeye imkân tanır (Karagöz ve ark., 2022). Elde edilen iyileştirilmiş ısı transferi, otomotiv tasarımına da ek avantajlar sunar: Aynı ısı yükünü atmak için daha küçük boyutlu radyatörler kullanılabileceği çeşitli çalışmalarca gösterilmiştir. Örneğin, nanoakışkan soğutucu kullanımının, geleneksel karışımlara kıyasla gerekli radyatör alanını %20–30 civarında azaltabileceği rapor edilmiştir (Tao ve ark., 2023). Daha kompakt ve hafif bir soğutma sistemi ise araç genelinde enerji verimliliği kazançları anlamına gelir. Nitekim artan ısı transferi sayesinde radyatör boyut ve kütlesinin azalması ile pompalama kayıplarının düşmesi, motorun yakıt verimliliğine olumlu yansıyarak daha yüksek enerji etkinliği sağlayabilmektedir (Pusat ve ark., 2025). Bu nedenlerle, son yıllarda yapılan akademik çalışmalar Al_2O_3 bazlı nanoakışkanların hem geleneksel motor radyatörlerinde hem de elektrikli/yakıt hücreli araçların ısıl kontrol sistemlerinde uygulanabilir bir alternatif olduğunu vurgulamaktadır (Tao ve ark., 2023; Rahman ve ark., 2024).

1. MALZEMELER ve NUMUNE HAZIRLAMA

Baz akışkan olarak kütlece %50 etilen glikol (EG) ve %50 deiyonize su karışımı kullanılmıştır. Nano katkı materyali olarak ortalama 50 ± 10 nm tanecik boyutuna sahip, ≥%99 saflıkta γ-Al_2O_3 tercih edilmiştir. Hacimsel

nanoparçacık derişimleri φ = %0.2, %0.5 ve %0.8 olarak seçilmiştir. Dispersiyonu iyileştirmek ve aglomerasyonu sınırlamak amacıyla baz akışkana göre %0.1 (kütlece) sodyum sitrat ilave edilmiş ve pH = 7.0 ± 0.3 olacak şekilde 0.1 M HCl/NaOH ile ayarlanmıştır. Her numune önce 10 dk manyetik karıştırma, ardından 30 dk ultrasonik banyo (≈40 kHz, ≈150 W) ile disperse edilmiş; mikrokümelenmeyi azaltmak için süspansiyonlar 0.45 µm PTFE membran filtreden geçirilmiştir. Tüm numuneler testten önce 40 °C'de 30 dk bekletilerek termal dengeye getirilmiştir. Kısa dönem stabilite, hazırlığı takiben ilk saatte DLS ve zeta potansiyeli ölçümleriyle (hidrodinamik boy 82 ± 10 nm, ζ = −38 ± 3 mV) ve 7 gün boyunca görsel sedimentasyon izlemesiyle doğrulanmıştır. Her ölçümden hemen önce 2 dk hafif ultrason uygulanarak yeniden dağılım sağlanmıştır.

2. DENEY DÜZENEĞİ

Düzenek, kapalı devre bir akışkan döngüsünden oluşmaktadır. Değişken hızlı santrifüj pompa (0–8 L/dk) çıkışından sonra rotametre ve baypas+iğne vana ile debi ayarlanarak akışkan, test kısmına (tavlı bakır boru, D_i = 5 mm, L = 1.5 m) girmesi sağlanmıştır. Test kısmı, rezistif ısıtıcı bant ile yaklaşık q ≈ 800 W'lık uniform ısı akısı altında çalıştırılmış ve 10 mm taş yünü + Al folyo ile yalıtılmıştır. Giriş–çıkışta K-tip termokupllar (T_{in}, T_{out}) ve boru dış yüzeyinde x/L = 0.2, 0.6, 1.0 konumlarında T_{w1}–T_{w3} yerleştirilerek film sıcaklık farkları belirlenmiştir. Test kısmının baş–son noktalarına alınan basınç tap'larından ±0.5 kPa hassasiyetli diferansiyel basınç transdüseri ile ΔP ölçülmüştür. Tüm sensörler 16-bit DAQ üzerinden 1 Hz örnekleme ile PC'ye kaydedilmiş; ısıtıcı PID kontrollü DC güç kaynağı ile beslenmiştir. Hat, rezervuara döndükten sonra chiller ile 40 ± 0.2 °C'de sabitlenmiş ve yeniden pompaya dönüş sağlanmıştır. Termoçiftler su banyosunda Pt100 referansla ±0.3 °C'ye, debi ±%1.5 F.S.'e kalibre edilmiştir. Her akışkan için ölçümler öncesinde termal denge sağlanmış (40 °C'de 30 dk); her nokta ≥3 tekrar ile alınmıştır.



Şekil 1. Soğutma sistemi deney seti

3. VERİ SETİ

Ölçülen büyüklükler T_{in}, T_{out}, $T_{w1\text{-}3}$, hacimsel debi Q_v ve basınç farkı ΔP'dir. Önce kütlesel debi ve akış rejimi bulunmuş; ardından akışkana geçmiş net ısı girdisi (Q) enerji dengesiyle hesaplanmış ve ısı taşınım katsayısı (h) ile Nusselt sayısı (Nu) elde edilmiştir. Hidrolik tarafta pompalama gücü ve (karşılaştırma için) performans değerlendirme kriteri (PEC) raporlanmıştır. Özellikler; k, μ, c_p, ρ film sıcaklığında değerlendirilmiştir [$T_f=(T_{w(ort)}+T_{b(ort)})/2$]. Burada, $T_{w(ort)}=(T_{w1}+T_{w2}+T_{w3})/3$ ve $T_{b(ort)}=(T_{in}+T_{out})/2$'dir.

T_{w1}, T_{w2}, T_{w3} (duvar sıcaklıkları): Test borusunun dış yüzeyine yerleştirilen üç K-tip termoçiftten okunan yerel boru duvarı sıcaklıklarıdır. Konumları eksenel olarak x/L = 0.2, 0.6, 1.0 civarındadır.

T_b (bulk/akışkan kütle ortalama sıcaklığı): Boru içinden akan akışkanın kütlece ortalama sıcaklığıdır.

T_f (film sıcaklığı): Akışkan özelliklerini (k, μ, cp, ρ) değerlendirmek için kullanılan temsilî sıcaklıktır. Duvar–akışkan arasında alınan ortalamadır.

Kütlesel debi ve ortalama hız:

$$\dot{m} = \rho Q_v, \qquad V = \frac{4Q_v}{\pi D^2}$$

Reynolds ve Prandtl sayıları:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{4\rho Q_v}{\pi D \mu}, \qquad \mathrm{Pr} = \frac{\mu c_p}{k}$$

Enerji dengesi (akışkana geçen net ısı):

$$\dot{Q} = \dot{m}\, c_p\, (T_{\mathrm{out}} - T_{\mathrm{in}})$$

Isıl yüzey alanı ve ısı taşınım katsayısı:

$$A_s = \pi D L, \qquad h = \frac{\dot{Q}}{A_s\, (\overline{T_w} - \overline{T_b})}$$

Nusselt sayısı:

$$\mathrm{Nu} = \frac{hD}{k}$$

Basınç kaybı ve pompalama gücü:

$$P_{\mathrm{pump}} = \Delta P\, Q_v$$

Isıl–hidrolik karşılaştırma (sabit pompalama gücü yaklaşımı):

$$\mathrm{PEC} = \frac{h/h_0}{(\Delta P/\Delta P_0)^{1/3}}$$

(Alt indis “0” baz akışkanı ifade eder.)

Hızlı belirsizlik kestirimi (yaklaşık):

$$\frac{u_h}{h} \approx \sqrt{\left(\frac{u_{\dot{Q}}}{\dot{Q}}\right)^2 + \left(\frac{u_{A_s}}{A_s}\right)^2 \downarrow \left(\frac{u_{\Delta T}}{\overline{T_w} - \overline{T_b}}\right)^2}, \qquad \Delta T = \overline{T_w} - \overline{T_b}.$$

4. TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLER

50/50 EG/Su baz akışkan için ölçülen k = 0.400 W m^{-1} K^{-1}, μ = 3.00 mPa·s, c_p = 3.30 kJ kg^{-1} K^{-1} ve ρ = 1050 kg m^{-3} değerleri, Al_2O_3 katılımıyla beklenen yönde değişmiştir. Hacimce φ = %0.2–0.8 aralığında ısıl iletkenlik artışı %2.0 → %8.0 (0.408 → 0.432 W m^{-1} K^{-1}) düzeyinde olmuş; bu artış, yüksek k’lı nanoparçacıkların ve sıvı–katı ara yüzeydeki ısı köprülerinin etkisini yansıtmaktadır. Buna karşın viskozite %+2.0 → %+9.0 (3.06 →

3.27 mPa·s) yükselerek akışkanın akış direncini arttırmış; dolayısıyla sabit debide *Re* yaklaşık %3.5 (φ=%0.5) ve %7 (φ=%0.8) civarında düşmüştür. Özgül ısı küçük bir "seyrelme etkisi" ile 3.30 → 3.27 kJ kg^{-1} K^{-1} bandında hafifçe azalırken, yoğunluk %0.5–1.5 artmıştır (1055–1066 kg m^{-3}). Bu karşıt eğilimler *Pr* sayısını ~25 civarında neredeyse sabit tutmuştur ($\mu\uparrow$ ve $k\uparrow$ birbirini kısmen dengeler). Sonuç olarak *k*'deki artış *h*'yi sınırlı ölçüde iyileştirirken, μ'deki artış hidrolik cezayı büyütmüştür; bu nedenle φ ≈ %0.5 civarı, ısıl kazanç ile viskozite penaltesi arasında en dengeli noktayı vermiştir.

Tablo 1. Akışkanların 40 °C'deki termofiziksel özellikleri

Akışkan	k (W/m·K)	μ (mPa·s)	c_p (kJ/kg·K)	ρ (kg/m³)
Baz EG/Su	0.400	3.00	3.30	1050
Al_2O_3 0.2%	0.408	3.06	3.29	1055
Al_2O_3 0.5%	0.421	3.15	3.28	1060
Al_2O_3 0.8%	0.432	3.27	3.27	1066

5. ISIL-HİDROLİK PERFORMANS

Düşük hacim oranlarında Al_2O_3 katkısının "ısıl kazanç ↔ hidrolik ceza" dengesinde sınırlı ama ölçülebilir bir iyileştirme sağladığını göstermiştir. Sabit ısı girdisi (≈800 W) ve iki debi değerinde yapılan ölçümlerde φ = %0.5 en dengeli nokta olmuştur: 4 L/dk'da *h* değeri 6023 → 6072 W m^{-2} K^{-1} ile %0.81, ΔP ise 66.5 → 68.0 kPa ile %2.26 artarken; 6 L/dk'da *h,* %1.08, ΔP ise %2.11 artmıştır. Bu artışlar, termal iletkenlikteki yükseliş ve Pr'daki değişimin *h*'yi hafifçe artırmasına karşın, viskozite artışı nedeniyle *Re*'nin ≈%3.5–4 düşmesiyle sınırlanmıştır. Duvar-akışkan sıcaklık farkı da buna paralel olarak küçük ölçüde azalmıştır, akışkanın kütle ortalaması ΔT_b ise sabit ısı girdisi nedeniyle pratikte değişmemiştir (≈2.30–3.45 °C). Hidrolik tarafta pompalama gücü baz akışkana göre ≈%2.1–2.3 yükselmiş ve *PEC* ≈ 1.00 bulunmuştur; yani ısıl kazanım hidrolik cezayla neredeyse bire bir dengelenmiştir. φ = %0.8'de *h*, %0.5'e göre gerilerken, ΔP cezası +%3.5–3.8'e çıktı; bu nedenle pratik optimum φ ≈ %0.5 civarında görünmektedir. Bu bulgular, otomotiv soğutma çevrimlerinde düşük φ katkılarının güvenli ve küçük bir ısıl iyileştirme sağladığını, daha yüksek derişimlerin ise viskozite penaltesi nedeniyle önerilmediğini işaret etmektedir.

Tablo 2. Isıl-hidrolik performans sonuçları (q=800 W, boru alanı $A_s=\pi DL=0.02356$ m^2)

Akışkan	Q (L/dk)	Re	h (W/m²·K)	ΔP (kPa)	P_{pompa} (W)	$\Delta T_{(wall-bulk)}$ (°C)	ΔT_{bulk} (°C)
Baz EG/Su	4	5942	6023	66.5	4.43	5.64	3.46
Al_2O_3 0.2%	4	5854	6046	67.1	4.48	5.62	3.45
Al_2O_3 0.5%	4	5715	**6072**	68.0	4.53	5.59	3.45
Al_2O_3 0.8%	4	5533	6042	69.0	4.60	5.62	3.45
Baz EG/Su	6	8913	9012	132.9	13.29	3.77	2.31
Al_2O_3 0.2%	6	8782	9055	134.1	13.41	3.75	2.30
Al_2O_3 0.5%	6	8573	**9109**	135.7	13.57	3.73	2.30
Al_2O_3 0.8%	6	8299	9087	137.6	13.76	3.74	2.30

6. SONUÇLAR

40 °C'de 50/50 EG/Su tabanlı soğutma sıvısına Al_2O_3 (φ =%0.2–0.8) katıldığında, test borusunda (D = 5 mm, L = 1.5 m, q = 800 W) ısı taşınım katsayısı en yüksek φ = %0.5'te %0.8–1.1 artmış; basınç kaybı %2.1–2.3 yükselmiştir. PEC ≈ 1.0 ile net kazanım hidrolik ceza ile dengelenmektedir. Otomotiv soğutma devreleri için düşük hacim oranlarıyla küçük ama güvenli ısıl iyileştirme mümkündür; optimum φ genellikle %0.5 civarı görünmektedir.

KAYNAKLAR

Ajeeb, W., da Silva, R. R. T., & Murshed, S. S. (2023). Experimental investigation of heat transfer performance of Al_2O_3 nanofluids in a compact plate heat exchanger. Applied Thermal Engineering, 218, 119321.

Karagöz, Y., Köten, H., Tuncer, E., & Pusat, Ş. (2022). Effect of Al_2O_3 addition to an internal combustion engine coolant on heat transfer performance. Case Studies in Thermal Engineering, 31, 101–109.

Onyiriuka, E. (2024). Optimising Al_2O_3–water nanofluid. Bulletin of the National Research Centre, 48(2), 1–9.

Pusat, S., Attar, A., & Karagöz, Y. (2025). Thermal efficiency of green-synthesized SiO_2 nanoparticle-doped coolants applied in internal combustion engines. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 150, 9315–9325.

Rahman, M. A., Hasnain, S. M. M., Pandey, S., Tapalova, A., Akylbekov, N., & Zairov, R. (2024). Review on nanofluids: Preparation, properties, stability, and thermal performance augmentation in heat transfer applications. ACS Omega, 9(30), 32328–32349.

Tao, Q., Zhong, F., Deng, Y., Wang, Y., & Su, C. (2023). A review of nanofluids as coolants for thermal management systems in fuel cell vehicles. Nanomaterials, 13(21), 2861.

Venkatesan, S. P., Kalyan, B. K., Gopinath, G., Purusothaman, M., & Hemanandh, J. (2023). Study of the performance of a coolant mixed with an Al_2O_3/SiC nanomaterial in an engine radiator. Environmental Quality Management, 33(1), 53–59.

FREN BALATALARINDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ LASTİK TOZU (GTR) TAKVİYESİNİN AŞINMA VE SÜRTÜNME KARARLILIĞINA ETKİSİ

Doç.Dr. Ali Can YILMAZ[1]/ Doç.Dr. Özlem ERDEM YILMAZ[2]
[1]Çukurova Üniversitesi, Otomotiv Teknolojileri Bölümü, acyilmaz@cu.edu.tr, 0000-0001-9832-9880
[2]Çukurova Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri Bölümü, ozlemerdem@cu.edu.tr, 0000-0002-0976-2162

Özet

Bu çalışmanın amacı, fenolik reçine esaslı sürtünme kompozitlerinde geri dönüştürülmüş lastik tozu (GTR) kullanımının tribolojik performansa etkisini nicel olarak incelemektedir. İnert dolgunun eşdeğeri yerine kütlece %0 (BP0), %5 (BP5) ve %10 (BP10) GTR içeren üç formülasyon hazırlanmış; karışımlar sıcak presle Ø10×12 mm pin numunelere kalıplanmış ve 180 °C/2 saat artık kürlenmiştir. Karşı malzeme olarak HT250 dökme demir diskle pin-on-disc (ASTM G99) testleri 40 N, 1.0 m s^{-1}, 5 km, 25 °C koşullarında yürütülmüş; ayrıca 100→200→300→350 °C adımlı fade ve 100 °C'de geri kazanım döngüsü uygulanmıştır (n = 3). Mekanik ön karakterizasyonda GTR arttıkça yoğunluk 2.25→2.15 g cm^{-3}, Shore D 92→88 ve basma dayanımı 130→115 MPa'a düşmüştür. Oda sıcaklığında ortalama μ sırasıyla 0.41 ± 0.02 (BP0), 0.43 ± 0.01 (BP5) ve 0.39 ± 0.02 (BP10); özgül aşınma hızı (SWR, $\times 10^{-6}$ mm^3 N^{-1} m^{-1}) 3.3 ± 0.2 → 2.5 ± 0.2 → 3.0 ± 0.3 bulunmuştur. Böylece %5 GTR, SWR'de ≈ %24 azalma ve μ'de hafif artış sağlamıştır. 350 °C'de fade (100 °C referansına göre μ kaybı) −18 ± 2 (BP0), −12 ± 2 (BP5) ve −25 ± 3 puan (BP10); geri kazanım ise %94 ± 2, %98 ± 2 ve %88 ± 3 olarak ölçülmüştür. FESEM gözlemleri bu eğilimleri desteklemektedir: BP5'te sürekli sekonder plato/karbonize film; BP0'da oluklanma-mikro-oyulma; BP10'da porozite/pull-out baskındır. Sonuç olarak %5 GTR katkısı, aşınma direnci ve yüksek sıcaklık stabilitesi ile sürdürülebilirlik arasında en dengeli çözümü sunmakta; daha yüksek GTR oranları matris süreksizliği nedeniyle performansı zayıflatmaktadır. Gelecek çalışmalarda GTR yüzey işlemleri ve dinamometreli tam ölçek testlerle optimizasyon önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Geri dönüştürülmüş lastik tozu (GTR), fren balatası, aşınma, sürtünme katsayısı

IMPACT OF GROUND TIRE RUBBER (GTR) ADDITION ON WEAR RESISTANCE-FRICTION STABILITY OF BRAKE PAD COMPOSITES

Assoc.Prof.Dr. Ali Can YILMAZ[1]/ Assoc.Prof.Dr. Ozlem ERDEM YILMAZ[2]
[1]Cukurova University, Dept. of Automotive Technologies, acyilmaz@cu.edu.tr, 0000-0001-9832-9880
[2]Cukurova University, Dept. of Textile Technologies, ozlemerdem@cu.edu.tr, 0000-0002-0976-2162

Abstract

The aim of this study is to quantitatively investigate the effect of using ground tire rubber (GTR) on the tribological performance of phenolic resin-based friction composites. Three formulations were prepared by replacing an inert filler with 0 wt% (BP0), 5 wt% (BP5), and 10 wt% (BP10) GTR; the mixtures were hot-pressed into Ø10×12 mm pin specimens and post-cured at 180 °C for 2 hours. Pin-on-disc tests (ASTM G99) were conducted against an HT250 cast iron disc at 40 N, 1.0 m s^{-1}, 5 km, and 25 °C; in addition, a stepped fade cycle (100→200→300→350 °C) and a recovery cycle at 100 °C were applied (n = 3). Mechanical pre-characterization showed that increasing GTR content reduced density (2.25→2.15 g cm^{-3}), Shore D hardness (92→88), and compressive strength (130→115 MPa). At room temperature, the average friction coefficient (μ) was 0.41 ± 0.02 (BP0), 0.43 ± 0.01 (BP5), and 0.39 ± 0.02 (BP10); while the specific wear rate (SWR, $\times 10^{-6}$ mm^3 N^{-1} m^{-1}) was 3.3 ± 0.2 → 2.5 ± 0.2 → 3.0 ± 0.3, respectively. Thus, 5 wt% GTR provided ≈24% reduction in SWR with a slight increase in μ. At 350 °C, fade (μ loss relative to 100 °C) was −18 ± 2 (BP0), −12 ± 2 (BP5), and −25 ± 3 points (BP10); recovery was measured as 94 ± 2%, 98 ± 2%, and 88 ± 3%, respectively. FESEM observations supported these trends: continuous secondary plateaus/carbonized film were observed in BP5; grooving and micro-ploughing dominated in BP0; while porosity and particle pull-out prevailed in BP10. In conclusion, 5 wt% GTR addition offered the most balanced solution between wear resistance, high-temperature stability, and sustainability; higher GTR levels weakened performance due to matrix discontinuity. Future work is recommended to focus on surface treatments of GTR and dynamometer-based full-scale testing for optimization.

Keywords: Ground tire rubber (GTR), brake pad, wear, friction coefficient

GİRİŞ

Dünya genelinde her yıl yaklaşık bir milyar adet taşıt lastiği kullanım ömrünü tamamlayarak atık haline gelmektedir. Bu atık lastiklerin geleneksel yöntemlerle bertarafı (ör. depolama veya yakma) ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır; düzenli depolama, toprağa zehirli kimyasallar sızdırarak ekosisteme zarar verirken, yakma işlemi sera gazları ve toksik gazlar salarak hava kalitesini düşürmektedir (Zhao ve ark., 2025). Öte yandan, henüz sürdürülebilir ve verimli bir lastik geri dönüşüm teknolojisinin geliştirilmemiş olması nedeniyle atık lastiklerin önemli bir kısmı ya verimsiz yöntemlerle kısmen değerlendirilebilmekte ya da kontrolsüz biçimde doğaya terk edilerek olumsuz çevresel etkilere neden olabilmektedir (Erzincanlı ve Karabörk, 2024). Dolayısıyla, atık lastiklerin geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımı, hem atık yönetimi yükünün azaltılması hem de doğal kaynak tüketiminin düşürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Geri dönüştürülmüş lastik tozu (İng. *ground tire rubber*, GTR), atık lastiklerin değerlendirilmesi için umut vadeden bir yaklaşımdır. Özellikle fren balataları gibi sürtünme malzemelerinde GTR'nin dolgu veya katkı maddesi olarak kullanımı, büyük hacimli atık lastiklerin ekonomiye kazandırılmasını sağlayabilir. Ancak vulkanize kauçuk yapıda olan GTR'nin, katıldığı kompozit malzemenin matriksiyle uyumu sorunlu olabilmektedir; kauçuk parçacıkları matris içinde yeterince bağ yapamadığında kompozitin mekanik ve tribolojik özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Bu teknik zorluğu gidermek için literatürde GTR parçacıklarına çeşitli yüzey işlemleri (ör. yüzey modifikasyonu veya devulkanizasyon) uygulanarak kauçuk-toz/matris ara yüzeyinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yoğunlaşmıştır (Erzincanlı & Karabörk, 2024). GTR kullanımı bazı avantajlar da sunmaktadır: viskoelastik yapısı sayesinde bir sürtünme düzenleyici olarak hareket eden GTR, fren balatası kompozitinin sıkıştırılabilirliğini artırarak titreşim sönümleme kapasitesini ve dolayısıyla gürültü azaltma özelliğini iyileştirebilmektedir. Ayrıca, atık lastik tozunun ilave bir ön işleme gerek kalmaksızın doğrudan balata malzemesine katılabilmesi, dolgu malzemesi maliyetlerini düşürerek ekonomik bir fayda da sağlamaktadır (Chang ve ark. 2018).

Yapılan araştırmalar, fren balatası formülasyonlarına belirli oranlarda GTR eklenmesinin sürtünme performansı üzerinde dengeli etkiler yaratabildiğini göstermektedir. Özellikle düşük ve orta düzeyde GTR içeriğinin (ör. ~%10 ağırlıkça), frenleme sırasında sürtünme katsayısının sıcaklıkla düşmesini engelleyerek fade eğilimini azalttığı, böylece sürtünme katsayısında daha kararlı bir davranış sağladığı bildirilmektedir. Uygun şekilde formüle edilmiş GTR'li balata kompozitlerinde ortalama sürtünme katsayısı da kabul edilebilir aralıkta kalmakta (örn. 0.34–0.52) ve aşınma miktarı %7'nin altında tutulabilmektedir (Chang ve ark. 2018). Diğer bir deyişle, doğru oranda GTR takviyesi, fren balatalarında aşınma direnci, fade davranışı ve sürtünme kararlılığı açısından tatmin edici bir performans elde edilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmada, geri dönüştürülmüş lastik tozunun fren balatası kompozitlerine belirli oranlarda katılarak malzemenin aşınma ve sürtünme performansına etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

1. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, fenolik reçine esaslı sürtünme kompozitlerinde atık polimer olarak geri dönüştürülmüş lastik tozu (GTR) kullanımının aşınma davranışı, sürtünme kararlılığı ve yüksek sıcaklık dayanımı (fade/geri kazanım) üzerindeki etkisini nicel olarak ortaya koymaktır. Bu doğrultuda tek değişkenli bir tasarımla GTR içeriği kütlece %0 (BP0), %5 (BP5) ve %10 (BP10) olacak şekilde ayarlanmış üç formülasyon karşılaştırılmış; başlıca performans çıktıları olarak ortalama sürtünme katsayısı (μ), özgül aşınma hızı (SWR) ve fade/geri kazanım oranları değerlendirilmiştir.

Malzeme ve numune hazırlama: Bağlayıcı faz fenolik reçine; sürtünme değiştiriciler grafit ve kaju tozu; aşındırıcı Al_2O_3; takviye kısa çelik lif (4–6 mm); dolgu barit/kalsit/vermikülit olarak seçilmiştir. GTR (100–300 μm, karbon siyahı içeren), inert mineral dolgunun eşdeğeri yerine ikame edilmiştir. Karışımlar yüksek kesme

mikserde 10 dk homojenize edilmiş, ardından sıcak pres ile Ø10 mm, h ≈ 12 mm pin numuneler 160 °C/10 MPa/10 dk koşullarında şekillendirilmiş ve 180 °C/2 saat artık kür uygulanmıştır. Fiziksel–mekanik ön karakterizasyon kapsamında yoğunluk (Arşimet), Shore D sertlik ve basma dayanımı (ASTM D695) ölçülmüştür.



Şekil 1. Silindirik numuneler

Tribolojik test ve veri indirgeme: Karşı malzeme olarak lamelli gri dökme demir (HT250) disk (Ø100×10 mm, Ra ≈ 0.6 µm) kullanılmıştır. Deneyler pin-on-disc (ASTM G99) düzeniyle 40 N normal yük, 1.0 m·s^{-1} kayma hızı ve 5 km toplam mesafede, 25 °C ortamda yürütülmüş; µ sürekli kaydedilmiştir. Aşınma için tartımla kütle kaybı belirlenmiş, hacim kaybı ΔV=Δm/ρ ile hesaplanmış ve özgül aşınma hızı:

$$\mathrm{SWR} = \frac{\Delta V}{F\,s}\ \left[\mathrm{mm^3\,N^{-1}\,m^{-1}}\right]$$

bağıntısıyla elde edilmiştir (F = 40 N ve s = 5000 m). Fade/geri kazanım değerlendirmesi için disk sıcaklığı adımlı olarak 100→200→300→350 °C'ye çıkarılmış; her adımda 10 dk sürtünme + 5 dk bekleme uygulanmış, ardından 100 °C'de 10 dk geri kazanım döngüsü yürütülmüştür. Tüm koşullar n = 3 tekrar ile test edilmiş; belirsizlikler ortalama ±1 SD olarak raporlanmış; ölçüm hatalarının etkisi SWR ve µ için standart belirsizlik yayılımı yaklaşımıyla sınanmıştır.



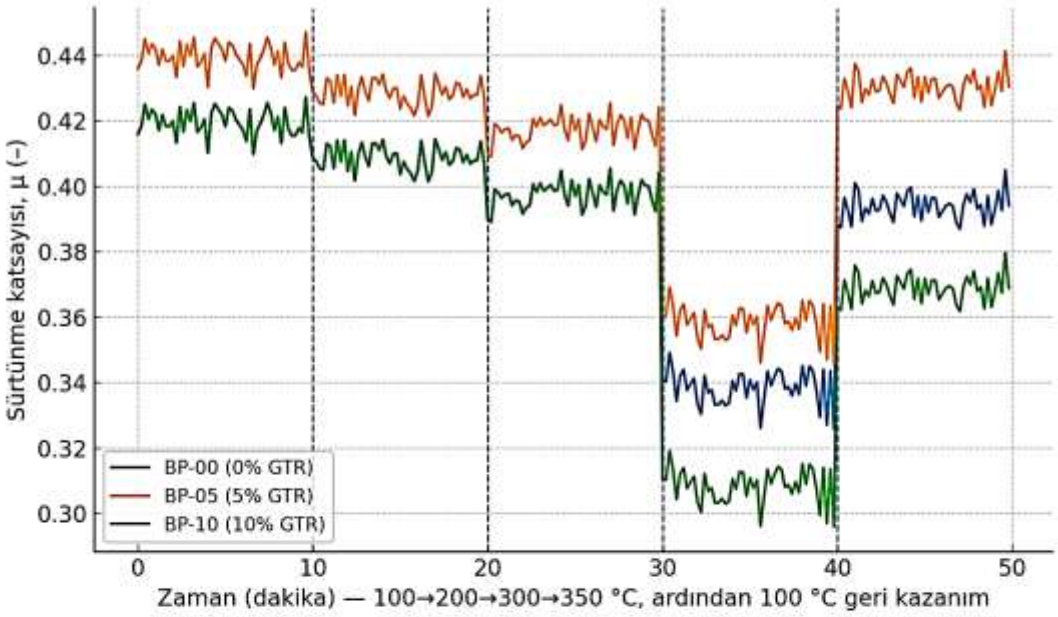
Şekil 2. Deney düzeneği

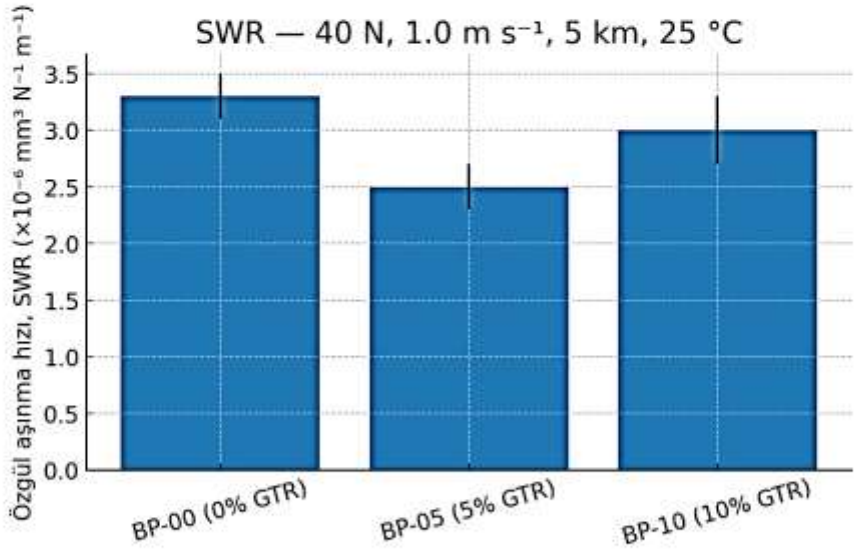
2. BULGULAR ve TARTIŞMA

i. Mekanik ve fiziksel özellikler (25 °C): BP0, BP5, BP10 için sırasıyla yoğunluk 2.25 ± 0.02 → 2.20 ± 0.02 → 2.15 ± 0.02 g cm^{-3}; Shore D sertlik 92 ± 1 → 90 ± 1 → 88 ± 2; basma dayanımı 130 ± 5 → 124 ± 5 → 115 ± 6 MPa ölçülmüştür. GTR artışı yoğunluğu ve rijitliği azaltırken, sürtünme arayüzünde uyumlu temas ve sönümleme eğilimi yaratır; bu, ileride görülecek aşınma hızındaki düşüş ve gürültü/titreşimde azalma (nitel gözlem) ile tutarlıdır.

ii. Oda sıcaklığında sürtünme ve aşınma (25 °C, 5 km): Ortalama μ: 0.41 ± 0.02 (BP0), 0.43 ± 0.01 (BP5), 0.39 ± 0.02 (BP10). SWR ($\times 10^{-6}$ mm^3 N^{-1} m^{-1}): 3.3 ± 0.2 → 2.5 ± 0.2 → 3.0 ± 0.3. BP5'te ≈ %24 daha düşük aşınma ve %+5 civarı μ artışı gözlemlenmiştir; bu, GTR'nin sekonder plato oluşumunu kolaylaştırması ve lastik-karbon fazının geçici transfer filmi ile yüzeyi korumasıyla ilişkilidir. BP10'da aşırı polimer oranı porozite/bağ fazı süreksizliği yaratıp aşınmayı tekrar artırmış ve μ'yu düşürmüştür. Bu davranış, sürtünme kompozitlerinde optimum organik faz varlığının kritik olduğuna dair bilinen eğilimle uyumludur.

iii. Fade ve geri kazanım (100–350 °C adımları): 100 °C'de tüm numuneler μ ≈ 0.42–0.44 bandındayken, 350 °C'de fade (100 °C referansına göre μ kaybı): BP0: −18 ± 2 puan, BP5: −12 ± 2 puan, BP-0: −25 ± 3 puan. Mutlak değerlerle 350 °C'de μ: 0.34 ± 0.02 (BP0), 0.36 ± 0.01 (BP5), 0.31 ± 0.02 (BP10). Geri kazanım döngüsünde 100 °C'ye dönüldüğünde, başlangıç μ'nin korunma oranı: %94 ± 2 (BP0), %98 ± 2 (BP5), %88 ± 3 (BP10). BP5, yüksek sıcaklıkta en düşük fade ve en iyi geri kazanımı göstererek optimumu işaret etmiştir. Bu sonuçlar, GTR'nin ölçülü kullanımında char/film oluşumu ve termal şok sönümlemesi yoluyla sürtünme stabilitesini desteklediğini; aşırı GTR'de ise termal yumuşama ve reçine matris sürekliliğinin zayıflaması nedeniyle fade'in arttığını gösterir.



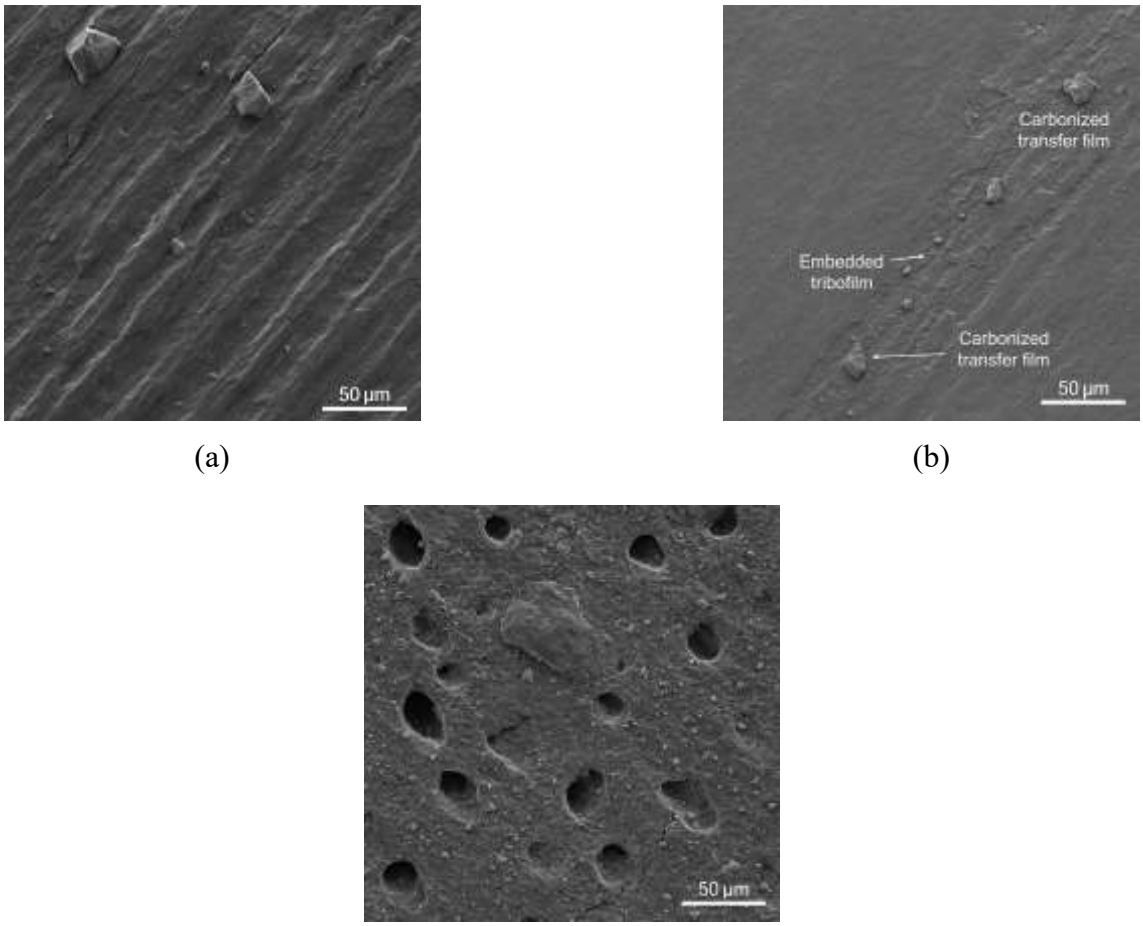


Özellik	BP-00 (0% GTR)	BP-05 (5% GTR)	BP-10 (10% GTR)
Yoğunluk ρ (g/cm³)	2.25 ± 0.02	2.20 ± 0.02	2.15 ± 0.02
Shore D	92 ± 1	90 ± 1	88 ± 2
Basma dayanımı (MPa)	130 ± 5	124 ± 5	115 ± 6
μ @25 °C (–)	0.41 ± 0.02	0.43 ± 0.01	0.39 ± 0.02
SWR (×10⁻⁶ mm³ N⁻¹ m⁻¹)	3.3 ± 0.2	2.5 ± 0.2	3.0 ± 0.3
Fade @350 °C (%)	19.0 ± 2	18.2 ± 2	26.2 ± 3
Geri kazanım @100 °C (%)	94 ± 2	98 ± 2	88 ± 3

Şekil 2. Numunelerin mekanik-fiziksel ve tribolojik performansları

iv. Mikroyapısal gözlemler: FESEM görüntülerine göre, BP5'in aşınmış yüzeyleri grafit-zengin sekonder plato ve karbonize polimer film adacıklarıyla daha sürekli bir tribo-tabaka sergilemiştir; BP0'da keskin Al_2O_3 izleri

ve kısmi mikro-oyulma; BP-10'da ise pull-out boşlukları ve düzensiz film-süremi görülmüştür. Bu morfoloji farkları, yukarıdaki SWR ve fade sonuçlarını açıklamaktadır.



(a) (b)

(c)

Şekil 3. Aşınmış yüzeylerin FESEM görüntüleri; (a) BP0-oluklanma, belirgin mikrooyulma, (b) BP5-sekonder plato/karbonize film sürekliliği, (c) BP10-porozite, baskın pull-out boşlukları

3. SONUÇLAR

Atık lastik tozu (GTR) takviyesi, doğru dozlandığında fren balatasının aşınma direncini artırıp sürtünme stabilitesini iyileştirebilir. %5 GTR, SWR'de ≈ %24 azalma ve μ'de hafif artış (0.41→0.43) sağlamıştır. Fade davranışı 350 °C'de BP5 için −12 puan ile en düşüktür; geri kazanımda %98'e kadar başlangıç μ korunmuştur. %10 GTR aşırı polimer fazı nedeniyle μ düşüşü ve aşınmada artış eğilimi göstermiş, optimumun aşıldığını düşündürmüştür. Mekanik–fiziksel tarafta GTR artışı yoğunluk ve sertliği düşürmüştür (2.25→2.15 g cm^{-3}, Shore D 92→88); tasarım açısından balans gerektirir.

Genel olarak %5 GTR, performans–sürdürülebilirlik dengesinde (atık kullanımının çevresel faydası + tribolojik iyileşme) en uygun seviyedir. Gelecek çalışmalarda tanecik boyutu dağılımı, karbon-siyah içeriği ve çapraz bağlı elastomer oranı kontrol edilerek film kararlılığı daha da artırılabilir; ayrıca yüksek sıcaklıkta oksidatif yaşlandırma ve ısıl döngü testleriyle uzun dönem kararlılık doğrulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Chang, Y. H., Joo, B. S., Lee, S. M., & Jang, H. (2018). Size effect of tire rubber particles on tribological properties of brake friction materials. Wear, 394, 80–86.

Erzincanlı, İ., & Karabörk, F. (2024). Atık lastik tozuna uygulanan yüzey işlemleri ve atık lastik tozunun polimer/orijinal kauçuk bileşimlerinde kullanımının incelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13(1), 1–11.

Zhao, Q., Wu, Y., Xu, J., Xu, J., Zhu, H., He, W., & Li, G. (2025). Pathways to carbon neutrality: A review of life cycle assessment-based waste tire recycling technologies and future trends. Processes, 13(3), 741.

HASTANELERDE ERİŞİLEBİLİRLİĞİ ARTIRMAYA YÖNELİK TEKERLEKLİ SANDALYE KONUM TAKİP PROJESİ

Dr.Öğr.Üyesi Ertuğrul SUNAN, Doktora Öğrencisi, Çağrı KURU
Samsun Üniversitesi, Özdemir Bayraktar Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi,
Uçak Bakım ve Onarım Bölümü, ertugrul.sunan@samsun.edu.tr, ORCID:0000-0003-1646-1752
Samsun Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, cagri_kuru@hotmail.com, ,ORCID: 0009-0002-0205-3221

Özet

Tekerlekli sandalye, hareket kısıtlılığı yaşayan bireylerin bağımsız hareket edebilmesi veya taşınabilmesi için kullanılan bir yardımcı araçtır. Hastanelerdeki tekerlekli sandalyeler, hem hastaların hem de sağlık personelinin işini kolaylaştırmaktadır.

Hastane içerisinde olası aksaklıkların önüne geçmek amacıyla, tekerlekli sandalyelerin konum tespiti için RFID (Radio Frequency Identification), BLE (Bluetooth Low Energy) ve GPS (Global Positioning System) 3 farklı takip sistemi incelenmiş olup, ekonomik sebeplerden dolayı BLE(Bluetooth Low Energry) seçilmiştir.

Hastanelerde erişebilirliği artırmaya yönelik tekerlekli sandalye konum takip projesi tekerlekli sandalye BLE Beacon Kartı, tespit alıcı devresi, tekerlekli sandalye izleme masaüstü programı ve çağrı cihazı olmak üzere 4 ana bileşenden oluşmaktadır.

Tekerlekli sandalye BLE Beacon Kartında BLE yayını için Nrf51822 mikroişlemcisi, tekerlekli sandalye tespit alıcı devresinde ESP32 tabanlı WT32-ETH01 ethernet modül, izleme programı için Microsot Visual Studio masaüstü programı kullanılmaktadır. Tekerlekli sandalye alıcı tespit devresi, hastane içerisinde yayılan BLE sinyallerini algılamakta ve bu sinyallerden elde edilen verileri TCP/IP üzerinden tekerlekli sandalye izleme programına aktarmaktadır. Kullanıcılar, bu program aracılığıyla hastane içerisindeki tekerlekli sandalyelerin konumlarını anlık olarak takip edebilmektedir. Ayrıca, tekerlekli sandalyelerin hastane dışına çıkması durumunda güvenlik personelinin elinde bulunan çağrı cihazlarına otomatik bildirim gönderilerek hızlı müdahale imkânı sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tekerlekli Sandalye, Bluetooth Low Energy, NRF51822 Eval Kit, Çağrı Cihazı

WHEELCHAİR LOCATİON TRACKİNG PROJECT İN HEALTHCARE FACİLİTİES

Asst. Prof. Dr. Ertuğrul SUNAN, PhD Candidate Çağrı KURU
Samsun University, Özdemir Bayraktar Faculty of Aviation and Space Sciences,
Department of Aircraft Maintenance and Repair, ertugrul.sunan@samsun.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-1646-1752
Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Electrical and Electronics Engineering, cagri_kuru@hotmail.com,
ORCID: 0009-0002-0205-3221

Abstract

A wheelchair is an assistive device used by individuals with mobility limitations to move independently or to be transported. In hospitals, wheelchairs are an essential part of healthcare services, facilitating the work of both patients and healthcare staff.

To prevent potential disruptions within hospitals, three different tracking systems for wheelchair location detection were evaluated:RFID (Radio Frequency Identification),BLE (Bluetooth Low Energy),GPS (Global Positioning System) Due to economic considerations, BLE-based tracking was selected as the most suitable solution.

The Wheelchair Location Tracking Project, designed to enhance accessibility in hospitals, consists of four main components:Wheelchair BLE Beacon Card Utilizes the nRF51822 microcontroller for BLE broadcasting.Detection Receiver Circuit Captures BLE signals emitted within the hospital.

Uses an ESP32-based WT32-ETH01 Ethernet module to transmit the data via TCP/IP. Wheelchair Monitoring Desktop Application Developed with Microsoft Visual Studio. Enables real-time monitoring of wheelchair locations within the hospital. Pager Device Sends automatic alerts to security personnel if a wheelchair exits the hospital premises. Provides rapid intervention to prevent loss or misuse. Through this system, hospitals can effectively manage wheelchairs, prevent losses, and improve patient and visitor satisfaction by ensuring quick and easy access to available wheelchairs.

Keywords: Wheelchair, Bluetooth Low Energy, NRF51822 Eval Kit, Pager

GİRİŞ

Tekerlekli sandalye, hareket kısıtlılığı yaşayan bireylerin bağımsız hareket edebilmesi veya taşınabilmesi için kullanılan bir yardımcı araçtır. Hem hasta taşımada geçici bir çözüm olarak hem de günlük yaşamda kalıcı bir ihtiyaç olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2: Tekerlekli Sandalye

Hastanelerdeki tekerlekli sandalyeler, sağlık hizmetlerinin ayrılmaz bir parçası olup ve hem hastaların hem de sağlık personelinin işini kolaylaştırmaktadır. Genel olarak üç temel amaç için kullanılır:

Hasta Taşımada Kolaylık

- Tekerlekli sandalyeler, yürüme zorluğu olan, ameliyat sonrası ayağa kalkamayan veya acil serviste hızlı taşınması gereken hastalar için kullanılmaktadır.
- Hastaların bir servisten diğerine, tetkik odalarına veya taburcu alanına güvenli şekilde ulaşmasını sağlamaktadır.

Zaman ve İş Gücü Tasarrufu

- Hemşireler ve sağlık personeli, hastaları kolayca taşıyarak zaman kazanılmaktadır.
- Özellikle büyük hastanelerde, sandalye sayesinde hasta nakilleri daha hızlı gerçekleşir ve personelin fiziksel yükü azalmaktadır.

Tekerlekli sandalyeler hastaların taşınması ve poliklinikler arası taşımada hayati öneme sahiptir. Ancak günlük kullanımda yaşanan en büyük sorunlardan biri, tekerlekli sandalyelerin ihtiyaç anında hasta, hasta yakını veya sağlık personeli tarafından kolayca bulunamamasıdır. Bu durum hem hasta memnuniyetini düşürmekte, hem de sağlık hizmeti sunumunda aksamalara neden olmaktadır.

YÖNTEM

Hastane içerisinde olası aksaklıkların önüne geçmek amacıyla, tekerlekli sandalyelerin konum tespiti için RFID (Radio Frequency Identification), BLE (Bluetooth Low Energy) ve GPS (Global Positioning System) 3 farklı takip sistemi incelenmiştir.

- **RFID (Radio Frequency Idenfication)**

RFID radyo frekansları kullanılarak nesneleri tespit etme teknolojisi olup, temassız güvenilir bir takip sistemidir.



Şekil 3:RFID(Radio Frequency Identification)

RFID teknolojisi enerji ve frekansa göre 2 farklı teknolojiye göre çalışmaktadır. Enerjiye göre aktif ve pasif RFID olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

- **Aktif RFID:** Aktif RFID kendi sinyalini yaymakta olup, pil ile çalışmaktadır. Uzun mesafelerde etkili olup güçlü bir teknolojidir.
- **Pasif RFID:** Pasif RFID pil gerektirmeden çalışır ve 10 cm ile 2 m arasında kısa mesafelerde etkili, pratik ve ekonomik bir çözümdür.

Çalışma frekanslarına göre LF(düşük frekans), HF(yüksek frekans), UHF(Ultra Yüksek Frekans) ve Mikrodalga UHF olmak üzere 4 kategoriye ayrılmaktadır.

- **LF (Low Frequency, 125–134 kHz):** Okuma mesafesi yaklaşık 10 cm olup, yavaş veri aktarımına sahiptir. Proximity kartlar düşük frekans aralığında çalışmaktadırlar.



Şekil 4: Proximity Kart(125 KHz)

- **HF (High Frequency, 13.56 MHz):** Okuma mesafesi yaklaşık 10 cm- 1m olup, orta hızda veri aktarımına sahiptir. NFC (yakın alan iletişimi), Milfare kartlar ve ulaşım kartları yüksek frekans aralığında çalışmaktadırlar.



Şekil 5:Milfare Kart

- **UHF (Ultra High Frequency, 860–960 MHz):** Okuma mesafesi: 1 – 12 m (pasif), 100 m+ (aktif) olup, hızlı veri aktarımına sahiptir. Lojistik depo araç geçiş sistemi hastane ekipman takibinde kullanılmaktadırlar.
- **Mikrodalga RFID (2.45 GHz, 5.8 GHz):** Okuma mesafesi: 1 – 10 m olup, çok hızlı veri aktarımına sahiptir. Otoyol ücret toplama(HGS/OGS) sistemlerinde kullanılmaktadır.

- **GPS (Global Positioning System)**

GPS, uydular aracılığıyla dünya üzerindeki konumu belirleyen bir teknolojik bir sistemdir, İlk olarak ABD Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilmiştir,



Şekil 6:GPS (Global Positioning System)

GPS, enlem (latitude), boylam (longitude), yükseklik (altitude) ve zaman bilgisi sağlayarak hem askeri hem de sivil alanlarda yaygın olarak kullanılan güçlü bir teknolojidir. Dünya yörüngesinde bulunan 24'ten fazla aktif GPS uydusu sürekli sinyal göndererek kesintisiz hizmet sunmaktadır. Yeryüzündeki GPS alıcıları aynı anda en az 4 uydu ile iletişim kurar; bu uydulardan 3'ü yaklaşık konum bilgisini sağlarken 4. uydu kesin konumu (enlem, boylam, yükseklik ve zaman) belirler. Elde edilen bu veriler, trilateration (üçgenleme) yöntemiyle işlenerek kullanıcının tam ve doğru konumu hesaplanır.

- **BLE (Bluetooth Low Energy)**

Bluetooth, 2.4 GHz ISM bandında (2.402–2.480 GHz) çalışan kablosuz radyo sinyalleri kullanmaktadır.



Şekil 7: Bluettooth

Bu sinyal, cihazlar arasında kısa mesafede veri iletimini sağlamaktadır. Bluetooth iletiminde dijital veri radyo dalgasına çevrilerek veri havadan iletilmektedir.Bluetooth Low Energy (BLE), Bluetooth 4.0 ile tanıtılan ve çok düşük enerji tüketimi için tasarlanmış bir kablosuz iletişim teknolojisidir.



Şekil 8: BLE(Bluetooth Low Energy)

Klasik Bluetooth'a göre Bluetooth Low Energy (BLE) çok daha az güç harcar ama küçük veri paketlerini iletmekte oldukça etkilidir. Özellikle IoT(internet of things) cihazları, giyilebilir teknolojiler, medikal cihazlar ve iç mekân konum takip sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bluetooth Low Energy (BLE) 2 farklı modda çalışmaktadır.

- **Advertising (Yayın) Modu:** Yayın modunda BLE Baecon küçük veri paketleri yollamaktadır. Veri paketleri sensör verisi, cihaz kimliği gibi verilerden oluşmaktadır.
- **Connection (Bağlantı) Modu:** Bağlantı modunda bir cihaz başka bir BLE cihazına bağlanarak veri aktarımı yapmaktadır.

- **Tekerlekli Sandalye Proje Çalışma Prensibi**

Tekerlekli sandalyelere BLE beacon (işaretçi) yerleştirilir. Tekerlekli sandalyelere yerleştirilen BLE Baecon kartları bataryanın daha uzun süre dayanması için Advertising(Yayın) çalışma modunda çalışmaktadır.



Şekil 9:NRF51822 Eval Kit

Tekerlekli sandalyelere yerleştirilen BLE beacon için nRF51822 Evak Kit mikroişlemcisi kullanılmaktadır. Bluetooth alıcılarının tekerlekli sandalyelerinin konumunun hesaplanmasında RSSI(Received Signal Strength Indicator) kullanılmaktadır.

- RSSI:RSSI değeri dBm (desibel-miliwatt) birimini kullanmaktadır.RSSI her zaman negatif değer almaktadır.

  -30 dBm → Çok güçlü sinyal (yakın mesafe)

  -60 dBm → Orta seviye

  -90 dBm → Çok zayıf sinyal (uzak veya engeller var)

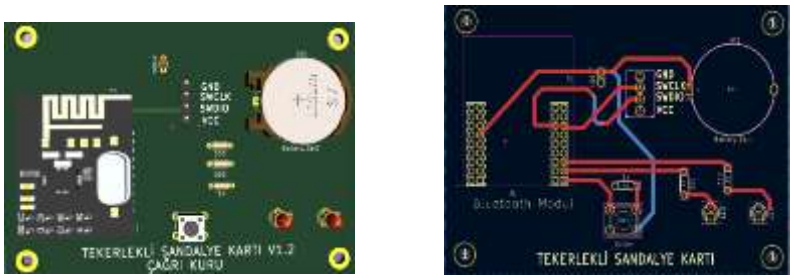
Tekerlekli sandalye alıcı tespit devresi, hastane içerisinde yayılan BLE sinyallerini algılamakta ve bu sinyallerden elde edilen verileri TCP/IP üzerinden tekerlekli sandalye izleme programına aktarmaktadır. Kullanıcılar, bu program aracılığıyla hastane içerisindeki tekerlekli sandalyelerin konumlarını anlık olarak takip edebilmektedir. Ayrıca, tekerlekli sandalyelerin hastane dışına çıkması durumunda güvenlik personelinin elinde bulunan çağrı cihazlarına otomatik bildirim gönderilerek hızlı müdahale imkânı sağlanmaktadır.

Tekerlekli sandalye konum tespit projesi 4 ana bileşenden oluşmaktadır.

- Tekerlekli Sandalye BLE Beacon Kartı
- Tekerlekli Sandalye Tespit Alıcı Devresi
- Tekerlekli Sandalye İzleme Masaüstü Programı
- Çağrı Cihazı

- **Tekerlekli Sandalye BLE Beacon Kartı.**

Tekerlekli sandalye takip sistemi için geliştirilen BLE Beacon kartı, 1 adet nRF51822 Eval Kit, 2 adet LED, 1 adet buton ve 1 adet CR2032 pilden oluşmaktadır. Kart, Bluetooth Low Energy teknolojisi ile çalışmakta olup düzenli aralıklarla sinyal yaymaktadır. Sistemin uyku modunda çalışacak şekilde tasarlanmış olması, enerji tüketimini en aza indirerek CR2032 pilin uzun süre dayanmasını sağlamaktadır. Bu sayede beacon kartı, düşük güç tüketimiyle uzun ömürlü, güvenilir ve bakım gereksinimi düşük bir çözüm sunmaktadır.



Şekil 10: Tekerlekli Sandalye BLE Beacon Kartı

Tekerlekli Sandalye BLE Beacon kartının devre çizimi Şekil 8'de gösterildiği gibi Kİ CAD çizimi yapılmıştır. BLE Baecon cihazının pilinin uzun süre dayanması için Advertising(Yayın) Modu olarak programlanmıştır.

- **Tekerlekli Sandalye Tespit Alıcı Devresi:**

Tekerlekli sandalye tespit alıcı devresinde Ethernet modülü / seri-Ethernet dönüştürücü olan WT32-ETH01 kullanılmaktadır. Bu mikro denetleyici sayesinde tespit edilen tekerlekli sandalyelerin UUID ve pil durumlarını TCP/IP aracılıyla ana programa göndermektedir.



Şekil 11: Tekerlekli Sandalye Tespit Alıcısı Devresi

- **Tekerlekli Sandalye İzleme Masaüstü Programı**

Microsoft Visual Studio ile geliştirilen masaüstü uygulama sayesinde kullanıcılar, hastane içerisindeki tekerlekli sandalyelerin anlık konum bilgilerine hızlı ve güvenilir şekilde erişebilecektir.



Şekil 12: Tekerlekli Sandalye İzleme Masaüstü Programı

Tekerlekli sandalye izleme masaüstü programı tekerlekli sandalye kayıt işlemleri, izleme, alıcı tespit devrelerinin konumlarının belirlenmesi vb. işlemler yapılmaktadır.

- **Çağrı Cihazı (Pager)**

Pager, 1980'li ve 1990'lı yıllarda yaygın kullanılan, tek yönlü veya çift yönlü kısa mesaj ileten taşınabilir bir iletişim cihazıdır. Günümüzde de özellikle hastane gibi kritik alanlarda güvenilirliği sayesinde tercih edilmektedir. Tekerlekli sandalyelerin hastane dışına çıkması durumunda, güvenlik personelinin üzerinde bulunan çağrı cihazlarına otomatik bildirimler iletilerek hızlı ve etkin müdahale sağlanmaktadır.



Şekil 13:Çağrı Cihazı(Pager)

SONUÇ

Tekerlekli sandalye tespit projesinde 3 farlı teknoloji detaylı olarak incelenmiştir.

- **RFID (Radyo Frekans Tanımlama):** Hastane içerisinde tekerlekli sandalyelerin tespiti için UHF RFID teknolojisi uygun bir seçenek olarak değerlendirilmiştir. Ancak, UHF okuyucuların yüksek maliyetli olması ve etiketlerin genellikle okuyucunun doğrudan görüş alanında bulunmasını gerektirmesi nedeniyle bu yöntem tercih edilmemiştir.

- **GPS (Global Positioning System):** GPS teknolojisi konum belirlemede etkin bir yöntem olmakla birlikte, SIM kart kullanım zorunluluğu nedeniyle bu çözüm tercih edilmemiştir.

- **BLE (Bluetooth Low Energy):** BLE teknolojisi, GPS'te olduğu gibi ücretli bir abonelik gerektirmemesi ve RFID'de olduğu gibi yüksek maliyet oluşturmaması sayesinde tekerlekli sandalye tespit projesinde en uygun çözüm olarak tercih edilmiştir.

KAYNAKLAR

K. E. Jeon, J. She, P. Soonsawad and P. C. Ng, "BLE Beacons for Internet of Things Applications: Survey, Challenges, and Opportunities," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 811-828, April 2018, doi: 10.1109/JIOT.2017.2788449.

M. Kodialam, T. Nandagopal and W. C. Lau, "Anonymous Tracking Using RFID Tags," IEEE INFOCOM 2007 - 26th IEEE International Conference on Computer Communications*, Anchorage, AK, USA, 2007, pp. 1217-1225, doi: 10.1109/INFCOM.2007.145.*

SIGNIFICANCE OF USING RECYCLABLE MATERIALS IN AUTOMOBILES

Assoc. Prof. Dr, Fevzi KELEN[1]
[1]Van Yüzüncü Yıl University, Motor Vehicles and Transport Technology, fkelen@yyu.edu.tr, 0000-0003-3900-4503

Abstract

Recycling, which is among the indispensable components of modern industry, holds critical importance in terms of natural resources, the environment, and the economy. The rapid increase in the global population and the significant acceleration in consumption are leading to a substantial decline in raw material reserves with each passing day. Reducing material consumption and reintegrating inert materials into production make it possible to utilize underground mineral resources more efficiently. Furthermore, it contributes to the reduction of energy consumption, environmental pollution, and waste generation. In vehicle manufacturing, a wide variety of recyclable materials based on metals, polymers, ceramics, and composites are utilized. The reintegration of these materials into the manufacturing process not only minimizes the waste of natural resources, energy consumption, ecological degradation, and pollutant levels, but also significantly reduces production costs. In this context, the use of recyclable materials in vehicle manufacturing has become a necessity. On the other hand, it is also of vital importance for a sustainable future. Therefore, the materials used in manufacturing are required not only to possess superior specific properties but also to be recyclable. Particularly, among metal-containing materials that constitute a significant portion of automotive manufacturing—such as iron, steel, aluminum, copper, titanium, nickel, and magnesium—those suitable for recycling should be preferred. Although plastics, rubber, glass, carbon fiber, and textile-based materials constitute a smaller proportion, their recyclability is highly important due to the significant contribution they make to the volume of material reuse. The present study aims to highlight the importance of recyclable material consumption in the automotive industry. Furthermore, it has been established that the consumption of recycled materials in vehicle manufacturing is one of the fundamental requirements for sustainable production.

Keywords: Natural resources, Recycling, Sustainability, Automotive materials

OTOMOBİLLERDE GERİ DÖNÜŞEBİLİR MALZEME KULLANIMININ ÖNEMİ

Özet

Modern sanayinin vazgeçilmez unsurları arasında yer alan geri dönüşüm doğal kaynaklar, çevre ve ekonomi açısından kritik önem arz etmektedir. Küresel nufustaki hızlı artış ve tüketimdeki büyük ivmelenme hammadde rezevlerinin her geçen gün ciddi oranlarda azalmasına yol açmaktadır. Malzeme sarfiyatının düşürülmesi ve atıl durumdaki materyallerin yeniden kullanıma kazandırılması yer altı cevherlerinin daha verimli tüketilmesi mümküm kılmaktadır. Ayrıca enerji sarfiyatı, çevre kirliliği ve atık miktarını da önlemektedir. Taşıt imalatında metal, polimer, seramik ve kompozit esaslı birçok farklı türde geri dönüşebilir malzeme kullanılmaktadır. Bunların tekrardan inşa sürecine dahil edilmesi sadece doğal kaynak israfı, enerji tüketimi, ekolojik bozulma ve kirletici oranını değil aynı zamanda üretim maliyetlerini de asgari düzeye çekmektedir. Bu bağlamda araç yapımında geri dönüşebilir malzeme kullanımı bir zorunluluk halini almıştır. Diğer taraftan sürdürülebilir bir gelecek içinde son derece hayatidir. Dolayısıyla imalatta sarf edilen malzemelerin üstün spesifik karakteristiklerin yanı sıra geri dönüştürebilir nitelikte olması gerekmektedir. Özellikle otomotiv yapımın önemli bir kısmını oluşturan demir, çelik, alüminyum, bakır, titanyum, nikel ve magnezyum gibi metal içerikli malzemelerden geri kazanıma uygun olanlar daha çok tercih edilmelidir. Plastik, lastik, cam, karbon fiber ve tekstil kökenli gibi geri kalanlar ise her ne kadar düşük oranlarda olsa da yeniden kullanım hacmine sağladıkları ciddi katkı nedeniyle geri dönüşebilir olması oldukça ehemmiyetlidir. Mevcut çalışmada, otomotiv endüstrisinde geri dönüşebilir malzeme sarfiyatının önemine dikkat çekilmek istenmiştir. Taşıt imalatında, ayrıca, geri dönüşümlü malzeme tüketiminin sürdürülebilir üretimin temel gereksinimlerinden biri olduğu hususu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Doğal kaynaklar, Geri dönüşüm, Sürdürülebilirlik, Otomotiv malzemeleri

GENERATING METHODS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Assoc. Prof. Dr, Fevzi KELEN[1]
[1]Van Yüzüncü Yıl University, Motor Vehicles and Transport Technology, fkelen@yyu.edu.tr, 0000-0003-3900-4503

Abstract

In the automotive industry, manufacturing processes such as machining, non-machining, and modern fabrication techniques are frequently employed by considering factors including material selection, supply, design, initial setup and operating costs, environmental factors, legal requirements, and customer demands. While machining methods such as turning, milling, and grinding are used less frequently, non-machining processes—including casting, plastic deformation techniques like forging, rolling, extrusion, wire drawing, sheet forming, as well as welding—are more commonly preferred. In addition, advanced manufacturing methods such as powder metallurgy, mechanical alloying, in-situ processing, plasma spraying, and the increasingly popular additive manufacturing are also employed. Techniques such as stir casting, squeeze casting, and pressure casting have gained prominence due to their ease of producing complex geometric parts, suitability for mass production, and relatively lower costs compared to other methods. However, drawbacks such as porosity formation within the structure during the process, weak interfacial characteristics, and coarse grain size pose significant disadvantages. Powder metallurgy methods frequently used in composite material production, such as hot isostatic pressing, spark plasma sintering, and hot pressing, are notable for providing improved final mechanical properties like strength and ductility. In these methods, the lower manufacturing temperatures enable the formation of stronger matrix-reinforcement interfacial bonds. However, the operating costs are high. Other processes are still predominantly at the experimental stage. This study focuses on the manufacturing techniques employed in the automotive sector, examining their process parameters along with associated benefits and drawbacks. Additionally, their impacts on the ecosystem and the economy have also been analyzed.

Keywords: Production techniques, Casting, Powder metallurgy, Automotive materials

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE İMALAT METOTLARI

Özet

Malzeme seçimi, tedarik, tasarım, ilk kurulum ve işletme maliyetleri, çevresel faktörler, yasal gereksinimler ve müşteri talepleri göz önünde bulundurularak talaşlı, talaşsız ve modern imalat teknikleri gibi yöntemler otomotiv endüstrisinde üretim prosesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Tornalama, frezeleme, taşlama gibi talaşlı imalat yöntemleri, döküm ve dövme, haddeleme, ekstrüzyon, tel çekme, sac şekillendirme gibi plastik şekil verme ve kaynak gibi talaşsız imalat metotlarına kıyasla daha az tercih edilmektedir. Bunların yanı sıra toz metalurjisi, mekanik alaşımlama, in-situ prosesi, plazma püskürtme ve son zamanlarda oldukça yaygınlaşan eklemeli imalat gibi ileri üretim yöntemleride sarf edilmektedir. Karıştırmalı, sıkıştırmalı ve basınçlı döküm gibi teknikler ile kompleks geometrik parçaların kolay üretimi, seri imalata uygunlukları ve diğerlerine kıyasla nispeten daha ekonomik olmaları bunları ön plana çıkarmıştır. Fakat proses sürecinde yapı içerisinde karşılaşılan porozite teşekkülü, zayıf ara yüzey karakteristikleri ve kaba tane boyutu gibi sakıncalar ciddi dezavantaja neden olmaktadır. Kompozit malzeme eldesinde son derece sık kullanılan sıcak izostatik presleme, kıvılcımlı sinterleme ve sıcak presleme gibi toz metalurjisi metotları ise mukavemet ve süneklik gibi mekanik davranışlarda daha iyi nihai özellikler sağlaması ile dikkat çekmektedir. Bu yöntemlerde düşük imalat sıcaklıkları daha güçlü matris takviye ara bağı oluşumunu mümkün kılmaktadır. Ancak işletme giderleri yüksektir. Diğer prosesler ise daha çok deneysel ölçektedir. Mevcut çalışmada otomotiv endüstrisinde kullanılan imalat metotlarına, proses parametrelerine, avantaj ve dez avantajlarına dikkat çekilmiştir. Bunların, ayrıca, ekosistem ve ekonomi üzerindeki tesirleride analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Üretim teknikleri, Döküm, Toz metalurjisi, Otomotiv malzemeleri

MEMLÜKLER DÖNEMİ HADİS ÇALIŞMALARINA YÖNELİK GÜNÜMÜZ ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi, Nagihan EMİROĞLU
Kastamonu Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Hadis Anabilim Dalı, nemiroglu@kastamonu.edu.tr, ORCID 0000-0002-9998-3486

Özet

Memlükler hâkim oldukları coğrafyada askeri ve siyasi başarılar gösteren ve sağladıkları istikrar ortamıyla ilmin gelişmesine katkı sağlayan bir Türk devletidir. Yaklaşık üç asır boyunca ulemaya ev sahipliği yapan Memlük Devleti, hemen her ilim dalında olduğu gibi özelde hadis alanında da pek çok âlimin yetişmesine, hadis ilminin hemen her türünde sayısız örnekler verilmesine olanak sağlamıştır. Hadis literatürünün doğuşundan gelişimine geçen sürenin her ne kadar farklı şekillerde dönemlere ayrılması mümkün olsa da Memlük Dönemini içine alan asırlar, açılım dönemi olarak da tavsif edilmektedir. Bu dönemde mevcut literatür yeniden gözden geçirilerek, yorumlanarak ya da tasnif edilerek kullanım kolaylığı sağlanmış, doğru ve anlaşılır bilgi üretme gayreti içinde olunmuştur. Ancak bu dönemde telif edilen eserlerin büyük bir külliyat oluşturmasına ve hadis ilmi açısından başucu niteliğindeki kitapların yine bu dönemde kaleme alınmış olmasına rağmen Memlük araştırmalarının yakın zamana kadar hak ettiği değere sahip olduğunu söylemek mümkün değildir. Öte yandan son on-onbeş yıl içinde bu dönemin sempozyum ya da ilmi toplantılara konu edilmesi, dönemin daha yakından tanınmasına ve alanla ilgili akademik çalışmaların yaygınlaşmasına vesile olmuştur. Bu bağlamda son yıllarda hadis ilmi açısından Memlükler Döneminin mercek altına alınmaya başlandığı ve hadis tarihi çalışmaları kapsamında bu alana artan bir yönelim olduğu görülen bir gerçektir. Bu tebliğ hadis tarihi açısından Memlük Dönemi çalışmalarının neden önemli olduğu sorusu üzerinden dönemin hangi açılardan çalışıldığını ve ne tür çalışmalara konu edilebileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda tebliğ Memlük Dönemi literatürüne değil, günümüz Memlük Dönemi çalışmalarına odaklanmaktadır. Bu kapsamda Memlük Dönemi'ne yönelik yapılmış akademik tezler ve makaleler taranmış; bu çalışmaların konu başlıkları ve yaklaşımları analiz edilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde son yıllarda Memlükler Dönemine yönelik akademik ilgide belirgin bir artış olduğu ve genellikle bu çalışmaların dönemin eğitim kurumları, ulema aileleri, Memlük âlimleri ve bu dönemde yazılan eserler üzerine yoğunlaştığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Memlükler, Hadis, Literatür, Tasnif, Araştırma

CONTEMPORARY RESEARCH TRENDS ON HADITH STUDIES IN THE MAMLUK PERIOD

Dr. Nagihan EMİROĞLU
Kastamonu University, Faculty of Theology, Department of Hadith Studies
nemiroglu@kastamonu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9998-3486

Abstract

The Mamluks, a Turkish state that exhibited remarkable military and political achievements within the territories they governed, also contributed to the advancement of knowledge by ensuring an atmosphere of stability. For nearly three centuries, the Mamluk state became home to scholars and enabled the cultivation of numerous prominent figures in various fields of knowledge, particularly in the science of hadith. It was during this period that a vast number of works were produced across nearly all branches of hadith studies. Although the development of hadith literature can be divided into various historical stages, the centuries encompassing the Mamluk period are often described as an "era of expansion." During this era, the existing literature was revisited, reinterpreted, and systematically organized to ensure easier access and the production of accurate and comprehensible knowledge.

Despite the fact that the works authored during this period constitute an extensive corpus and that many seminal and reference texts of hadith studies were written at that time, it is difficult to claim that Mamluk studies have received the attention they deserve until relatively recently. However, in the past ten to fifteen years, the increasing inclusion of this period as a subject of symposiums and academic conferences has contributed to a closer understanding of the Mamluk era and the proliferation of scholarly works in this area. In this context, it is evident that, in recent years, the Mamluk period has begun to attract significant scholarly attention within the framework of hadith history, reflecting a growing academic interest in this field.

This paper aims to explore why research on the Mamluk period is significant from the perspective of hadith history, what aspects of the period have been studied, and what topics remain open to scholarly investigation. The study focuses not on the hadith literature of the Mamluk period itself but on modern academic research pertaining to this era. Accordingly, academic theses and articles on the Mamluk period have been surveyed, and their themes and approaches have been analyzed. The findings reveal a noticeable rise in scholarly interest in the Mamluk period in recent years, with most studies concentrating on the educational institutions of the time, scholarly families, prominent Mamluk scholars, and the works produced during this era.

Keywords: Mamluks, Hadith, Literature, Classification, Research

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE PROJE TABANLI ÖĞRENMEYE YÖNELİK ALGILARI

Yüksek Lisans Öğrencisi, Merve Betül KÜÇÜKDEVLET[1]
[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı,
mervebetulcicek@gmail.com, 0009-0003-0033-6022

Özet

Proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden ve eleştirel düşünme, problem çözme gibi becerileri geliştiren etkili bir öğretim yaklaşımıdır. Sosyal bilgiler derslerinde bu yöntemin uygulanması öğrencilerin derse ilgisini artırmak ve öğrenme kazanımlarını güçlendirmek açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilindeki ortaokul öğrencilerinin sosyal bilgiler dersinde proje tabanlı öğrenmeye yönelik algılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 120 öğrenciyle yüz yüze uygulanan anket yöntemi ile yürütülmüştür. Katılımcıların demografik bilgileri cinsiyet, sınıf düzeyi ve sosyal bilgiler dersine ilgi düzeyi olarak belirlenmiştir. Veriler, proje tabanlı öğrenmenin dersleri daha ilgi çekici hâle getirme, öğrenme kazanımlarını artırma, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini destekleme, sınıf arkadaşlarıyla iş birliği sağlama, ders materyalleri ile uyum ve anlaşılabilirlik, günlük yaşamla bağlantı kurma, motivasyon artırma, dersin anlaşılmasını kolaylaştırma ve öğretmen rehberliğinin yeterliliği gibi boyutlarını ölçen 10 maddelik 5'li Likert ölçeği ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin genel olarak proje tabanlı öğrenmeye olumlu tutum sergilediği ve proje tabanlı öğrenmelerin daha fazla uygulanması gerektiği görüşünde oldukları belirlenmiştir. Öğrenciler ders materyalleri ve etkinliklerin anlaşılabilirliğini orta düzeyde yeterli bulmakta olup kız öğrencilerin erkeklere kıyasla projelere daha olumlu yaklaştığı, sınıf düzeyi ve ders ilgisine göre bazı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin proje tabanlı öğrenme etkinliklerini daha yaygın ve etkili biçimde uygulamaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Bilgiler Eğitimi, Proje Tabanlı Öğrenme, Öğrenci Algısı

MIDDLE SCHOOL STUDENTS' PERCEPTIONS OF PROJECT-BASED LEARNING IN SOCIAL STUDIES LESSONS

Master's Student, Merve Betül KÜÇÜKDEVLET[1]
[1] Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Department of Social Studies Education,
mervebetulcicek@gmail.com, ORCID: 0009-0003-0033-6022

Abstract

Project-based learning is an effective instructional approach that promotes active student engagement and develops skills such as critical thinking and problem solving. Implementing this approach in social studies lessons is important for increasing students' interest in the subject and enhancing learning outcomes. This study aimed to examine middle school students' perceptions of project-based learning in social studies lessons in Kahramanmaraş. The research was conducted using a face-to-face survey with 120 students. Participants' demographic information, including gender, grade level, and interest in social studies, was collected. Data were obtained through a 10-item 5-point Likert scale measuring dimensions such as enhancing the appeal of lessons, improving learning outcomes, supporting critical thinking and problem-solving skills, facilitating collaboration with peers, alignment and clarity of course materials, connecting activities to daily life, increasing motivation, facilitating understanding of the lesson, and adequacy of teacher guidance. Findings indicated that students generally held positive attitudes toward project-based learning and emphasized that it should be implemented more frequently. Students evaluated the clarity and comprehensibility of course materials and activities as moderately sufficient, with female students showing slightly more positive perceptions than male students. Differences were also observed based on grade level and interest in social studies. The study highlights the applicability of project-based learning in social studies lessons and provides evidence that it can enhance student engagement and learning outcomes. Accordingly, it is recommended that teachers implement project-based learning activities more broadly and effectively.

Keywords: Social Studies Education, Project-Based Learning, Student Perceptions

XIX ƏSR AZƏRBAYCAN MAARİFÇİ POEZİYASI VƏ MULTİKULTURALİZM

Günel HÜMMƏTOVA (PƏNIYEVA) Saleh
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,
Ədəbiyyatın tədrisi texnologiyası kafedrasının baş müəllimi,f.ü.f.dok
Mail: gunelpeniyeva@mail.ru
Orcid ID:0000-0002-8916-3484

Xülasə

Mirzə Şəfi Vazeh XIX əsr Azərbaycan maarifçiliyinin böyük simasıdır. Onun yaradıcılığında maarifçilik ideyaları, elm və təhsilin insan həyatındakı rolu, milli kimlik – xalqın dirçəlişi üçün maarifin vacibliyi, bəşəri ideyalar – tolerantlıq, qardaşlıq, millətlərarası bərabərlik xüsusi yer tutur. Vazeh həm Azərbaycan, həm də Avropa ədəbiyyatında Şərq maarifçiliyinin bəşəri simvolu kimi tanınır. Mirzə Şəfi Vazeh (1794–1852) həm XIX əsr Azərbaycan maarifçiliyinin görkəmli nümayəndəsi, həm də Avropa–Şərq ədəbi körpüsü yaradan böyük bir fikir adamıdır. Onun poeziyasında üç əsas istiqamət aydın görünür: maarifçilik, milli kimlik, bəşəri ideyalar. Mirzə Şəfi Vazeh "Molla Pənah Vaqif məktəbinin davamçısı" kimi tanınır. Onun şeirlərində əsas ideya elmin, maarifin, məktəbin əhəmiyyətini göstərmək, cahilliyin, xurafatın tənqididir. O, elmi insan həyatının əsas işığı hesab edir:

"*Cahillik bir qaranlıqdır,*

Alimlik – işıq, nurdur.

Elm ilə insan ucalar,

Cahillik isə zülmdür."

(Vazeh M.Ş., Seçilmiş əsərləri, Bakı: Yazıçı, 1970, s. 55).

Burada elmin millətləri birləşdirən və tərəqqiyə aparan universal dəyər olması açıq görünür.Vazeh öz yaradıcılığında xalqın mənəvi gücünə, milli oyanışa, dilin və mədəniyyətin qorunmasına böyük önəm verirdi. Onun "Gəncəli qız" şeiri həm milli duyğuların ifadəsi, həm də maarifçilik motivlərinin göstəricisidir. Milli kimlik və Azərbaycan maarifçiliyi ideyası da şair yaradıcılığının əsas ideyalarındandır

"*Millətin güdrəti – elmdir,*

Yoxsa düşmən güləcəkdir.

Bilməyən, oxumayan millət

Başqasına qul olacaqdır." (Vazeh, Seçilmiş əsərləri, s. 63).

Bu nümunədə Mirzə Şəfi milli kimliyi elm və təhsilin gücü ilə qorumağın vacibliyini göstərir. Mirzə Şəfi Vazeh poeziyasında insan sevgisi, millətlərarası bərabərlik, tolerantlıq və dostluq mühüm yer tutur. Onun əsərləri yalnız Azərbaycanda deyil, Almaniyada da (dostu F. Bodenştedtin tərcümələri vasitəsilə) çox geniş yayılmışdır. Bəşəri ideyalar və tolerantlıq ideyaları şeirlərində öz əksini tapmışdır.

"*Mənim üçün millət yoxdur,*

Bütün insanlar qardaşdır.

Hansı dildə danışsa da,

Ürək eyni sevgi daşır."

(Vazeh, Şeirlər, Bakı: Elm, 1982, s. 41).

Bu bənd onun bəşəri ideyalarını, multikultural dəyərləri və insan sevgisini aydın göstərir. Mirzə Şəfi Vazehin poeziyası XIX əsrin ortalarında Avropada böyük şöhrət qazandı. Onun alman şairi Fridrix Bodenştedt ilə dostluğu nəticəsində yazdığı şeirlər "Mirza Schaffy's Lieder" adı ilə 1851-ci ildə Almaniyada nəşr edildi. Bu kitab çox tez zamanda Avropada 100-dən artıq nəşr gördü. Bu fakt bir daha göstərir ki, Vazehin ideyaları yerli deyil, qlobal və bəşəri xarakter daşıyır. O, Şərqdə yazıb, Avropada oxunmuş, Şərq–Qərb dialoquna töhfə vermişdir. Mirzə Şəfi Vazehin şeirləri aşağıdakı mövzuların öyrədilməsi üçün istifadə olunur:

- Maarifçilik: cəhalət və elmin müqayisəsi;
- Milli kimlik: dil, mədəniyyət və təhsil;
- Bəşəri ideyalar: tolerantlıq, dostluq və qardaşlıq.

Məsələn, *"Cahillik bir qaranlıqdır" şeirinin tədrisi zamanı müəllimlər tələbələrə həm elmin universal dəyər olduğunu, həm də millətlərin tərəqqisinin biliklə bağlılığını göstərirlər* (Azərbaycan dili və ədəbiyyat kurikulumu, Bakı, 2020).

Ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan dili və ədəbiyyat *kurikulumu*, Bakı, 2020
2. Vazeh M.Ş., Seçilmiş əsərləri, Bakı: Yazıçı, 1970
3. Vazeh, Şeirlər, Bakı: Elm, 1982

MİRZƏ CƏLİL BAXIŞINDAN MƏKTƏB, MÜƏLLİM PROBLEMLƏRİNƏ BİR NƏZƏR

Dr. Professor Kamal Camalov
Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu
Azərbaycan Respublikasının əməkdar müəllimi
kamal.camalov@gmail.com

Açar sözlər: XIX əsrin sonu, XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan; böyük demokrat və pedaqoq Cəlil Məmmədquluzadə; maarif, məktəb və müəllim; təlim və tərbiyə vahid bir proses kimi; təlimin həyatla əlaqəsi.

Key words: As a single process? Azerbaijan at the end of the 19 th and early 20 th centuries; Great democrat and educator Jalil Mammadguluzadeh; Enlightenment, school and teacher; training and is education; Teaching and its relation with life.

Məqalədə böyük demokrat Cəlil Məmmədquluzadə irsində məktəb, müəllim, təlim-tərbiyə problemləri nəzəri aspektdə təhlil obyektinə çevrilmişdir. Qeyd olunur ki, Cəlil Məmmədquluzadə müəllim kadrları hazırlığı sahəsində əməli fəaliyyət göstərmişdir. Mirzə Cəlil gənc nəslin təlim və tərbiyəsində yeni tipli məktəblə yanaşı müəllimin də roluna böyük əhəmiyyət vermişdir. O, müəllimlik sənətinin "namuslu", "şərəfli", müqəddəs və məsuliyyətli olduğunu göstərərək, müəllimlərdən yüksək ideyalılıq, prinsipiallıq, nəcib əxlaqi keyfiyyət, hərtərəfli bilik, öz üzərində müntəzəm iş-ləmək, biliyini artırmaq, elmin nailiyyətlərindən xəbərdar olmaq, bilikləri gənc nəslə mənimsətməyi bacarmağı tələb etmişdir. C.Məmmədquluzadə istər məktəbdə və istərsə də başqa ictimai yerlərdə tərbiyə işinə təsir edən mühüm amil kimi müəllimin şəxsi nümunəsini yüksək qiymətləndirmişdir. Ona görə müəllim işini məktəblə məhdudlaşdırmamalı, o, həm də geniş ictimaiyyət içərisində fəaliyyət göstərməli, xalqın maariflənməsi naminə təbliğat işi aparmaı, məqsədi ancaq və ancaq xalqa, zəhmətkeş kütlələrə ləyaqətlə xlidmət etmək olmalıdır. Məmmədquluzadə təlim və tərbiyəyə vahid bir proses kimi baxmış, bu işi təkcə müəllimin fəaliyyəti ilə məhdudlaşdırmayıb, şagirdlərdən də fəallıq, müstəqillik, səy və çalışqanlıq tələb etmişdir. O, mətbuatın, kitabın və kitabxananın təlim-tərbiyə işinə faydalı təsir göstərdiyini qeyd etmişdir. İstər təlim, istərsə də tərbiyə prosesində uşaqların yaş və fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə almağı, təlim zamanı didaktikanın asandan çətinə, sadədən mürəkkəbə, məlumdan məchula və s. prinsip qaydalarını gözləməyi vacib bilmişdir. Təlimin tərbiyəedici prinsipini əsas tutan C.Məmmədquluzadə tədris planına elə fənləri daxil etməyin tərəfdarı olmuşdur ki, tədris prosesində onlar uşaqlarda elmi dünyagörüşü və nəcib əxlaqi keyfiyyətlər tərbiyə edə bilsin. Mirzə Cəlil təlim prosesində əyaniliyə, şüurluluq və fəallığa, sistematikliyə əsaslanmağı lazım bilmişdir. Eyni zamanda məqalədə Mirzə Cəlil görüşündə şagirdlərdə fikri fəallığı, təşəbbüskarlığı, müstəqil düşünmək bacarığını inkişaf etdirən üsulları, xüsusilə suallar, çalışma və təmrinləri necə qiymətləndirilməlidir təsvirinə də toxululmuşdur.

Azərbaycanın mütəfəkkir yazıçısı, pedaqoq, jurnalist, ictimai xadim, tərcüməçi, nasir Cəlil Məmmədquluzadə haqqında kifayət qədər araşdırmalar aparılmış, kitab və kitabçalar yazılmış, albomlar tərtib edilmiş, namizədlik və doktorluq dissertasiyaları müdafiə olunmuşdur. Əziz Şərif ("Cəlil Məmmədquluzadənin həyat və yaradıcılığı". Bakı, 1956.), M.İbrahimov ("Böyük demokrat" Bakı, 1957.), İ.Həbibbəyli (Cəlil Məmmədquluzadə: mühiti və müasirləri. Bakı, 1997), Ə.Mirəhmədov (Cəlil Məmmədquluzadə (Molla Nəsrəddin) və XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan mətbuatının inkişafı məsələləri. Bakı, 1972.), F.Ramazanov (Cəlil Məmmədquluzadənin etik görüşləri. Bakı, 1969.), Z.Mehrəliyeva (Cəlil Məmmədquluzadənin pedaqoji fəaliyyəti və görüşləri. Bakı, 1984.), F.Hüseynov (Cəlil Məmmədquluzadə nəsrinin əsas problemləri. Bakı, 1973.), Sabir Əmirov (Cəlil Məmmədquluzadənin felyetonları. Bakı, 1967.), Xalid Əlimirzəyev (Cəlil Məmmədquluzadənin ədəbi-tənqidi görüşləri. Bakı, 1991) və başqaları ayrı-ayrı vaxtlarda Cəlil Məmmədquluzadə və ya "Molla Nəsrəddin" jurnalı haqqında dəyərli araşdırmalar aparmışlar. Ancaq bu

dediklərimizdən heç də o nəticə çıxarılmasın ki, Cəlil Məmmədquluzadənin yaradıcılığında və ya pedaqoji fəaliyyətində tədqiq edilməli bir məsələ, bir problem qalmamışdır. Əksinə, Cəlil Məmmədquluzadənin həyat yoluna və zəngin ədəbi-pedaqoji irsinə dərindən nüfuz etdikcə, onun yaradıcılığı ətrafında tədqiqat və tapıntılar genişləndikcə öyrənilməmiş problemlər daha bariz, daha qabarıq şəkildə nəzərə çarpır. Belə qabarıq nəzərə çarpan məsələlərdən biri də Cəlil Məmmədquluzadənin müəllim və müəllim hazırlığı haqqında olan görüşləridir.

Cəlil Məmmədquluzadəni iqtisadiyyat, məişət, mədəniyyət, əxlaq, təbabət və sair kimi məsələlər nə qədər düşündürmüşdürsə, məktəb, müəllim, təlim-tərbiyə problemləri də daim düşündürmüşdür. Təlatümlü, təbəddülatlı XX əsrin ilk onilliklərində milli məktəblərin olmasını, müəllim kadrlarının yetişdirilməsini, təhsilin dünyəviliyi və demokratikləşdirilməsini geniş müzakirə obyektinə çevirən Cəlil Məmmədquluzadə xalqın xoşbəxtliyini maarif toxumu səpən xalq məktəblərində, elmdə, təhsildə görürdü. O, belə bir fikirdə idi ki, hər bir xalqın maddi yoxsulluğu, iqtisadi düşkünlüyü onun zehni yoxsulluğunun, mənəvi düşkünlüyünün nəticəsidir. XIX əsrin sonu, XX əsrin əvvəllərində Azərbaycan elmin tərəqqisində geridə qalırdı. Bunun bir səbəbi Çar Rusiya imperiyasının düşünülmüş şəkildə apardığı milli müstəmləkə siyasətindən irəli gəlirdisə, digər səbəbi isə avam xalqın islam dininə kor-koranə baxışından irəli gəlirdi. Cəlil Məmmədquluzadə də bunları görərək bir müəllim kimi camaat arasında, xalq arasında mətbuat vasitəsilə geniş təbliğat işi aparır, elmin, maarifin əhəmiyyətini, mədəni yaşayışın üstünlüyünü xalqa başa salır və qəflət yuxusundan oyatmağa çalışırdı.

XX əsrin əvvəllərində yeni üsulla işləyən məktəblərin təbliği, pedaqoji kadrların hazırlanması, tədris materiallarının yeniləşdirilməsi, xurafatın məktəbə müdaxiləsinin qarşısının alınmasına var gücü ilə çalışan Cəlil Məmmədquluzadə ümumi təhsilə geniş yer vermiş, ümumi icbari təhsilin həyata keçirilməsi, məktəb şəbəkələrinin genişləndirilməsi uğrunda ciddi mübarizə aparmışdır. O, gənc nəslin elmlərə yiyələnməsində, savadsızlığın ləğvində, yeni üsullu, dünyəvi təhsil verən, təlim-tərbiyə işləri düzgün təşkil edilmiş qabaqcıl məktəblərin rolunu yüksək qiymətləndirmiş, şüurları zəhərləyən ideyalarların meydan suladığı, mexaniki əzbərləmənin tətbiq edildiyi köhnə sxolastik məktəbləri kəskin tənqid atəşinə tutmuşdur. Görkəmli maarifçi-pedaqoq xalqın maarifə qovuşmasının zəruri şərti kimi ana dilli ibtidai məktəblərə xüsusi fikir vermiş, eləcə də ana dilində ibtidai məktəblər açılmasını tələb etmişdir. Bununla yanaşı, məktəblərdə ana dili dərslərinə verilən saatları artırmağı, yeni mükəmməl proqramlarla fənləri tədris etməyi, məktəblərdə tədrisin keyfiyyətini yüksəltməyi, məktəblərin tətillərini düzgün bölüşdürməyi, vahid dərs bölgüsü və dərs cədvəlinə əməl edilməsini, ibtidai təhsilin ümumi və məcburi olmasını, təlimdə yeni üsullardan istifadə etməyi və faydalı dərsliklərin hazırlanmasını vahid ideya kimi irəli sürmüşdür.

Cəlil Məmmədquluzadə qeyd etdiyimiz kimi, xalqın tərəqqisini müəllimlərin fəaliyyətində görürdü. Məşhur "Danabaş kəndinin əhvalatları" və yaxud "Danabaş kəndinin məktəbi" əsərləri ilə yeni üsullu məktəblərin yaranmasını, təlimin həyatla əlaqəsini, müəllimin xalqla bağlılığını, məktəbdə intizam məsələlərini qabardan Cəlil Məmmədquluzadənin fikirləri bu gün də öz aktuallığını qoruyub saxlamaqdadır. C.Məmmədquluzadə yaşadığı dövrdən xalqının, millətinin gələcəyini görəbiləcək səviyyədə olub sadəcə özü bu iş üçün səy göstərməmiş, həm də bu millətin davamlılığını təmin edəcək gələcək nəsillər, düşünən beyinlər formalaşdırmağa çalışmışdır.

C.Məmmədquluzadə haqlı olaraq xalqın gələcək inkişafını yeni ruhlu müəllimlərin hazırlanmasında görürdü. O müəllimlər ki, cəmiyyəti dəyişdirəcəkdi. Cəlil Məmmədquluzadə ictimai-ideoloji hərəkatın görkəmli nümayəndələrindən çex pedaqoqu Yan Amos Komenski (1592-1670), rus pedaqoqlarından Nikolay İvanoviç Piroqov (1810-1881), Konstantin Dimitriyeviç Uşinski (1824-1870), Dimitri İvanoviç Pisarev (1840-1868), Fransa maarifçilərindən Jan Jak Russo (1712-1778), Klod Adrian Helvetsi (1715-1771), İsveçrə pedaqoqu İohann Henrix Pestalossi (1746-1827) və başqa bu kimi görkəmli maarifçilərin pedaqoji sistemi və ideyaları ilə yaxından tanış olmuşdur.

Komenski, Uşinski, Pestalossi və adlarını çəkdiyimiz digər klassik pedaqoqları mütaliə edib öyrənmək Cəlil Məmmədquluzadənin müəllim kimi inkişafına qüvvətli təsir göstərmişdir. Bu böyük simaların xalq maarifi yolunda fəaliyyəti, metodika və didaktikaya dair təlimi, pedaqoji irsi, şəxsi fədakarlığı onun üçün ömrünün axırınadək ilhamverici nümunələrdən olmuşdur. Bunu pedaqoqun öz əsərlərində yeri gəldikcə həmin şəxsiyyətləri yad edib, onlardan misallar və sitatlar gətirməsindən də görürük.

Fasilələrlə Naxçıvan şəhər məktəbində (1881-1882), Baş Noraşendə (İndiki Şərur rayonu) (1888), Nehrəm məktəbində (1890-1897) müəllimlik və müdirlik edən Cəlil Məmmədquluzadə "tədris prosesində yeni, faydalı təlim üsullarına əsaslanmış, hələ seminariya illərində "Vətən dili" dərsliyi vasitəsilə mənimsədiyi səs metodunu məktəb təcrübəsində sınaqdan çıxarmışdır. Yaş və bilik səviyyələrinə uyğun gələn qabaqcıl maarifçi ideyaları şagirdlərə çatdırmışdır" [Həbibbəyli İ. Naxçıvan, 2009, səh.113].

İnsanı "müdrik" görmək istəyən, təlimdən ardıcıllıq, əyanilik, "qızıl qayda-qanun" tələb edən, əzbərçiliyi pisləyən, şagirdin öyrəndiyi hər şeydən "gündəlik həyatda nə kimi fayda görəcəyi" barədə düşünən Komenskinin, "özgələr üçün hər şey, özüm üçün heç şey!" – deyən, "insan təbabətini təkmilləşdirmək" uğrunda çalışan Pestalossinin, "vətənə mümkün qədər çox fayda verməyi" özünə şüar edən, insanı "əməyə hazırlamağı" tərbiyənin əsas vəzifəsi sayan, ana dilinə böyük məhəbbət oyadan Uşinskinin, "müasir cəmiyyətin günahları"ndan uzaq, "həqiqi insan" tərbiyə etməyə çağıran Piroqovun Azərbaycan klassikinin təkcə pedaqoji görüşlərinin deyil, bütün ictimai ideallarının müəyyənləşib inkişaf etməsi üçün faydalı və ibrətamiz olduğunu pedaqogika mütəxəssislərinin apardığı tədqiqatlar da sübut edir. Təsadüfi deyil ki, Cəlil Məmmədquluzadənin əsərlərində bir sıra böyük sosial problemlər xalqın maariflənməsi, məktəb, müəllim, təlim-tərbiyə üsulları, tədris vəsaiti və s. məsələlərlə əlaqələndirilir.

Cəlil Məmmədquluzadə İ.H.Pestalossinin əyani təlim və L.Tolstoyun "sərbəst" nəzəriyyələri ilə, "öz dövründə hökm sürən əsas psixoloji cərəyanlarla" [Ağayev Ş. "Azərbaycan məktəbi" jurnalı, №1] yaxından tanış olmuş, onlara tənqidi yanaşmışdır. O, bu fikirdə olmuşdur ki, məktəb uşağa birinci növbədə əməli həyatda, təsərrüfatda kömək edəcək biliklər verməlidir. Pedaqoq əzbərçiliyə, əyani təlimi və onun ifadəsi olan əşya dərsini bayağılaşdırmağa da bu baxımdan etiraz etmişdir. "..."uşaq psixologiyası", "eksperimental psixologiya", "pedaqoji psixologiya" terminləri Azərbaycan pedaqoji fikir tarixində ilk dəfə məhz Cəlil Məmmədquluzadə tərəfindən işlədilmişdir", pedaqoq öz əsərlərində həm də "bu elmlərin əsas vəzifələrindən, təlimdə əhəmiyyət və mövqeyindən çox düzgün və elmi şəkildə bəhs edir" [Ağayev Ş.S. "Azərbaycan məktəbi" jurnalı, №1, səh.62-67].

Qeyd etdiyimiz kimi, Cəlil Məmmədquluzadə dövrünün məktəb və maarif məsələlərini öz əsərlərində, xüsusən də "Molla Nəsrəddin" jurnalında diqqətə çatdırmış, məktəblərdə verilən təhsilin heç bir işə yaramadığını özünəməxsus dillə kəskin tənqid etmiş, pedaqoji sahədə görülən işlərin uğursuzluğunun əsas səbəblərindən birinin sağlam olmayan müəllim kontingenti münasibətlərində görmüşdür. Cəlil Məmmədquluzadənin "Niyə mən dərsdən qaçdım" adlı felyetonda oxuyuruq: "Dünyada çox adam dərsdən qaçıb. Özgə millətləri bilmirəm, amma bunu bilirəm ki, yer üzündə bir müsəlman yoxdur ki, dərsdən qaçmamış ola.

Müxtəsər, dərsdən qaçmayan müsəlman deyil.

Məlumdur ki, dərsdən qaçmağa neçə səbəblər olur. Görürsən onüç yaşında bir uşaq nə qədər ki, qamışdan at qayırıb minib küçələri o tərəf bu tərəfə kişnəyə-kişnəyə çapır, sağ və səlamətdir, amma dərsə gedən kimi, biçarənin Şəki alması kimi qırmızı yanaqları başlayır solmağa. Uşağın atası gedib Hacı Kərim həkimə əhvalatı deyir və həkim uşağın üzünə baxan kimi ona bir dua yazır və uşağın atasına deyir ki, oğluvun heç özgə naxoşluğu yoxdur, məhz falaqqadan qorxub və uşaq bu sözləri eşidəndən sonra, dəxi dərsdən qaçır…" ["Molla Nəsrəddin" jurnalı, 1906, №7].

Cəlil Məmmədquluzadə öz görüşünə uyğun olan müəllim hazırlığını elə sözü gedən "Danabaş kəndinin müəllimi" əsərində yaratmışdır. Bəzi gülünc situasiyaların yaranmasına baxmayaraq, burada yaradılmış müəllim hazırlığı artıq köhnə, əski düşüncəli müəllim hazırlığından əsaslı surətdə fərqlənir. Bu müəllim dərsdə şagirdlərin diqqətini öyrədilməsi, mənimsədilməsi nəzərdə tutulan mövzuya cəlb etməyə, uşaqları dərsdə maraqlandırmağa və fəallaşdırmağa səy göstərir. Bu kimi məsələyə Üzeyir Hacıbəyov da toxunaraq yazır: "Didaktika səndən tələb edir ki, bu öyrədilən şeyi intixab (bir şeyin ən yaxşısını ayırmaq – K.C.) etdiyin bir üsulla öyrədən zaman bu qaydalara əməl et, yəni:

1. Uşağa aşina olan şeylərdən başlayıb biganə olduğu şeylərə keç.

2. Uşaq gözü ilə dərk etdiyi şeylərdən başlayıb, xəyal ilə dərk olunan şeylərə keç.

3. Sadə və bir əczalı şeylərdən başlayıb, mürəkkəb və çox əczalı şeylərə keç və i.a.".

"Danabaş kəndinin müəllimi" əsərində eyni zamanda müəllim uşaqların təlim zamanı düzgün davranış qaydalarına yiyələnməsinə, sinifdə düzgün oturmasına, icazəsiz danış¬mamağa və icazəsiz sinifdən çıxmamasına xüsusi diqqət yetirir, onlarda cəmiyyət üçün gərəkli olan mədəni davranış qaydalarını formalaşdırmağa çalışır. Şagirdlərin mövzuları başa düşmədiyi zaman sualla müəllimə müraciət etməsinə şərait yaradır. Müəllim uşaqların yaş xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq onlara öyrədilən hər hansı bir təlim materialının əyani xarakter daşımasına xüsusi diqqət yetirir, təlimə qarşı onlarda maraq oyatmaq, şagirdlərin hamısını fəallaşdırmaq və öyrədilən materialın sual-cavab və ya debat yolu ilə mənimsənilməsi üçün xüsusi səy göstərir. Onun təsvir etdiyi müəllim öyrədilən mövzu haqqında şagirdlərin anlayışını, öz düşüncələrini ifadə etmə qabiliyyətini və təfəkkürünü inkişaf etdirir. Bu əsərində Cəlil Məmmədquluzadə arzu etdiyi müəllim obrazını yaratmışdır. Əsərdə təsvir edilən müəllimin əsas ünsiyyət vasitəsi uşaqlarla səmimi münasibətdir. Müəllimin uşaq şəxsiyyətinə hörməti onun öyrənənlərə qarşı səmimi münasibətində özünü göstərir. Artıq mollaxanada söz deməkdən qorxan uşaqlar bu əsərdə təsvir olunan dərs zamanı müəllimlə aktiv ünsiyyətə girir. Uşaqlar bu ünsiyyətin nəticəsində aktivlik, yəni son dərəcə fəallıq kimi bir xüsusiyyətə yiyələnirlər. Təbiidir ki, C.Məmmədquluzadə sinifdə yaradılan qorxu əsasında qurulan o münasibətlər sistemini tənqid edirdi. Belə münasibətlər özünə qapanıq, sosial münasibətlər qurmaqdan qorxan, özünə güvəni olmayan insanlar formalaşdırır. Təbii ki, bu amil gələcək cəmiyyətin özgüvəni olmayan, müstəqil və tənqidi düşünmə qabiliyyətindən məhrum və s. kimi mənfi xüsusiyyətlərə sahib insanlardan formalaşmasını təmin edirdi. Məmmədquluzadə cəmiyyətin öndə gedən müəllimi kimi başa düşürdü ki, özgüvəni olmayan insanlar özgüvəni olmayan cəmiyyəti meydana gətirir.

Cəlil Məmmədquluzadənin yaratdığı demokratik ruhlu, milli koloritə məxsus olan müəllim tipi təlim prosesində uşaqlara hörmət göstərməklə yanaşı onların sağlam intizama dəvət olunmasına da diqqət yetirir. Lazım gələndə uşaqlara gərəkli olan davranış normalarını formalaşdırmaq üçün cəza üsulundan da bir vasitə kimi istifadə edir. Lakin onun istifadə etdiyi cəza mollaxanadakı mollaların əsasən istifadə etdiyi fiziki cəza deyil. Müsbət davranışı qazandırmaq üçün istifadə edilən və tətbiqi zamanı mənəvi və fiziki zədə vurmayan, yaratmayan cəza növüdür. Əsərdə oxuyuruq:

Əsəd. Uşqol, acam, gedirəm evimizə.

Uçitel. Otu yerinə! Dərs qurtarmamış getmək olmaz.

Əsəd gedir qapıya tərəf, uçitel gedib yapışır onun çiynindən.

- Sən ki, mənim sözümdən çıxdın, get dur bucaqda; özünü də tənbeh üçün bezabed (naharsız – K.C.) qoyacağam [Məmmədquluzadə C.M. 2004, I cild, səh.509].

Göründüyü kimi, Cəlil Məmmədquluzadə pedaqogikada olan rəğbətləndirmə və cəzalandırma üsulundan istifadə etməyi oxucularına aşılamağa çalışmışdır. Əsasən buna nail olmuşdur. Bu baxımdan,

C.Məmmədquluzadə əsərlərində qeyd edir ki, əsl müəllim öz biliyi, mədəniyyəti, bacarığı, nəzakəti, davranışı, sadəliyi ilə sadəcə şagirdlər arasında deyil, xalq arasında da özünə hörmət, nüfuz qazanmalıdır. Ta sarıqlı mollalar kimi bu gün kefi çəkdi dərsə gedəcəkdir, kefi çəkmədi məktəbə getməyəcək və yaxud bu gün vaxtı yoxdu və sair və ilaxır. Pedaqoq belə müəllimləri gülüş hədəfinə çevirərək "Müəllimlər" adlı felyetonunda yazır: Sarıqlı mollalar "əvvələn, nə vaxt ki, kefləri istədi, – dərsə gedəcəklər, nə vaxta ki, kefləri istəmədi, yainki vaxtları olmadı, – getməyəcəklər. Orucluqda və məhərrəmlikdə heç dərs deməzlər; çünki yarmarka vaxtı çox şüğlləri (məşğuliyyətləri – K.C.) olur. Özgə vaxtlarda da ölü yerinə getsələr, kəbin kəsməyə və talaq verməyə getsələr, qonaqlığa, taziyəyə, mərsiyəyə, müsəlliyə, qəbr üstə, camaat namazına, əshabi-kəhf ziyarətinə və qeyri min-min bu cür işlərlə məşğul olanda, söz yox, dərsə gedə bilməzlər. Çünki məvacib öz vaxtında yetişəcək. Məsələn, Bakıda Molla Ruhulla əfəndi həmişə məsciddə və minbərdə ola-ola iki şəhər məktəbində və bir də "Səadət"də, ya qeyri bir məktəbdə müəllim hesab olunur. Amma şəhər məktəblərinin birində, məsələn, ildə yetmiş beş dərsin qırx beşini ötürür və ancaq otuz dərsə gedə bilir. Dəxi yazıq nə eləsin, parçalana bilməz ki?" ["Molla Nəsrəddin" jurnalı, 1908, №36].

Deməli, belə müəllimlərin xalq içərisində nə hörməti olar, nə də nüfuzu. Bu baxımdan onun pedaqoq, maarifçi Məhəmməd Tağı Sidqinin ölümü münasibəti ilə yazdığı məqalədə böyük maarifpərvərin xalq içində öz biliyi, mədəniyyəti, bacarığı, nəzakəti, davranışı, sadəliyi ilə qazandığı nüfuzdan bəhs edərək yazırdı: "Sidqinin vətənimizə etdiyi qulluğun qədrini bilməkdən ötrü lazımdır müqabilə etmək camaatımızın savad və maarif aləmində olan indiki əhvali ilə on il bundan əqdəm halətini. Tərəqqi çox artıq görünür və əgər söyləsək ki, bu tərəqqinin onda doqquzuna bais məhz Sidqidir, insafdan və həqiqətdən bilmərrə uzaq olmaz.

Mərhumun şəxsi sifətləri misilsiz idilər: təmkinli, mömin, sadiq, sakit, xoşəhval, rəhmdil və xeyirxah. Gözəl-gözəl xasiyyətlər Sidqini Naxçıvanda zərbül-məsəl eləmişdilər. O hörmət və məhəbbəti ki, camaatımız mərhuma göstərirdi, – indiyə kimi heç bir şəxsə göstərməyib. Mərhumu cani-dildən dost tuturdular mollalar, seyidlər, xanlar, əsnaf və hammal. Küçə və bazarda Sidqini barmağı ilə göstərirdilər. Mərhumun vəfatı günü çox kişilər göz yaşı töküb. Cənazəsini dəfn eləməyə gedən camaatı küçələr tutmurdu və yəqinülyəqin bu camaatın hamısı başını aşağı dikib, qəlbin deyirdi: "Səd həzaran driğ, səd əfsus" [Məmmədquluzadə C.M. 2004, IV cild, səh.110].

Cəlil Məmmədquluzadə yazdığı nekroloqda göstərir ki, qorxu təsiri altında qazanılmış nüfuz həqiqi hörmət və nüfuz ola bilməz. Əsil müəllim özünün pedaqoji məharət və ustalığı, insansevərliyi, şagirdlərə qarşı, eləcə də xalqa qarşı səmimiyyəti ilə məktəblə valideynlər arasında hörmət, qarşılıqlı anlaşma və ümumi məqsəd uğrunda işbirliyi yaratmağı bacarmalıdır. Ümumiyyətlə, Cəlil Məmmədquluzadə belə çatdırmaq istəyir ki, müəllim xalqının övladlarına doğma münasibət bəsləyən, onların bilik, savad sahibi olması üçün ciddi səylə çalışan, uşaqların sahib olduğu cəmiyyətə uğurlu adaptasiyasını təmin edən, həmin cəmiyyətin öndə gedən şəxsiyyətlərindən biri olmalıdır.

Bildiyimiz kimi, 1906-cı ildə Həsən Bəy Zərdabinin və Nəriman Nərimanovun təşəbbüsü ilə Azərbaycanda ilk müəllimlər qurultayı çağırıldı. Təbii ki, qurultay çağırılmamışdan əvvəl hansı məsələlərin müzakirəyə qoyulması üzərində düşünülmüşdür. Qurultayın gündəliyində mövcud proqramları nəzərdən keçirib dövrün tələblərinə müvafiq yenilərini tərtib etmək, onların əsasında müasir mündəricəli dərsliklər yaratmaq, oxumaq və yazmaq üsulunu asanlaşdırmaq, seminariyada ana dilinin tədrisini yaxşılaşdırmaq, kənd müəllimlərinin məişət və güzəranını yaxşılaşdırmaq, çarizmin maarif sistemini ifşa etmək, müəllimlərin özlərinin ana dilini öyrənmək və bu mübarizəyə qoşulmaq, faydalı kitablar tapıb oxumaq və digər tələblər qurultay geniş müzakirə obyektinə çevrilmişdir. Cəlil Məmmədquluzadə qurultaya dəvət olunmasa da mollaxanalarda özünü doğrultmayan bu kimi məsələlərin həlli yollarına öz köməkliyini "Molla Nəsrəddin" jurnalı ilə çatdırmışdır.

Qurultaydan çıxan qərarlara bəzən ciddi və bəzən də yumoristik şəkildə Cəlil Məmmədquluzadənin baxış və görüşlərində də rast gəlirik. "Molla Nəsrəddin" jurnalında göstərilir ki, qurultayda iştirak edə bilməyən bir Naxçıvanlı müəllim tədris proqramına onun da xahişlərinin yerinə yetirilməsini istəyir. "Teleqraf xəbərləri"ndə "Naxçıvandan" başlıqlı xəbərdə oxuyuruq: "Bakıda müəllimlər ictimaının sədrinə Naxçıvan müəllimlərindən biri bu məzmunda bir teleqram göndərmişdir: "Əfəndim, məktəbimdə bir neçə müxtəlif dillərdə dərs oxunduğuna görə bağlayıb gələ bilmədim. Təvəqqe edirəm məktəblərdə oxunan kitabların barəsində müzakirə olunanda "Tənbihül-qafilin", "İnşa", "Xəzan-bahar", "Gülsüm nənə" kitablarını da proqrammaya daxil edəsiniz" ["Molla Nəsrəddin" jurnalı, 1906, №23].

Yumoristik şəkildə teleqramda göstərilən bu xəbərdən hər bir oxucuya aydın olur ki, məktəblərdə tədrisin səviyyəsi necə də ağır vəziyyətdə olmuşdur.

Qurultayın qərarını icra edən komissiyanın "Azərbaycan dili dərsi azərbaycanlılar üçün əsas fənn hesab edilsin" fikrini irəli sürməsi təklifi idi. Bildiyimiz kimi, yeni üsullu məktəblərdə ana dili dərsləri arxa plana keçirilmişdi. Hətta ana dili məktəblərdə unudulacaq bir hala gəlmişdir. Bu xüsusda, "Molla Nəsrəddin" jurnalında "Çətin məsələyə bir cavab" felyetonunda oxuyuruq: "Bir darül-müəllimində altmış dörd müsəlman uşağ ola, və bunların ikisi müsəlman dili bilməyə (yəni nə eybi var?). Bunlara şəriət dərsini nə dildə demək lazımdır, rus dilində ya müsəlman dilində?.. Hər bir belə ittifaqda, yəni bir çətin məsələ ariz olanda biz yoldaşlarımızı bir yerə cəm edib "konfrans" məclisi qururuq və ağıl-ağıla verib məsələni həll edirik. Cənab Mirabyov, başağrısı olmasın, on iki il bundan irəli bir kitab yazıb və haman kitabında deyir ki, "Mən müsəlman millətini çox, çox, çox dost tuturam, amma bircə işləri xoşuma gəlmir. Namazı müsəlman dilində qılırlar, rus dilində qılmırlar". Odur ki, cənab rəis məhz müsəlmanları istəməklik yolundan o vədədən indiyə kimi şəriət müəllimlərinə şəriəti müsəlman dilində öyrətməyi qadağan edibdir.

Odur ki, cənab Mirabyov hətta yuxuda da müsəlmanca danışan uşaqların qulaqlarını kəsir ki, bir də belə qələt eləməsinlər. Bu sözləri deyəndən sonra "Lağlağı" bu cür xətmi-kəlam etdi... Əgər mən özüm də şəriət müəllimi olsam, mən özüm də şəriət dərsini rusca oxudaram, çünki əvvəla budur ki, nə eybi var: Uşaq "Allahu əkbər" yerinə qoy desin "Allax balşoy" və bir də əgər rusca deməsəm, yəqin bilirəm ki, Mirabyov mənim də qulaqlarımı kəsər..." ["Molla Nəsrəddin" jurnalı, 1906, №23].

Milli uşaq ədəbiyyatının inkişafındakı mühüm xidmətlər üçün yorulmadan çalışan, vətən övladının istiqbalı naminə yazıb-yaradan maarifçi müəllimləri C.Məmmədquluzadə hərarətlə qarşılamışdır. Ancaq bunula yanaşı Cəlil Məmmədquluzadənin əsas görüşlərindən biri bu olmuşdur ki, dərsliklər sadə və anlaşıqlı dildə tərtib olunsun. Bu onun əsas prinsiplərindən biri olmuşdur. Cəlil Məmmədquluzadə "Dərs kitablarımız" adlı felyetonunda Mahmudbəy Mahmudbəyovun "Üçüncü il" dərslik kitabındakı qüsur və nöqsanlardan geniş bəhs etmişdir. Balaca bir epizoda nəzər salaq: "Bir dərs kitabına rast gəldim, bu kitab mərhum Mahmud əminin "Üçüncü il" kitabıdır... 1) Səhifə 184 – Daşlar və mədəniyyat, ibarələrindən bir nümunə: Heyvanları böyüklüklərilə, şəkillərilə, üzvlərinin təxalifi ilə bir-birindən fərq və təmyiz etmək olur. Fəqət daşlar bu vasitə ilə təfriq olunamaz... Bununla belə dürlü-dürlü daşları biri-birindən ayırmaq üçün başqa övsaf-təhri etməlidir... Bu vərəqi cırıb tulladım; çünki bu dil bizim dil deyil". 2) Səhifə 186 – Dəmirin şənindən yazılan şeirlər:

"Burada nasıl çalışıyor şu sıtmalı əmələ...

Zavalında vücud zəif, bəniz qansız, sırt qanbur.

Ayaq çılpaq, üsir sıqlam olmuş, üst çamur.

Əcəb, nədir çıqardıqı bunun bunca əmcələ?.."

Əgər burası nəsrlə yazılmış olsaydı, o vaxt dəxi əmələnin qeydinə qalmışlar – deyə saxlaya bilərdim. Amma bunu da cırıb tulladım. əgər bunlar həqiqətdə şeir dilərsə, onda nə lazım yazıq uşaqlarımızı öz əlimizlə şeirdən iyrəndirmək?.. ["Molla Nəsrəddin" jurnalı, 1923, №40].

Göründüyü kimi, Cəlil Məmmədquluzadə müəllimlərdən dərsliklərin sadə, aydın, saf ana dilində elmi əsaslarla, pedaqoji tələblərə cavab verə biləcək səviyyədə tərtib edilməsini, uşaqların əqli və fiziki imkanları ilə uyğunlaşdırılmasını tələb etmişdir.

Yuxarıda sadalanan fikirlərdən Cəlil Məmmədquluzadənin müəllim və müəllim kadrları hazırlığı haqqındakı görüşlərini aşağıdakı kimi səciyyələndirmək olar:

• müəllim məktəbdə və ümumiyyətlə, maarif sahəsində ən mühüm sima olmalıdır;

• müəllimin əqidəsi – uşağın əqidəsinin təşəkkül etməsinə kömək etməlidir;

• müəllim yüksək ümumi və ixtisas hazırlığı ilə yanaşı, həm də yüksək əxlaqi və mədəni səviyyəyə malik olmalıdır;

• müəllim əxlaq tərbiyəsi ilə şagirdlərdə bütün xeyirxahlıqlara və gözəlliklərə qüvvətli məhəbbət, nəcib hisslər və arzular inkişaf etdirməyi bacarmalıdır;

• müəllim xalq yolunda fədakarlıqla çalışmalıdır;

• müəllimin şagirdlərə verdiyi tələb onların yaş xüsusiyyətlərinə uyğun və aydın olmalıdır;

• müəllim səbirli, təmkinli olmalı, mühitin etinasızlığına diqqət verməlidir;

• müəllim uşaq ruhunun qabil bilicisi olmalı, qəlbinə hakim kəsilməlidir;

• müəllim xalqın ümumi tərəqqisi və maariflənməsinə çalışmalı, vətən uğrunda malını, canını əsirgəməməlidir;

• müəllim uşaqlarda vətənə sevgini, vətənə vurğun olmağı elə cani dildən danışmalı, aşılamalıdır ki, bu da uşaqlarda vətəni sevməkdə milli iftixar hissi oyatsın;

• xalqın milli-mənəvi taleyinin göstəricisi olan müəllim müəllim kadrları hazırlığına xüsusi diqqət etməlidir;

• müəllimlərin ixtisas və pedaqoji-psixoloji səviyyəsinə ciddi fikir verməlidir.

Cəlil Məmmədquluzadənin məktəb, müəllim, təlim-tərbiyə haqqında olan görüşlərinə yekun vurarkən qənaətimizi aşağıdakı şəkildə ümumiləşdirmək istərdik:

➢ Cəlil Məmmədquluzadənin pedaqoji irsində və maarifçi görüşlərində müəllim, ona verilən tələblər və hazırlığı məsələləri geniş yer tutmuşdur.

➢ Cəlil Məmmədquluzadənin müəllim və müəllim kadrlarının hazırlanması haqqında fikirləri bu günümüzlə səsləşən, yaxın və perspektivlərin müəyyənləşdirilməsi baxımından xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

➢ Cəlil Məmmədquluzadənin müəllim hazırlığı məsələsində müəllimlərin tərbiyəvi fəaliyyətə hazırlanmasına imkan yaradan mühiti və pedaqoji-psixoloji şəraiti müəyyən etmişdir.

➢ Cəlil Məmmədquluzadə uşaq ədəbiyyatının yüksək ideallı, dərin məzmunlu olmasını, uşaqların hiss və həyəcanlarını, meyl və marağını əks etdirməsini, onun təxəyyül və fantaziyasına uyğun olmasını, sadə, aydın və səlis ana dilində yazılmasını tələb etmiş, bunun üçün uşaq psixologiyasını bilməyi vacib saymışdır.

➢ Cəlil Məmmədquluzadənin müəllim şəxsiyyəti və müəllim kadrları hazırlığı haqqında olan fikirləri öz aktuallığını bu gün də saxlayır, təlim-tərbiyə işi ilə məşğul olan müəllimlər ordusunu yeni-yeni müvəffəqiyyətlərə ruhlandırır.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT
1. Ağayev Ş.S. (1967). Böyük ədibin əsərlərində psixoloji məsələlər. “Azərbaycan məktəbi” jurnalı, №1, səh.62-76
2. Həbibbəyli İ.Ə. (2009). Cəlil Məmmədquluzadə: мühiti və müasirləri. Naxçıvan: “Əcəmi”, 2009, 424 s.
3. Məmmədquluzadə C.M. (2004). Əsərləri. Dörd cilddə. I cild (Tərtib edəni və ön sözün müəllifi akademik İ.Həbibbəyli). Bakı: “Öndər”, 664 s.
4. Məmmədquluzadə C.M. (2004). Əsərləri. Dörd cilddə. IV cild (Tərtib edəni və ön sözün müəllifi akademik İ.Həbibbəyli). Bakı: “Öndər”, 472 s.
5. “Molla Nəsrəddin” jurnalı (1906-1931).

A LOOK AT SCHOOL AND TEACHER PROBLEMS FROM THE POINT OF VIEW OF MIRZA JALIL

KAMAL JAMALOV

SUMMARY

Therotical view point to problems of school, teacher, education and training in the heritage of great democrat Jalil Mammadguluzadeh become the object of analysis in the article. It is noted that Jalil Mammadguluzadeh did his best in his practical activity in the field of teaching teachers cadr. Mirza Jalil paid great attention to the role of the teacher in the education and upbringing of the younger generation along with the new type school. He requested teachers to have the highest ideality, principled, noble moral qualities, comprehensive knowledge, constant work on themselves, to increase their knowledge, to be aware of the achievements of science, and to master knowledge with younger generations, showing that teaching art is “honest”, “honorable”, sacred and responsible. Jalil Mammadguluzadeh estimated the teacher’s personal example as an important factor influencing the upbringing work at school or in other public places. Therefore, the teacher should not restrict his work at school, he should work in the broad public, propagandize the public’s education, and should serve only the people and avoiding dignity of the working people. Mammadguluzadeh considered training and education as a single process, he didn’t limit this work only for the teacher’s activity, also demanded the activity, independence, effort and diligence from students. He also noted that the press, the book and the library had a essential effect on the training-education. He focused the attention to taking into account the age and individual personality of children both in the training process and in the education process, considering principle rules of didactics such as from easy to difficult, from simple to complex, from known to unknown and etc. in the training. J.Mammadguluzadeh prefering the main principals of education and teaching supported to include certain subjects to the curriculum, so that they could educate children with the scientific outlook and noble moral qualities in the teaching process. Mirza Jalil considered that to be based on visual aids usage, consciousness and activity, systematicity is important. In the same time, description of how the pupils’s intellectual activity, initiative, methods that develop the skill of independent thinking, especially questions, tasks and exercises and its evaluation were mentioned in the article.

TƏLİM PROSESİNDƏ ŞAGİRDLƏRİN İDRAK FƏALLIĞININ AKTİVLƏŞDİRİLMƏSİNİN ROLU VƏ ƏHƏMƏYYƏTİNƏ BİR NƏZƏR

ŞƏHLA İBRAHİM qızı MİRZƏYEVA
Bakı şəhəri 30 № tam orta məktəb

Açar sözlər: Şagird; idrak fəallığı; yəni bilik və onun dəyərləndirilməsi; metodlar; nəticə.

Keywords: Student; cognitive activity; i.e. knowledge and its assessment; methods; result.

Təhsilə aid bütün məsələləri özündə əks etdirən kurikulum sənədinə əsasən deyə bilərik ki, müasir Azərbaycan təhsili nəticəyönümlü, şagirdyönümlü, şəxsiyyətyönümlü, inkişafyönümlüdür. Şagirddə milli və bəşəri dəyərlərin formalaşdırılmasına yönələn şəxsiyyətyönümlü təhsil cəmiyyət üçün faydalı olan vətəndaşlar yetişdirməlidir. Bu, Azərbaycan cəmiyyətində əsas prioritet məsələlərdən biri kimi qarşıda durmaqdadır.

Hafizə məktəbindən təfəkkür məktəbinə keçidin baş verdiyi müasir Azərbaycan məktəbində artıq yeni pedaqoji təfəkkür formalaşır. Artıq şagird subyektdir. Bununla əlaqədar da təlim prosesində şagirdlərin idrak fəallığının aktivləşdirilməsi, yüksədilməsi xüsusi aktual bir problem kimi tədqiqat obyektinə çevrilib.

Qeyd edək ki, idrak fəaliyyəti ilə bağlı məsələlər həmişə diqqət mərkəzində duran vacib problemlərdən olub.

Fəlsəfədə idrak fəaliyyəti hazırda mövcud olan biliklərdən istifadə edərək yeni biliklər istehsal edən mənəvi-ruhi fəaliyyət kimi izah edilir. İdrak insan fəaliyyəti olaraq özündə bir sıra zəruri elementləri birləşdirir. Bunlar idrakın obyekti və subyekti, metodları, nəticəsi, yəni bilik və onun dəyərləndirilməsindən ibarətdir. İdrak prosesi özündə insanın mənəvi-ruhi qabiliyyətini əhatə edir, yəni iradəni və fantaziyanı, şüurluluğu və qeyri-şüurluluğu, intuisiyanı və təfəkkürü, hissi və zəkanı əhatə edir. İdrak ilk növbədə yaşantılarımızın hissi məzmununun mənimsənilməsidir. Hissi idrak insanın bilavasitə xarici aləmlə qarşılıqlı təsirdə olduğu halda baş verir. Rasionalda isə o, özünün yetkinliyini qazanır. Rasional idrak təfəkkürdə daha dolğun açıqlanır.

"*Obyektiv aləmin, onun cisim və hadisələrinin insan beynində inikasından ibarət olan idrak prosesi-dərketmə çox mürəkkəb, dialektik bir prosesdir. İdrakın bir-birini tamamlayan pillələri onun canlı seyretmədən mücərrəd təfəkkürə doğru inkişafı həmin fəallığın mexanizmini, əsasını təşkil edir. Fəallığın yüksəldilməsində ciddi əhəmiyyət kəsb edən ümumiləşdirmə və müqayisə prosesi təfəkkürün inkişafına, fəallaşdırılmasına müsbət təsir göstərir*" [1, s.11].

Məlumdur ki, idrak fəallığı ətraf aləmi dərk etmək tələbatından yaranır ki, bu da hər bir insan üçün doğuşdan xarakterikdir.

Bu problemlə məşğul olan bütün müəlliflər: B.Q.Ananyev, D.B.Boqayavlenskaya, D.B.Qodovikova, Q.İ.Şukina, A.B.Petrovskiy və b. düşünürlər ki, idrak fəallığı məktəbəqədər yaş dövrünü xarakterizə edən ən vacib keyfiyyətdir. İdrak fəallığı ətraf aləmin mümkün qədər əhatəli dərkinə cəhddir.

Bu problemlə məşğul olan pedaqoq və psixoloqların əsərlərinə istinadən deyə bilərik ki, idrak fəallığının inkişafı energetik və məzmun göstəricilərində əks olunan keyfiyyət dəyişiklikləri ilə müəyyənləşir. Energetik göstərici uşağın fəaliyyətə marağı ilə müəyyənləşir. Məzmun göstəricisi isə biliklərin mənimsənilmə səviyyəsi və fəaliyyətinin nəticəsi ilə müəyyənləşir.

Şagirdin dərketmə qabiliyyətini fəallaşdırma vasitələrindən ən əsası isə idrak marağıdır. İdraki inkişafın qanunauyğunluğu müstəqil işin icrasını da tələb edir.

Şagirdlərdə idrak prosesləri: diqqət, duyğu, qavrayış, hafizə, təfəkkür, təxəyyül öz funksiyalarını yerinə yetirməkdə nə qədər fəal olarsa, təlim müvəffəqiyyəti bir o qədər yüksələ bilər. Bu baxımdan şagirdlərin idrak proseslərini fəallaşdırmaq, başqa sözlə oyatmaq, stimullaşdırmaq, istiqamətləndirmək bacarığı müəllimin pedaqoji fəaliyyətinin əsas məqsədi hesab edilməlidir.

Təcrübə göstərir ki, psixi proseslərin fəallaşdırılması şagirdlərin biliklərinin dəqiq və əhatəli olmasında böyük rol oynayır. Qazanılmış biliklərin uzun müddət yadda saxlanılmasına şərait yaradır. Əgər müəllim sinifdə şagirdlərin hamısının idrak fəaliyyətini fəallaşdırmağa nail ola bilmirsə, təlim özünün başlıca funksiyasını – şagirdlərin psixi inkişafını, fərdi psixoloji xassələrinin formalaşmasını yerinə yetirə bilmir.

İdrak fəaliyyəti ilə hisslərin vəhdəti prinsipi idrak fəaliyyətinin fəallaşdırılmasının mühüm sahəsini təşkil edir. Lakin hisslər bütün hallarda idrak fəaliyyətinə səmərəli təsir göstərmir. Belə ki, emosiyaların intensivliyinin dörd səviyyəsi müəyyənləşdirilib:

1. Neytral-bu səviyyədə emosional proses aydın ifadə olunmur.
2. Mötədil – emosiyalar kifayət qədər aydın təzahür edilir, amma çox güclü olmadıqlarına görə idrak prosesinin cərəyanını pozmurlar.
3. Yüksək – bu səviyyədə emosiyalar insanın bütün fəaliyyətinə istiqamət verir. Bu səviyyədə emosiyalar bir çox hallarda affekt forması kəsb edir.
4. Ən yüksək – bu səviyyədə isə ekstaz (vəcdə gəlmək), qeyz, vahimə kimi təzahür edən emosiyalar idrak fəaliyyətinə xüsusilə mənfi təsir edir [2, s.265].

Müəllimlərin çoxu isə şəxsiyyətin effektiv inkişafı ilə bağlı məsələləri o qədər də önəmli hesab etmirlər. Səbəb problemin kifayət qədər tədqiq olunmasına baxmayaraq, tədris proqramlarında lazımi səviyyədə əks olunmaması ilə bağlıdır.

Şagirdlərin emosional cəhətdən aktivləşdirilməsi mürəkkəb bir problemin-şəxsiyyətin effektiv (emosional) inkişafı probleminin ayrılmaz tərkib hissəsidir.

İdrak fəaliyyəti dinamik xarakter daşıyır və subyektin fərdi psixi inkişaf xüsusiyyətlərindən bilavasitə asılıdır.

Qeyd edək ki, psixologiya tarixinin hər bir mərhələsində idrak proseslərinin özünəməxsus izahı olub. XX əsrin 50-70-ci illərində Koqnitiv psixologiya formalaşdı. Onda idrak prosesləri ilə bağlı məsələlər artıq dövrün vacib problemləri cərgəsində dərk olunurdu. Koqnitiv psixologiya idrak proseslərinin mürəkkəb, çoxcəhətli, hətta ziddiyyətli olduğunu və psixi həyatın ana xəttini təşkil etdiyini göstərdi. Pedaqogika isə onun hafizə-təfəkkür-təxəyyül üçlüyünü müasir təhsil konsepsiyasında önəmli idrak prosesləri kimi diqqət mərkəzində saxlayır. Öyrənmə həmişə koqnitiv proseslərlə əlaqədar olub. Məktəb təcrübəsi bir qayda olaraq həmişə bu həqiqəti təsdiq edib. Bu məsələlər müasir dövrdə xüsusi aktuallıq kəsb edib və lazımlı, önəmli tədqiqat obyektinə çevrilib.

Ə.Əlizadə "İdrak prosesləri və hisslər" kitabında dünya psixologiyasında intellektin strukturu modeli ilə məşhur olan C.Gilfordun dərketmə prosesləri ilə bağlı özünəməxsus bir sırasını təqdim edib: *"idrak-hafizə-divergent təfəkkür-konvergent təfəkkür-qiymətləndirmə"* [2, s.22].

Haşiyəyə çıxaraq qeyd edək ki, hafizə bilik, bacarıq və bacarıqların toplanması, qorunması və təkrar istehsalı ilə əlaqəli idrak qabiliyyətləri və yüksək zehni funksiyalar kompleksinin təyinidir.

İdrak obyektiv dünyanın hadisələri və qanunauyğunluqları haqqında biliklərin əldə edilməsi proseslərinin, prosedurlarının və yollarının məcmusudur.

Qiymətləndirmə tədris fəaliyyətinin nəticələrinə, məqsədlərinə nail olunmasının səviyyəsini ölçmək üçün istifadə olunan məlumatların müəyyən edilməsi, toplanması və təhlili üçün bir və ya bir neçə prosesdir.

Divergent təfəkkür (latınca divergere - uzaqlaşmaq) adətən problem və tapşırıqları həll etmək üçün istifadə olunan yaradıcı düşüncə üsuludur. Eyni problemin bir çox həll yolunu tapmaqdan ibarətdir. Divergent təfəkkür E. P. Torrens, D. Gilford, K. Taylor, G. Qrubber, İ. Hine, A. B. Schneder, D. Rogers tərəfindən öyrənilmişdir. İlk dəfə olaraq "divergent düşüncə" anlayışını psixologiyaya alim D.Gilford daxil etmişdir və o, divergensiyanı "müxtəlif istiqamətlərdə gedən düşüncə" kimi təsvir etmişdir. Guilford həmçinin belə nəticəyə gəlib ki, insan beyni fəaliyyətinin bu forması problemin həllinin əsas yollarını dəyişməyə imkan verir və nəticədə gözlənilməz nəticələrə gətirib çıxarır. Konvergent təfəkkür (lat. convergere - yaxınlaşmaq) konkret məsələnin həlli üçün əvvəlcədən öyrənilmiş alqoritmlərdən dəqiq istifadə strategiyasına əsaslanır.

C.Gilfordun modelində idrak anlamına aşağıdakılar daxildir:

- *informasiyanı qavrama, tanıma, dərketmə və anlama prosesləri;*

- *beş hiss üzvünün hamısının köməyi ilə həyata keçirilən kəşf prosesi;*

- *ideya, konsepsiya, prinsipləri anlama* [2, s.23].

Ə.Əlizadə idrak proseslərindən bəhs edərkən konvergent təfəkkürün yaradıcı təxəyyüllə qarşılıqlı əlaqədə olduğunu göstərir və belə bir sxem təqdim edir [2, s.32].

Divergent təfəkkür kimi, konvergent təfəkkürün də motivasiya əsası var. Bu, idrak fəallığının yüksəldilməsində mürəkkəb bir proses olsa da, onun bütün tərəfləri məhz şəxsiyyət amili ilə bağlıdır. Şəxsiyyətlə bağlı problemlər isə yeni pedaqoji təfəkkürə əsasən məhz yaradıcılıq kontekstində öz həllini tapmalıdır.

Qeyd edək ki, 300 ilə yaxın bir müddətdə hafizəyə əsaslanan təlimdə idrak proseslərinin fəallaşdırılması aktuallıq kəsb edərkən yeni psixopedaqoji prinsiplər formalaşdı:

- tərbiyəedici təlim prinsipi;
- inkişafetdirici təlim prinsipi;
- şəxsiyyətyönümlü təlim prinsipi.

Müasir təhsil nəzəriyyəsi bu üç vacib bünövrə üzərində inkişafı əsas götürür. Hal-hazırda başlıca vəzifə onların pedaqoji texnologiyalarının yaradılmasıdır.

Pedaqoji texnologiyalar bir elm sahəsi kimi həm öyrənmənin səmərəli yollarının məcmusu, həm də nəticəyönümlü təlimin prinsiplərini, metodlarını, üsullarını özündə əks etdirən sistem kimi başa düşülür.

Belə ki, pedaqoji texno-logiyalar üç aspektdə təqdim oluna bilər:

1. Pedaqogika elminin ayrılmaz hissəsi kimi;

2. Hər hansı bir fəaliyyətin məzununun və alqoritminin təsviri kimi;

3. Qaydalar sistemi kimi.

Pedaqoji texnologiyalardan üç səviyyədə istifadə olunur:

1. Ümumi pedaqoji səviyyədə. Bu, pedaqoji sistemin sinonimi kimi anlaşılır.

2. Metodik səviyyədə. Bu, bir fənnin məzmunu çərçivəsinə qarşıya qoyulan məqsədlərə çatmaq üçün metodların məcmusu kimi başa düşülür.

3. Lokal səviyyədə. Bu, təlim-tərbiyə prosesinin hər hansı konkret sahəsinə aid olan texnologiyalardır. Məsələn, dərsin texnologiyası, müstəqil işlərin texnologiyası, yeni bilikləri mənimsətmə texnologiyası və s.

Qeyd edək ki, texnologiya hər hansı bir prosesin maksimum idarəedilən olmasını təmin edən əməliyyatlar sistemidir. Konkret təlim texnologiyalarına gəldikdə isə əvvəlcə qeyd edək ki, XX əsrin 30-cu

illərindən artıq pedaqogikanın bir predmeti kimi qəbul edilən pedaqoji texnologiyaların inkişafı üç dövrü əhatə edir. Məhz üçüncü dövrdə (XX əsrin 70-ci illərində) pedaqoji texnologiyaların bazası genişləndi, ona bir çox elementlərlə yanaşı təlim texnologiyaları da əlavə edildi.

İngiltərədə təşkil olunmuş konfrans materiallarına əsasən pedaqoji texnologiya anlayışının inkişaf yolunu müşahidə etmək olar. 1966-cı ildə keçirilən konfransda pedaqoji texnologiyalarla bağlı müəyyən məsələlər müzakirə olundu. 1979-cu ildə Braytonda keçirilən konfransda isə məruzəçilərdən biri belə bir fikir bildirmişdir ki, hal-hazırda pedaqoji texnologiya deyəndə həm təlimin texniki vasitələrindən yararlanma, həm də təlim prosesinin qabaqcadan layihələşdirilməsi nəzərdə tutulsa da, getdikcə o daha geniş anlam daşıyır.

1999-cu ildə Bakıda baş tutmuş konfransda isə artıq bu anlayışdan sistemli şəkildə bəhs olunmuş, maraqlı müzakirələr aparılmışdır. Konfransdakı çıxışlarda yeni pedaqoji texnologiyaların üstünlükləri vurğulanmışdır. Konfransda Nəsimi RTŞ-nin müdiri M.Qəzənfərovun, professor Ş.Mikayılovunun, professor Y.Kərimovun, professor Ə.Ağayevin, Bakı şəhər BTİ-nin rəis müavini F.Qədirovun, 19 saylı məktəbin müəllimi A.Səlimovun, Nəsimi rayonundakı 151 saylı məktəbin direktoru A.Bağırovun və b. çıxışları böyük maraqla qarşılanmışdır.

Azərbaycanda yeni təlim texnologiyalarından istifadə sahəsində müəllimlərə kömək edəcək faydalı əsərlər sırasında A.Mehrabovun, Ə.Abbasovun, Z.Zeynalovun, R.Həsənovun "Pedaqoji texnologiyalar" vəsaiti xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. O kitaba istinadən deyə bilərik ki, *"texnologiya xüsusi sahələrdə biliklər sisteminin tətbiqi nəticəsində xüsusi metodlardan istifadə edərək tapşırığı yerinə yetirmək tərzi kimi başa düşülür*" [114, s.21].

İndi təlimin texniki vasitələrinin, son zamanlarda isə kompüter texnikasının pedaqoji prosesə daxil edilməsi ilə əlaqədar olaraq müasir didaktikada "pedaqoji texnologiya", "təhsil texnologiyaları","təlim texnologiyaları" anlayışından tez-tez istifadə olunur. Pedaqoji texnologiya və təlim texnologiyaları anlayışları müəyyən mənada bir-birini tamamlasa da, tədris prosesi pedaqoji aspektlərdən başqa müxtəlif sosial, sosial-siyasi, idarəetmə, psixopedaqoji, tibbi-pedaqoji, iqtisadi, mədəni və digər aspektləri də özündə birləşdirdiyindən "təlim texnologiyası" (təhsil sferasında texnologiya) anlayışının tutumu "pedaqoji texnologiya" (pedaqogika sahəsində texnologiya) anlayışının tutumundan fərqlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. B.Rzayev. İdrak proseslərinin fəallaşdırılması yolları. Bakı: Şirvannəşr, 2003, 200 səh.
2. Ə.Əlizadə. İdrak prosesləri və hisslər. Bakı: ADPU, 2006, 345 səh.
3. A.Mehrabov, Ə.Abbasov, Zeynalov, R. Həsənov. Pedaqoji texnologiyalar. Bakı: Mütərcim, 2006, 372 səh.
4. K.Camalov. Tədris işinin təşkilində didaktik konsepsiya və paradiqmaların öyrənilməsi yolları. «Azərbaycan məktəbi» jurnalı, 2023, №1, səh.62-68

Məqalədə təlim prosesində şagirdlərin idrak fəalliğının aktivləşdirilməsinin rolu və əhəməyyətindən danışılır. Qeyd edilir ki, təhsilə aid bütün məsələləri özündə əks etdirən kurikulum sənədinə əsasən müasir Azərbaycan təhsili nəticəyönümlü, şagirdyönümlü, şəxsiyyətyönümlü, inkişafyönümlüdür. Şagirddə milli və bəşəri dəyərlərin formalaşdırılmasına yönələn şəxsiyyətyönümlü təhsil cəmiyyət üçün faydalı olan vətəndaşlar yetişdirməlidir. Bu, Azərbaycan cəmiyyətində əsas prioritet məsələlərdən biri kimi qarşıda durmaqdadır.

Yenə də məqalədə vurğulanır ki, hafizə məktəbindən təfəkkür məktəbinə keçidin baş verdiyi müasir Azərbaycan məktəbində artıq yeni pedaqoji təfəkkür formalaşır. Artıq şagird obyekt yox subyektdir. Bununla əlaqədar da təlim prosesində şagirdlərin idrak fəallığının aktivləşdirilməsi, yüksədilməsi xüsusi aktual bir problem kimi tədqiqat obyektinə çevrilib. İdrak fəaliyyəti ilə bağlı məsələlər həmişə diqqət mərkəzində duran vacib problemlərdən olub.

A VIEW OF THE ROLE AND IMPORTANCE OF STUDENT COGNITIVE ACTIVATION IN THE LEARNING PROCESS

SHAHLA IBRAHIM qizi MIRZAYEVA

Baku city secondary school No. 30

SUMMARY

The article discusses the role and importance of activating students' cognitive activity in the learning process. It is noted that according to the curriculum document, which reflects all issues related to education, modern Azerbaijani education is result-oriented, student-oriented, personality-oriented, and development-oriented. Personality-oriented education, which is aimed at forming national and human values in students, should educate citizens who are useful to society. This is one of the main priority issues in Azerbaijani society.

Again, the article emphasizes that a new pedagogical thinking is being formed in the modern Azerbaijani school, where the transition from a school of memory to a school of thinking has taken place. The student is no longer an object, but a subject. In this regard, the activation and enhancement of students' cognitive activity in the learning process has become an object of research as a particularly urgent problem. Issues related to cognitive activity have always been one of the important problems in the spotlight.

30 AVQUST ZƏFƏR BAYRAMININ TÜRK TARİXİNDƏ ƏHƏMİYYƏTİ

Abdullayeva Gültəkin Atəş qızı
pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Pion2691@rambler.ru,
ORCİD: 0009-0009-5332-2146

ÖZET

Tarixin ən böyük qəhrəmanlıq səhifələrindən biri olan 30 avqust Zəfər Bayramı Türkiyədə hər il təntənə ilə qeyd edilir. Qazi Mustafa Kamal Atatürkün komandanlığındakı Böyük Taarrüz 103 il əvvəl 30 avqust 1922-ci ildə Kütahya Dumlupınarda qələbə ilə başa çatdı. Türk tarixində mühüm yer tutan Zəfər Bayramı türklərin tarix boyu göstərdiyi milli mənliyin ən gözəl nümunələrindən biridir. Türk millətinin şanlı tarixində dönüş nöqtəsi kimi qəbul edilən 30 avqust 1922-ci il düşmən ordusunu ölkədən tamamilə qovmaq məqsədi daşıyırdı.

1919-cu ildə Birinci Dünya Müharibəsindən sonra müttəfiqlərin icazəsi ilə Yunan Ordusu İzmirə hücum etdi. Belə olan halda Türkiyə ordusunun qarşısında iki seçim vardı: ya işğalçı qüvvələrə təslim olmaq, ya da ölkəni təkrar ayağa qaldırmaq. Böyük əzmlə yoluna davam edən Türkiyə ordusu Türkiyə Cümhuriyyətinin təməlini əsaslı şəkildə qoydu. Atatürkün baş komandanlığı ilə "Baş Komandan Meydan müharibəsi" kimi də tanınan Böyük Taarrüz 30 avqust 1922-ci ildə müvəffəqiyyətlə başa çatdı. Yunan orduları İzmirə qədər təqib edildi və 9 sentyabr 1922-ci ildə İzmir işğaldan azad olundu. İşğalçı qoşunlar bir müddət sonra ölkə sərhədlərini tamamilə tərk etdilər və simvolik olaraq 30 avqust ölkə torpaqlarının geri alındığı gün hesab olunur.

Bu böyük gün ilk dəfə 1924-cü ildə Dumlupınarın Çal kəndində "Baş Komandanın Zəfəri" kimi qeyd olundu. Bu mərasimdə Mustafa Kamal Atatürk də iştirak etmişdir. 1924-cü ildə təşkil edilən bu mərasimdə Mustafa Kamal Atatürk həyat yoldaşı Lətifə Xanımla "Naməlum Əsgər Abidəsi"nın təməlini qoyaraq milli ruhun əhəmiyyətini vurğulamışdır. Bu mühüm gün 1926-cı ildən etibarən "Baş Komandanın Zəfəri" əvəzinə "Zəfər Günü" kimi qeyd olunmağa başladı.

Ulu öndər Mustafa Kamal Atatürkün rəhbərliyi ilə qazanılan, qürur və coşku ilə qeyd olunan 30 Avqust Zəfər Bayramı Mübarək Olsun!

Açar sözlər: Atatürk, Zəfər Bayramı, şanlı tarix

THE SIGNIFICANCE OF AUGUST 30 VICTORY HOLIDAY IN TURKISH HISTORY

ABSTRACT

August 30 Victory Day, which is one of the greatest heroic pages in history, is celebrated every year in Turkey. The Great Offensive under the command of Gazi Mustafa Kemal Atatürk ended 101 years ago on August 30, 1922 with victory in Kütahya Dumlupınar. The Victory Day, which occupies an important place in Turkish history, is one of the most beautiful examples of the national identity shown by Turks throughout history. August 30, 1922, which is regarded as a turning point in the glorious history of the Turkish nation, appeared with the aim of completely expelling the enemy army from the country.

In 1919, after the First World War, with the permission of the allies, the Greek Army attacked Izmir. In such a case, the Turkish army had two choices: to surrender to the invading forces, or to raise the country again. The Turkish army, which continued its path with great determination, fundamentally laid the foundation of the Republic of Turkey. The Great Offensive, also known as the "Commander-in-Chief Square War" under the command of Atatürk, ended successfully on August 30, 1922. The Greek armies were pursued to Izmir and on September 9, 1922, Izmir was liberated from occupation. After a while, the occupying troops completely left the country's borders, and symbolically, August 30 is considered the day when the country's lands were taken back.

This great day was celebrated for the first time in 1924 in Chal village of Dumlupınar as "Victory of the Commander-in-Chief". Mustafa Kemal Atatürk also participated in this ceremony. In this ceremony organized in 1924, Mustafa Kemal Atatürk emphasized the importance of the national spirit by laying the foundation of the "Unknown Soldier Monument" with his wife Latifah. This important day began to be celebrated as "Victory Day" instead of "Victory of the Commander-in-Chief" from 1926.

Happy August 30 Victory Day, won under the leadership of the great leader Mustafa Kemal Atatürk, celebrated with pride and enthusiasm!

Keywords: Ataturk, Victory Day, glorious history

ŞEYX ŞAMİL VƏ QAFQAZIN RUS İSTİLASINDAN AZAD EDİLMƏSİ UĞRUNDA QAZAVAT MÜHARİBƏSİ

[1] Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ ; [2]Araşdırmacı yazar İMAM DİKMƏN
[1] ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr
Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri
Türk Dünyası Eyitimçilər Birliyi üzvü
Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, Tarix-Filologiya Bölümü; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-Azərbaycan Dili və Ədəbiyyat Kafedrası, Bütöv Azerbaycan
[2] İlahiyyatçı-araşdırmacı yazar; Almaniya, Berlin
imam.dikmen55@gmail.com ORCİD: https://orcid.org/0009-0001-4140-287X

ÖZƏT

İmam Şamil 1797-ci ildə Dağıstanın Gimri kəndində anadan olub. Atası Qafqazın qədim xalqlarından olan avarlara mənsub Məhəmməddir. Şamil 15 yaşına çatdığı zaman artıq at minməkdə qılınc oynatmaqda çox mahir idi.

20 yaşına isə 2 metr boyu ilə tullanma, odlu sialhdan istifadə, qılınc oynatma kimi keyfiyyətlərdə çox mahir idi.Şeyx Şamil ilk təhsilinə Səid Xərakinin yanında başladı. Daha sonra qayınatası Nəqşibəndi şeyxi Cəmaləddin Qazi Kumikinin tələbəsi oldu. İmam Şamil özündən əvvəl imamət məqamında olan Qazi Məhəmməd və Həmzət Bəyin müşavirliyini etmişdi. Şamil son dərəcə sadə, təvazökar və qənaətcil bir həyatı yaşamaqda idi.

Şamil imam – yəni dövlət başçısı seçildikdən sonra ilk iş olaraq dövlətin daxilindəki vəziyyəti səhmana salmağa başladı. Ruslara qarşı güclü müqavimət göstərmək üçün vacib olan əskəri və mülki təşkilatları yenidən qurmağa başladı. Bir tərəfdən hərbi tədbirlər görərək düşmənə qarşı müdafiə üçün müharibəyə girişərkən, digər tərəfdən də müntəzəm olaraq ədliyə və idarə etmə mexanizmini inkişaf etdirməkdə idi. Bu zaman mədrəsələrdə təhsilə diqqət verilməkdə, fikir və sənət sahəsində böyük addımlar atılmaqda idi. Onun hakimiyyətdə olduğu zamanlarda top, barıt, digər silah-sursat istehsalı və tədarükünə ciddi fikir verilmiş, əskəri təşkilatlanmada böyük irəliləyişlər əldə edilmişdi.

Dost ölkələrdən heç bir kömək görməyən İmam Şamilin nəhayət əlindəki bütün qüvvə və qaynaqları tükəndi və 1859-cu il 6 iyununda Qunipdə General Baryatinskinin idarəsindəki 70.000 nəfərlik rus ordusuna yanında bir neçə yüz adam qalana qədər müqavimət göstərdikdən sonra təslim oldu.

İmam Şamili ailə üzvləri və 40-a qədər adamı ilə Peterburqa Çarın yanına apardılar. O, Rus Çarı II Aleksandr tərəfindən sarayın qapısında böyük hörmətlə qarşılanır. Çar atası I Nikolaya və onun ordusuna tam 35 il Qafqazı zindan edən zəmanənin bu böyük qəhramanını gördüyü zaman çox təsirləndi, onun saqqalından sevərək öpməkdən özünü saxlaya bilmədi.
İmam Şamil bir aya qədər sarayda qonaq qaldı. Bundan sonra onun əsirlik illəri başladı. Lakin Şamil və ailəsinə əsarət çox ağır gəlirdi. 2 il içərisində Şamilin qapqara saçları ağappaq oldu. Böyük qızı Nafisat ilə gəlini – Məhəmməd Qazinin həyat yoldaşı Kərimət vərəmə yoluxub vəfat etdilər. Aradan 10 il keçəndən sora Çar onun Həccə getməsinə icazə verdi. Ancaq bir tədbir olaraq oğlu Məhəmməd Şəfini saxlayır və Həcci ziyarət etdikdən sonra dərhal Rusiyaya qayıtmasını şərt qoydu.

AÇAR SÖZLƏR: Şeyx Şamil; Qafqazın azadlığı uğrunda Qazavat müharibəsi; Şeyx Şamilin şücaətləri

SHEIKH SHAMIL AND THE GAZAVAT WAR FOR THE LIBERATION OF THE CAUCASUS FROM RUSSIAN INVASION

ABSTRACT

Imam Shamil was born in 1797 in the village of Gimri, Dagestan. His father was Muhammad, a member of the Avars, one of the ancient peoples of the Caucasus. By the time Shamil was 15 years old, he was already very skilled in riding a horse and wielding a sword.

By the age of 20, he was very skilled in such qualities as jumping from a height of 2 meters, using a fire sialh, and wielding a sword. Sheikh Shamil began his primary education with Said Kharaqi. Later, he became a student of his father-in-law, the Naqshbandi sheikh Jamaleddin Ghazi Kumiki. Imam Shamil served as an advisor to Ghazi Muhammad and Hamzat Bey, who had held the position of Imamate before him. Shamil lived an extremely simple, modest, and frugal life.

After being elected imam - that is, head of state, Shamil first began to improve the situation within the state. He began to rebuild the military and civil organizations necessary for strong resistance against the Russians. On the one hand, while taking military measures and going to war to defend against the enemy, on the other hand, he was constantly developing justice and the mechanism of administration. At this time, attention was paid to education in madrasas, and great steps were taken in the field of thought and art. During his reign, serious attention was paid to the production and supply of cannons, gunpowder, and other weapons and ammunition, and great progress was made in military organization.

Imam Shamil, who did not receive any help from friendly countries, finally exhausted all his strength and resources and surrendered on June 6, 1859, after resisting the 70,000-strong Russian army under General Baryatinsky in Gunip until only a few hundred people remained with him.

Imam Shamil was taken to St. Petersburg to the Tsar with his family members and up to 40 men. He was greeted with great respect by the Russian Tsar Alexander II at the palace gate. When he saw this great hero of the time, who had imprisoned the Caucasus for 35 years for his father Nicholas I and his army, he was very moved and could not help but kiss his beard lovingly.

Imam Shamil stayed as a guest in the palace for about a month. After that, his years of captivity began. However, the captivity was very difficult for Shamil and his family. Within 2 years, Shamil's dark hair turned white. His eldest daughter Nafisat and his daughter-in-law - Karimat, the wife of Muhammad Ghazi, contracted tuberculosis and died. After 10 years, the Tsar allowed him to go on Hajj. However, as a precaution, he kept his son Muhammad Shafi and stipulated that he return to Russia immediately after performing the Hajj.

KEYWORDS: Sheikh Shamil; Gazavat war for the freedom of the Caucasus; Sheikh Shamil's exploits

GİRİŞ

YAXUD, BİR EPİQRAFDAN BAAŞLAYAN HƏYAT VƏ MÜBARİZƏ:

Vətənin hakimiyyətinə, səadətinə, rifahına və
sərvətinə göz dikənlərə və əl uzadanlara
aman verməyin! (ŞEYX ŞAMİL)

İmam Şamil 1797-ci ildə Dağıstanın Gimri kəndində anadan olub. Atası Qafqazın qədim xalqlarından olan avarlara mənsub Məhəmməddir. Şamil 15 yaşına çatdığı zaman artıq at minməkdə qılınc oynatmaqda çox mahir idi. 20 yaşına isə 2 metr boyu ilə tullanma, odlu sialhdan istifadə, qılınc oynatma kimi keyfiyyətlərdə çox mahir idi.Şeyx Şamil ilk təhsilinə Səid Xərakinin yanında başladı. Daha sonra qayınatası Nəqşibəndi şeyxi Cəmaləddin Qazi Kumikinin tələbəsi oldu. İmam Şamil özündən əvvəl imamət məqamında olan Qazi Məhəmməd və Həmzət Bəyin müşavirliyini etmişdi. Şamil son dərəcə sadə, təvazökar və qənaətcil bir həyatı yaşamaqda idi.

İmam Şamil müxtəlif vaxtlarda 5 dəfə evlənmişdi. Şamilin Fatimat, Cevhərat, Zahidət, Əminə və Şovanət adlı həyat yoldaşlarından Əhməd Cəmaləddin, Məhəmməd Qazi, Məhəmməd Səid, Məhəmməd Şəfi, Cəmaləddin və Məhəmməd Kamil adlı 6 oğlu ilə Fatimat, Nəfisat, Nəcabət, Bəhu-Məsadu və Safiyat adlı 5 qızı olmuşdu.

Şamil imam – yəni dövlət başçısı seçildikdən sonra ilk iş olaraq dövlətin daxilindəki vəziyyəti səhmana salmağa başladı. Ruslara qarşı güclü müqavimət göstərmək üçün vacib olan əskəri və mülki təşkilatları yenidən qurmağa başladı. Bir tərəfdən hərbi tədbirlər görərək düşmənə qarşı müdafiə üçün müharibəyə girişərkən, digər tərəfdən də müntəzəm olaraq ədliyə və idarə etmə mexanizmini inkişaf etdirməkdə idi. Bu zaman mədrəsələrdə təhsilə diqqət verilməkdə, fikir və sənət sahəsində böyük addımlar atılmaqda idi. Onun hakimiyyətdə olduğu zamanlarda top, barıt, digər silah-sursat istehsalı və tədarükünə ciddi fikir verilmiş, əskəri təşkilatlanmada böyük irəliləyişlər əldə edilmişdi.

İmam Şamil güclü natiqlik qabiliyyəti, qətiyyətli iradəsi və əskəri dühası ilə böyük uğurlar qazanmış, şöhrəti qısa zamanda ətrafa yayılaraq nüfuzu Dağıstan bölgəsində yaşayan xalqlar tərəfindən qəbul edilmişdi.

İmam Şamil idarə sistemini yenidən qaydaya salarkən, ölkəni naiblik və vilayətlərə ayıraraq bunların başına həm hərbi, həm də mülki işləri idarə edən naibləri təyin etdi. Üç və ya dörd naiblik bir vilayət idi. Vilayətlərin başındakı naibin rütbəsi daha böyük idi. Ayrı-ayrılıqda hər biri böyük qəhraman olan bu yüksək rütbəli naiblərdən Əhvərdil Məhəmməd, Qabət Məhəmməd, Şuayıb Molla, Taşof Hacı, Danyal Sultan, Nur Məhəmməd, Xiitinaf Musa, Sədullah, Düba Hacı, Hacı Murad və Şamilin böyük oğlu Məhəmməd Qazi qəzavatın adı unudulmayacaqı şəxsiyyətlərindən olmuşlar.

Şamil imam seçildiyi 1834-cü ildən 1859-cu ilə qədər Rusiyanın böyüklüyünə və hərbi qüdrətinə baxmayaraq usanmadan müharibəni davam etdirdi. Özündən əvvəlki 2 imamın dövründə də10 il müharibədə iştirak etdiyindən bütövlükdə dayanmadan cihad etdiyi müddət tam 35 ildir. Bu vaxt ərzində Rus ordusuna böyük zərbələr vurmuşdu. Bununla bərabər özünün də məhdud olan əsgəri qüvvəsi də gündən-günə azalmışdı.1839-cu ildə Axulqo Təpəsində 3 min müridi ilə General Qrabbenin komandanlığındakı sayı 10 mindən artıq yüksək səviyyədə silahlanmış rus ordusuna qarşı 80 günlük müdafiəsi hərb tarixinə düşmüşdür. Şamil bu müharibədə həyat yoldaşı Cevhəratı, oğlu Səidi və bacısı Məsudəyi itirmiş, 8 yaşındakı oğlu Cəmaləddini ruslara girov vermək məcburiyətində qalmışdı.

Bu dəhşətli müharibələrdə sadəcə insan itkisi olmurdu. Ruslar aylarla davam edən müharibə nəticəsində işğal etdikləri torpaqlarda ağacları, meşələri yandırıb heç bir canlını sağ qoymadan irəliləyirdilər.

Müharibədə iştirak edən rus komandirlərindən Milyutin 80 gün davam edən Axulqo müharibəsi haqqında xatirələrində bunları deyir: *"Artıq müharibəyə nəzarət və idarə komandirlərin əlindən bütünlüklə çıxmışdı. Hiddətlənərək əsəblərindən adəta dəliyə dönmüş dağlılar necə gəldi əsgərlərimizin üzərinə basqın edib, süngü ilə öldürülənə kimi döyüşürdülər. Hətta qadınlar da silahsız olduqda belə, özlərini quduzcasına süngülərimizin üzərinə atırdılar. Lakin, müvəffəqiyyət üçün hər cür fədakarlığı gözə almış rus komandanlığı inadla hücuma davam etdi. Təslim olmağı qətiyyən rədd edən dağlılar heç bir ümidləri qalmadığı halda qəhramancasına döyüşdülər. Qadınlar, uşaqlar əllərindəki xəncərlərlə ruslara hücum edir, süngülərin ucunda göz qırpmadan can verirdilər. Bəziləri isə özlərini və uşaqlarını dağdan atırdılar. Yaralılar da inanılmaz şəkildə döyüşürdülər".*

Dost ölkələrdən heç bir kömək görməyən İmam Şamilin nəhayət əlindəki bütün qüvvə və qaynaqları tükəndi və 1859-cu il 6 iyununda Qunipdə General Baryatinskinin idarəsindəki 70.000 nəfərlik rus ordusuna yanında bir neçə yüz adam qalana qədər müqavimət göstərdikdən sonra təslim oldu.

İmam Şamili ailə üzvləri və 40-a qədər adamı ilə Peterburqa Çarın yanına apardılar. O, Rus Çarı II Aleksandr tərəfindən sarayın qapısında böyük hörmətlə qarşılanır. Çar atası I Nikolaya və onun ordusuna tam 35 il Qafqazı zindan edən zəmanənin bu böyük qəhramanını gördüyü zaman çox təsirləndi, onun saqqalından sevərək öpməkdən özünü saxlaya bilmədi.
İmam Şamil bir aya qədər sarayda qonaq qaldı. Bundan sonra onun əsirlik illəri başladı. Lakin Şamil və ailəsinə əsarət çox ağır gəlirdi. 2 il içərisində Şamilin qapqara saçları ağappaq oldu. Böyük qızı Nafisat ilə gəlini – Məhəmməd Qazinin həyat yoldaşı Kərimət vərəmə yoluxub vəfat etdilər. Aradan 10 il keçəndən sora Çar onun Həccə getməsinə icazə verdi. Ancaq bir tədbir olaraq oğlu Məhəmməd Şəfini saxlayır və Həcci ziyarət etdikdən sonra dərhal Rusiyaya qayıtmasını şərt qoydu.

Şamil 1870-ci ildə adamları ilə bərabər Rusiyadan çıxaraq əvvəlcə İstanbula gəldi. Sultan Əbdüləziz tərəfindən sarayda qarşılanan Şamilin İstanbula gəlməsi xəbəri yayıldı zaman şəhər bir-birinə qarışmış, xalq bu böyük qəhramanı görmək üçün saray qapısına axışmağa başlamışdı.
Şamil arzuladığı son mənzilə vaxtında yetişmək üçün Sultanın məxsusi olaraq ona ayırdığı gəmi ilə yola çıxdı. Ciddə limanında Məkkə əmiri, şəhərin iləri gələnləri və böyük bir izdiham tərəfindən təntənəli mərasimlərlə İmam Şamili qarşılandı və Məkkədə şərəfli şəxslər üçün ayrılan Şürəfa dairəsində qonaq edildi.

Həcc zamanında Şamilin orada olduğunu eşidən dünyanın dörd bir yanından gəlmiş yüz minlərlə müsəlmanın onu görmək üçün yaratdığı izdiham nəticəsində hökumət idarəçiləri onu Kəbənin üzərinə çıxardılar.Beləliklə insanlar onu gördülər.

Şamil həcc ziyarətini yerinə yetirdikdən sonra Mədinəyə getdi. Mədinədə olarkən çox zəifləmiş olan İmam Şamil xəstələndi. Bütün həyatını Allah üçün cihada, ölkəsinin birliyinə həsr etmiş, əsgəri dühasını dünyaya və əbədi düşməni olan rus hökumətinə qəbul etdirən, adını dünya tarixinə "gəlmiş-keçmiş ən böyük müqavimət lideri" olaraq yazdıran İmam Şamil 4 fevral 1871-ci ildə 74 yaşında fani dünyaya gözlərini yumdu. (https://minber.az/seyx-samil-1797-1871)



Şamil hicri 1212, miladi 1796-cı ildə Dağıstanın Gimri aulunda avar ailəsində anadan olmuşdur. Ailədə bir oğlan, bir qız dünyaya gəlmişdir.

Böyük Azərbaycan alimi, şərqşünas, Peterburq Universitetinin professoru Mirzə Kazımbəy yazır ki, Şamildən soruşdum ki, atasının neçə övladı olmuşdur? Cavab verdi ki, bir və bir barmağını göstərdi. Bu da təkcə, yeganə demək idi.

Şamilin atasının adı Denhau Məhəmməd, anasının adı – Bahu Mesedi idi. gələcəyin Qəzavat rəhbəri Şamil kasıb ailədə dünyaya gəlmişdir. Həyət və evlərinin dəyəri 200 manat olardı.

Şamilin ilk adı Əli idi. uşaq vaxtı tez-tez xəstələndiyinə görə adının əvvəlinə Şamil də əlavə edilmişdir. Onu uzun müddət Şamil-Əli deyə çağırdılar. Imam seçiləndən sonra bütün müraciət və məktublarında Şamil adını işlətməyə başlayır və bundan sonra bütün müridlər ona Şamil deyirlər. Mirzə Kazımbəy yazır ki, mən Şamildən soruşdum ki, adının dəyişilməyi onun xəstəliyinə təsir etdimi? Şamil cavab verir: “Mən tezliklə sağaldım, ancaq bilmirəm adımın dəyişilməyinə görəmi?..”

Şamil 12 il məktəbdə oxuyur. 20 yaşında ərəb dili qrammatikasını, məntiqi və natiqlik kursunu; Fəlsəfə, Quranın təfsiri, hədis və qanunçuluq üzrə ali kursu bitirir.

27 yaşı olarkən Şeyx Cəmaləddin Kumuklu və Şeyx Məhəmməd Yeraqi kimi alim və mürid rəhbərlərin təliminə yiyələnir, müridizmin, təriqət və şəriət qanunlarının kamil bilicisi olur. Bu dövrdə şiəlik məzhəbindən olan Nəqşibəndi təriqəti Şeyx Cəmaləddinin rəhbərliyi ilə geniş yayılmışdır.

ŞEYX ŞAMİLİN AZADLIQ MÜBARİZƏSİ VƏ QƏHRƏMANLIĞI

Gimri aulundakı qalada 13 müridlə, habelə imam Qazi Məhəmmədlə birgə mühasirədə qalan Şamil üçün də bu döyüş son döyüş ola bilərdi, ancaq Allah ona elə bir qüvvət və cəsarət verdi ki, buna ancaq Şamil kimi bir döyüşçü layiq ola bilərdi. Qazi Məhəmməd qalanın üstündən düşmənlərin üstünə atıldı, ancaq süngülərdə göyə qaldırıldı. Sonra qohumu Məhəmməd Sultan atıldı. O da süngülərə sancıldı. Daha sonra Şamil döyüşə hazırlaşdı. Məhəmməd Tahir bu dəhşətli səhnəni belə təsvir edir:

"O da qollarının çırmayıb, çərkəzini qurşağı altına basıb qəməsi əlində, qaladan elə qüvvətlə və bərk atıldı ki, süngü hasarın o tayına düşdü. Göydə uçanda onun papağını vurub başından salmışdılar. Çılpaq baş, sol əlində qəmə, İslamım şiri onu əhatə edən düşmənlərin sıx cərgəsi arasında. O, qəməm ilə ilk rastına çıxanı başından vurdu. Kafir yıxıldı. Sonra ikincisini, o da eləcə yerə sərildi. Dairə yarıldı və Şamil dar Gimri dərəsinin o tay və bu tayında üz-üzə dayanmış iki əsgər cərgəsinin arasında qaldı. O, geri baxmadan karıxmış düşmənlərin arası ilə bütün sürətilə qaçmağa başladı. Xeyli müddət heç kim onun qabağını kəsmədi, özününkülərə dəyməkdən ehtiyat edərək arxadan da ona atəş açmadılar.

Nəhayət, yapıncı və papaq geymiş bir qoçaq (yəni düşmənin tərəfindən vuruşan bir satqın –Ə.Ə.) irəli sıçrayıb onun yolunu kəsdi və üz-üzə atəş açdı. Amma gülləsi yan keçdi. Şamil qəmə ilə ona zərbə vurdu, amma əsgər yapıncını zərbə altına verib sağ qaldı. Zərbələr təkrar olundu və yapıncı hər dəfə kafiri xilas elədi. Nəhayət, Şamil onun diqqətini həqiqi zərbədən yayındırıb kafirin başını yardı və qaçmağa davam elədi. Amma bu, çox uzun çəkmədi.

Tezliklə bir əsgər irəli çıxıb süngünü Şamilin böyrünə soxdu. Şamil tüfəngin lüləsindən tutub, süngünü yarasından çıxartdı və Allahın düşmənini başından zərbə ilə yerə sərdi. Lakin bu dəfə kafirlərin arxadan atdıqları ağır bir daş onun çiyninə dəydi. O, kəskin ağrı hiss etdi. Nəfəsi təngişir, gücü azalır, lakin olacağı ümidi ona yenidən ruh və güc verirdi. Son qüvvəsini toplayıb qorxunc təhlükə yuvasından çıxdı, düşmənlər onu güllə yağışına tutdular, ancaq heç biri ona dəymədi".

Bu cürət və qaçışla, şir hünərilə Şamil Allahın düşmənlərinə, Vətən xainlərinə, Vətənə təcavüz edən ruslara qarşı yeni və uzun sürən müharibəyə doğru gedirdi. Şamili ölümdən xilas edən, heç şübhəsiz, onun inamı idi. O, sübut edirdi ki, müridlər, Vətən yolunda can qoyanlar yüz-yüz, min-min düşməndən də üstün və döyüşkəndirlər. Şamilin arxasınca daldalana-daldalana qaçan müəzzin (azan verən) də ona çatdı. Şamilin artıq taqəti kəsilib, ölüm ayağındadır. Qaya kölgəsində gizləndilər. O, müəzzinə: - "Ölünü rahat burax" – dedi və qaçıb uzaqlaşmasını istədi. Bu vaxt Şamilin "səsi qırıldı, huşunu itirdi". Müəzzin əyilib onun üstündə "Yasin" oxudu. Axşam ayıldı. Namaz qılmağa qalxdı. Taqəti olmadı, başı hərləndi. Qan qusdu. Sonra özünə gəldi, namazını qılmağa başladı.

Sübh tezdən Unsukul auluna gəldilər. Lakin unsukullular onu qıbul etmədilər. Öləcəyini güman edib, öldürmədilər də. Ev yiyəsi onu aulun kənarındakı bağda dəstəmaz yeri olan kulyaya gətirdi. .amil burada 20 gün oturmuş vəziyyətdə qaldı. Onun yarası iki aya sağaldı. Şamil oradan İrqanay auluna, Şeyx Məhəmmədin yanına gəldi.

Ramazan ayının ilk günündə Şamil öz doğma aulu Gimriyə gəldi. Ruslar öz nümayəndələrini katda təyin etmişlər burada. Şamil şəriətə zidd hərəkət edən qadın və kişiləri cəzalandırdı, düşmənə tabe olmaq istəyən gimrililəri haqq yoluna çağırdı, əks təqdirdə cəzalanacaqlarını bildirdi. Gimridə müridlərin gücü günbəgün artmağa başlayırdı. Şamil gimrililərə üzünü tutub dedi:

“ Qoy hamı bilsin ki, bizim müqəddəs dinimizi alçaltmağa və təhqir etməyə heç kimə imkan vermərəm. qoy sizə məlum olsun ki, Allahın mənə həvalə etdiyi vəzifələri yerinə yetirəcəyəm. özü də heç yandan və heç kimdən kömək gözləmədən, yalnız özümə ümid edirəm. kim istəyir, qoy haqq yoluna gəlsin, kim istəmirsə, qoy üz döndərsin. Siz məni yolumdan döndərəcəyinizə ümid etməklə möhkəm yanılırsınız”.

Bundan sonra düşmənə nifrət edən, azadlığı hər şeydən üstün tutan Allah adamlarının ahval-ruhiyyəsi artdı. Katda qaçdı.

Irəlidə isə çox işlər gözləyirdi müridləri: düşmənlə sonadək döyüş, düşmənin murdar ayaqlarını torpaqlardan kəsmək tələbi dururdu qarşıda.

Qaradağ məscidində alim və müdriklərin, üləmaların, ağsaqqalların toplantısında Həmzət bəy imam seçildi.

Həmzət bəy 1789-cu ildə Dağıstanın Qotstal aulunda avar bəyinin ailəsində anadan olmuşdur. Qazavatda fəal iştirak edənlərdən olmuş, öz igidliyi, qorxmazlığı və cəsarəti ilə xalq arasında nüfuz qazanmışdır. 1830-cu ildə Zaqatalada rusların üstünə hücum edib, düşmənin canına qorxu salmışdır. Bu hücum zamanı kafirlərdən xeyli adam qırıldı. Lakin qalanı ala bilmir. Sülh bağlamaq adıyla qalaya çağrılaraq həbs edilmiş və Tiflisə aparılmışdır. Həbsdən sonra da cihadı davam etdirmişdir. Yüksək təhsilli, ilahiyyatla məşğul olan bir alim kimi də öz ideyasını azadlıq və müstəqillik xətti üzərində qurmuşdur.

Həmzət bəy imam seçiləndən sonra Şamillə birlikdə Unsukul, Muşul, Orod, Koysubul, Gergebil və başqa aulları özünə tabe etdirmiş, onları müqəddəs din və vətən uğrunda döyüşlərə ruhlandırmışdır. Xunzaxa hücum edib, oranı ələ keçirir, xanı və adamlarını öldürür, rusları oradan qovur. Həmzət bəy imam seçiləndən il yarım sonra Xunzaxda cümə namazına gedərkən avar xanının kiçik oğlu Osmanın və Hacı Muradın sui-qəsdi ilə öldürülür. Qəsd barədə Həmzət bəyə qabaqdan xəbər verilsə də, o heç nədən qorxmamış, məscidə gəlmişdir. Hacı Yasul Məhəmməd də Həmzət bəyi qətlə yetirən canini öldürdü. Bu hadisələr 1834-cü ildə baş vermişdir və onda Həmzət bəyin 45 yaşı var idi.

ŞEYX ŞAMİLDƏN NƏSİHƏTAMİZ VƏ ƏMRANƏ SÖZLƏR

Lakin belə qətllər və xəyanətlər müridlərin inamını qırmır, əksinə onların mübarizə və döyüş ruhlarını qaldırırdı.

Sonunu düşünen kahraman olamaz.

Allahtan kullarına şer erişmez.

Faydasız ilimden Allah’a sığınırım.

Vatanınız için öldürünüz -şehit olunuz.

Nefsini baş tacı eden, dinini hor görür.

Mü’min sendelerse Allah o na destek olur.

Tük qədər olsa belə, ışık gördüğün yere get.

Müslüman idareler işlerini şura ile görürler.

Kamil kişi yürümeye nasıl başlarsa öyle bitirir.

Düşmana karşı diri kedi, ölmüş aslandan iyidir.

Maddi silahlar yalnız başına hiç bir işe yaramazlar.

Kahrolsun sefil esaret! Yaşasın şanlı ve güzel ölüm!

Yüksekteyken küçülmeli, kuvvetliyken insaf etmelisin.

Allah'la açık ve gizli muameleniz edep üzerine olsun.

Arkadaşını affet. Affettiğini hatırlatma ve hatırlama.

İnsanların en yükseği ve en asili Allah'tan en çok korkanıdır.

Vatanın kurtuluşu ve istiklal yolunda cehd ve cenk gereklidir.

Hürriyetimiz, zulüm ve kahrın döktüğü kanlarla kazanılacaktır.

Mü'min (Allah yolunda) sendelerse Allah ona destek olur.

Şehitlerin ruhları yeşil kuş kanatları içinde Allah'a kavuşur.

Hakkı kabul ve ilan etmek islami yaşayışın esasını teşkil eder.

İnsanların en yükseği ve en asili Allah'tan en çok korkandır.

Çar'ı büyük görenler Allah'a şirk koşan kâfirlerden farksızdır.

Allah kuvvetlilerin başaramadığını bir zayıfa başartmaya kadirdir.

İstilaya uğrayan vatan toprakları sulh ile ele geçmez, cenkle alınır!

Gönüllerden kibiri çıkarmak yüce dağları iğne ile kazımaktan daha zordur.

Müslümanlık esasına göre kurulan idare teşkilatı ile diktatörlük bağdaşamaz.

Dünyada menfaat için sevgi gösterisinde bulunan insanlar kadar alçağı yoktur.

Allah büyüktür. Yardımını vatanı ve kendi uğrunda savaş edenlerden esirgemez.

Allah'ın sana verdiği nimetlerle günah ve kötülük yolunda kuvvet kazandırmamalısın.

Her şeyin bir hizmet edicisi vardır. Dinin hizmeti Şeyh Şamil Sözleri, edicisi de edep ve vatan görevidir.

Hayrın kümelendiği evin anahtarı tevazu , şerrin kümelendiği evin anahtarı- gururdur.

Kamil kimse vatanında her hangi bir şey kıpırdar veya doğarsa, bundan haberdar olmalıdır.

Allah'a giden yollar gökteki yıldız sayısından fazladır. Biz o yollardan birini arıyoruz. Allah dilediğini imansızlık karanlığında boğar. Fakat sevdiği kulunu hidayete ve aydınlığa kavuşturur.

Ölümü sevgili gibi kucaklayan ve şehitliğe susayan insanlara, esaret teklif etmek çok boş ve gülünçtür.

Ben Müslümanım, Müslüman olanlar kendilerini esarete almak isteyen zorba rejimlerle çarpışmak mecburiyetindedir. Vatan istilacılarına isyan edenlerin kırık utangaç hali, benim için , ibadetle olanların sert ve dik tavırlarından iyidir. Ey Allah'ın makbul kulları ! Ey vatan dağlarının emsalsiz ziyneti şerefli muhafızlar! Bu vatan sizindir , sizin olacaktır.

Bir naibe gönül bağlarken onda keramet aramayınız. Sadece şeriata saygı beslediğini ve hak yolunda yürüdüğünü görmek yeterlidir. Savaşımız, çarların, ruhani reislerin ve eşkıyaların milletimizden gaspettikleri haklarını iade için sonuna kadar devam edecektir. Müslümanlığı ve vatanınızı kurtarmak istiyorsanız bir tek yolu vardır.

Düşmanlarınızın ellerindeki öldürücü silahları aleyhinizde kullanmasına izin vermeyiniz. Müslümanlar zulme dayanan bir devletin esiri olamaz. Zulüm sistemi ile teşkilatlanan Çarlık Rusya'sı ya zulümden vazgeçmeli ya baş eğmeli, ya da ortadan kalkmalıdır. Bundan sonra onların mukadderatı çizilmiştir,

onları yok edeceğiz, hiç bir kimseye müsamaha etmeyeceğiz. Bütün Kafkasya'nın ırmakları, gölleri ancak onların kanları ile boyandığı zaman kurtulmuş olacağız.

Bizden torunlarımıza kalacak en büyük miras, hürriyet uğrunda savaşmak, hakkı yayma uğrunda can vermek olacaktır. Torunlarımız hürriyet ve istiklal uğruna yapılan savaşların kuyruğu değil, başı olmalıdır. Çarlar ölecektir, petrolarınız, ve katerinalarınız gibi nikola da gözleri arkasında gidecektir. Fakat Kafkasya mutlaka kurtulacak hür ve mesut olacaktır.

Allah, hak ve vatan uğrunda çarpışanlara yardımcı olsun. Ey Dağıstan ve Çeçenistan milletleri! Dinleyiniz beni. Ben sizleri para ve menfaat için bu savaşlara sürüklemedim. Bu Allah'ın emridir. Toprağımızı hürriyetimize kavuşturmak ülkümüzdür. Bu emre itaat ediniz. Hiç birimiz kamasını kınına sokmasın. Parolamız ölünceye kadar savaş olmalıdır.

Ölüm bizi Allah'ımıza kavuşturan en ulvi hadisedir. Dünyaya geldik o'nun eserlerini gördük, o'nun emirlerindeki isabete inandık, o'nun eserlerine gönlümüzden vurulduk. Şimdi de sevine sevine o' na kavuşmayı özlemeliyiz. Ölüm kafirler için bir azap bir ıstıraptır. Müslümanlar için bir sürur ve sadet olmalıdır. Ancak, Allah yolunda kan dökünüz vatanın hürriyetine saadetine refahına ve servetine göz dikenlere, el uzatanlara aman vermeyiniz. Sizi kovdukları ve geri sürdükleri bir tek karış yurt toprağını düşman elinde bırakmayınız. Onları daima geldikleri yere sürünüz.

Adam öldürmek ve Allah'ın binasını yıkmak fena bir şeydir. Fakat vatan uğrunda ölmek ve öldürmek Allah'ın takdis ettiği ulu bir vazifedir. Milletim, siz Allah'a karşı çok günahlarla suçlusunuz. Siz dini ölüme mahkum ediyorsunuz. Namazlarınız oruçlarınız nafiledir. Dualarınız Allah ile bir istihzadır. İbadetleriniz o'nu oyalamak arzusundan başka bir şey değildir. Evet, namaz kılın, oruç tutun, fakat unutmayınız ki en büyük ibadet gazavattır. Ruslar topraklarımızı çiğniyorlar, ben size ancak kurtuluşun savaşta olduğunu söylüyorum. Ruslara ölüm!

Kafkasyalılar! Senelerden beri göğüslemeye çalıştığımız en vahim an gelip çatmıştır. Yapabileceğimiz tek iş düşmanla fasılasız ve amansız çarpışmaktır. Bugüne kadar harp etmek şeref ve vatan borcu idi. Fakat bugün hepimizin üstüne farz olmuştur. Kafkasya'nın hürriyeti için son kurşununa son kılıcına ve sağlam kalan son bileğe kadar dövüşmeyen kafirdir. Küfrün ve hıyanetin cezası merhametsizce ve derhal ölümdür.

Söyleyin o Rus Çar'ına; basında bulunduğum bu kahramanların kalplerinde kökleşen zafer imanı, kökünden kazınmadıkça; en genç muharıplerimle, en ihtiyar naiplerime kadar tek kurşunları ve tek kolları kalıncaya kadar bu mübarek vatanı, son dağına, son köyüne ve en son kaya parçasına kadar karış-karış müdafaa etmekten beni hiçbir kuvvet men edemeyecektir. Bu uğurda bütün evlad ve ailemi kılıçtan geçirseniz, en son müridimi yok etseniz tek başıma ve son nefesime kadar; sizinle yine doğuşeceğim. Son cevabım budur!

Kaynak : Şeyh Şamil Sözleri

https://www.neguzelsozler.com/unlu-sozleri/seyh-samil-sozleri.html

1834-CÜ İLDƏ RAZI OLMASA DA "ALİMLƏRİN XAHİŞİ VƏ CAMAATIN YALVARIŞI" İLƏ ŞAMİL İMAM SEÇİLDİ

Şamil imam seçiləndən sonra Unsukul auluna belə bir müraciət edərək özünə tabe etdirir: *"Sizin aul bütün Koysubul cəmiyyətinə rəhbərlik edir. Sizin aranızda alim və ağıllı adamlar çoxdur. Buna görə də islamın tərəfində olmalısınız".*

Şamil hakimiyyəti möhkəmlətmək üçün aul və cəmiyyətlərə gedib onları şəriətə tabe etmək, ruslardan kənarlaşdırmağı tələb etmək qərarına gəlir. Lakin ruslar azadlıq hərəkatının get-gedə genişləndiyini və möhkəmləndiyini görüb, aullardan əl çəkmək istəmir, yeni qüvvələr yeridərək əhalini özlərinə tabe etdirmək istəyirlər. Buna görə də Gimriyə qoşun yeridirlər. Şamilin adamları rusların başçılarını öldürür, özlərini isə pərən-pərən salırlar. Lakin sonra ruslar yenidən qüvvə toplayıb Gimrini mühasirəyə alırlar. Bu vaxt gimrililər, sonra unsukullular da düşmənlərə qoşulub (halbuki hər iki aulun adamları Şamilin tərəfində olduqlarını bildirmişlər) Şamilə qarşı vuruşurlar.

Şamili top atəşinə tutsalar da, o, sağ qalır. Müridlər gözləməli olurlar. Lakin ruslar Gimridən getmək məcburiyyətində qalandan sonra Şamil Gimri və Unsukul aullarını özünə tabe etdirir. Ümumiyyətlə isə, gimrililər kafirlərlə əlaqə saxlayır, onlara xərac verməyə razı da olurlar, şəriət qanunlarına zidd hərəkətlər edir, Şamilin, uğrunda mübarizə apardığı böyük amalı – Azadlığı deyil, düşmənlə bağlı olmağı, ondan asılılığı qəbul edirlər. Buna isə Şamil heç vaxt razı ola bilməzdi.

Kafiri doğma torpaqlardan vurub çıxartmaq, şəriəti möhkəmlətmək və kafirlərə meyilli olanları susdurmaq üçün yeni güc toplamaq lazım idi. günbəgün artan düşmən qüvvələrini məhv etmək inamından dönməyən Şamil "öz müqəddəs məramlarına həmyerlilərinin rəğbət bəsləmədiyini görüb" (Məhəmməd Tahir). Aşiltaya keçmək məcburiyyətində qalır. Doğma yurddan köçüb getmək nə qədər ağır idisə, Vətən torpaqlarının tamamən düşmənin əsarətində olamğına, müqəddəs dinimizin və sərbəst, azad yaşayışın aldən getməyinə dözmək əzabını yaşamaq ondan da ağır idi. Şamil doğma auldan ayrılarkən ona üz tutub deyir:

"Bağışla məni, əziz yurdum. Bağışla məni ki, səni tərk edirəm. Mən sənin qoynunda öz müqəddəs qanunlarımızla yaşaya bilmirəm. bağışla və anla ki, peyğəmbərimiz də eyni səbəblər ucundan Məkkəni tərk etməli olmuşdu. Hiss edirəm ki, səni böyük təhqirlər və haqsızlıqlar gözləyir. Allahsızlar öz çirkin əməlləriylə yəqin ki, səni çox təhqir edəcəklər".

Şamil buradan cakitcə yaşamağa, başqa həmyerliləri kimi rahat gün keçirməyə getmirdi. Anasının qarşıdakı gələcək əzablara tab gətirə bilməyəcəyini bildirib Gimridə qalmasını söylədi. Şamil öz üzərinə düşən vəzifəni bilirdi. O, başqaları kimi düşünə, başqaları kimi yaşaya bilməzdi. Bu onun təbiətinə zidd idi. Onun Şeyx Şamilliyi də bunda idi. Məhz çoxları kimi yaşamaq istəmədiyinə, kafirə itaətkarlıq etmədiyinə görə satqın və xəyanətkarlar ona qoşulmur, kafirin qulluğunda olurdular. Belələri Şamilin Gimridən çıxıb getməsini istəyirdilər. Hətta gimrililərdən bəziləri deyirdilər: **"indiyədək heç kimin məğlub edə bilmədiyi rusları sən təklikdə məğlub etmək istəyirsən?"**

Şamilə, hər şeydən əvvəl, əzab verən, onun qəlbini ağrıdan məsələ - düşmənə boyun əyməyə hər an hazır olan müsəlmanların dəyişkənliyi idi. şamil belə belə dəyişkən adamların öz dinindən uzaqlaşmasına, kafirə rəğbət bəsləyərək, onu doğma torpaqlara gətirmək istəyinə, təmiz, pak yerləri murdarlamaq qəsdlərinə də dözə bilməzdi. Belələrini həmişə öz inad və cəsarəti ilə yerində oturtmağa müvafiq olmuşdur.

Lakin haqq yoldan dönən, kafirlərə boyun əyib, ona qulluq edənlər öz cəzalarına gec-tez çatdılar: kafir hücumları ilə onların ev-eşikləri yandırıldı, yurdları xaraba qaldı, var-dövlətləri əldən çıxdı. Çünki, Allah yolunu azanları, vətən, doğma yurd uğrunda vuruşmaqdan qaçan, düşmənə – kafirə itaət göstərənlərin cəzasını verib həmişə.

Aşiltada da Şamili rahat buraxmadılar. Ruslarla unsukullular dəfələrlə hücum etdilər. Aşiltanı Şamil Dağıstanın İstanbulu adlandırır. Şamilin Aşiltadan çıxıb getmək təbliğatını aparan mollanı Şamil yanına çağırıb deyir: " Deməli, ruslar İstanbulu mühasirə edib xodkarın oradan qovulmasını tələb etsələr, dindarlar onu Allahın düşmənlərinin xətriylə qovmalıdırlarmı?" Mollanın " Yox, mən belə fikir etmirəm. O, xodkardır, bu isə Gimridən gəlmədir" – sözündən sonra Şamil ona qəti cavab verir: "Ağılsız naqqal, bunu bil ki, Aşilta

Dağıstanın İstanbulu deməkdir, mən də onun xodkarıyam. Əgər sən müsəlmanların arasında belə küfr sözlər danışsan, mən islamın şərəfi və müdafiəsi naminə sənin başını üzərəm".

Bundan bir neçə gün keçəndən və Şamilin igidliyini görəndən sonra molla öz səhvini etiraf edərək Şamilin tərəfinə keçdi və aşiltalılara üz tutaraq dedi: "Şamil barədə mən indiyə kimi yanılmışam. Indi onun müqəddəs məramına inanıram. Mən bunu sizə ürəkdən deyirəm, inamla deyirəm. bu adam müqəddəs qazavat ə islamı yüksəltmək və şərəfləndirmək üçün yaranıb. Mən bu barədəki günahlarıma görə Allahın qabağında tövbə edir, onun əleyhinə deyilən sözlərimə görə sizdən günahlarımı bağışlamağınızı istəyirəm".

Molla müridlərə, islam mücahidlərinə layiq molla olmadığını etiraf edib Aşiltadan gedir.

Şamilin nüfuzu və müsəlmanlar içərisində hökmü get-gedə artmağa başlayır. O, qonşu aullara, bütün Dağıstan və Çeçenistana məktub –müraciətlər göndərir, onları şəriət qanunlarına əməl etməyə, kafirə qarşı döyüşə çağırır. Şəriətə əməl etməyib, kafirlə əlaqəyə girənlərin öldürüləcəyini bildirir.

Taşev-hacının rəhbərliyi ilə çeçen alayı Şamillə birləşir. Çeçenistandan Taum qırx nəfər müridlə Şamilin xidmətinə gəlirlər. Şamilin qüvvələri həm təcavüzləri dəf edir, həm də öz sıralarını artırır, yeni əraziləri öz nəzarəti altında saxlayır. Bu müddətdə Şamil Çirkəli, İnxo, Ora, Xarax, Unsukul, Koysubul və başqa aulları tutur. Koysubula Kalo kəndindən olan Surxayı molla və natiq təyin edir. sonra Qaradağa yürüş edir, oradan da Suqratl auluna gəlirlər. Lakin burada andallar, xunzaxlar və şamxallar rus qoşunu ilə birlikdə onların qarşısını kəsirlər.

Rus qoşununun komandanı general Klyukin Şamilə bir məktub göndərir və bu məktubda onun nə istədiyini, məqsədinin nə olduğunu soruşur. Şamil ona belə bir cavab göndərir: "General, öz müsəlman qardaşlarımın arasında şəriəti yaymaqdan başqa heç nə istəmirəm və heç bir niyyətim yoxdur. Kim ki, könüllü onu qəbul edir, mən onu dinc buraxıram. Qəbul etməyənlərə isə mən zorla qəbul etdirirəm. Ümid edirəm ki, general, sən də mənim bu səyimə tərəfdarsan və mənim bu xeyirxah işimi təqdir edirsən. Yox, əgər mən sənə olan ümidlərimdə yanılıramsa, səninlə bəhsə girib vuruşmağa məcburam".

Bu cavabdan sonra Şamil andallıları və xunzaxlıları ağır məğlubiyyətə uğratdılar. Müridlər Xunzaxda Həmzət bəyin qisasını aldılar.

Şeyx Şamil bilirdi ki, hakimiyyətin möhkəmlənməsi üçün bütün Dağıstana nəzarət etməlidir. Bununla Avar xanlığını – Xunzaxı ələ keçirməlidir. Xunzaxa isə Qafqaz komandanlığının buyruğu ilə Hacı Murad başçı təyin edilmişdir. 1835-ci ildə Qotsatlı ələ keçirsə də, orada çox qala bilməmişdir. 1836-cı ilin əvvəllərində yenidən Xunzaxa hücum etmiş, lakin bu dəfə Hacı Murad onun qarşısını almışdır. Qüvvələrini artıran ruslar və rusların tərəfindən döyüşən yerli düşmənlərin həmlələrindən sonra Şamil 1837-ci ildə Aşiltanı tərk edir.

Dörd il Aşiltada mövqe tutan Şeyx Şamil öz istəyinə qismən nail olmuşdur. Belə ki, bu müddətdə onlarla aulu ələ keçirmiş, döyüşçülərin, müridlərin sayını artırmışdı. Şamil Aşiltadan Çirkət auluna gəlir və 2 il burada qərar tutur. Bu dövrdə düşmənlə gələcək döyüşlər haqqında planlar cızılır və bütün Şimali Qafqazda – Dağıstan və Çeçenistanda dərin əks-səda vermiş qəhrəmanlıq və igidliyinin sorağını yüzlərlə müridlər, könüllü döyüşçülər onun başına cəmləşir. Hələ qarşıda 20 illik şərəf və şan, igidlik gətirən müqəddəs müharibə dayanırdı.

Çirkətidə olarkən Şeyx Şamilin get-gedə nüfuzunun artmasından qorxuya düşən Nikolaydan və Şamilin, müridlərin, bütün dağlı döyüşçülərin qüvvələrini darmadağın etmək əmrini alan general Klyukin Şamillə görüşür. General, Şeyx Şamildən dostluq şəraitində yaşamağı təklif edir. Təklif rədd edilir. Bu vaxt Haqverdi Məhəmməd də öz yoldaşlarıyla görüş yerinə gəlir. General qorxuya düşür: "Siz yəqin unutmamısınız ki, mən sizin qonağınızam"- deyir. Ayrılarkən general əlini Şamilə uzadır. Haqverdi Məhəmməd onun əlini qəzəblə geri itələyir və deyir: **"Dağıstanın imamı kafirə əl verməz".**

Bundan general pərt olur və etirazını bildirir. Şamil də qəzəblənərək yanındakılara belə deyir: **“Allah xatirinə, bu donuzu rədd eləyin”.**

Şeyx Şamil müqəddəs məramın naminə, millət, Vətən və din naminə donuzları və donuzpərəstləri görmək istəməyib və onlara tabe olmağı da özü üçün, müqəddəs din və Vətən üçün şərəfsizlik, təhqir bilib.

Şeyx Şamil Aşiltada və Çirkətdə olduğu altı il müddətində çox işlər gördü. Birincisi, düşmənə öz varlığını və hökmünü, iradi qüdrətini sübut etdirdi; düşməni vahiməyə salan döyüşlər apardı.

Ikincisi də, Şamil böyük düşmənlə pərakəndə, az qüvvə ilə üstün gəlməyin çətin olduğunu bilirdi. Üstəlik də, düşmənə - kafirə itaət etməyə çalışan dəyanətsiz adamlar ola. Ona görə də, Şamil, birinci növbədə, ətraf kəndləri və aulları bir mərkəzdə birləşdirməyə çalışdı. Yaratdığı İmamət adlı dövlətin ərazilərini döyüş, müqəddəs müharibə vəziyyətində saxladı. Dağıstan və Çeçenistan bu dövlətin ərazisi idi.

İmamət dövlətinin atributları yaradılır, onun bayrağı, dili, hüquqi sistemi, məqsəd və amalı müəyyənləşdirilir. Hər şeydən əvvəl, Şamil yaratdığı dövlətin ordusunu yaratmaq üçün çalışdı. Özünə və dövlətə sadiq olan müridlərin sayı artdı. Nizami ordu olmadan düşmənə qalib gəlmək mümkün deyildi. Hərbi və rəsmi, dövlət işlərində dövlət dili - ərəb dili idi.

Ordu – süvari, piyada və artilleriyadan ibarət olmaqla bir neçə istiqamət – sahə üzrə formalaşdırılırdı.

Şamil, birinci növbədə, insanları tərbiyə edirdi. O bilirdi ki, bu adamları özbaşına buraxmaq olmaz, insan özbaşına olsa, haqq yolunu azar, özünü kafirə təslim edər və bundan da millət və Vətən bəlalar çəkər.

Döyüş və mübarizəsi, müdrik rəhbərliyi və sərkərdəliyi ilə Şamil düşmənə bunu da sübut edirdi ki, müsəlmanlar, müridlər ruslardan – qəsbkar kafirlərdən hər cəhətdən üstündür: istər döyüşdə, istər ağılda, istərsə də, Vətən, torpaq sevgisində.

Ən böyük istək – azad yaşamaq idi. Azad yaşamaq ruhu müridlərdə ölüm-dirim məsələsi idi. Azadlıq – müridlərdə adi həvəs və istək deyildir, vurğunluq idi, ehtiras idi. Şamil bu vurğunluğu və ehtirası bütün müsəlmanlarda görmək istəyirdi. Ona görə də o deyirdi:

“**Siz doğma ananızı necə sevirsinizsə, gərək azadlığı da eləcə möhkəm sevəsiniz. Onda həyatınız ayrı məna qazanar və gözəlləşər. Qoy qızıl-gümüş, daş-qaş gözünüzü tutmasın, var-dövlət sizi əsir etməsin. Gözünüz həmişə bəyaz dağların, dərin dərələrin üstündə olsun. Onların əsiri olsanız heç vaxt uduzmazsınız. Azadlıq uğrunda qorxmadan, yorulmadan mübarizə aparın və onu qoruyun. Azadlıqsız nə firavan həyatınız, nə də xoş gününüz olacaq”.**

AZADLIQ, SƏRBƏSTLİK, DAĞLILARIN HƏYAT XARAKTERİDİR

Qafqazda olan rus şair və yazıçıların yazdığı əsərlərdə Qafqazın təbiətinə, gözəlliyinə nə qədər vurğun olduqlarını göstərsələr də, dağlıların, Qafqaz xalqlarının azad dünyasını, sərbəst həyatını yüksək poetik vəcdlə tərənnüm etmişlər. Məsələn, Aleksandr Sergeyeviç Puşkin (1799-1937) “Qafqaz əsiri” poemasında əsirin gözü və düşüncəsi ilə dağlılardakı adət və xarakterə heyranlığını vəsf etmişdir:

... Sevir onlardakı sadə həyatı,

Mehmannevazlığı, bir də cürəti,

Döyüş həvəsini, azad sürəti,

Yüngül ayaqları, güclü əlləri,

Əsiri cəzb edir ilk gündən bəri.

Görürsən gün olur baxır doyunca

Dağların qoynunda düzlər boyunca
Qara yapıncılı, qıllı papaqlı,
Çapır köhlənini yarlı-yaraqlı.
Çapır, mehməzləyir atı birbaşa,
Məşq edir, alışır qanlı savaşa...
Nə qədər xoşlanır onların bilsən,
Döyüş geyimindən, sadə geyimdən.
Çərkəz silahları qurşanır, taxır,
Onlarla fəxr edir, fərəhlə baxır.
Əynində zirehi, donu, oxdanı,
Çaxmaqlı tüfəngi, Kuban kəmanı,
Kəməndi hər zaman yoldaşı olan
Xəncəri, qılıncı asır yanından.
Bunlar onu yormur, vermir əziyyət,
Alışıb əvvəldən, eləyib adət.
Olsa da, piyada, olsa da atlı,
O məğlub edilməz, cəsur cəbatlı...
Dərdsiz kazaklara o təhlükədir.
Dövləti – atıdır, yel kimi gedir,
Bəsləmiş dağlarda onu ilxılar;
O sadiq yoldaşdır, səbri, gücü var,
Gizlənir kahada, kolluqda bəzən,
Köhləni səmirsiz yatır yanında,
Ox kimi sıçrayıb qopur yerindən,
Döyüşü həll edir çərkəz bir anda,
Atır kəməndini, çəkir yolçunu.
At uçur quş kimi, dönür ağ yelə;
Onunçün hər tərəf yodur bu saat,
Keçir bataqlıqdan, şığıyır çölə,
Ayağı dəydikcə səhra səs salır;
Ardınca torpaqda qan izi qalır...

Bu cürə həyat tərzi, xarakteri olan bir milləti əsarət altına almaq o qədər də asan deyildir.



Bəzən insan bir şeyə aludə olur ki, ən təhlükəli anlarda, belə təhlükələr hər gün başının üstünü alsa da, ölümü yaddan çıxarır, yəni onu yadında saxlaya bilmir ki, bu dəqiqədə, bu andaca ölə bilər: belələri daha çox var-dövlət, pul hərisləridir. Onlar üçün həyatın da, ölümün də mənası tamam başqadır. Bu onların faciəsidir.

Müridlər, dağ qartalları da məhz kafirlə, düşmənlə döyüş vaxtı ölümü unudurlar. Onlar döyüşdə o qədər vəcdə gəlir, ehtirasa qapılır ki, ölümü tamam yaddan çıxarırlar. Şeyx Şamil belə igidlərdən idi. millət, Vətən sevgisi, torpaq təəssübü bütün vasitələrin və təmtəraqların yanında çox-çox ucada dayanır. Belələri üçün ölüm – ucalığa qovuşmaqdır. Bu, onların ülviyyətidir.

Haqq üçün ölmək və öldürmək də ülviyyətə daxildir. Ona görə də Şeyx Şamil demişdir: "Adam öldürmək və Allahın binasını yandırmaq günah bir şeydir. Fəqət, Vətən uğrunda ölmək və öldürmək Allahın təqdir etdiyi ulu bir vəzifədir".

Ölmək və öldürmək müqəddəs amal uğrunda vuruşda – hər bir müridin, müsəlmanın, Vətən övladının vəzifəsidir!

Və müridlər, müsəlman mücahidlər ona görə şövqlə, vəcdlə vuruşur, qalib gəlir, düşməni vəhşətə salırlar ki, onlar bu inamı və hünəri yaşayırlar!

Bu illərdə dərin ilhamlı Mixaul Yuriyeviç Lermantov (15 oktyabr 1814 - 27 iyul 1841) belə deyirdi:

... Orda rus adıyla öz körpəsini
Analar qorxudur, kəssin səsini.
Orda düşmən vurmaq – cinayət deyil.
Yaxşılığa qarşı – orda yaxşılıq
Qana qarşı qan var, mərdanə, açıq.
Nifrət ölçüsüzdür, məhəbbət qədər,
Ilqarda möhkəmdir o qəbilələr.

Qafqaz xarakterinin və ruhunun vurğunu olan rus şairləri az deyil, lakin Mixaul Yuriyeviç Lermantov kimi, oradakı çar zülmünə, əsarətinə lənət yağdıran, Qafqaz xalqlarının həyat inamını, yaşayışı və dünyasını, vətən, torpaq, Vətən sevgisini, mübarizə və döyüş əzmini alqışlayan, ürəkdən tərənnüm edən ikinci bir şair yoxdur. "Azad yaşayırdı bu yerdə çeçen" – deyən şair düşmənə aman verməyən, ona qan udduran oğulların həyatını və yaşayışını alqışla-yırdı.



A.Bestujev-Marlinski Peterburqda 1837-ci ildə çap edilən əsərində yazırdı: “Qafqazda qanlı yağış çox yağacaq, ancaq uzun sürməyəcək...

Qafqaza dinclik verin və yer üzünün cənnətini Fərat sahillərində axtarmayın: o burdadır, o burdadır”.

NƏTİCƏ

XIX əsrin ən böyük mücahidi və qəhrəmanı, çar hökümətini vahiməyə salan İmam Şamil 1797-ci ildə Dağıstanın Gimri kəndində anadan olub. Atası Qafqazın qədim xalqlarından olan avarlara mənsub Məhəmməddir.

20 yaşına isə 2 metr boyu ilə tullanma, odlu silhdan istifadə, qılınc oynatma kimi keyfiyyətlərdə çox mahir idi.Şeyx Şamil ilk təhsilinə Səid Xərakinin yanında başladı. Daha sonra qayınatası Nəqşibəndi şeyxi Cəmaləddin Qazi Kumikinin tələbəsi oldu. İmam Şamil özündən əvvəl imamət məqamında olan Qazi Məhəmməd və Həmzət Bəyin müşavirliyini etmişdi. Şamil son dərəcə sadə, təvazökar və qənaətcil bir həyatı yaşamaqda idi.

Şeyx Şamil Rus basqınlarına qarşı güclü müqavimət göstərmək tktikası yeridir və düşmənləri vahiməyə salırdaı. Dostayevski deyirdi- “Dinevnik” jurnalında yazırdı ki, ildə 25 min rus soldatı ölürdü.

Şeyx Şamin İmamət dövləti hüquq və hökmlərindən coşa gələn qəhrəmanların başçısı idi. Qələbələrin rəhni onda idi ki, Şeyx Şşamilin başçılığı ilə üçün vacib olan yeni əskəri və mülki təşkilatlar quruldu. Bir tərəfdən hərbi tədbirlər görərək düşmənə qarşı müdafiə üçün müharibəyə girişərkən, digər tərəfdən də müntəzəm olaraq ədliyə və idarə etmə mexanizmini inkişaf etdirməkdə idi. Bu zaman mədrəsələrdə təhsilə diqqət verilməkdə, fikir və sənət sahəsində böyük addımlar atılmaqda idi. Onun hakimiyyətdə olduğu zamanlarda top, barıt, digər silah-sursat istehsalı və tədarükünə ciddi fikir verilmiş, əskəri təşkilatlanmada böyük irəliləyişlər əldə edilmişdi.

Dost ölkələrdən heç bir kömək görməyən İmam Şamilin nəhayət əlindəki bütün qüvvə və qaynaqları tükəndi və 1859-cu il 6 iyununda Qunipdə General Baryatinskinin idarəsindəki 70.000 nəfərlik rus ordusuna yanında bir neçə yüz adam qalana qədər müqavimət göstərdikdən sonra təslim oldu.

İmam Şamili ailə üzvləri və 40-a qədər adamı ilə Peterburqa Çarın yanına apardılar. O, Rus Çarı II Aleksandr tərəfindən sarayın qapısında böyük hörmətlə qarşılanır. Çar atası I Nikolaya və onun ordusuna tam 35 il Qafqazı zindan edən zəmanənin bu böyük qəhramanını gördüyü zaman çox təsirləndi, onun saqqalından sevərək öpməkdən özünü saxlaya bilmədi.
İmam Şamil bir aya qədər sarayda qonaq qaldı.

Bundan sonra Ş,eyx Şaminin və bütün ailə üzvlərinin əsirlik illəri başladı. Lakin Şamil və ailəsinə əsarət çox ağır gəlirdi. 2 il içərisində Şamilin qapqara saçları ağappaq oldu. Böyük qızı Nafisat ilə gəlini – Məhəmməd Qazinin həyat yoldaşı Kərimət vərəmə yoluxub vəfat etdilər. Aradan 10 il keçəndən sora Çar onun Həccə getməsinə icazə verdi. Ancaq bir tədbir olaraq oğlu Məhəmməd Şəfini saxlayır və Həcci ziyarət etdikdən sonra dərhal Rusiyaya qayıtmasını şərt qoydu.

İSTİNAD QAYNAQLAR

Məhəmməd Tahir. Şeyx Şamil Azərnəşr 1992. Bakı, 2010.

Kaynak : Şeyh Şamil Sözleri

https://www.neguzelsozler.com/unlu-sozleri/seyh-samil-sozleri.html

Mixail Yuriyeviç Lermontov. Seçilmiş əsərləri. Bakı, 2014. 272 səh.

Behramoğlu, Ataol. "Rus edebiyatında Puşkin gerçekliği". İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü doktora tezi, 2000. 8 Mayıs 2019 tarihinde kaynağından arşivlendi. Erişim tarihi: 5 Mayıs 2019.

Aleksandr Sergeyeviç Puşkin Şiirleri - Ş ... - Antoloji.com

https://tr.wikipedia.org/wiki/Aleksandr_Pu%C5%9Fkin

BŞƏRİN İMANSIZLIĞINA QARŞI MÜBARİZƏDƏ NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT GÖRƏVLƏRİ

[1] Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ ; [2]Araşdırmacı yazar İMAM DİKMƏN
[1] ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr
Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri
Türk Dünyası Eyitimçilər Birliyi üzvü
Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, Tarix-Filologiya Bölümü; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-Azərbaycan Dili və Ədəbiyyat Kafedrası, Bütöv Azerbaycan
[2] İlahiyyatçı-araşdırmacı yazar; Almaniya, Berlin
imam.dikmen55@gmail.com ORCİD: https://orcid.org/0009-0001-4140-287X

ÖZƏT

Hz.Ali əs-dan kəlam:“Zaman geçtikçe, bir çok insan sapıttı. Allah’ı unuttu ve O’na ortaklar edindiler. Şeytan onların Allah’ı tanımalarını engelledi ve onlar Allah’a ibadetten ve onun kanunlarından alı koydu..” Bu cümlede yine Mü’minlerin Emiri, peygamberlerin ortaya çıktıkları zamandaki insanların aklı ve ahlaki, pratık, sosyal ve kültürel tüm özelliklerini yansıtmaktadır. “

İlk cümlede kullanılan “ birçok insan “ lafzı, tüm insanların değil, ancak insanların, büyük bir kısmının sapttığını belirtir. Bu insanların sapıttığı dömen tam bir barbarlık ve cahiliye dönemiydi ve bu insanlar kutsal girişi bulmak için peygamberlere muhtaçlar. Aslında o , peygamberlerin getirdiği mesajların, önyargı, ve sapıklık, kişisel kin yönünden sapıtıldığı bir toplum ve zamanı belirtir.

O, cümlesine “ Allah’ı unuttular “ lafzıyla devam eder. Bunun anlamı, Allah’ın gücünün ve toplumsal kuralları koyma yetkisinin unutulduğudur. (Bugün de aynı durm ve kanunlar hayatlarında Allah’ın yokluğunu hisetmiyen müslümanlar ve batılılarda mevcuttur, bunun nedeni batılıların kendi öz fıtratlarından kopması olmaları ve müslümanlarında kendi kitabı olan Kur’an’dan habersiz olmalarıdır. Onlar, görünüşte Allah’a inanı

yor ve O’nun isimlerini durmaksızın tekrar ediyor olsalar da, Allah’ın varlığını unutmuşlardır. Dolayısıyla onlar Allah’ın toplum hayatındaki rolünü ve statasünü bilmemektedirler.)

Ahd nedir ? (verilen söz) Şüphesiz Allah insanlara bir hayat süresi ve üstünde yürümeleri gereken bir yol tayin etmiştir. İşte bu yol, peygamberlin tarih boyunca insanları davet ettikleri yoldur. Yani tevhid. İnsanın insanlık itibarı , ahlak, doğal ve yasal niteliğinde bu ilahi program, emir ve sözleşmenin ta kendisidir.

İlmin kapısı Mü’minlerin Emiri’nin sözlerini eksen alarak Peygamberlerin sorumluluklarını görelim. “ Allah (c.c.), insanlara verdikleri sözde yardımcı olmaları, insanları Allah (c.c.)’a çağırmaları ve insanların faziletli olmalarını sağlamaları , insanlara Allah (c.c.)’ın sonsuz kudretini göstermeleri için Peygamberlerini gönderdi.”

AÇAR SÖZLƏR: Bəşərin İmansızlığı uğrunda mübarizə: Qurani-Kərim; Nübüvvət və İmamət işıqları

DUTIES OF PROPHETHOOD AND IMAMAT IN THE FIGHT AGAINST HUMANITY'S UNBELIEF

ABSTRACT

Hz.Ali: "As time passed, many people went astray. They forgot God and took partners with Him. Satan prevented them from knowing God and prevented them from worshiping God and His laws."In this sentence, the Leader of the Faithful reflects all the intellectual and moral, practical, social and cultural characteristics of people at the time when the prophets appeared.

The word "many people" used in the first sentence indicates that not all people, but a large part of people have gone astray. The period in which these people went astray was a period of complete barbarism and ignorance, and these people need prophets to find the holy entrance. In fact, it indicates a society and a time where the messages brought by the prophets were distorted by prejudice, perversion, and personal hatred.

He continues his sentence with the words "They forgot Allah". This means that God's power and authority to set social rules is forgotten. (Today, the same situation and laws exist among Muslims and Westerners who do not feel the absence of God in their lives, the reason for this is that Westerners are disconnected from their nature and Muslims are unaware of their own book, the Qur'an. They seem to believe in God.

yor and even though they keep repeating His names, they have forgotten the existence of Allah. Therefore, they understand the role of God in the life of society and They don't know their status.)

What is a covenant? (given word) Without a doubt, God has appointed people a lifetime and a path on which they should walk. This is the way that the prophets have invited people throughout history. That is, monotheism. Human dignity, morality, natural and legal nature is the essence of this divine program, order and contract.

Let us see the responsibilities of the Prophets by taking the words of the Commander of the Faithful as the gate of knowledge. "Allah (swt) sent His Prophets to help people in their promises, to call people to God (swt) and to make people virtuous, to show people the infinite power of God (swt)."

KEY WORDS: Struggle for Man's Unbelief: Holy Quran; The lights of Prophethood and Imamate

GİRİŞ

İlmin kapısı Mü’minlerin Emiri Ali ibn Ebutalib əs-ın sözlerini eksen alarak, Peygamberlerin sorumluluklarını görelim. “ Allah (c.c.), insanlara verdikleri sözde yardımcı olmaları, insanları Allah (c.c.)’a çağırmaları ve insanların faziletli olmalarını sağlamaları , insanlara Allah (c.c.)’ın sonsuz kudretini göstermeleri için Peygamberlerini gönderdi.”

Bu söylenilen sorumluluklarla, Peygamberler kendilerini halkla birleştirdiler, yani, Peygamberler bir İslam-i toplumu devleti kurmayı amaçlayan misyonlarına başladılar. Bundan dolayı, bu sorumluluklar temel alınarak kurulan bir İslam toplumunda hiçbir aykırılık bulunmaz.

Şeytanlar insanları bu yoldan saptırmaya ve insanlara başka varlıkları yani kendilerini ilah kabul ettirmeye çaılşmalarıdır. Allah insanı şerefe çağırırken azıtmış Şeytan şeklindeki insanlarda insanı küçülmeye ve esir olmasına ve zülme , zillete çağırır. Şeytanın çağrısını kabul edenler zikredilen yoldan (yani onların kanunlarından) sapacaktır ve toplum bilinci bilinçsiz şeytani bir toplum haline getireceklerdir.

Allah’a ortak koşma, yani kendilerinin kanunları Allah’a bağdaşlaştırma nesnelere ibadetle sınırlandıramazlar. Fakat ne zaman Allah’ın pozisyonu bilimezse ve insanlar O’nun yaratma ve yasama gücünü bilmezlerse , (yaratma kanunlarına yalnızca Allah hakimdir, toplumun ve hayatın kurallarını belirleme yetkisi de yalnızca Allah’ın)’dır bu durum insanları şüphe ve şirke düşürecektir. Bu durumdaki insanlar belli düşünceleri kurtuluş

yolu, belli insanlar, hakimleriyle kesinlikle adet ve gelenekleri de hayat tarzı olarak benimserler. Böylece onlardan Allah'ın yerini bilincsizlik barbarlık ve cehalet, hareketsizlik ve şeytanlar alır.

Mü'minlerin Emir'i İmam Ali (a.s.) sözlerine şöyle devam eder ; Şeytan onları Allah'ı tanımaktan uzaklaştırır..." Bu sözüyle o, Allah'ın pozisyonunu belirsiz olduğu bir toplumda Şeytanların insan akıllarını, Allah'ı tanımaktan mahrum edecek şeylere doldurumaya çalıştıkları ifade eder. Bazen biri birşeye muhtaç olur ve onu muhtaç olduğunuda bilir.

Bu acı bir durumdur. Ama daha da acı olanı birşeye muhtaç oldunu bilmesi, ancak muhtaç olduğu şeyi elde edebilmese de kullanma imkanının olmadığını bilmesidir. Örnek olarak birinin temiz suya ihtiyacı vardır. Ancak temiz su bulsa midesi kirli suyla dolu olduğundan bu temiz suyu kullanmaz. (İnsana Allah'ı unutturma ve aklına başka şeyler yerleştirme insana yapılan en büyük zulümdür). Sonra ki konularımızda peygamberlerin bu zulmü kaldırmak ve bu yapılan zulmü telafi etmekle yükümlü olduklarını görevlerinden olduğunu göreceğiz.

BƏŞƏRİN İMANSIZLIĞI MEYDANLARINDA NÜBÜVVƏT VƏ İMAMƏT İŞIQLARI VƏ GÖRƏVLƏRİ

Ve yine burada Mü'minlerin Emiri olan İmam Ali (a.s.)'ın bir konuşmasında belirttiği bir sözünün üzerinde duralım. Şeytan yalnızca İblis değildir. Kur'an'ın belirttiğine göre İblis Hz. Adem (a.s.)'a secde etmeyi reddeden ve kıyamet gününe kadar hesab-ı ertelene bir yaratıktır. Ancak Şeytan'ın çok geniş bir anlamı vardır. Kur'an'a göre çürüme ve yıkım oluşturan her güç şeytan'dır. Buna bağlı olarak Kur'an'da şu lafzı görebiliyoruz. " İnsanlardan ve cinlerden şeytanlar" ; Yani diğer insanlar gibi giyinen yürüyen, aynı işleri yapan insan şeytanlar ve diğer cinler gibi hareket eden cin şeytanlar. Bazen insanların içlerine de yerleşen bu şeytanlar bencillik, şehvet, hırs, vahşet olarak ortaya çıkarlar. Bazen de dışımıza yerleşirler ve Krallar, tagutlar olarak başımıza çıkarlar.

Şimdi biz kendi içimizdki şeytanların gelişmesine izin vermemeliyiz, dışımızdaki şeytanlar bizi etkilemez. İnsan çoğu nedenden dolayı kendine kusur bulmaz.Bu, Kur'an'da şöyle belirtilmiştir ; " Kıyamek gününe kadar tagutların ve ezilenlerin kavgası bitmiyecektir". Bu günde, ezilmiş olanlar tagutları onları yanlış yönlendirmelerden dolayı suçlayacaklar, ancak bunu tagutlar reddedecek ve siz bizi dinlememeliydiniz diyeceklerdir. Her ikisi de doğru sözleri, ancak her ikisi de kınanacaklardandır."

" Ve onları Allah'a ibadetten alıkoydu". Bu cümleleyle inananların lideri, insanlar Allah'ı tanımadıkları zaman, ona ibadet ve itaat etmemelerinin oldukça normal olduğunu belirtmektedirler."

Örnek olarak, bir İslam toplumunda bazı şeyler unutkanlığı oluşturuyorsa bu, Peygamberlik felsefesine aylırı olacaktır. Gerçekte İslam sisteminin bütün toplumsal yanları, yani bir İslâm toplumununu oluşturan herşey, insanlara verdikleri sözü yerine getirmelerine yardımcı olacaklardır.

Bu zikredilen sorumlulukları yerine getirmek, cehalet içinde kalmış toplumun eksikliklerini giderici olacaktır.

EY ADEMOĞULLARI, BEN SİZE AND VERMEDİM Mİ Kİ : ŞEYTAN'A KULLUK ETMEYİN

Doğru olan nedir ? Doğru olan insanın kesinlikle Allah (c.c.)'a kulluk etmesi ve O'ndan başka herşeyi reddedeceğine dair söz vermesidir. Burada reddedilemesi gereken şeyler Allah (c.c.)'ın yerine konulan akli, fiziki doktrinel her şeydir. İnsan Allah (c.c.)'a sadece ibadet ettirerek değil O'nu ibadet ve itaat etmeye kanunlarını aynısını uygulaya (fıtraten) uygulamay da mecburdur. Şeytan ise insanları bu yoldan alıkoyan büyük bir engeldir. Kur'an şöyle buyurur ;

" Ey Ademoğulları, ben size and vermedim mi ki : Şeytan'a kulluk etmeyin, çünkü, o, sizin için apaçık bir düşmandır. Bana kulluk edin, doğru olan yol budur." (Yasin Suresi : 60-61). Burda anlatılan şeytansa insanların üzerindeki egemen faşist güçlerin idareciliğidir. Onlar kendi kanunlarını insanlara zorunlu olarak

uygulamayı ve insanlara kendilerini Allah'ın bir elçileri imiş gibi gösterip onların başkalrında kanun koyuculuğunun hukuksal olarakta haklı olduklarını göstermesi içindir.

Peygamberler, Peygamber olduktan sonra, insanlardan, Allah (c.c.) hakkında taşıdıkları şüpheleri yok etmelerini ve Allah (c.c.)'a verdikleri sözü yerine getirmelerini ister. İnsanlardan Allah (c.c.)'a verdikleri sözü yerine getirmelerini isteme, insanları düşünmeye ve yüceltmeye çağırmadır. Bu, Kur'an'da şöyle belirtilir: **" Rabbinin yolunda hikmetle ve güzel öğütle çağır ve onlarla en güzel bir biçimde mücadele et. Şüphesiz senin Rabbin yolundan sonra sapanı bilendir ve hidayete ereni de bilendir"** (Nahl Suresi : 125).

Bu ayette Allah (c.c.) Peygamberlerden, insanları hikmetle O'nun yoluna (yani kanunlarına ve devletleşmesine) çağırmalarını ister. Bu yol, aklın ve ruhun saflaşmasıyla sonuçlanır ve aynı zamanda insan aklını ikna eder.

Onların insanlarla olan ilişkilerinin analizi, Peygamberlere akli engelleri yok etme sorumluluğu da getirir. Bu yüzden, insanı sömürebilmek için, insanın önüne bu tip akli engeller çıkaran fertler ve rejimler daima Peygamberlere karşı olmuşlardır ve onlara savaşmışlardır. Buna bağlı olarak da, Peygamberler insanlardan, " Hikmet ve düşünme" ile başlayıp, Cihad'a kadar uzanan, Allah (c.c.)'a verdikleri sözü yerine getirmelerini ister.

İnsanın fıtratı, evrenin yapısıyla tam bir uyum içindedir. Bu yüzden İlahi kanun'un bütün hükümleri insan doğasıyla tam bir uyum içindedir. Bu Kur'an'da şöyle açıklanmıştır :

" Öyleyse sen yüzünü Allah'ı birleyen (bir hanif) olarak dine, (devlet'e) Allah'ın o fıtratına çevir ; ki insanları bunun üzerine yaratmıştır. Allah'ın yaratılışı için hiç bir değişme yoktur. İşte dimdik ayakta duran din (yani devlet'de budur). Ancak insanların çoğu bunu bilmezler ve anlamazlar. " (Rum Suresi : 30)

Rahman suresini'nin bazı ayetlerinde de insanın yapısı ve yaratılışından haberdar ederek bahsedilir;" Allah en merhametli olandır. O ki Kur'an'ı öğretti... O ki insan-ı yarattı." Bazı ayetlerde de doğa olaylarına işaret edmektedir ;

" Güneş ve ay (belli) bir hesap iledir. Bitki ve ağaç (O'na) secde etmektedir. Gök ise, onu da yükseltti ve mizanı yerleştirip koydu. " (Rahman Suresi : 5- 7)

Burada " secde etmek'ten kasıt doğal olayların belli bir nizam doğrultusunda oluştuğu veya hareket ettiğidir. Denge sözüyle de insan-ın yapacağı iyi ve kötü hareketler belirtilmiştir.

Sonra da Kur'an devam eder :" Tartıyı adaletle tutup doğrultun ve tartıyı noksan tutmayın." (Rahman Suresi: 9).

Burada insanın, kendisiyle tam bir uyum içinde olan yaratılış kurallarını ve devletleşmedeki kanunların yasama kuralların vatandaşlık görevlerinin bulunması insan fıtratında ki en önemli görevlerindendir. İmam Ali (a.s.)'ın dediği gibi ; insan kendini bilmez ise Allah'ı da bilmez. Ve insandaki en büyük fakirlik ise calelet ve cahelettir. Ve dini (devletleşme) kuralları bozması gereği belirtilmiştir. Buna bağlı olarak da insan hayatıyla bu kuralllar arasındaki bağlantıyı kurmakla, yani teorisini pratiğe geçirmekle yükümlüdür. Bundan dolayı insanlar veya toplumlar bu kuralları karşılarına aldıkları zaman, insanın fıtratını da karşılarına almış olmaktadırlar. Peygamberler ise insanlar ile Allah (c.c.) arasında mevcut olan bu sözleşmeyi aksiyona geçirmek için gelmişlerdir.

Mü'minlerin Emiri'nin sözlerine dayanarak, Peygamberlerin bir başka görevi de insanları unuttukları Allah (c.c.)'a geri çağırmaktır. Yani Peygamberler, Allah (c.c.)'ı unutmalarından dolayı kendi (nefislerini de unutan insanlara Allah (c.c.)'ı hatırlatmak suretiyle benliklerine kavuşmalarına yardımcı olmak için gelmişlerdir. Ve yine Kur'an'da bunu şöyle görüyoruz ;

“Ve kendileri Allah’ı unutmuş, böylece O’da onlara kendi nefislerini untturmuş olanlar gibi olmayın. İşte onlar, fasık (yani iki yüzlü) olanların ta kendileridir.” (Haşr Suresi : 19).

Nefsin bir çok boyutu bulunmaktadır . Bu konuyu detaylarıyla işleme konusunu yapıp üzerinde geniş bir çalışma yapacağımızdan dolayı, fazla derinliğine inmemize gerek görmüyoruz. Çünkü insan fıtratında Ruhun ve Nefsin çok büyük bir rolu ve fonsiyonu bulunmaktadır. İnsanın kendisine düşmanı olan da zaten kendi nefsidir. Bundan dolayı, nefsini unutan insan, bilgi edinme, düşünme, karar verme, yenilenme ve sorumluluk hissetme gibi yetilerinden oluşan bu boyutları da unutacaktır. Bunların unutulmasıyla da insan, insanlığını da unutacaktır.

BİLGİ, ANCAK İMAN, DÜŞÜNME VE ANALİZ ETME ÇALIŞMASIYLA ORTAYA ÇIKAR

Çözüm yolunun ortaya konması ise, bilgiye sahip olunması gerekliliğinin beraberinde getirir. Bunlarla da seçme yeteneklerine ve özgürlüğü ve dolayısıyla sorumluluk duygusu ortaya çıkar. Şimdi birisi doğru bir yolu, yanlış bir yoldan ayırıp, onu seçtiği zaman kendini yenilemiş olur. Kendisini yenileyebilme yetkinliğinden yoksun olması ise, onu kusursuzluktan uzaklaştırmış olur. Ancak bilinçli bir şekilde her hangi bir yolu seçmek insanı sorumlu kılar. Yolunu bilinçli bir şekilde seçme yetkinliğinden dolayı yoksun bir insan, sorumlu olamaz.

Sonuçta cehalet içinde bir toplumda, insanlar insanı insan yapan bu özellikleri unuturlar. Peygamberler de bu insanlara unuttukları özelliklerini hatırlatmak için gelirler. Böylece sadece fiziken insan olan bu insanlar, en güçlü sistemleri dahi yerle bir edebilecek haline gelirler. Mü’minlerin Emiri’nin deyişiyle Peygamberlerin görevi insanlara mesajı iletmek ve onların devletleşmedeki yönetime kavuşturmaktır. Aksi takdirde mesaj, yani vahy, peygamberlerin tekelleri altına girecektir. Böylece Allah (c.c.)’ın kendilerine verdiği görevi yerine getirmeyeceklerdir. Bu Kur’an’da şöyle dile getirilmektedir :

“ Hani kendilerine kitap verilenlerden : “ Onu mutlaka insanlara açıklayacaksınız ve onu gizlemeyeceksiniz” diye kesin söz almıştı. Fakat onlar, bunu arkalarına attılar ve ona karşılık az bir değeri satın aldılar. O aldıkları şey ne kötdür.” (Al-i İmran Suresi : 187).

Ve yine MüminlerinEmiri İmam Ali (a.s.) sözlerine şöyle devam eder ; Peygamberlerini sıralamaya devam eder ; “ gizlemiş hikmetin faziletlerini ortaya çıkarmaktır.” Bu cümleyle , Peygamberlerin insanları düşünmeye çağırması gerekliliğini belirtir. Düşünme güçü çeşitli nedenlere bağlı olarak zayıflaya bilir.

Peygamberliğin tartışılmasındaki ana noktalardan birisi konumundaki değişimin gerekliliğine bağlı olarakta Peygamber (s.a.v)’dan sonra O’nun vasiyetinin gereği imamet makamına geçebilecek kişininde yine Kur’an ayetlerine dayanarak Peygamber tarafından o makama gelen kişiye itaatın zorunlu olmasından kaynaklanmaktadır. Nehc’ül Belağa’nın birinci konuşmasında, Mü’minlerin Emiri İmam Ali (a.s.) ‘ın Peygamberliği ,

Bundan dolayı, Dünyanın hiçbir zaman Allah’ın delillerinden yoksun olmadığı gerçeğine inanma, belli bir millet veya toplumda Peygamberlerin devamlı var oldukları, bir ölünce, diğerinin hemen görevi devaldığı anlamına gelmez. Bu daha çok ortaya çıktığı Peygamberin ölümüyle, bir diğerinin ortaya çıktığı zaman arasındaki süreç boyunca, insanların Peygamberlerin halefi olarak bir kitap veya bir önderi izledikleri gerçeğini belirtir.

Örnek olarak, İslâm Peygamberi’nin ortaya çıkmasından önce Arap yarımadası’nda çok uzun bir sure geçmişti. Bu süre Hz. İsâ (a.s.)’ın göğe çekilişinden Hz. Muhammed (s.a.v) ‘in ortaya çıkışına dek sürdü. Mü’minlerin Emiri İmam Ali (a.s.), Nehc’ül Belâğâ’nın 88. konuşmasından bu noktaya şöyle işaret eder ; “ Allah (c.c.) Peygamberleri diğer Peygamberlerin misyonları bittikten ve insanlar sapıklığa düştükten sonra gönderir.”

Şimdi biz de bu tartışmayı Nehc’ül Belâğâ’dan alıntılar yaparak yaşantımızın konusu yapalım.

Mü'minlerin Emiri, Peygamberlerin ve kutsal kitapların yokluğunda, (insanların onunda düşmanlarını susturabileceği ve inandırabileceği) bağlayıcı bir delilin veya (insanların ona tabi olduğu) sağlam bir savunmanın varolduğunu ileri sürerler.

Tarih boyunca her bir toplum, şu veya bu sayılanlardan birine mutlaka sahip olmuşlardır. Birincisi ; bir Peygamber. Bir rivayete göre dünyadan ilki Hz. Adem (a.s) ve sonuncusu Hz. Muhammed (s.a.v.) olan yüzyirmibin Peygamber geçmiştir.

İkincisi bir Peygamber tarafından bırakılmış bir kitap. Bu konu hakkında da değinmiştitki, 1. Konuşmasında Mü'minlerin Emiri İmam Ali (a.s.) son Peygamber hakkında şunu söyler demiştik : " Peygamber size diğer Peygamberlerin kendi ümmetlerine bıraktıklarından farklı bir şey bırakmadı. " Kitap sözüyle, o yazılı öğretileri ve Peygamberlerin emirlerinin tamamını kastetmekteydi. Bu kitaplar, yalnızca bir kaç Peygamber'e direkt indirildi. Diğer Peygamberler ise, bu sayılı bir kaç Peygamber'in bıraktığı, ancak daha sonra halk tarafından tarif edilmiştir ve bu kitapları doğru bir şekilde açıklamak için gelmişlerdi. Ve bir örnekle misilleme yaparsak Hz. Musâ (a.s.)'dan sonra Tevrat tam olarak anlaşılmadı ve şirk düşüncesiyle karıştı.

Bundan dolayı Hz. Süleyman ve Hz. Davut (a.s.)'lar gibi Peygamberler halka bu kitapları gerçek manasını öğretmek için geldiler. Bunlara benzer sapıtmalarında İslam Peygamber'inin vefatlarından sonra Hz. Muhammed (s.a.v.)'ın bana bir kağıt kalem getirin sizlere vasiyetimi yazayım benden sonra hüsrana ve delalete düşmiyesiniz, deyince Ömer bin Hattab tarafından söylenen söz şuydu. " Bizim senin vasiyeine ihtiyacımız yoktur Allah'ın kitabı bize yeter" demesi üzerine Hz. Muhammed (s.a.v.)'ın benim hüzüründan dışarıya cıkın ve defolun demişlerdir. Bu belge ve kaynaklar islam alimlerin tüm hadis kitaplarında da mevcut'tur.

İman yolunda mübarizə aparanlar haqqında Mü'minlerin Emirinin belə bir anlatımı var: " Onlar insanlar içinde, en fazla yük yüklenen ve en zor şartlar içinde yaşayanlardı."

Gerçekte inananlar daima en fazla yükü yüklenenler ve Peygamber'in ortaya çıkışı ve İslam devleti devrimi'ne kadar, Allah (c.c.)'ın en fazla acı çeken ve en fakir kulları olmuşlardır.

Bizim təqdimimiz -İslâm Peygamberine doğru ilerleyen bir tarih süreci içinde, tutarlı ve devamlı bir çizgi olarak, genel hatlarıyla belirlemeyi amaçlar. Gerçekte tarih boyunca, içinde Peygamberlerin veya Peygamberlere ait izlerin bulunduğu hiç bir çağ yoktur. Yani her bir toplumda ya bir Peygamber, ya da bir Peygamber'e ait izler vardır.

Gerçekte, hiçbir Peygamber başarısız olmadı. Bunun tam aksine istisnasız hepsi, inananların sayısı az, yalancıların ve faşist düşünce egemen güclerin sayısı çok olsa da, amaçlarına ulaşmayı başardılar. Bugüne kadar yüzyirmidörtbin Peygamber'in varlığı dünyanın geçmişten bugüne kadar olan nüfusuyla orantılıdır. Yalancılar, Peygamberlerin yollarını, ve mesajlarını ve Peygamberliklerini yalanlayanlardı. Tarih boyunca yalancılar, her zaman sayısal üstünlüğe sahip olmuşlar ve hatta bazı Paygamberleri de katl etmişlerdir. Onlar həm də İmamət düşmənləri olmuşlar.

NƏTİCƏ

Bəşərin imansızlığına qarşı mübarizədə nübüvvət və imamət görəvləri- mövzumuz belə oldu. Bütün görəvlər Allahın göndərdiyi sözlər və Kitablar-də təqdim edilmişdir.

Peygamberler, asla asıl amaçlarından yani tevhidi bir toplumun kurulması amacından vazgeçmemişlerdir ve misyonlarını tamamlamakla asla umutsuzluğa kapılmamışlardır.

İnanan kimsenin daima öyle ya da böyle bir savaşın içinde olduğu belirtilir. O zulüm düzenlerinde organize bir savaş veya yeraltı direnişi ve Hak düzenlerinde de Allah (c.c.)'ın yolunu korumak üzere, çeşitli politik askeri

oyunlara başvuranlarla bir savaş içindedirler. Savaşın tek manası silahı eline almak ve yaralanmak değildir. Buna ek olarak da korkuya, umutsuzluğa karşı direnme de savaşın bir parçasıdır. Bu yüzden gerçek savaşçı korkuya ve umutsuzluğa asla teslim olmayan ve yalnız Allah (c.c.)'ın yolunda zafer için çarpışandır.

Buna ek olarakta savaş , çoğunluğun sandığı gibi kolay bir iş de değildir.

O, inananların bu şartlar altında durumunu anlatmaya şöyle devam eder ; " Firavun, kullarıymış gibi eline aldı. Onlara en kötü cezaları verdi ve en kötü işkenceleri yaptı. Onlar buna katlanmak zorunda kaldılar. Ve ne kurtulmak ve ne de korunmak için bir yol bulamadılar."

Birinci cümle, insanların gerçekten yalnız Allah (c.c.)'ın kulları olmalarına rağmen, Firavun'a veya Allah (c.c) dışındaki diğer ilahlara itaat etmek zorunda bırakıldıklarını gösterir. Böylece bazen Allah (c.c.)'ı reddetmeye ve bazen de Allah (c.c.)'a şirk koşmaya zorlanırlar.

Ve Firavun'lar Allah (c.c.)'la insanlar arasında ki, aracılar oluverdiler. Halkı kandırdıkları zaman da, insanları yalnızca kendi köleleri (yani sermaye kulları) durumuna getirdiler. Bu durum şöyle ankledilir. " Bir konuşmacıyı inleyen onun kulu olur. Eğer konuşmacı, Allah (c.c.) için konuşuyorsa, dinleyici Allah (c.c.)'ın kulu, yok Şeytan için konuşuyorsa, Şeytanın kulu olacaktır".

Bütün bunlar geçmişte yaşamış olan inananların hayatlarını, baştan savma bir şekilde değil de derinlemesine incelemeye yönelmektedir. Zira yalnızca, bu olayları derinlemesine inceleyen ve düşünen biri, geçmişte yaşamış iman gətirənlərin hansı çıtunlikləırlə və müsibətlərlə rastlaşdığını əks etdirir. İslam- İman dayaqları sabit və uca, diami olan bir İlahi Elmlər Məcmuəsidir. İslam- Eşqdir. İslam- Əxlaqdır. İslam- İlahi nurun insanları bəxşidir…

QAYNAQLAR VƏ MƏNBƏLƏR

Qur`ani-Kərim.

Hədislər

Nəhcül-Bəlağə

MIRZƏ ƏLƏKBƏR SABIR "MOLLA NƏSRƏDDIN JURNALI"NIN POETIK SIMASINI MÜƏYYƏNLƏŞDIRƏN SƏNƏTKAR KIMI

Ulduz Fərhad Qəhrəmanova, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru,
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, "Ədəbiyyat" kafedrasında dosent əvəzi
ulduzkahraman1@gmail.com,
Orcid İD: 0009-0003-4418-9319

Abstrakt:

Milli-azadlıq, inqilabi-demokratik hərəkatın yüksəklişi illərində Sabirin, onun davamçılarının şeirləri "Molla Nəsrəddin" jurnalı vasitəsi ilə kənarlara yayılır, başqa xalqların: özbəklərin, türklərin, ərəblərin, farsların və s. ictimai və bədii fikrinə də təsir göstərirdi. Məlumdur ki, Sabirin parlayan inqilabi satirasını üzə çıxaran "Molla Nəsrəddin" ədəbi mətbu orqanı olmuşdur. Belə ki, Sabir yaradıcılığı "Molla Nəsrəddin"də nəşr olunduqdan sonra onun davamçıları şairin səsinə səs verdilər, ona sadiq silahdaş oldular. Sabirin milli poeziyaya gətirdiyi novatorluğu görən ilk şəxs məhz Mirzə Cəlil Məmmədquluzadə olmuşdur.

"Molla Nəsrəddin" mətbu orqanı Sabir ədəbi məktəbini və onun ideya mövqeyini formalaşdırdı. Buna görə də Sabirin poeziya məktəbini heç vaxt "Molla Nəsrəddin"dən, o cümlədən, Cəlil Məmmədquluzadədən qətiyyən ayırmaq olmaz…."Molla Nəsrəddin Mirzə Cəlili kəşf etdiyi kimi, "Molla Nəsrəddin"in şeir üslubunu Mirzə Cəlil kəşf etmişdir" Belə ki, "Molla Nəsrəddin" jurnalının 1906-cı il 20 (7) aprel tarixli nömrəsində Cəlil Məmmədquluzadənin "Lisan bəlası" şeiri çıxmış və bu şeirlə də jurnalın poeziya üslubu müəyyənləşməyə başlamışdır". "Bu şeirdən sonra ("Lisan bəlası" şeiri-U.Q.) jurnal öz şairini tapdı. Belə ki, 1906-cı il 4-cü nömrədən "Millət necə tarac olur olsun…" şeiri ilə meydana atılan M.Ə.Sabir bir-birinin ardınca dərc etdirdiyi satirik şeirləri ilə "Molla Nəsrəddin"in poetik simasını müəyyənləşdirdi, poeziyanı jurnalın əsas janrına çevirdi. Sabir Mirzə Cəlilin şeirində axtarılan, işarə olunan poetik üslubuinkişaf etdirdi, onu hakim üsluba çevirdi".

Açar sözlər: M.Ə.Sabir, "Molla Nəsrəddin", Cəlil Məmmədquluzadə

MIRZA ALAKBAR SABIR AS AN ARTIST WHO DEFINED THE POETIC FACE OF "MOLLA NASREDDIN JOURNAL"

Abstract:

During the heyday of the national-liberation, revolutionary-democratic movement, the poems of Sabir and his followers were spread far and wide through the magazine "Molla Nasreddin", and also influenced the social and artistic thought of other peoples: Uzbeks, Turks, Arabs, Persians, etc. It is known that "Molla Nasreddin" was the literary press that revealed Sabir's brilliant revolutionary satire. Thus, after Sabir's work was published in "Molla Nasreddin", his followers voted for the poet and became his loyal comrades-in-arms. The first person to see the innovation that Sabir brought to national poetry was Mirza Jalil Mammadguluzade.

The "Molla Nasreddin" press formed Sabir's literary school and his ideological position. Therefore, Sabir's poetry school can never be separated from "Molla Nasreddin", including Jalil Mammadguluzadeh... "Just as Molla Nasreddin discovered Mirza Jalil, Mirza Jalil discovered the poetic style of "Molla Nasreddin"." Thus, in the issue of "Molla Nasreddin" magazine dated April 20 (7), 1906, Jalil Mammadguluzadeh's poem "The Plague of the Tongue" was published, and with this poem the poetic style of the magazine began to be determined." "After this poem ("The Plague of the Tongue" poem - U.G.), the magazine found its poet. Thus, M.A.Sabir, who appeared on the scene with the poem "How can a nation be a swindler…" in the 4th issue of 1906, determined the poetic face of "Molla Nasreddin" with the satirical poems he published one after another, and turned poetry into the main genre of the magazine. Sabir developed the poetic style that was sought and indicated in Mirza Jalil's poetry, turning it into the dominant style."

Keywords: M.A.Sabir, "Molla Nasreddin", Jalil Mammadguluzade

Ədəbiyyat aləmində ədəbi məktəblərin yaranması bir qayda olaraq böyük sənətkarların adı və yaradıcılıqları ilə bağlıdır. Məsələn: Nizami məktəbi, Füzuli məktəbi, Vaqif məktəbi, Axundov məktəbi, Sabir məktəbi və s. Sabir yaradıcılığı da satirik inqilabi poeziya məktəbinin təməl daşıdır. Sabirin satira məktəbi, fərdi üslubi yaradıcılıq tərzi Şimali Azərbaycan və Cənubi Azərbaycan şairlərinin əksəriyyətini öz təsiri altına daxil edir. Beləliklə, XX əsr Azərbaycan poeziyasında Sabir üslubunda yazan şairlər üzə çıxdı.

Sabir satirasının ideyalar aləmi milli, bəşəri, beynəlmiləl mahiyyət daşıyırdı. Sabir yaradıcılığının təsir dairəsi olduqca geniş idi və hələ özünün sağlığında şairin əsərləri Azərbaycandan kənarda da yayılmağa başladı. Belə yayılma nəticəsində Azərbaycandan kənarlarda Sabirin davamçıları meydana çıxırdı. Orta və Yaxın Şərq ölkələrində Sabirin ardıcılları meydana çıxmağa başladı.

Milli-azadlıq, inqilabi-demokratik hərəkatın yüksəklişi illərində Sabirin, onun davamçılarının şeirləri "Molla Nəsrəddin" jurnalı vasitəsi ilə kənarlara yayılır, başqa xalqların: özbəklərin, türklərin, ərəblərin, farsların və s. ictimai və bədii fikrinə də təsir göstərirdi. Məlumdur ki, Sabirin parlayan inqilabi satirasını üzə çıxaran "Molla Nəsrəddin" ədəbi mətbu orqanı olmuşdur. Belə ki, Sabir yaradıcılığı "Molla Nəsrəddin"də nəşr olunduqdan sonra onun davamçıları şairin səsinə səs verdilər, ona sadiq silahdaş oldular. Sabirin milli poeziyaya gətirdiyi novatorluğu görən ilk şəxs məhz Mirzə Cəlil Məmmədquluzadə olmuşdur.

""Molla Nəsrəddin" mətbu orqanı Sabir ədəbi məktəbini və onun ideya mövqeyini formalaşdırdı. Buna görə də Sabirin poeziya məktəbini heç vaxt "Molla Nəsrəddin"dən, o cümlədən, Cəlil Məmmədquluzadədən qətiyyən ayırmaq olmaz…."Molla Nəsrəddin Mirzə Cəlili kəşf etdiyi kimi, "Molla Nəsrəddin"in şeir üslubunu Mirzə Cəlil kəşf etmişdir"". (Novruzov Tərlan, Sabir ədəbi məktəbi, Bakı, Yazıçı, 1992, s. 36) Belə ki, "Molla Nəsrəddin" jurnalının 1906-cı il 20 (7) aprel tarixli nömrəsində Cəlil Məmmədquluzadənin "Lisan bəlası" şeiri çıxmış və bu şeirlə də jurnalın poeziya üslubu müəyyənləşməyə başlamışdır". (Novruzov Tərlan, Sabir ədəbi məktəbi, Bakı, Yazıçı, 1992, s. 36-37) "Bu şeirdən sonra ("Lisan bəlası" şeiri-U.Q.) jurnal öz şairini tapdı. Belə ki, 1906-cı il 4-cü nömrədən "Millət necə tarac olur olsun…" şeiri ilə meydana atılan M.Ə.Sabir bir-birinin ardınca dərc etdirdiyi satirik şeirləri ilə "Molla Nəsrəddin"in poetik simasını müəyyənləşdirdi, poeziyanı jurnalın əsas janrına çevirdi. Sabir Mirzə Cəlilin şeirində axtarılan, işarə olunan poetik üslubuinkişaf etdirdi, onu hakim üsluba çevirdi". (Novruzov Tərlan, Sabir ədəbi məktəbi, Bakı, Yazıçı, 1992, s.37)

Satirik şair Sabir "Günü parlaq, günüzü ağ, gecəni tar şəklində, hər şeyi olduğu kimi yazır, realizmə və ideyalılığa yüksək sənət nümunəsi göstərirdi". (Novruzov Tərlan, Sabir ədəbi məktəbi, Bakı, Yazıçı, 1992, s.38) Məsələn:

"Dövlətliyə yaltaqlanmaq bilmərəm,

Qəmli ikən yalan yerə gülmərəm,

Pristavın çəkməsini silmərəm,

Hörmətimi gözlərəm, əskilmərəm.." (Novruzov Tərlan, Sabir ədəbi məktəbi, Bakı, Yazıçı, 1992, s.38)

"Molla Nəsrəddin" jurnalının nəşri Mirzə Əli Möcüzü də satirik tərzdə yazmağa ruhlandırmış, o ömrünün sonunadək Mirzə Ələkbər Sabir məsləkinə və üslubuna sadiq qalmışdır. O da ustadı Mirzə Ələkbər Sabir kimi xalqını güldürərək düşündürmək və cəhalət yuxusundan oyadıb, elmə, maarifə qovuşdurmaq məqsədi ilə yaşayırdı. "Mən xalqımı Sabir kimi oyadacağam" deməsi ilə Mirzə Əli Möcüzü İranda istirmarçı hakim dairələrin, dini xurafatı yayan mövhumat tərəfdarlarının, rüşvətxor dövlət məmurlarının, acgöz möhtəkirlərin təqibləri ilə üz-üzə qoymuşdur.

1921-ci ildə “Molla Nəsrəddin” Təbrizdə nəşr olunarkən Mirzə Əli Möcüzün şeirləri “Kabla Haxverdi” və “Təzə şair” kimi gizli imzalarla jurnalda dərc olunmuşdur. Mirzə Əli Möcüzün satirik şeirləri “Molla Nəsrəddin” jurnalının № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8-ci nömrələrində yer almışdır. Həmin satirik şeirlər № 4 və 5-ci saylarda “Nisab” və “Hamamlarımız” adı ilə, digər nömrələrdə isə “Ədəbiyyat” başlığı altında dərc edilmişdir.

Ədəbiyyat:

1. Ələsgərova Sakibə, Cənubi Azərbaycanda Sabirin davamçıları və ya inqilabi-demokratik hərəkata doğru\Filologiya məsələləri, 2014, № 6, s.439-444
2. Məmmədli Qulam, Mirzə Əli Möcüz, Seçilmiş əsərləri, Bakı, “Avrasiya press”, 2006, 215 səh.
3. Novruzov Tərlan,Sabir ədəbi məktəbi, Bakı, Yazıçı, 1992, 366 s.

CLASSIFICATION OF ASHIG LITERATURE

Dr. Ülker Bahşiyeva
ADPU-nun Filoloji fakültesinin
Edebiyatın tedrisi teknolojisi
bölümünün baş öğretim üyesi
ulker.baxsiyeva@mail.ru
ORCID İD 0000-0002-5994-2356

Özet

For Mirza Ibrahimov, *ashiq* literature was not merely a genre of folklore, but a school of realism that carried serious social and public content. He considered *ashiq* poetry a living art form that reflected the people's desires and wishes, social life, and their relationship with natural beauty.He saw *ashiq* poems not simply as emotional expressions, but as a manifestation of the historical memory and social experience of the people. Unlike classical romantic idealism, the realities of life are at the forefront of this poetry. Mirza Ibrahimov placed special importance on the principle of "people-centeredness" . According to him, *ashiq* poetry is a reflection of the spirit, way of thinking, and lived experience of the people. This form of literature was not created for the elite, but for the broad masses. For Mirza Ibrahimov, any art detached from the people and real life was considered "dead art. Folk literature, especially *ashiq* poetry, is a reflection of the spiritual identity of the people. One of the main ideas Mirza Ibrahimov repeatedly emphasized in his research was that *ashiq* literature is not just folklore, but has played a serious role in the development of written literature as well. The academic highlighted that *ashiq* art reflects the daily life and traditions of the people.

Keywords: ashıg literature, poet, nation, tradition,M.İbrahimov

Introduction

The history of ashig (minstrel) art is ancient and rich. Ashig literature, with its diversity of genres and themes, has always attracted the attention of literary scholars and readers alike. In this regard, many literary researchers have analyzed ashik creativity from the perspectives of themes, genres, and poetic characteristics, as well as addressed issues such as the classification of ashik art. According to the academician Mirza Ibrahimov, an ashik is a creative entity closely connected to the people, born from the heart of the nation, and expressing its desires and aspirations through their art and personality:"True ashigs deeply understood the role of words and the saz (traditional string instrument) in the life of the people and considered them a sharp weapon in the people's struggle. Masterful and accomplished ashigs despised those who treated words and the saz lightly, considering them mere entertainment, cheap fame, or a source of income. The saz and words of true artists became the translator of the people's soul, born from their sweet desires, romantic dreams, fiery longings, joy, and sorrow. The genuine ashig carried their saz close to their heart, traveling from village to village, homeland to homeland, playing and singing among peasants' huts, threshing floors, and shepherds. With their salty words and saz, they comforted the people's spirit and supported hardworking individuals. It is no coincidence that for centuries there was no wedding or festival among Azerbaijani villagers without an ashik. On a peasant's happy day, the ashik was seated at the head of the house" (3, 388).

These thoughts, written by the author with great love and enthusiasm for the ashik tradition, express the full social essence of ashik art. The author's assertion that "true ashiks deeply understood the role of words and the saz in the life of the people and considered them a sharp weapon in the people's struggle" cannot be regarded as an exaggeration. The Azerbaijani people say, "The ashik is the mother of the people." In this sense, the ashik is also the elder, the leader of the people, the one who speaks on their behalf. Ashik creativity is not limited to love lyrics alone; a significant part of the ashik's artistic word creation is devoted to social lyrics.

Pasha Afandiyev indicates that the traditional themes of ashik poetry encompass three main directions:Love lyrics; Socio-political lyrics; Religious themes (2, 241–242).

Mursal Hakimov has also characterized medieval ashik lyrics into two groups by theme: "love lyrics" and "socio-political motifs." Qara Namazov, alongside social themes, also discussed love and nature topics in ashik creativity. Furthermore, Nazila Mammadova, when discussing the thematic features of Ashik Huseyn Shamskirli's poetry, mentioned two groups: love lyrics and socio-philosophical poems.

M. Ibrahimov already wrote in the 1960s that "the ashik creativity, which has developed over centuries, is rich and diverse both in content and form. It encompasses love, socio-political, and moral-philosophical themes. It should be specially noted that although love motifs occupy a large place in ashik creativity, the life of the people, their dreams about the future, philosophical and aesthetic views, hatred of oppressors, and struggle against beys, khans, bourgeois exploiters, and foreign invaders are also reflected. For this reason, in the eyes of the people, the voice of the ashik has always been the voice of truth" (3, 389).

All these show that M. Ibrahimov's idea about "true ashiks using their saz and words as sharp weapons in the people's struggle" reflects historical reality. The dominance of social themes in ashik creativity proves this. To use the author's own words, "true ashiks" have always stood against injustice, praised good and truth, and condemned evil, injustice, and oppression. P. Afandiyev also writes that "there is no significant and influential event in the life and struggle history of the Azerbaijani people to which ashiks have not expressed their attitude. Ashik poetry artistically reflects the unparalleled heroism of the people, their fight for freedom, worldview, daily life, wishes and hopes, and belief in the future. The ashik always performed among the people in gatherings. No poem disliked by the audience was ever repeated by an ashik because the ashik acted according to the wishes and requests of the listeners, pleased their tastes, and fulfilled their demands" (2, 241).

References

1. Beqdeli, Q. *Məhəmmədhüseyn Şəhriyar* (Monograph). Baku: Azərnəşr, 1963, 39 pages.
2. Əfəndiyev, P. *Azerbaijani Oral Folk Literature*. Baku: Maarif, 1992, 480 pages.
3. İbrahimov, M. *Works in 10 Volumes*, Vol. IX. Baku: Yazıçı, 1982, 664 pages.
4. İbrahimov, M. *Realism in Ashik Poetry*. Baku: Elm, 1966, 81 pages.
5. İsmayılov, H. *God's Minstrel, Herald of Truth* (Foreword) / Misgin Abdal. Compiled and annotated by H. İsmayılov. Baku: Səda, 2001, pp. 3–22.
6. Qasımlı, M. *Ashik Art*. Baku: Ozan, 1996, 260 pages.
7. Təhmasib, M.H. *Azerbaijani Folk Epics (Medieval)*. Baku: Elm, 1972, 399 pages.

FLIGHT TICKET TAXES IN EUROPE AND THEIR IMPACT ON AIRLINES' PROFITABILITY

Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5745-3850
E-mail: lauradiaconu_07@yahoo.com
Faculty of Economics and Business Administration,
"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania

Abstract

The air traffic has substantially increased during the last two decades and it is expected to grow more. According to the forecasts of the International Air Transport Association (IATA), a 4.1% average annual growth in demand for air connectivity is expected until 2034. Meanwhile, it was considered that the aviation is one of the most responsible sectors for the environmental damage. Therefore, this high external cost of aviation led to the implementation of policies designed to increase the price of flying. Even though these taxes were aimed to internalize the environmental cost of aviation, they also raised concerns regarding the impact they have on airlines' profitability. Considering these aspects, the purpose of this paper is to analyse the economic implications of the flight ticket taxes on the European airlines, by identifying how such fiscal measures affect profitability and pricing strategies. Our findings reveal some important aspects especially for the low-cost airlines operating in price-sensitive markets: in the case of these carriers, higher ticket taxes are associated with measurable declines in airlines' profitability.

Key words: flight ticket taxes, Europe, airlines' profitability

UKRAYNA VE BELARUS TOPRAKLARINDA ORTODOKS KARDEŞLIKLERIN KÖKENI SORUNU ERKEN MODERN ÇAĞDA

FÖLDVÁRI, Sándor
ORCID: 0000-0002-7825-0531
alexfoldvari@gmail.com
Debrecen Üniversitesi, Beşeri Bilimler Fakültesi, Debrecen; Macaristan
Araştırma Bilim Adamı (Kıdemlı Araştırmacı) ve Litvanya Dili Profesör; Emeritus.

ÖZET

Polonya-Litvanya Topluluğu'ndaki Ortodoks Meslekten Olmayan Kardeşlikler, 16. yüzyılda özel bir sosyal ve kültürel yenilikti. Bu dernekler ilk olarak zanaatkarların, kasaba halkının küçük burjuvazisinin sivil örgütleriydi. Ancak Polonya yönetimi ile bir loncaya yalnızca bir şehirden nitelikli Katolik zanaatkarlar katılabilirdi. Bu nedenle, Ukrayna kilise kardeşlikleri, doğası gereği öncelikle orta sınıf olmasına rağmen, hem banliyö gençlerini hem de din adamlarını sıcak bir şekilde karşıladı. Bu, literatürde, bu kardeşlikleri açıkça kutsal bir yerin bakımı veya bir azizin bayramının kutlanması etrafında odaklanan kilise temelli örgütler olarak gören tek taraflı ve dar bir görüşe yol açmıştır. Bununla birlikte, bu kardeşlikler, Polonya egemenliğinin Ruthenian kültürel, ulusal ve günah çıkarma kimliğini ezdiği o zamanlarda bir tür Ukrayna vatandaşlığı olarak görülebilecek, henüz hak verilmemiş herkesi bu şekilde birleştirdi. — Yazar daha önce Ukrayna kardeş örgütleri hakkında makaleler yayınladı ve şimdi kentsel gelişimin bir sonucu olarak ortaya çıktıklarını savunarak bu meslekten olmayan grupların kökenlerini araştırıyor. Bu nedenle, Ortodoks meslekten olmayan kardeşliklerin kökenleri sorunu, Erken Modern dönemde Ukrayna ve Belarus topraklarındaki Avrupa sosyal ve kültürel gelişimini keşfetmek için kilit bir konudur. Bu nedenle, kardeşliklerin kökeni hakkındaki tam metin burada verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kardeşlikler, kitap_ticareti, Erken_Modern_Çağ, Polonya-Litvanya_Topluluğu.

THE PROBLEM OF THE ORIGIN OF ORTHODOX LAY CONFRATERNITIES ON UKRAINIAN AND BELARUSIAN LANDS IN THE EARLY MODERN AGE

FÖLDVÁRI, Sándor
ORCID: 0000-0002-7825-0531
alexfoldvari@gmail.com
Debrecen University, Faculty of Humanities, Baltic Studies, Debrecen; Hungary
Research Scholar (Senior Researcher) and Lecturer of Lithuanian Language; Emeritus

ABSTRACT

The Orthodox Lay Confraternities in the Polish-Lithuanian Commonwealth were a special social and cultural innovation in the 16th century. Their origin is a highly debated issue. These associations were civil organisations of craftsmen, primarily comprising the petty bourgeoisie of town dwellers. Then they took example from the statutes of the guilds, and strict organisational charters defined the rights and responsibilities of the lay confraternities. However, under Polish rule, only qualified Catholic craftsmen from a city were allowed to join a guild. Therefore, the Ukrainian church confraternities, although primarily middle-class in nature, warmly welcomed both suburban young people and clergy, too. This has led to a one-sided and narrow view in the literature that sees these fraternities as church-based organisations that are explicitly focused on the care of a sacred place or the celebration of a saint's feast day. From this perspective, the urban background and social origins of these artisans are denied. However, these lay confraternities united all those who had not yet been granted rights in a way that could be seen as a form of Ukrainian citizenship at a time when Polish rule oppressed the Ruthenian cultural, national and confessional identity. Therefore, the question of the origins of Orthodox lay brotherhoods is a key issue, and a clear and scholarly understanding of it is essential for exploring European social and cultural development in the Ukrainian and Belarusian lands in the Early Modern period.

Therefore, these were associations of wealthy citizens who later managed schooling and publishing. Initially, they defended their rights against the supremacy of Catholicism within the guilds, and later their identity against the process of Polonization. The bourgeois development in the territory of Ukraine and Belarus is evidenced as a key process. European civil society has its historical roots in the cultural heritage of Ukrainian lands, whereas for Muscovites, European civilisation is a foreign and alien phenomenon that needs to be studied.

Keywords: Confraternities, book_trade, Early_Modern_Age, Polish-Lithuanian_Commonwealth.

MACAR KRALLIĞINDA "PORTA SPECIOSA" MOZAIĞINDE DEVLET İKTIDARININ İKONOGRAFISI: AYASOFYA'NIN GÜNEY GIRIŞINDEKI MOZAIKLE PARALELLIK

Sándor FÖLDVÁRI
ORCID: 0000-0002-7825-0531
alexfoldvari@gmail.com
Debrecen Üniversitesi, Beşeri Bilimler Fakültesi, Debrecen; Macaristan
Araştırma Bilim Adamı (Kıdemlı Araştırmacı) ve Litvanya Dili Profesör; Emeritus.

ÖZET

İlk olarak, Bizans'ta, Konstantinopolis'teki bu mozaik, tarihleme hakkındaki en olası teoriye göre, 10. yüzyılda Bulgarlara karşı kazanılan zafer sayesinde yaratıldı. Tanrı'nın Annesi'nin devletin koruyucusu olduğunu gösterir. – İkincisi, Bizans mozaiklerinin Macar paralelleri. Bizans imparatoru I. Manuel, onu tahtın halefi olarak yetiştirmek için Macar Prensi Béla'yı evlat edindi. Sonra İmparator Manuel'de yerli bir oğul doğdu, bu nedenle Prens Béla'nın Bizans'tan ayrılması gerekiyordu. Tam o sırada Macar tahtı boşaldı ve Béla Manuel'den asker aldı. Macaristan Kralı III. Béla (1172-1196), Macaristan'da "Porta Speciosa" kapısını mozaikle inşa ettirdi. Ayasofya'daki Bizans mozaiklerinin yapısını (ikonografisini) takip etti. Çocuklu Meryem Ana ortada oturuyor.. Yanlarda Macar kralları tasvir edildi ve hala iki başpiskopos da tasvir edildi.

Sonuç olarak, her iki mozaik de devlet iktidarının görsel temsiline aitti. Ayasofya'nın Güney Girişindeki mozaik olan desen, yazarın daha önceki bir Bilsel konferansında yer alan önceki bir makalesine konu olmuştu. — Şimdi yazar, ikonografisini takiben Bizans örneğinin deseni üzerine yapılan Macar Mozaiği hakkında bir makale veriyor.

Anahtar Kelimeler: Aya_Sofya, Macaristan, Porta_Speciosa, Kral_Béla_III, ikonografi.

ICONOGRAPHY OF THE STATE POWER IN THE MOSAIC "PORTA SPECIOSA" IN THE HUNGARIAN KINGDOM: A PARALLEL OF THAT IN THE SOUTH VESTIBULE OF HAGIA SOPHIA

Sándor FÖLDVÁRI

ORCID: 0000-0002-7825-0531

alexfoldvari@gmail.com

Debrecen University, Faculty of Humanities, Baltic Studies, Debrecen; Hungary

Research Scholar (Senior Researcher) and Lecturer of Lithuanian Language; Emeritus

ABSTRACT

First, as for Byzantium, that mosaic in Constantinople was created thanks to the victory over the Bulgarians in the 10th century (or, according to other theories, over the East Slavs in 971); the most probable is the early 11th century; however, there are still discussions about the dating. (An overview of debates will be given in the paper.) There are Constantine the Great and Justinian the Legislator depicted on the sides and the Theotokos (Mother of God) in the middle. It demonstrates that the Mother of God is the protector of the state; therefore, those previous emperors who founded and reestablished the empire offered their state under the protection of the Mother of God. (Pentcheva, 2006) — Second, the Hungarian parallel of this Byzantine mosaic. The Byzantine Emperor Manuel I adopted the Hungarian Prince Béla to raise him as a successor to the throne. Then his son was born to the Emperor Manuel, hence Prince Béla was supposed to leave Byzantium, but at that time, the Hungarian throne became vacant, and Béla received troops from Manuel. Béla III, King of Hungary

(1172-1196), built the "Porta Speciosa" Gate with a mosaic in Hungary, which followed the structure (iconography) of the Byzantine mosaic in Hagia Sophia. The Mother of God with the Child is sitting in the centre. On the sides, there were depicted Hungarian kings, that is, the founder of the state, King Saint Stephen I, and King Béla III himself. Moreover, two archbishops were depicted, too, the first who baptised the state-founder king, thus Saint Stephen I, and the second, who crowned King Béla III.

Consequently, both mosaics belonged to the visual representation of state power. The pattern, the mosaic in the South Vestibule of the Hagia Sophia, was the subject of a previous paper of the author at a previous Bilsel conference. — Now the author gives an article about the Hungarian Mosaic, which was made on the pattern of the Byzantine example, following its iconography.

Keywords: Hagia_Sophia, Hungary, Porta_Speciosa, King_Béla_III, iconography.

Yazarın benzer konulardaki eski makaleleri: – Former papers of the author on similar topics:

Földvári, S. (2025) "The Visual Representation of the State Power in the Mosaic of the South Vestibule in the Hagia Sophia." in: 5. *BİLSEL International Çatalhöyük Scientific Research Congress Book, 19-20 April 2025, Konya/Türkiye*. – *V. Bilsel Uluslararası Çatalhöyük Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 19-20 Nisan, 2025 Konya, Türkiye. Kongre Kitabı* Eds. N. Baigabylov, İl. Erpay. Bilsel Publishing 02.05.2025 ISBN: 978-625-97089-8-0 -p.219-239. – The paper in the author's profile on academia(dot)edu here: https://www.academia.edu/129165092/ – also in the Repository of the Hungarian Academy of Sciences – The book on the site of the publisher: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari/ → https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/Catalhoyuk-Kongre-Kitabi.pdf

Földvári, S. (2024). İconography of the State Power in the Mosaics in the South Vestibule of Hagia Sophia and in the Hungarian Kingdom. Abstract only. *8th International ICONTECH Congress, March 16-18, 2024, Baku, Azerbaijan*. – The paper was not submitted there. Video record: https://youtu.be/TnXrf1-7raw – Presentation: "The Visual Representation of the State Power in the Mosaic of the South Vestibule in the Hagia Sophia." = here: https://www.academia.edu/129165092/



Figure: An 18th-century watercolour painting of Porta speciosa in Esztergom

KASHMIR: THE TIMELESS MUSE - EXPLORING THE CULTURAL AND NATURAL HERITAGE OF PARADISE ON EARTH

Ananda Majumdar
Ananda Majumdar - Harvard University
Ananda MAJUMDAR | alumnus | Business | MacEwan University, Edmonton | Human Resources | Research profile
Prof. Dr. Ananda Majumdar (0000-0003-3045-0056) - ORCID
***Professor of Practice in Social Science, QAHE & Kennedy University of Saint Lucia -present**
anandamajumdar2@gmail.com

Abstract: I delve into the captivating beauty of Kashmir, a region often referred to as a paradise on earth. I examine how Emperor Jahangir portrayed this area in the 17th century and discuss its historical significance, ecological diversity, and rich cultural heritage, to foster awareness and appreciation for this unique locale. My approach involves analyzing literature, history, and art related to Kashmir, as well as reviewing documents and observing various forms of creative expression. This methodology allows me to gain a deeper understanding of what makes the region distinctive and the emotions it evokes in different art forms. I have discovered that Kashmir's breathtaking beauty stems not only from its stunning natural landscapes—such as snow-capped mountains, lush meadows, and serene lakes—but also from its vibrant culture and the warmth of its people. The region's complex history and resilient spirit have contributed to its romanticized portrayal in literature and art. I argue that Kashmir's uniqueness lies in its ability to inspire profound connections and wonder, establishing it as a lasting source of artistic creativity. By integrating various forms of media, I highlight the originality of my research, demonstrating that Kashmir remains a compelling subject for exploration, despite the challenges it faces. My work aims to contribute to the ongoing dialogue surrounding the preservation of both natural and cultural heritage in times of change.

Keywords: Kashmir, Cultural Heritage, Natural Landscapes, Artistic Inspiration.

Introduction: Kashmir is known as a "paradise on earth," combining stunning natural beauty with a rich cultural heritage. My study aims to enhance understanding of Kashmir's importance by examining its history, diverse ecosystems, and the inspiration it provides for artists. This research is crucial for preserving Kashmir's identity amid ongoing political and environmental challenges.

While existing literature often highlights Kashmir's beautiful landscapes and culture, it tends to overlook the complex stories that shape its identity. Scholars have documented the region's natural wonders, like the Himalayas and serene lakes, as well as its vibrant traditions, such as crafts and folklore. However, these studies usually fail to connect the emotional and spiritual aspects of Kashmir with its representation in art and literature. My research aims to fill this gap by demonstrating that Kashmir's appeal extends beyond its scenery; it also fosters connections among people and their creativity. I take a multidisciplinary approach, examining various forms of artistic expression—including literature, visual art, and performance—to demonstrate how Kashmir evokes profound emotions. This approach enables me to explore the region's historical significance, shaped by figures such as Mughal Emperor Jahangir, who praised its beauty. By studying how artists respond to Kashmir's landscape and culture, I reveal its role as a source of artistic creativity and cultural exchange. This study offers new insights into Kashmir's identity as a place of inspiration, highlighting that understanding Kashmir requires recognizing its complex and intertwined histories, emotions, and cultural expressions. Kashmir's contributions to art and culture warrant greater attention, particularly in discussions about preserving its natural and cultural heritage. Overall, my research aims to foster a deeper appreciation for Kashmir as a dynamic source of inspiration while advocating for the preservation of its cultural and ecological heritage. Through this work, I aim to broaden our understanding of the importance of nurturing both the natural and cultural landscapes of Kashmir in today's rapidly changing world. This way, I hope to enhance the dialogue about what makes Kashmir not only a beautiful place but also an essential part of the global artistic and cultural landscape.

Literature Review: Kashmir, often referred to as "Paradise on Earth," is a significant cultural entity in literature, history, and art. Its beautiful landscapes, rich culture, and complex history inspire many creative works. This review examines key studies that highlight these themes, with a focus on Kashmir's natural beauty and cultural richness. Arjumand and Zubair (2020) discuss the stunning landscapes of Kashmir in their research on the region's beauty. They describe the mix of snow-covered mountains, green valleys, and calm lakes that attract tourists and artists. Their study demonstrates how these natural wonders evoke a sense of wonder and reflection, making Kashmir a popular subject in poetry and the visual arts. Historians, such as Ghosh (2019), explore how Kashmir was portrayed during the Mughal era, particularly in the writings of Emperor Jahangir. Jahangir's love for Kashmir is evident in his poetry and letters, where he describes the region as a paradise. Ghosh argues that this idealized view influences how people perceive Kashmir today, making it appear as a peaceful escape from its current social and political struggles. Bhat (2021) examines the cultural aspects of Kashmir, exploring its traditional arts, music, and cuisine. Bhat notes that the region's beautiful handicrafts, such as Pashmina shawls, and its tasty dishes, including Rogan Josh and Kahwa, reflect a rich cultural history that endures despite external pressures. This cultural wealth, combined with the natural beauty, creates a strong narrative that attracts visitors and researchers. Masoodi (2022) focuses on the environment of Kashmir. He emphasizes the importance of conservation and discusses the threats to the region's wildlife, including the endangered Hangul deer and various migratory birds. His research highlights efforts like Dachigam National Park, which aims to protect Kashmir's ecosystems while promoting ecotourism as a sustainable option. Finally, Kamal (2023) provides insight into the daily lives of Kashmiris. He discusses how political issues have shaped the region's identity and artistic expression. Despite many challenges, the resilience of the people shows in their creative work, as artists express their feelings and experiences through literature and art. Overall, the literature on Kashmir reveals a rich mix of themes, combining its natural beauty, cultural depth, historical

significance, and modern challenges. Ongoing discussions among scholars emphasize the need for greater awareness and conservation to preserve Kashmir's unique legacy for future generations.

Methodology: My approach to studying the beauty and importance of Kashmir combines different fields of study. I look at literature, art, history, and environmental research related to the region. This helps me understand what makes Kashmir unique and why it is often referred to as a "paradise on earth." I read both classic and modern writing about Kashmir to see how authors describe its beauty and culture. This includes examining poetry, stories, and travel accounts that show emotional and aesthetic connections to the region. I also explore various artistic forms, such as traditional and modern visual arts, to understand how Kashmir's landscapes and culture inspire creativity. I pay attention to local handicrafts, like Pashmina shawls and wood carvings, to see how they reflect and preserve cultural heritage. Understanding Kashmir's history is crucial to my work. I study historical texts and documents that explain the region's past, including its importance during the Mughal Empire and its ongoing political issues. This provides me with insight into how history influences current views of Kashmir. I look into the region's ecological diversity by analyzing environmental studies and reports. This helps me understand the unique plants and animals that make Kashmir attractive, as well as conservation efforts and the effects of climate change on its natural environments. By combining these methods, I aim to create a complete picture of Kashmir that highlights its natural beauty, rich culture, and historical significance. This approach not only enhances my research but also highlights the importance of protecting both the environment and cultural heritage as changes continue.

Theoretical Framework: Examining Kashmir's cultural and natural heritage can help us understand the region's significance and charm from various perspectives. This approach examines how natural landscapes influence human experiences and artistic expressions. By studying the breathtaking scenery of Kashmir's mountains, lakes, and meadows, we can see how these landscapes stir emotions and inspire art. This perspective highlights the link between culture and space. It shows how Kashmir's unique geography influences its cultural practices, traditions, and art. We can also explore how the landscape affects communal identity, revealing how the region's topography impacts the lifestyle and creativity of its people. This framework can help us interpret the idealized images of Kashmir in literature and art. Romanticism, which focuses on emotion, nature, and the sublime, often idealizes landscapes and cultures. Examining Kashmir through this lens enables us to appreciate how its beauty has been celebrated in stories throughout history and continues to be celebrated today. Kashmir's complex history also necessitates a postcolonial perspective to comprehend how colonial legacies have shaped its cultural perception. This perspective critiques the narratives about Kashmir, focusing on identity, representation, and how historical conflicts affect artistic expressions. An ecocritical approach examines the relationship between literature and the environment. It highlights how cultural stories reflect awareness of ecological issues and the urgent need for conservation as our environment changes. Each of these approaches provides a different way to explore Kashmir's rich identity and the creativity it inspires. By combining these viewpoints, we can gain a deeper understanding of the region's beauty and its lasting influence on various forms of art. This comprehensive perspective not only highlights Kashmir's cultural and natural wealth but also contributes to discussions about preservation and sustainability in the face of rapid environmental changes.

Discussion: [1]Kashmir, often referred to as "Paradise on Earth," boasts stunning mountains, lush green valleys, and breathtaking lakes. The Himalayas offer spectacular views, and activities like skiing in [2]Gulmarg and

[1] **The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 1st.**

[2] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 2nd.

trekking to the Great Lakes attract adventure enthusiasts. [1]The Valleys of Kashmir feature colourful meadows and scenic spots, while [2]Dal Lake, known for its houseboats, highlights the area's natural beauty. For a quieter experience, visitors can enjoy boating and fishing at [3]Nigeen Lake, and birdwatchers will love [4]Wular Lake. [5]Kashmir's Mughal Gardens, such as Shalimar Bagh and Nishat Bagh, feature stunning landscapes filled with flowers, set against the backdrop of the Himalayas. The region is also renowned for its exquisite handicrafts, soothing music, and vibrant folk dances, showcasing its rich cultural heritage. [6]The villages of Kashmir, with their wooden houses and stunning views, add to the region's charm. [7]Aru village, in the lush meadows of Pahalgam, features traditional houses with sloping roofs and intricate carvings. Kashmir is renowned for its breathtaking scenery and rich cultural heritage, and is also renowned for its warm hospitality. Visitors enjoy local dishes such as Rogan Josh and Kashmiri Kahwa. Each season showcases unique beauty, from blooming flowers in spring to snowy landscapes in winter. This magical destination truly deserves the title [8]"Paradise on Earth." [9]Kashmir, often referred to as "Paradise on Earth," is renowned for its breathtaking landscapes, including snow-capped mountains, serene lakes, and lush green fields. [10]The name comes from Mughal Emperor Jahangir, who was enchanted by the area. [11]Dal Lake in Srinagar is a renowned destination, featuring houseboats and stunning Himalayan views, that offers a serene experience for visitors. Kashmir is rich in history, as showcased by its Mughal gardens, such as [12]Nishat Bagh and Shalimar Bagh, which feature terraced designs and colourful flowers, representing the idea of paradise. The region is also a spiritual center, with important places such as the [13]Amarnath Cave. Many, including the [14]Sufi saint Sheikh Noor-ud-Din Noorani, have found inspiration in Kashmir's calm scenery. Kashmir's seasons bring diverse beauty: lush summers, colourful autumns, snowy winters for sports, and fragrant springs. The region is home to a diverse array of wildlife, including the endangered Hangul deer and migratory birds, as well as stunning forests and alpine meadows. Conservation areas, such as [15]Dachigam National Park, enhance their natural appeal. Kashmir is renowned for its traditional crafts, including [16]Pashmina shawls, and its rich cuisine, which features dishes such as Rogan Josh. This blend of nature and culture adds to its charm. Kashmir's tranquil landscapes make it an ideal place for peaceful reflection and a deep connection with nature. Kashmir attracts travellers from around the world, with its stunning scenery, cultural heritage, and many activities. This essay highlights some of the most exciting tourist destinations in Kashmir, each offering a unique experience. [17]Srinagar, the summer capital of Jammu and Kashmir, is renowned for its stunning Dal Lake, where visitors can enjoy a range of activities. Kashmir offers extraordinary experiences for all kinds of travellers. In Srinagar, visitors can enjoy serene

[1] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 3rd.
[2] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 4th.
[3] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 5th.
[4] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 5th.
[5] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 6th.
[6] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 8th.
[7] The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 8th.
[8]The Enchanting Beauty of Kashmir: A Timeless Paradise. Paragraph 11th.
[9] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Paragraph 1st.
[10] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. The Origin of "Jannat-e-Kashmir." Paragraph 1st.
[11] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. The Heavenly Landscapes of Kashmir. Paragraph 2nd.
[12] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. The Enchanting Mughal Gardens. Paragraph 1st.
[13] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. The Spiritual Allure. Paragraph 1st.
[14] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. The Spiritual Allure. Paragraph 2nd.
[15] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. The Rich Flora and Fauna. Paragraph 2nd.
[16] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Cultural Richness and Heritage. Paragraph 1st.
[17] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Srinagar. Paragraph 1st.

[1]Shikara rides on the beautiful lake and admire the stunning houseboats. [2]The Mughal Gardens, such as Nishat Bagh and Shalimar Bagh, showcase impressive landscaping and offer a peaceful escape. People often visit the [3]Hazratbal Shrine, a significant religious site situated by the lake, while the [4]Shankaracharya Temple, located on a hill, offers excellent views of the city. Outside of Srinagar, adventure seekers can explore [5]Gulmarg. [6]The Gulmarg Gondola is one of the world's highest cable cars, taking visitors to Apharwat Peak, where they can enjoy breathtaking views of snow-capped mountains. Besides winter sports, [7]Gulmarg also boasts one of the highest golf courses in the world, making it an ideal destination for outdoor activities throughout the year. [8]Pahalgam is another beautiful spot in Kashmir, known for its charming valleys. [9]Betaab Valley is renowned for its lush greenery and crystal-clear streams, named after a popular Bollywood film. It offers stunning views for nature lovers. [10]The Aru Valley is ideal for trekking, showcasing the area's untouched beauty, while [11]Baisaran, known as "Mini Switzerland," attracts visitors with its lovely meadows. Another fantastic destination is [12]Sonmarg, also known as the "Meadow of Gold." Adventure enthusiasts can easily reach the [13]Thajiwas Glacier through a short trek. This area also offers numerous opportunities for fishing and camping along its winding rivers, making it a paradise for outdoor enthusiasts. For a quieter experience, travellers can visit [14]Kupwara. This offbeat destination boasts peaceful landscapes, including the [15]Bangus Valley and Lolab Valley, characterized by lush forests and stunning views. In southern Kashmir, [16]Jammu is home to the famous [17]Vaishno Devi Temple, one of India's most visited religious sites. [18]Mansar Lake is great for picnics, surrounded by beautiful forests, and the Ranbireshwar Temple showcases Jammu's ancient architecture, dedicated to Lord Shiva. As we move to the high-altitude region of [19]Leh (Ladakh), the scenery undergoes a dramatic change. [20]Pangong Lake, with its bright blue waters, has appeared in many Bollywood films, while [21]Nubra Valley offers unique dunes and Bactrian camels. [22]Magnetic Hill is a fascinating site where vehicles seem to defy gravity. [23] Pulwama

[1] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Srinagar. Paragraph 1st.

[2] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Mughal Gardens. Paragraph 1st.

[3] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Hazratbal Shrine. Paragraph 1st.

[4] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Shankaracharya Temple. Paragraph 1st.

[5] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Gulmarg. Paragraph 1st.

[6] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Gulmarg. Gulmarg Gondola. Paragraph 1st.

[7] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Gulmarg. Golf Course. Paragraph 1st.

[8] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir.Pahalgam. Paragraph 1st.

[9] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir.Pahalgam. Betaab Valley. Paragraph 1st.

[10] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Aru Valley. Paragraph 1st.

[11] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Baisaran. Paragraph 1st.

[12] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Sonmarg. Paragraph 1st.

[13] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Thajiwas Glacier. Paragraph 1st.

[14] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Kupwara. Paragraph 1st.

[15] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Kupwara. Bangus Valley. Paragraph 1st.

[16] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Jammu. 1st.

[17] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Jammu. Vaishno Devi Temple. Paragraph 1st.

[18] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Jammu. Mansar Lake. Paragraph 1st.

[19] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Leh. Paragraph 1st.

[20] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Leh. Pangong Lake. Paragraph 1st.

[21] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Leh. Nubra Valley. Paragraph 1st.

[22] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Leh. Magnetic Hill. Paragraph 1st.

charms visitors with its vast saffron fields, which bloom brightly in season. [1]The Aharbal Waterfall, situated in lush pine forests, is a serene retreat. [2]In Baramulla, adventure lovers can explore [3]Wular Lake, one of Asia's largest freshwater lakes, which is perfect for boating and birdwatching. The ancient [4]Naranag Temple adds historical interest, and the Hemis Monastery showcases rich Buddhist heritage. Finally, the [5]Tarsar Marsar trek provides a thrilling challenge for trekkers to explore Tarsar Lake and Marsar Lake. Both lakes are in stunning mountain areas. Kashmir's diverse range of tourist spots caters to those seeking adventure, spirituality, or peace. This magical region, with its majestic mountains, shimmering lakes, and rich cultural heritage, truly captures the beauty of nature, offering unforgettable experiences for all visitors.

Conclusion: Kashmir, often referred to as "Paradise on Earth," is renowned for its breathtaking natural beauty and rich cultural heritage. The region boasts beautiful mountains and peaceful lakes, creating an ideal backdrop for its vibrant traditions, skilled crafts, and delicious cuisine. Kashmir inspires artists, writers, and travellers, highlighting the importance of protecting its cultural and ecological heritage, especially in today's world. The bond between nature and creativity allows art and expression to thrive. Recognizing this, we understand why preserving Kashmir's culture and supporting environmental sustainability are crucial. My research highlights Kashmir's significance and its capacity to inspire reflection. By exploring its landscapes, history, and art, we can help safeguard the region's legacy for future generations. Kashmir is not just a stunning place; it also teaches us how nature and culture can coexist in harmony. The findings reveal that Kashmir is both a breathtaking landscape and a culturally rich region, fostering a strong emotional connection with visitors and artists. This aligns with other studies that highlight the region's beauty and inspiring qualities, underscoring the need to address its preservation in light of current challenges. There is a demand for conservation initiatives and sustainable tourism that respect its unique heritage. However, the study has limitations, including the subjective nature of interpreting art and potential biases in selecting literature and artwork for analysis. Focusing on specific aspects might also overlook the diverse experiences of different communities in Kashmir. To overcome these limitations, further research is needed to incorporate a broader range of voices and stories, thereby providing a more comprehensive understanding of the region's culture. Ultimately, this exploration of Kashmir's beauty and cultural value celebrates its legacy and underscores the importance of preserving its natural and artistic heritage for future generations. Through increased awareness and appreciation, we can work toward a sustainable future for this extraordinary region. Kashmir is renowned for its stunning beauty, natural landscapes, and rich cultural heritage. As a result, the Kashmir Valley has gained worldwide fame as a premier tourist destination, renowned for its exceptional hospitality. Jammu and Kashmir are truly wonders that enchant everyone beyond India's borders, captivating visitors in a genuine way.

---

[23] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Pulwama. Paragraph 1st.

[1] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Pulwama, Aharbal Waterfall. Paragraph 1st.

[2] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Baramulla. Paragraph 1st.

[3] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Baramulla. Wular Lake. Paragraph 1st.

[4] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Baramulla. Naranag Temple. Paragraph 1st.

[5] Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. Tourist Destinations in Kashmir. Tarsar Marsar Trek. Paragraph 1st.



















References:

Jannat-e-Kashmir: The Paradise on Earth. (2025, February 5). Blogspot.com; Blogger. https://jannat-e-kashmir2.blogspot.com/2025/02/jannat-e-kashmir-paradise-on-earth.html

Kashmir: The Land of Beauty and Mystery - Treks and Trails India. (2023, August 25). Www.treksandtrails.org. https://www.treksandtrails.org/blog/kashmir-the-land-of-beauty-and-mystery/

Saeid, M. (2020, September 24). *The Unimaginable Beauty of Kashmir | Kashmirica*. Kashmirica. https://www.kashmirica.com/blog/beauty-of-kashmir/

THE ENCHANTING BEAUTY OF KASHMIR: A TIMELESS PARADISE. (2024, September 10). Kashmir RootStock. https://kashmirrootstock.com/2024/09/10/the-enchanting-beauty-of-kashmir-a-timeless-paradise/

Kashmir beauty image - Bing. (2021). Bing. https://www.bing.com/search?q=kashmir%20beautyimage&qs=n&form=QBRE&sp=-1&ghc=1&lq=0&pq=kashmir%20beautyim&sc=2-16&sk=&cvid=A42F9804A3F846DCBE9BBA44BC73105E

Srinagar image - Bing. (2017). Bing. https://www.bing.com/search?q=srinagar%20imge&qs=n&form=QBRE&sp=-1&ghc=1&lq=0&pq=srinagar%20imge&sc=12-13&shttps://www.bing.com/search?q=srinagar%20imge&qs=n&form=QBRE&sp=-1&ghc=1&lq=0&pq=srinagar%20imge&sc=12-13&sk=&cvid=44A8C60ED98C48D9A3F69F262CECD7B9k=&cvid=44A8C60ED98C48D9A3F69F262CECD7B9

Arjumand, A., & Zubair, M. (2020). The Enchantment of Kashmir: An Artistic Perspective. Journal of Cultural Studies, 15(2), 123-145.

Bhat, R. (2021). Traditional Arts of Kashmir: A Cultural Heritage. Kashmir Journal of Arts and Literature, 8(1), 45-60.

Ghosh, A. (2019). The Mughal Legacy of Kashmir: Perceptions and Portrayals. Historical Geography, 12(3), 215-230.

Kamal, F. (2023). Voices from the Valley: Art and Resilience in Kashmir. South Asian Review, 30(1), 77-94.

Masoodi, D. (2022). Ecology of Kashmir: Conservation and Sustainability. International Journal of Environmental Studies, 24(4), 289-302.

THE HYDRA OF MULTITASKING: WHEN JOB ENRICHMENT BACKFIRES

Assoc. prof. dr. Irina Teodora MANOLESCU

"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Faculty of Economics and Business Administration, Department of Management, Marketing and Business Administration, Iasi, Romania, irina.manolescu@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-1869-1343

Abstract

The complexity of tasks in most jobs tends to increase, both as a consequence of an overall more sophisticated economic and social environment and due to motivational trends such as job enrichment. However, there is a difficult-to-identify tipping point at which this growing complexity begins to negatively affect employees, as well as individual and organizational performance. The phenomenon is particularly evident in managerial roles, especially in organizations where managerial responsibilities do not exempt individuals from continuing to perform expert-level tasks. In addition, the tendency to shift responsibilities from lower to higher hierarchical levels - characteristic of cultures with high power distance - further overloads top management, with potentially disastrous effects on the leadership effectiveness and the strategic orientation of organizations. This paper proposes an initial diagnosis of this phenomenon in the context of public institutions, using a quantitative approach. More than 150 employees from various public organizations were surveyed regarding the proportion of activities they frequently perform that fall outside their formal job description, as well as the perceived negative effects of invasive multitasking on workplace performance. The results highlight not only the extent to which multitasking erodes concentration and task depth, but also how it undermines motivation, decision-making quality, and long-term organizational resilience. By examining both the structural causes of multitasking and its perceived consequences, the study contributes to a better understanding of the hidden costs of job enrichment when poorly managed. The paper argues for a more balanced approach to job design and managerial responsibility distribution. Recognizing the point at which enrichment turns into overload is essential for sustaining both employee well-being and organizational performance. The findings are relevant for scholars and practitioners alike, offering insights into the specific challenges faced by public institutions and raising questions about work design and cultural factors that shape organizational effectiveness.

Keywords: Multitasking, Job enrichment, Public institutions, *Work design*

HOFFMEIER'S ANTELOPE, A SHORT STORY BY GRAHAM SWIFT: AN ANALYSIS

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233| **E-Posta:** anadrobot@yahoo.com

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

Abstract

The purpose of the present paper is to analyse the short story *Hoffmeier's Antelope* by Graham Swift, based on the way in which we deal with our imagination and fantasies. This short story is focused on the way in which the narrator, and for this matter, everyone else, starts with having their fantasies created by relying on the way in which they view the world. They believe that the world is a place where everything we imagine can happen, and that the way we imagine reality can achieve certain visions of it. We may feel in control when we imagine certain states of affairs, or we may simply feel that a certain perspective is more likely than others. As children, we have deal with the work of imagination very often and with the way in which we could make imagination come true. The short story makes us consider what the antelope could refer to and it can make us reflect on the way in which our relationship with imagination goes on. Reader-response criticism is the main approach to this short story. We have many fantasies and we daydream most of our lives, and short stories are one tool for this.

Keywords: Fantasy, daydreaming, empathy, reader-response criticism, reality, self-analysis.

Introduction

The short story *Hoffmeier's Antelope* by Graham Swift manages to introduce readers into a world which suggests it belongs to the fantasy realm. As readers begin to read this story, it seems rooted in reality, while later on it seems to suggest that there may be some fantasy elements which come into the foreground. However, the fantasy-like world is suggested to be there for the simple reason that nothing is certain. The disappearance of the narrator's uncle, together with the disappearance of the last animal from the species called Hoffmeier's antelope at the zoo, for whom he cared for, may or may not be related to fantasy. However, the disappearance of both is at least strange. It is made strange for the simple reason that this species of antelope only had two last living animals belonging to it at the zoo, and the narrator's uncle was caring for them, while also telling the narrator how this species is not at all well-known. In the meantime, the narrator wanders about the following idea, which is related to philosophy: what if a species is said not to exist, while nobody has even seen it? The narrator, who becomes preoccupied by philosophy, asks his uncle the following question: "If a species exists, yet is unknown —isn't that the same as if it did not exist?" (Swift, 2010). Such a question makes readers wander about the reality of the species called Hoffmeier's antelope. And invites them to question the reality of the discovery. This is the moment when the borders between reality and fantasy first become blurred.

Materials and Methods

As human beings, we always live in-between reality and fantasy, since we have the tendency to fantasize, or to daydream. Everything starts in our childhood, when imagination is a large part of our lives. We learn by playing, and playing involves the use of imagination. Freud (1983) mentions the role of using our imagination, or daydreaming, in our childhood: "Might we not say that every child at play behaves like a creative writer, in that he creates a world of his own, or, more truly, he rearranges the things of his world in a new way which pleases him?" We can see this rearrangement of the world in the vision of life belonging to uncle Walter in the short story *Hoffmeier's Antelope* by Graham Swift. Hoffmeier was a zoologist born in Germany who discovered, during his trips to Congo, the species of antelopes which were given his name. Hoffmeier was a personal friend of uncle Walter, which is why the story of this species of antelopes is so important to him. Hoffmeier had brought several pairs from Congo, and some were given to the London zoo, while other were given to the zoo in Frankfurt. Gradually, the members of these species disappeared, the only ones left being those cared for by uncle Walter. We can see how the story of the antelopes from Congo becomes a purpose in the uncle's life to preserve these species, which is an effort similar to that of preserving a sense of meaning in life and especially to preserve the past. The Hoffmeier species of antelopes becomes a symbol of uncle Walter's memories of the story of his life.

Writing and daydreaming, as well as having a certain vision of the world reflect the same process. The short story itself presents readers with a certain perspective on life, that of hanging on to what we believe in. Uncle Walter believes in the species discovered by Hoffmeier, and he believes that the rest of the world also should. Daydreaming and storytelling have as a purpose the fulfilment of some wishes which cannot be satisfied in other ways: 'The creation of the phantasies, or daydreams, of a normal person is the first stage in the development of the imaginative writer. The motive forces of phantasies are unsatisfied wishes, and every single phantasy is the fulfillment of a wish, a correction of unsatisfying reality" (Freud, 1983). Uncle Walter, as he is quite old, would like to preserve his youth and the ideals of his youth. He would also like to preserve the memory of his friend Hoffmeier. However, the reality around him does not support his wises, as the remaining antelopes gradually disappear. We notice how loss becomes the central element of this short story. First, Hoffmeier is no longer alive, then the antelopes he brings to London and Germany also disappear one by one, and, eventually, with the last antelope uncle Walter also disappears. The narrator ends his story with the disappearance of his uncle. In the meantime, the narrator's own life is marked by loss, as he loses the familiar

surroundings of the place where he lived by coming to London, an unfamiliar city. He feels alone during his stay in London. He mentions he has two brief romantic relationships, and he becomes preoccupied by philosophy. He studies it and then teaches it. His lectures have less and less members of the audience, suggesting how he loses even the hope of connecting with someone through his teaching activity. He grows more and more lonely, as he has no romantic relationship, he has less and less students, and as his relationship with uncle Walter also deteriorates. The uncle is absorbed by his own problems with preserving the Hoffmeier species of antelopes. We can say that the uncle and the narrator have different perspectives on life which cannot be brought together. However, the narrator is left even without his uncle, whom he was living with, literally remaining alone in London, the unfamiliar city. The sudden disappearance of the uncle ends up the short story, suggesting that this has come as an emotional shock to the narrator. Once the last antelope disappears, so does the uncle's meaning in life and reason for living, which makes him no longer exist. This can be a figurative interpretation of the disappearances. Symbolically, the narrator is faced with emptiness, with absence of meaning and he is left to face these alone. The disappearance of the antelope and uncle becomes a reflection of his own loss of a sense of meaning. The narrator is going through a psychological crisis, and everything surrounding him in this short story reflects his own emotional state of mind.

The fact that the short story gradually slides towards the fantastic reflects the relationship between fantasies and neurosis: "There is a path from daydreaming to neurosis... neurotics turn away from reality more decidedly and more completely than other people" (Freud, 1983). However, we may not be sure, as readers, where the daydreaming ends and where the neurosis begins.

We tend to use our imagination a lot, and we notice this in our personal fantasies, as well as in public, or collective ones, which are visible under the form of fairy-tales, stories, and fiction. The short story *Hoffmeier's Antelope* shows readers how any scientific discovery, when not shared by everyone, becomes partly fictional and fantasy-like, as it seems to belong only to the world of the respective person. The borders between fantasy and reality are tested in this short story, as first the narrator and afterwards the readers no longer know what is real and what is imagined. The uncle speaks about the species Hoffmeier's antelope, and shows the narrator two remaining antelopes at the zoo belonging to this species. During the short story, one of the antelopes dies, and only one is left. The uncle makes all efforts to take care of the remaining antelope, and readers may think that he is trying to preserve his dream. The last antelope from the species discovered by Hoffmeier becomes a symbol of the last proof of the existence of this species, which otherwise nobody seems to have noticed or seen. The mainstream scientific community is suggested not to recognize this species, which shows how much even scientific theories and discoveries are subject to questioning and to being considered in a manner very much like fiction. Even in science we never have an absolute truth, but simple perspectives on and understandings of reality, with its various elements, such as species and phenomena.

The short story presents readers with philosophical reflections, which show how the characters understand reality. As an example, uncle Walter has his own understanding of the zoo, which the narrator calls "theory": "Zoos ought to make us humble. When we visit them we ought to reflect—mere humans, mere evolutionary upstarts that we are—that we shall never have the speed of the cheetah, the strength of the bear, the grace of the gazelle, the agility of the gibbon. Zoos curb our pride; they show us our inadequacies…" (Swift, 2010). The uncle here reflects on the place of the human being in nature. The human being is not, according to him, the centre of the universe and is not the best of the beings. The human being is not in control of nature and not above nature.

The uncle replies to the narrator bringing facts into discussion, when the narrator reflects philosophically on the status of a species not known to exist and a species not existing at all. The uncle calls Hoffmeier's discovery of the species of antelopes "scientific data—sound investigatory work" (Swift, 2010). For the uncle, science is

defined as "only concerned with the known" (Swift, 2010). However, the narrator cannot describe his uncle as a scientist since the uncle liked "to work 'with' not 'on' animals" (Swift, 2010). The fact that the uncle uses science when he feels threatened in his beliefs shows that he sees science as a means of making his perspectives on reality be real, and anchored in reality, so that anyone else can see them as such.

Readers go about this short story interpreting it based on their background knowledge, as we have seen in the case of the analogy with Freud's (1983) theories. In addition, they relate emotionally to the characters and their views, which is why they understand how someone feels about a belief he or she is firmly convinced of. Reader-response criticism (Mart, 2019) is, therefore, the best approach to explain how the analysis of this short story has been carried out.

Results

Readers rely on analogies with their own experiences and ways of thinking when they interpret a story. They rely on empathy for the characters whose views they share and identify with. They notice how the narrator relies on self-analysis while going through his own psychological dilemmas and while he interacts with his uncle related to the discovery of an unknown species. The unknown species of antelopes from Africa suggest a belief giving a sense of purpose in life for both Hoffmeier and the uncle of the narrator, for whose preservation and making known they direct all their efforts. Life loses its meaning and worth once someone can no longer find it.

Discussion and Conclusion

The narrator and the uncle reflect two different ages when someone searches for the meaning of life and is in a moment of psychological crisis. Usually this crisis has to do with changes, such as from one age to another or from one place and lifestyle to another. The narrator is young, while the uncle is old, and both ages come with their own specific questions, yet what is common to them both is the search of a meaning in life. The uncle fights to preserve what makes his life meaningful, while the narrator searches for a possible meaning. As he questions the meaning and value of the unknown species of antelopes, he reflects the mood of his time. With Modernism and later on with Postmodernism and the time after it, the questioning mood intensifies. Various scientific discoveries are questioned, as new ones contradict them. Nothing is stable and known for certain. Values change in time, and mindsets as well.

References

Freud, S. (1983). I. Creative Writers and Daydreaming. In *Literature and psychoanalysis* (pp. 19-28). Columbia University Press.

Mart, C. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, *56*(2), 78-87.

Swift, G. (2010). *Learning to swim and other stories*. Pan Macmillan.

THE VALUE OF FREEDOM İN THE EUROPEAN UNİON

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233| **E-Posta:** anadrobot@yahoo.com
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

Abstract

The purpose of the present paper is to analyse the value of freedom in the European Union. Freedom is both a principle and a right shaping EU policies, institutions, as well as citizens' everyday lives. With respect to free movement, EU citizens have the right to choose the member state where they wish to move, work, live, as well as study, which includes freedom of movement for goods, services, capital, as well as people. With respect for political and civil freedoms, the EU Charter of Fundamental Rights includes freedom of expression, religions, assembly, as well as association, freedoms which are essential for further values such as democracy, pluralism, and human dignity. Economic freedom includes the freedom for EU citizens to establish a business anywhere in the EU. In addition, the EU supports consumer choice and fair competition. With respect to freedom and the rule of law, the rule of law can balance freedom in the EU, since member states are expected to respect certain democratic standards and independent institutions. There are some current challenges to freedom in the EU, such as with the issue of migration, where we see the challenge of balancing internal freedom of movement with external border control, digital freedom, with protecting data privacy and freedom of online speech, or rule of law concerns, where democratic freedoms are under pressure.

Keywords: Charter of Fundamental Rights, economy, expression, democracy, citizenship, digital freedom.

Introduction

One of the main values of the European Union is democracy. A democratic society is the ideal of those wishing to belong to or who already belong to the EU. We frequently hear about democratic values, which are often associated with freedom, and we realize what a significant part they are of our society. Nowadays, we cannot imagine life and society without these basic values, of democracy and freedom. These values are associated with our fundamental rights as citizens of the EU, of the world, as well as of our own country.

According to Dahrendorf (2003), "Democracy is the voice of the people which creates institutions, and these institutions in turn control the government and make it possible to change it without violence. In this sense, the demos, the people, is the sovereign that gives legitimacy to the institutions of democracy." As a result, we notice here the belief of as little interference in citizens' lives from the state and the taking into consideration of what the people want in political life. From the public reality of democracy, and freedom, we may notice how the meaning of democracy has slid towards referring to personal life and personal freedom in settings other than those related to the state and its institutions. As an example, we tend to wish for democracy at the workplace or in school, or even within the family and our social circle.

We may also begin to think about the individualism and freedom to be and to become whomever we want which is associated with America. At a time when in Europe social class mobility was reduced if possible at all, in America, we had the rags-to-riches myths, showing how common individuals could start all over again in America, and to build for themselves the life they wanted. The rags-to-riches myth suggests success in the new life people who left Europe could build for themselves. Equality and individual rights made America very attractive at a time when on the European continent there was a rigid social order and hierarchy. It was believed that we should remain all our lives rich if we were born rich, and poor if we were born poor. Being rich was a matter of birth. In time, societies changed and the classes of aristocracy and commoners are no longer the ones guiding our place in society. We are free to change our material situation. Theoretically, we are all equal and have equal opportunities to have the lives we want, as long as we work for them.

The European Union was built on the model of the United States, which explains why common values are present, of which democracy and freedom are the most prominent ones.

While the European Union has been started based on the idea of peace, after the Second World War (Pinder & Usherwood, 2007), and to prevent future wars, by making the countries depend on each other economically, the idea of freedom has nowadays come into the foreground. Freedom is currently part of the mindset of our world today, which is a world where the goal is to live in individualist societies. The individualism we have first of all associated with America, where everything was focused on the benefit of the individual, or at least as far as rhetoric was concerned, has been transferred to the European Union. Once we live in an individualist society, we believe that we are entitled to have the freedom to be whom we want and to have all possible rights in order to act to our own benefit, and not only to the benefit of society or the group we belong to. As a result, we believe we are entitled to be different and not to be pressured by society to be like everyone else. Social expectations and pressure are given less importance and they can even be discarded altogether, encouraging individuals to let go of traditional social norms and conventions, if they cannot fit into them and if they are not comfortable with them. As an example, in online social media groups we can find the advice of psychologists to users encouraging them to be themselves and not to feel pressured to follow the expectations of family or others in their social circles. We notice how stereotypes have changed in time, e.g. the idea that women should be young in order to be considered valuable, with celebrities and advice for women to feel good about themselves at any age, even if they are no longer in their 20s. Individual choice and differences are often emphasized at the expense of a standard path in life which should be applied like a template to everyone. For instance, nowadays it becomes perfectly acceptable to wander about our choice of profession and to study at university even later in

life.

If we look at the way in which the EU is structured, we may start getting some clues as to how these mindsets have appeared, related to individual freedom.

Materials and Methods

The idea of freedom is present, if we look closely, in every aspect related to the EU and its functioning.

First of all, we can look at the foundation of the EU, which relies on a legal basis. The legal basis is formed by the Treaty on European Union (Alesina et al, 2005; Eur-Lex, 2025) and by the Charter of Fundamental Rights of the EU (European Parliament, 2025; Peerce et al, ed., 2021). We can see from Article to of the Treaty on European Union (TEU) that the following is stated: the EU relies, as a foundation, on the values of "respect for human dignity, freedom, democracy, equality, the rule of law and respect for human rights." The Charter of Fundamental Rights underlines freedoms such as the following: freedom of thought, conscience, and religion (Art. 10), freedom of expression (Art. 11), freedom of assembly and association (Art. 12), freedom to choose an occupation and to work (Art. 15), and freedom of movement and residence (Art. 45). With respect to the freedom of expression and information (Article 11), we can mention that this freedom leads to individuals having the right to have their own opinions and to get and spread information, which is an essential aspect for open political debate and, in general, for a functioning democracy. The freedom of thought, conscience, and religion (Article 10) refers to the right to believe, change someone's beliefs, or even to have no belief at all, as well as to practice a certain religion publicly or privately. The freedom of assembly and of association (Article 12) refers to the individuals' being allowed to gather in groups and to form associations such as political parties and trade unions. The freedoms enumerated her are, if we look closer, foundational and broader EU values: democracy, which ensures free expression and political participation; pluralism, which protects differing views, identities, and ideologies; human dignity, which refers to the right to self-determination and personal autonomy.

Second, we may consider the freedom of movement. There are four fundamental freedoms of the EU single market. The first one is free movement of people, since EU citizens are free to live, work, study, and retire in any member state. The second one is free movement of goods, the third is free movement of services, and the fourth is free movement of capital. In this way, economic freedom is supported. As a consequence of these freedoms, individuals and businesses are empowered.

The free movement of goods refers to the way in which goods can move across EU borders, without any customs duties, quotas, or unjustified restrictions needed, The goods can, in this way, be traded as if they belonged to one country, not to the EU. This is what a unified, single market means.

The free movement of services refers to the following idea: businesses and professional individuals are allowed to offer services across the EU, without facing discrimination or various unnecessary restrictions. Competition, innovation, and consumer choice are boosted in sectors such as finance, tourism, and digital services.

The free movement of people refers to the fact that EU citizens can live, work, study, as well as retire in any EU country they choose, while they do not need a visa or work permit. In this way, economic opportunity and cultural integration across the EU are supported.

The free movement of capital refers to the fact that it is possible to transfer money freely between EU countries for investment, savings, or business purposes, with no restrictions. Cross-border investment and financial integration are thus encouraged.

We can speak of economic freedoms in the EU, as it is promoted for both individual liberty and collective prosperity. We can mention here the freedom to conduct a business (Article 16), according to which individual citizens and companies are given the right to pursue economic activities within the EU, such as the following:

establishing a business offering services; competing on equal terms with others within the EU single market; consumer choice and fair competition. We notice that competition is encouraged in order to prevent monopolies and to protect consumers from unfair practices. Competition ensures diverse product offerings, competitive prices, as well as innovation and quality improvement.

Once we look at how freedom is practiced in the EU, through rights and protection, we may consider certain key aspects. The first one is related to the Schengen Area, and thus to how there are no internal borders. This means that passport-free travel between most EU countries is possible and allowed. Second, we notice that there is protection against discrimination, since there are laws prohibiting discrimination based on race, gender, sexual orientation, religion, age, as well as disability. Third, we can mention the digital freedom and data protection (GDPR), as the EU is considered to be a global leader in the area of protecting digital rights and online freedom.

We can also consider another aspect related to freedom in the EU, namely freedom as a political and social value. Here we may include personal freedom, which refers to the right of EU citizens to live without fear of oppression, surveillance, and arbitrary arrest. We can also include here political freedom, according to which EU citizens can freely express their opinions, as they can vote, protest, and participate in civil society. Another aspect to include here is represented by religious and cultural freedom, which refer to the fact that individuals and entire communities can be allowed to practice their religion and cultural traditions without interference from anyone.

We also need to mention, in relation to freedom, the Rule of Law, which ensures that freedom is not only a value, but that it is also exercised within a egal framework. The Rule of law (Article 2, TEU) refers to the fact that all actions taken by public authorities are subject to review by independent courts, as well as that no individual or institution is above the law. It also deals with balancing freedom with legal safeguards. The rule of law acts functions as a moderator of freedom through taking the following actions: ensuring legal accountability, preventing abuse of power, guaranteeing rights through independent judiciaries. The European Commission is an institution which monitors member states in order to ensure that they uphold democratic standards, independent courts, as well as free media.

While everything related to freedom seems to function in an utopic way and ensure an utopic vision of the world, we also need to mention that the EU faces some challenges related to freedom. One of these challenges in migration and freedom of movement. While internal freedom of movement is supported by the EU and a major aspect of EU citizenship, it may contradict external border control needs, in particular during migration crises. Another problem may be the one related to tensions arising between open internal borders (Schengen) and security concerns related to the EU's outer borders. In addition, policies should balance human rights obligations with national sovereignty and public safety. Another challenge is represented by digital freedom and data privacy. In this sense, GDPR does protect digital rights through laws, yet there are still some challenges left when it comes to protecting personal data, especially in the case of large tech platforms. We should also mention the debates about online speech, censorship, misinformation, as well as the role of algorithms. One more challenge is related to the Rule of Law and democratic backsliding. Judicial independence, media freedom, and civil liberties may face problems in certain EU member states. Rule of law monitoring and enforcement actions (e.g. under Article 7 TEU) against certain governments has been launched. Freedom can be threatened by these challenges.

While the European Union may have been founded on a utopic vision, as we see in its hymn, we cannot help notice how idealistic values such as freedom, equality, and peace are continuously reinforced through and supported by the legal framework.

Freedom may sound like a very general words and value, yet it is nowadays part of our vocabulary, part of our needs as individuals, and part of the way we see life. If we look closely, we notice that freedom, in the institutions and laws of the mechanisms making possible the functioning of the EU is synonymous with citizens' rights and with the EU's responsibilities towards its citizens. The freedom referred to is the freedom to live peacefully with the others, to be accepted with our own opinions and actions, to be able to have economic initiatives such as start businesses, to feel self-accomplished if we want to study and work abroad, as well as to have our well-being ensured. The EU, through ensuring peace, ensures the citizens' well-being. Ensuring peace offers citizens the right to live in good conditions and to have access to the life they want. Stability can be understood as the first condition for self-accomplishment as individuals. We can draw an analogy with Maslow's pyramid of needs, where at the basis we can find simple needs that should be ensured if we want survival, such as food and shelter. Once we have enough resources and security ensured, then we can move up towards the top of the pyramid in such a way as to care for our individual needs, not for those of the collectivity. We grow less dependent on the others once basic needs are satisfied, which are, in the case of the EU, peace, economic stability and good living standards, and we focus on our well-being as individuals, which we strongly associate with freedom. The freedom is from dependency on the others, which offers us opportunities for self-development and self-achievement. Symbolically, we no longer need to be like the others and work for the good of the collectivity. We can still consider a basis of common values, however, showing respect for the others. We can give here the example of multiculturalism, which asks for respect for other cultures, mindsets, values, and ways of life. At the same time, multiculturalism can make us think that it means we are all equal and free to be accepted as we are. We have the right to be respected in our own turn, once we respect the others.

While all the well-being presented in the values, aims, principles of the EU on the official EU page (European Union, 2025) may be associated with utopia, or fantasies which may never become reality, we notice how all of these are reinforced through institutions and policies, as well as laws, which lead to the concrete practice of these values. Even institutions, policies, and laws can function as means of educating citizens and ensuring that they adapt to and function in a certain environment which was designed by the EU. All the discourses maintaining these apparently idealistic values only have as a purpose to create a mindset for citizens and to allow them to internalize these values of the society they live in within the EU.

The EU functions just like any society and it presents citizens with values which they are expected to learn, to the point where they include them in their personal beliefs.

Results

The European Union, through its values, presents citizens, at an abstract, philosophical, and psychological level with age-old wishes of humankind. It is clear that nobody wishes for authoritarian regimes, and the EU answers our wishes to avoid these. The basis of the values set up by the EU relies on common, universal, as well as personal wishes to live in a utopic society, where we idealize life and reality. From here, however, we move in a down-to-earth setting where we notice how the institutions of the EU set up an economic and legal basis for the practice of these values and especially of freedom, which seems to include several other values. Equality, for instance, clearly is related to freedom. Human rights and human dignity are also related to freedom, since they imply someone's right to be him or herself and to be accepted by the others. Individualism, however, is not disconnected from solidarity. The main motivation for ensuring social cohesion, or solidarity among citizens lies in the way in which we can work together to reinforce all these values we all believe in.

Discussion and Conclusion

While the discourse of the EU sounds without flaw, if we look at reality we may notice that there are various challenges to applying these values. The EU society does not ensure as much freedom as we expect, or, at least,

we realize that in the case of the EU as well freedom is problematic. We return to the age-old question regarding to what extent can freedom be possible in society, since we need to make compromises as individuals due to the fact that we live in a community after all. We need to consider additional issues such as the others' rights and responsibility towards society and its rules. There are certain limits within which we need to move with respect to individual freedom. In addition, the state cannot guarantee for us complete freedom, as there are certain taxes, for instance, to which all citizens need to contribute. This can be tied up to the additional aspect of freedom which is responsibility. These are the reasons why we can find plenty of protests in democratic societies, where people at least can express themselves, yet often feel powerless to make any changes. We may feel that we do not have all the freedom we want or that we have a different understanding of freedom than the one practiced by political leaders.

In addition, the response of the EU to crises clearly seems to break up the promise of freedom. Crises are moments when we need, as citizens, to turn from our individual interests to the support of the collectivity. Freedom, therefore, cannot always be completely pursued. It depends on the context.

While we may not regard the EU as offering final solutions to our problems, it does make attempts to keep issues under control. Even putting up the value of freedom for discussion can make us realize how political structures can try to make it a reality and not keep it in the realm of utopia.

References

Alesina, A., Angeloni, I., & Schuknecht, L. (2005). What does the European Union do?. Public Choice, 123(3), 275-319.

Dahrendorf, R. (2003). A Definition of Democracy. Journal of Democracy 14(4), 103. https://dx.doi.org/10.1353/jod.2003.0068.

Eur-Lex. (2025). Treaty on European Union. https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/treaty-on-european-union.html

European Parliament. (2025). The Charter of Fundamental Rights of the EU. https://www.europarl.europa.eu/charter/pdf/text_en.pdf

European Union. (2025). Aims and Values. https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/principles-and-values/aims-and-values_en

Peers, S., Hervey, T., Kenner, J., & Ward, A. (Eds.). (2021). The EU Charter of fundamental rights: a commentary. Bloomsbury Publishing.

Pinder, J., & Usherwood, S. (2007). *The European Union: A very short introduction*. OUP Oxford.

WATERLAND AND TOMORROW BY GRAHAM SWIFT: COUPLES AND CHILDREN

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233| **E-Posta:** anadrobot@yahoo.com
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

Abstract

The purpose of the present paper is to analyse the way in which couples in Swift's novels manage to solve their dilemmas of having children in *Waterland* and *Tomorrow*. While in *Waterland*, the couple has no more hope, in *Tomorrow*, the modern context allows Paula and her husband to have twins conceived through artificial insemination. Readers are familiar from fairy-tales with couples unable to have children and with magic solutions, while in Swift's novels references to fairy-tales can be found in *Waterland*, yet with respect to having children the fairy-tales disappear. In *Tomorrow*, fairy-tales and their magic are replaced by the possibilities of technology. This makes readers reflect on the way in which technology replaces fairy-tales as able to bring solutions into our everyday lives. The way in which we manage to fulfill our wishes changes function of the social and technological context, yet human wishes remain the same. We continue to daydream and to wish to find solutions to our problems. Nowadays, technology plays a major part in our lives, and this is reflected in the novel *Tomorrow*. Technology does not mean only gadgets and entertainment, but major possibilities of improving lives and granting wishes during various life stages.

Keywords: Fairy-tales, wish fulfillment, psychology, imagination, technology, magic.

Introduction

The wish to have children is familiar to us all ever since we have the first contact with fairy-tales in our childhood. There, this wish is granted with the help of magic. A couple of a king and queen, emperor and empress, or even a couple made up of common people manage to have their wish to have children come true due to some helpers or due to magic which is made possible by some magical drink, seeds, or other such treatment. The wish to have children can also be made possible simply by chance, as a child magically appears, such as Thumbellina in a flower which is planted by her mother, or the couple simply find themselves faced with the occasion of adopting a child.

Fairy-tales reflect universal dilemmas of human kind which never go away, no matter how much time passes. Fairy-tales seem to have been abled to capture the human psychology intuitively, and can be viewed as reflecting our psychology throughout history. Fairy-tales can also be considered a means of compensating for what we do not yet have in reality. We read them to fulfill such wishes or simply to express them.

Graham Swift's novels *Waterland* and *Tomorrow* deal with this age-old wish of couples to have children, while they are facing an obstacle. However, the couple in *Waterland* never actually manages to have children of their own, while the couple in *Tomorrow* does manage, yet the lady is faced with certain dilemmas regarding her status as an actual mother.

Materials and Methods

In the past, we relied on fairy-tales and magic to make our wishes come true, while at present there is a concrete means to make our wishes come true, which is through technology.

The world has changed together with the scientific and technical revolution. Through scientific research, a completely different understanding of the world and its phenomena has been reached than the understanding of the world in the beginnings of history, when people relied on folk beliefs in magic, when legends and reality would frequently intersect. In the beginnings, people used legends and myths in order to explain the way in which the world appeared, human beings, as well as natural phenomena. One such example comes with ancient Greek mythology. Beliefs in witchcraft followed, together with various superstitions. Later on, we relied on scientific understanding of the world. However, myths, legends, folk beliefs, superstitions also coexisted. In addition, we still needed spirituality, which lead sus to rely on religious beliefs especially during very hard times in our lives. Our psyche, with our emotions and psychological understanding of reality cannot be put aside, since they have a large influence on our lives.

We can see how, in the novel Waterland, the land where the main characters live, Tom and Mary, and which is called the Fens, is highly associated with magic. There are various beliefs in magic which accompany their childhood, and the Fens is presented as a fairy-tale land where the traditions resemble a fairy-tale reality. As Tom and Mary grow up and become teenagers, they start seeing the world differently. They start exploring each other romantically. As Mary has an abortion done by a woman portrayed like a magical character performing a magical ritual in the Fens, the fairy-tale world disappears for both Mary and Tom. They realize that what they do has consequences to which there is no magic solution like in fairy-tale. The problems continue into their adult lives at the present moment of the novel, when Tom, now a history teacher, explains to his students how one event causes another, and how personal lives also have a history just like the way in which the world has an official, public history. Tom examines the past and the history of his own life and his life together with Mary. He traces all their problems to the abortion in the Fens, after which Mary is unable to ever have children. This causes their couple life to be very sad.

At some point, Mary steals a baby from someone in the supermarket and claims that she has received it as a gift from God. In this difficult moment, we notice how Mary resorts to magic, fairy-tale-like solutions, as she

disregards the laws of reality. As she starts living in a world of her own and as she retreats in her imagination, readers notice a return to childhood beliefs, when everything seemed possible, and where wishes could come true. The stealing act leads to the wish fulfilment in a childish-like manner. According to psychoanalysis, we notice that there are dreams which directly fulfill the wish of the dreamer. Such dreams are specific to children, who may have needs such as drinking water if they are thirsty. In their dream, the precise image of drinking water appears. These are dreams of wish fulfillment where the fulfilment is done literally, in the manifest content. The manifest content of a dream is the dream as it can be retold by the dreamer when he or she wakes up. The latent content of the dream is the contents which is discovered through interpretation of each and every element in the dream based on the free associations of the dreamer. Since there is not much work to be done to discover the meaning of these child-like dreams of wish fulfillment, we associate them with simplicity. Children's dreams are not as elaborate as adults' dreams since they are still in the process of understanding the world they live in and what is acceptable and what is not. As we grow up, we build defenses if we consider, unconsciously, that our wishes are unacceptable.

Even if not in her dreams while sleeping, Mary defies reality in her waking states, relying on daydreams and fantasies, and fulfills her wish. She brings an explanation by saying that she had received a child from God as a gift. This reminds readers of children using their imagination while playing. However, Mary is an adult and she seems to have lost contact with reality. Freud (1983) would claim that she is a neurotic, as she can no longer distinguish reality from fantasy. While we all daydream, we are aware of the boundaries between reality and fantasy.

We often think of technology as a tool for our wish fulfilment nowadays, especially when it comes to gadgets. However, technology also means other advantages, which are related to actually managing to fulfill wishes such as having a child not through fantasy, but through real life means. Here we can mention the story of the couple in Swift's novel *Tomorrow*. Unlike Tom and Mary, they do not live in a place where they can experience a fairy-tale like reality. They live in what we can call the real world, or in common, everyday life reality. They go to their studies and meet there. As they decide to remain together as a couple, and get married, they also start wishing to have children. However, as this does not happen, they decide to go to a doctor to see what is wrong. Since the husband has a medical problem preventing the couple to have children, Paula, the narrator of this story, decided to have an artificial insemination procedure. This is why the father of her twin is not their biological father. For Paula, this is a truth which is hard to accept, which readers find out while she goes over her life story at night, wishing to tell the twins the truth the next day. She is afraid of how they are going to react, yet her fears may be her own, since now she has to actually accept the truth and no longer push it over and pretend that her husband is her children's biological father. In fact, the truth has been hidden by not being mentioned, and leaving the twins believe that her husband is also their biological father. We also notice the idea of fantasies and daydreaming in this case as well, yet it is of a different kind than in the novel *Waterland*. To Mary, disregarding reality was harmful to the others, especially to her husband and to herself. For Paula, disregarding reality had been a means to protect herself and her family, while she was also trying to accept the situation herself. Now she has to come to terms with reality, the same way as Mary in *Waterland* has to. Readers do not know how the twins actually reacted to the news, or to their mother's confession, as the story ends before the actual discussion can take place. Mary also used fantasies and daydreaming to protect herself, such as when she stole the baby from the supermarket. However, it was impossible to allow her to disregard reality since it was someone else's baby and that person did not agree to give it to Mary. In the case of Paula's family, however, we can see that they had functioned like a biological family where the parents were both loving towards the children and where everything was stable.

We notice how science and technology can make it possible for families to have children and to live happy lives. We can see that there may still be some psychological dilemmas. However, the situation of having

children through artificial insemination has brought happiness for the couple in *Tomorrow*, while the situation of not having the possibility of using technology for having children, likely since it was not around at the time, has led the couple in *Waterland* to be without any hope and to live very sad moments together. Technology becomes, in *Tomorrow*, the equivalent of the magic solution in fairy-tales. It is also the equivalent of the solution brought by daydreaming and fantasizing.

Results

We notice how technological development has taken over the role of magic in fairy-tales with respect to fulfilling the wish of couples to have children. What may have seemed impossible in the past is now possible with the use of technology. Technology becomes the magic of the real world. We all have wishes and we try our best to fulfill them. We can see the process of wish fulfillment achieved through magic, daydreaming, fantasies, disregarding reality, as well as through scientific research and technology.

Discussion and Conclusion

We notice how human psychology remains the same throughout the ages. We are driven by various wishes we have, and we search for solutions that would lead to their fulfillment. Their fulfillment may be in the real world or in our imagination. Throughout history we also find various new tools that could help us fulfill our wishes.

Our wishes are part of our need to find a sense of purpose in our lives and happiness.

References

Freud, S. (1900). *The interpretation of dreams Sigmund Freud*. https://jmdebooks.com/ebooks-lib/DREAMS%20ASTROLOGY%20DIVINATION/The%20Interpretation%20of%20Dreams%20Author%20Sigmund%20Freud.pdf

Freud, S. (1983). I. Creative Writers and Daydreaming. In *Literature and psychoanalysis* (pp. 19-28). Columbia University Press.

Swift, G. (2007). *Tomorrow*. Picador.

Swift, G. (2019). *Waterland*. Simon and Schuster.

CONTROLING OR CONTROL

Assoc. Prof. Dr. Plamen Iliev
New Bulgarian University
pkiliev@nbu.bg / kaviplas@abv.bg

Summary: The essence of control is primarily as a function of management and as a feedback loop in the management system, carried out by the state or the owner. It appears with the earliest human consciousness, as from the very beginning, human society realizes the necessary need for control, which is constantly developing and improving to the present day. In addition to being a function of management, control must necessarily be considered as a social attitude, or as control of society, which leads to the establishment of socially accepted norms and rules of behavior, to an impact on the behavior of individuals. Control is a basic management function, along with planning, coordination, analysis, etc. In the management cycle, it is aimed at observing the sequence of performing management functions and includes activities on the comparison between the achieved and previously planned results. Unlike control, the concept of controlling emerged much later, in the late 19th and early 20th centuries in the USA, which was caused by the increase in the scale of enterprises and their complex internal and external environment. Controlling and its development are the result of the growing needs for improving management functions in organizations, in the conditions of a dynamically changing environment. Controlling unites in a single and comprehensive concept the achievements of economic analysis, planning, management reporting and management and is aimed at the future development and achievement of the goals of each organization.

Historically, the scope and boundaries of controlling have been constantly expanding, and their essential features have been developing, further clarified and defined. The concept of "controlling" can be defined as a conceptual-management system, oriented towards the future development of the organization and the achievement of its goals and aimed at providing its management with information, analytical and methodological support in the implementation and coordination of management functions, planning, regulation, motivation, control, accountability and information support, which helps in decision-making by the management. In recent years, there has been a particular interest in controlling as a new concept and management system, determined by the economic and political development of the countries of the European Community, internationalization, integration and globalization of the economy, the dynamic growth of the scale of production, intensification of the competitive struggle, intensification of crisis phenomena in the field of finance, etc. But in no case should the two concepts be mixed or perceived as equivalent. Control is always part of controlling, along with planning, accountability, analysis, etc. At the very beginning, I mentioned that control is a function of management, while controlling is a new concept of management.

Keywords: control, management, controlling, accountability, planning

BETWEEN MANUSCRIPTS AND PRINTED BOOKS: THE GOSPELS IN THE BELARUSIAN ORTHODOX TRADITION OF THE 16TH CENTURY

dr. Aliaksandr Susha,
International Association for Belarusian Studies, chair, Belarus, Minsk
Belarusian State University, Assoc. Prof. Dr, Belarus, Minsk
ORCID: 0009-0000-0709-372X
Susha.Ales@gmail.com

ABSTRACT

Book culture in Belarus experienced a profound transformation from handwritten manuscripts to printed books, marking a turning point in the dissemination of knowledge and religious texts. The pioneering efforts of Francysk Skaryna in the early 16th century, with his printed editions of biblical texts, laid the foundation for the rise of printing in Belarus, enabling wider access to spiritual and cultural heritage. This article explores the dominant role of the Gospels in Christian worship and book culture, tracing their evolution from early medieval handwritten copies such as the Turaŭ and Polack Gospels to the emergence of printed editions in the late 16th century. Particular attention is given to the manuscript's structure, the incorporation of liturgical elements, and the shifting forms of Gospel books – from the archaic Aprakos to the more practical Four Gospels – reflecting changing ecclesiastical and devotional uses.

Keywords: Church Slavonic language, manuscript studies, liturgical books, Gospel manuscripts, Cyrillic script, early printing, Belarusian book culture, Grand Duchy of Lithuania, Belarusian language, Orthodox Christianity, Four Gospels, Aprakos, Lectionaries, Evangeliarium, Slavic studies.

The exceptional role of the book in the development of the Belarusian society is conditioned by centuries-old traditions of book culture in our country. In the monastic scriptoriums of Belarus books had been rewritten from the ancient times – as early as from the 11th–12th centuries. Among the earliest domestic manuscripts one should mention the Turaŭ Gospels of the 11th century (Тураўскае Евангелле, 2014) and the Polack Gospels of the late 12th – early 13th centuries (Святое Евангелие, 2012). And the East Slavic world doesn't know any Cyrillic books older that those of the 11th century. Initially, monasteries, Episcopal cathedras and ducal chanceries had been the centers of literacy (Лёвочкин, 2009, с. 7).

The difficult historical path of Belarus defined the character of the literary culture of our ancestors. For example, it is known that for a long time the Belarusian land was a home for a large number of representatives of different ethnic groups and nationalities. As a result, rich and varied book heritage was created in Belarus. The books here were written in many different languages – ancient and modern Belarusian, Church Slavonic, Russian, Polish, German, French, Latin, Italian, Hebrew, Yiddish and other languages. It is worth mentioning that handwritten artifacts in the Belarusian language were written in different graphic systems and using different alphabets. Today in libraries besides a large number of Belarusian-language manuscripts written in Cyrillic script, one may find many documents written in Latin and even Arabic script. Handwritten "kitabs" – sacred books of Belarusian Tatars – are especially interesting. They were written in Belarusian and Polish using Arabic script (Несцяровіч, 2003; РТБ, 2011; Estetyczne aspekty, 2015).

The second feature of old Belarusian books was their multi-religious character. It means that representatives of various confessions (Orthodox, Catholics, Uniates, Protestants, Old Believers, Jews, Muslims and others) lived and even fruitfully interacted in the Belarusian lands. All of them had their own literary tradition and created book artifacts. At that, book rewriting in each of these confessions didn't develop in isolation from the others: they all existed together, influenced and complemented each other. As a result of

mutual influence and interaction, various handwritten artifacts were created in Belarus, which later directly influenced Belarusian book printing.

Before the 17th century, the majority of literary and scientific works were written and spread in handwritten form. Students used to study using handwritten texts. Foreign works were rewritten by hand, the same way their translations were made. A large layer of handwritten books was made by notes from the lectures given by the professors of various educational institutions and carefully put down by students and scholars. Manuscripts of many scientists resembled such notes; later some of them were released in printed form.

And yet, handwritten books created in Church environment and intended for use in temples, monasteries and religious educational institutions were in the majority (Лёвочкин, 2009, с. 7). As a matter of fact, every church community had to have a set of certain books – numerous Gospels, Prologues, service books, lives of saints, collections of words, sermons, narratives and others. The diversity of these artifacts reflects the richness of the spiritual life in ancient Belarus, the multi-religious nature of Belarusian culture.

The vast majority of religious books created in the Belarusian lands in the 16th century were written in the Church Slavonic language in Cyrillic script and closely associated with the Orthodox tradition. At the same time the number of manuscripts in the Old Belarusian, Polish and Latin languages was gradually increasing. It is important that in the 16th centuries all Christian confessions in the territory of Belarus used the Old Belarusian language to greater or lesser extent. The Old Belarusian language was spreading beyond the Christian centers as well: it was used in record-keeping and worship service of the Belarusian Tatars-Muslims; translations from Hebrew to the Old Belarusian language appeared (FBS, 1992; Temchin, 2008, P. 9–33, Темчин, 2012, p. 137–180).

In addition, despite some differences between churches, manuscripts often “migrated” from one church environment to another. Thus, members of one church could use religious books (sometimes even liturgical books) prepared by members of other confession. At least, all of them learnt each other’s religious literature.

Among religious literature the most important place was occupied by the Book of Books – the Bible. Usually, biblical books (the Bible includes several dozens of books divided into the Old and New Testaments) were rewritten separately: some – more often, and others – less often (depending on their demand).

At the beginning of the 16th century a very important event occurred – an attempt to collect all parts of the Bible translated into the Church Slavonic language in one manuscript. At first such attempt took place in Veliky Novgorod. The so-called Gennady’s Bible was compiled there at the behest of local archbishop Gennady in the late 15th century (Немировский, 1964, с. 70). A little later – in the early 16th century – a complete collection of biblical books was created in the Grand Duchy of Lithuania. This work was started in Vilna in the scriptorium, which operated at the court of the Belarusian-Lithuanian Orthodox Metropolitan. The calligrapher Matfej “the Tenth” was the most famous professional book writer who worked on the creation of this Bible. The abovemetioned manuscript is called “The Dziasiatahlaŭ” after Matfej “the Tenth” (Нікалаеў, 1993, с. 72–74).

During the life and work of the Belarusian first printer Francysk Skaryna (c. 1490 – c. 1551) there was a significant rise of handwriting practice in the Grand Duchy of Lithuania – it was the time of Belarusian culture rise, associated with active social and economic development of the country. About 40 accurately dated handwritten codices of the late 15th and the first half of the 16th century survived to our days. They were written by local calligraphers and contained information about place of their creation. It follows from the above that books were copied all over Belarus in those years.

Besides traditional monastic scriptoriums, where books were copied since ancient times (the largest of them were in Vilna, Polack, Smolensk, Suprasl), as well as scriptoriums of the capital chancery and workshops attached to Episcopal cathedras, in the 16th century handwriting practice became widespread in the majority of

Belarusian cities (Polack, Navahradak, Pinsk, Brest, Sluck, Minsk, Kobryn and others (Скарына і яго эпоха, 1990, с. 445–446)) and some large noble residences. Many books, including biblical ones, were rewritten by order or even by the efforts of certain citizens.

We must agree with the researchers that leading position in the Christian writing hierarchy and in the worship of Christians in Belarus (and in the whole Christian world) was occupied by the Gospels (Климов, 2008, p. 39 ; Лёвочкин, 2009, с. 7). It is the most important book for Christians because it gives information about earthly life and teachings of Jesus Christ.

As we know, Belarusian book writing began in the 11th century from the Gospels texts. Among the earliest local book artifacts we can mention the Turaŭ Gospels of the 11th century and the Polack Gospels of the late 12th – early 13th centuries. In the following centuries, the Gospels continued to be the most popular book in ecclesiastical use; it was repeatedly rewritten in various scriptoriums and kept in the majority of church and monastic libraries.

The Gospels can be considered one of the most popular books in Orthodox churches of the Grand Duchy of Lithuania in the 16th century. It is confirmed by the analysis of Cyrillic books preserved to this day in Belarus and Ukraine: the Gospels remain the most widespread in comparison with other church books (Бондар, 2017. p. 214–215).

There were several types of Gospel books in our lands: the Aprakos, the Four Gospels and the Didactic Gospels. The Aprakos is most archaic of them (Темчин, 1993, с. 13 ; Темчин, 2013, s. 49.). In the 15th–16th centuries the Aprakoses were substituted by the Four Gospels. This form became more universal: it was more convenient for usage both in during church services and in extra-liturgical practice, for example, when reading the Gospels at home.

The Žyroviči Gospels manuscript is one of the examples of ancient Belarusian Gospels of this type. Like all ancient manuscripts it doesn't have a title sheet. In the end of the manuscript there aren't so-called colophons with data out in which one could also read the title of the book. However, any potential reader of this book could easily identify its genre belonging.

The manuscript has the following content:

Prayer in the beginning of the Gospels (fol. 1v);

Foreword to the Gospels (fol. 2r);

Content of the Gospel According to Matthew (fol. 3v);

Foreword of Theophylact of Ohrid to the Gospel According to Matthew (fol. 6r);

Gospel According to Matthew (fol. 11r);

Content of the Gospel According to Mark (fol. 109r);

Foreword to the Gospel According to Mark (fol. 111r);

Gospel According to Mark (fol. 115r);

Content of the Gospel According to Luke (fol. 180r);

Foreword to the Gospel According to Luke (fol. 183r);

Gospel According to Luke (fol. 186r);

Content of the Gospel According to John (fol. 290v);

Foreword to the Gospel According to John (fol. 291v);

Gospel According to John (fol. 298r);

12 months collection (tables of Gospels texts reading).

The content of the book is traditional, established by the canons and practices of its time. The major part of the text is represented by the Four Gospels. Among relatively new elements there are forewords to certain Gospels by the Bulgarian Archbishop Theophylact. They were originally written in the Greek language in the 11th century and from the 14th century began to appear as part of the Slavic Gospels in the Church Slavonic language (Varpio, 2005, s. 63.). From the end of the 15th – beginning of the 16th centuries they became an obligatory part of the East Slavic Four Gospels (Немировский, 2008, с. 486.).

At the end of the manuscript there is a so-called liturgical apparatus – tables for reading Gospel texts in accordance with the calendar of church holidays. This calendar had traveled a long way before it attained its final form (Ostapczuk, 2015, s. 118; Лосева, 2001, с. 14) at the time of the Žyroviči Gospels creation.

Judging by the size, character of writing and decoration of the book, it was used in churches as the Altar Gospels. Such a book was a mandatory attribute for every church – it was impossible to conduct a service without it. We must say that the Žyroviči manuscript appeared at the heyday of manuscript literature in Belarus. Among other things, it was the time when a large number of handwritten Gospels were created for worship services in Orthodox churches. The fact is that despite the exceptional demand for the Gospel books at that time, not a single domestic edition of this book had yet been released.

As known, Francysk Skaryna published majority of the biblical books (by some assumptions almost all of them) in Prague and later in Vilna, where he released the New Testament books. His publishing activity ended with the publication of the Apostle in 1525, which included most of the New Testament books, except for the Four Gospels and The Book of Revelation of John. Probably, the Belarusian enlightener took into account the fact that shortly before that – in 1512 – the monk Macarius had already published books of the Church Slavonic Gospels in Wallachia. And yet, the Wallachian edition was almost inaccessible and unknown to our ancestors.

In fact, until the middle of the 16th century the era of handwritten Gospels dominance continued in Belarus. The first Orthodox printed edition of the Gospels was released rather late in our lands.

It happened due to the work of East Slavic printers Ivan Fyodorov and Piotr Mscislaviec. In 1569, after settling in the town of Zabludaŭ (Zabłudów), they published the Didactic Gospels – collection of sermons and commentaries to Gospel texts that contained different works of Byzantine, Bulgarian and Ruthenian writing. It is worth mentioning that the printing house of Zabludaŭ started its work right from the issue of the Gospels. This may indicate the exceptional demand for such book. Later the Zabludaŭ edition was copied and republished by other domestic printing houses (Vasil Haraburda, the Mamoničs).

The expansion of the Reformation ideas in the Grand Duchy of Lithuania had a significant impact on the growing interest in the Gospel texts. Protestants paid special attention to the publication of biblical texts, especially the Gospels. In the 1550s–1590s the Gospels (alone or together with other biblical books) were repeatedly published in the Polish language by various domestic printing houses – in Brest, Losk, Niaśviž, and Vilna (Суша, 2019, с. 117–130). The first Cyrillic edition of the Gospels in the Reformation environment appeared due to herculean work of Vasil Ciapinski, who published his famous Gospels with the author's preface in the 1570s. In fact, the Gospel text was printed in the Church Slavonic language alongside with the Old Belarusian language. This publication wasn't completed, as the publisher himself said in the preface, "The

Gospels According to Saint Matthew and Saint Mark, as well as the beginning of the Gospel of Saint Luke are published in my homely printed house".

The Orthodox Four Gospels as we know them were first published in the Grand Duchy of Lithuania by Piotr Mscislaviec. The book was released in 1575 in Vilna and immediately became a model for imitation and copying. It became a model for future publishers and calligraphers who created manuscripts (Бондар, 2017, с. 203, 212). It is important to note that that glorious and fruitful activity of the Mamoničs' printing house began with the publication of the Gospels.

It should be added that at that time foreign editions of the Church Slavonic Gospels already existed. They were printed in the Balkans (in Târgovişte, Rujno, Sibiu, Belgrade, Braşov, and Mrkšina Crkva), as well as in the anonymous Moscow printing house. However, they were almost unknown in Belarus and didn't have any noticeable impact on the local tradition.

Thus, in the middle of the 16th century the Gospels remained one of the most popular books in the Grand Duchy of Lithuania, and this demand had not yet been met by the new technology of book printing. In this regard, the emergence of handwritten Gospels still was an expected and necessary achievement, first of all, for church practice. Gospels manuscripts were written mostly in the Church Slavonic language. This seems perfectly natural, since these book were often used as Altar Gospels for the Orthodox Church. In those times worship services in Orthodox churches and monasteries were held only in the Church Slavonic language.

According to F. Dabranski the language of handwritten biblical books brought from Belarusian churches and monasteries to the Vilna Public Library preserved features of the Ancient Bulgarian language but also took "forms of the Belarusian dialect" (Добрянский, 1882, с. 44) and is something average. Although he immediately noted that "the translation of the Gospels and other New Testament books had little effect on the local dialect; it has more Bulgarian language forms… it has more uniformity than other books" (Добрянский, 1882, с. 44).

However, it should be noted that in the middle of the 16th century translations of the Holy Scripture books into living spoken languages (Клімаў, 2012, с. 26–27; Суша, 2019, с. 20, 25–3), and first of all into the Old Belarusian and Polish languages, began to appear in the Grand Duchy of Lithuania under the influence of the Reformation ideas. We can mention the Gospels printed by Vasil Ciapinski and Symon Budny, Brest and Niaśviž Bibles, as well as other translations. Francysk Skaryna also proved to be an innovator in the translation and adaptation of Church Slavonic texts to the norms of the Belarusian language of that time (this also applies to the fragments of the Gospels quoted by him (Темчин, 2019, с. 92). Even so, such initiatives were controversial for the Orthodox community. For example, it is known that the possibility of Belarusian translation and publication of the Didactic Gospels was considered by Ryhor Hadkievič, who invited Ivan Fyodorov and Piotr Mscislaviec to work in Zabludaŭ. However, the tycoon was scared by a large number of mistakes that could appear in the process of translation. As a result, the Zabludaŭ Didactic Gospel was published in 1569 in the Church Slavonic language.

Conclusions. The Belarusian book culture flourished from the 11th–12th centuries, with handwritten Gospel manuscripts – such as the Turaŭ and Polack Gospels – playing a foundational role in religious and cultural life. The evolution of Belarusian book culture was shaped by the coexistence and interaction of various languages and religious communities, resulting in a uniquely rich and diverse manuscript tradition. The adoption of printing technology, particularly through Francysk Skaryna and later Vasil Ciapinski and Symon Budny, Ivan Fyodorov and Piotr Mscislaviec, marked a crucial shift, making religious texts more accessible and fostering cultural unity. The move from archaic Aprakos (Lectionary, Evangeliary) to more practical Four Gospels reflected changing liturgical and devotional needs. Innovations in structure, language, and commentary

– such as the inclusion of Theophylact of Ohrid's forewords – further enriched these texts. While Church Slavonic dominated Gospel manuscripts, the rise of translations into Old Belarusian, Polish, and other languages – especially under the influence of Reformation ideas – expanded access and fostered new religious and intellectual currents.

Thus the development of Gospel books in 16th-century Belarus was more than a technical change in book production; it was a reflection of deep-rooted traditions, intercultural dialogue, and dynamic religious reform. The manuscript and printed Gospels stand as testament to the enduring vitality, adaptability, and spiritual significance of Belarusian book culture.

Literature

Estetyczne aspekty (2015) Estetyczne aspekty literatury polskich, białoruskich i litewskich tatarów (od XVI do XXI w.) / red. Grzegorz Czerwiński, Artur Konopacki. Białystok : Uniwersytet w Białymstoku, 2015. 347 c.

FBS (1992) The Five Biblical Scrolls in a Sixteenth-Century Jewish Translation into Belorussian (Vilnius Codex 262) / Moshé Altbauer, Moshe Taube. Jerusalem : Israel Academy of Sciences and Humanities, 1992. 421 p.

Ostapczuk J. (2015) Ewangelie czytane na wszelką potrzebę, różnorodne w cyrylickich starych drukach tetraewangelii / J. Ostapczuk // Krakowsko-Wileńskie Studia Slawistyczne. Kraków, 2015. T. 11 : Zbrojne i ideologiczne konflikty w dawnym piśmiennictwie Słowian i ich echa w nowszej kulturze. S. 105–120.

Temchin S. (2008) Skhariya and Skoryna: on the sources of Vilnius Old Testament Florilegium (F 19–262) / S. Y. Temchin // Pinkas : annual of the Culture and History of East European Jewry. Vilnius, 2008. Vol. 2. P. 9–33.

Varpio M. (2005) Evangelium Cyrillicum Gothoburgense. A Codicological, Paleographical, Textological and Linguistic Study of a Church Slavonic Tetraevangel / M. Varpio. Lund : Dep. of East a. Centr. Europ. studies, Lund univ., 2005. 224 p. (Lunds Slavonic Monographs. Lund. T. 9).

Бондар Н. (2017) Издательская программа Ивана Федорова и Петра Мстиславца : К постановке проблемы / Наталия Бондар // Canadian-American Slavic studies. 2017. № 51. P. 199–228.

Добрянский Ф. Н. (1882) Описание рукописей Виленской публичной библиотеки, церковно-славянских и русских / Сост. Ф. Добрянский. Вильна : тип. А.Г. Сыркина, 1882. LVI, 533 с.

Клімаў І. П. (2012) Евангелле ў перакладзе Васіля Цяпінскага / І. П. Клімаў ; Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт культуры і мастацтваў. Мінск : БДУКМ, 2012. 338 с.

Климов И. Интерес к текстологии церковнославянского Евангелия в ВКЛ XVI в. / Игорь Климов // LDK kalbos, kultūros ir raštijos tradicijos : V tarptautinės konferencijos : Pranešimų tezės, Vilnius ; Seinai, 2008 m. lapkričio 12–14 d. Vilnius, 2008. P. 106–114.

Лёвочкин И. В. (2009) Очерки по истории русской рукописной книги XI–XVI вв. / И. В. Лёвочкин. Москва : Пашков дом, 2009. 262 с.

Лосева О. В. (2001) Периодизация древнерусских месяцесловов XI–XIV вв. / О. В. Лосева // Древняя Русь. 2001. № 4. С. 16–36.

Немировский Е. Л. (1964) Возникновение книгопечатания в Москве: Иван Федоров / Е. Немировский. Москва : Книга, 1964. 415 с.

Немировский Е. Л. (2008) Начало славянского кирилловского книгопечатания XV – начала XVII века / Е. Л. Немировский. Москва : Наука, 2008. Т. 3 : Начало книгопечатания в Валахии. 716 с.

Несцяровіч В. І. (2003) Старажытныя рукапісы беларускіх татар : (графіка, транслітарацыя, агульная характарыстыка мовы, фразеалогія) / В. І. Несцяровіч ; Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П. М. Машэрава. Віцебск : ВДУ, 2003. 104 с.

Нікалаеў М. (1993) Палата кнігапісная. Рукапісная кніга на Беларусі ў X–XVIII стагоддзях / Мікола Нікалаеў. Мінск : Мастацкая літаратура, 1993. 239 с.

РТБ (2011) Рукапісы татараў Беларусі канца XVII – пачатку XX ст. з дзяржаўных кнігазбораў краіны : каталог. Мінск : Беларуская навука, 2011. 219 с.

Святое Евангелие (2012) Святое Евангелие [из града Полоцка] : исторический и лингвистический комментарий, воспроизведенный текст / под общ. ред. Р. С. Мотульского ; авт. предисл. А. А. Суша. Минск : Белорусский Экзархат Московского Патриархата, 2012. LXXXIII, 344, [1] с.

Скарына і яго эпоха (1990) Скарына і яго эпоха / В. А. Чамярыцкі і інш. ; Акадэмія навук Беларускай ССР, Інстытут літаратуры імя Я. Купалы. Мінск : Навука і тэхніка, 1990. 479 с.

Суша А. (2019) Асэнсаванне шэдэўра : Берасцейская Біблія / Алесь Суша. Мінск : Нацыянальная бібліятэка Беларусі, 2019. 259 с.

Темчин С. Ю. (1993) Было ли краткоапракосное Евангелие первой славянской книгой, переведенной с греческого / С. Ю. Темчин // Исследования по славянскому историческому языкознанию : Памяти проф. Г. А. Хабургаева : сб. ст. / отв. ред. Б. А. Успенский, М. Н. Шевелева. Москва, 1993. С. 13–29.

Темчин С. (2012) Кириллический рукописный учебник древнееврейского языка (XVI в.): публикация и общая характеристика памятника / Сергей Темчин // Naujausi kalbų ir kultūrų tyrimai / Europos Kalbų ir Kultūrų dialogo tyrėjų asociacija ; sudarė: dr. Violeta Meiliūnaitė, dr. Nadežda Morozova. Vilnius, 2012. P. 137–180.

Темчин С. Ю. (2013) Кирилло-мефодиевское протоапракосное Евангелие : структура, состав и богослужебная функция // Krakowsko-Wileńskie studia slawistyczne. Kraków, 2013. Т. 8. S. 49–71.

Темчин С. (2019) Какой редакцией Евангелия пользовался Франциск Скорина / Сергей Темчин // Францыск Скарына: новыя даследаванні / Цэнтр. навук. б-ка імя Якуба Коласа Нац. акад. навук Беларусі ; уклад. Аляксандр Груша. Мінск, 2019. С. 86–93.

Тураўскае Евангелле (2014) = Туровское Евангелие = Turaŭ Gospel : факсімільнае ўзнаўленне. Даследаванні / [Нацыянальная бібліятэка Беларусі ; пад агульнай рэдакцыяй А. А. Сушы]. Мінск : Нацыянальная бібліятэка Беларусі, 2014. 186, [1] с.

STRESS MANAGEMENT OF EMPLOYEES IN ENTERPRISES IN THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA

Professor Kiril Postolov, Ph.D.,
University "Ss. Cyril and Methodius" – Skopje, Faculty of Economics, Skopje, Republic of North Macedonia
e-mail: kiril.postolov@eccf.ukim.edu.mk , ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1551-9898

Abstract

In psychology and biology, any tension or disturbance that causes distress to the organism is called stress. As human beings, we usually respond to stress with a combination of physical and psychological defenses. Stress is an inevitable effect of living and, as a particularly complex phenomenon, is well recognized in modern technological society. There is little doubt about the fact that individual success or failure in controlling potentially stressful situations can have profound effects on one's functioning.

The ability of a person to cope with stress has been thoroughly examined in psychosomatic research. Despite decades of stress research, there is still no universally accepted definition of what stress actually is. Nevertheless, stress is most often defined as "the body's response to threats and demands."

The aim of this professional paper is to present the connection between management and stress, as well as to make stress management and its coping techniques more accessible to people. The subject of this paper is an analysis of management techniques for coping with stress in Macedonian companies. Workplace stress is the biggest problem in European companies, but also in Macedonia. There is little doubt that the greatest negative influence on job satisfaction, work performance and productivity, and absenteeism is precisely workplace stress. Stress is a complex and dynamic concept. It is a source of tension and frustration and may manifest through numerous interconnected behavioral influences, including individual, group, organizational, and environmental factors previously discussed.

From a human perspective, any situation that is turbulent, threatening, ambitious, or monotonous can produce stress. There are certain types of situations that normally affect the individual and that deserve immediate attention or concern, and are perceived as misfortune or disturbance.

Literature

1. Bahtijarević-Šiber, F. (1999). *Menagement ljudskih potencijala*. Golden marketing.
2. Bojadžioski, D. (2009). *Menajment na čovečkite resursi*. Faculty of Economics – Skopje.
3. Cordon, I. M. (1997). *Stress*. California State University, Northridge. Retrieved from http://www.csun.edu/ɥvcpsy00h/students/stress.htm
4. European Commission, Directorate-General for Employment and Social Affairs. (n.d.). *Guidance on work related stress: Spice of life or kiss of death*.
5. International Labour Organization (ILO). (2006). *New forms of violence at work on the rise worldwide, says the ILO*. http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_070505/lang--en/index.htm
6. Larsson, A. (2008). *The conceptual history of mobbing*. ECER. Retrieved from http://www.eera-ecer.de/ecer-programmes/conference/1/contribution/1183/
7. Leymann, H. (1996). *The mobbing encyclopaedia: Bullying; Whistleblowing, some historical notes: Research and the term mobbing*. Retrieved from http://www.leymann.se/English/00004E.HTM
8. Redfern, D. C., Rees, C. J., & Kate, E. R. (2008). Occupational stress: Consensus or divergence? A challenge for training and development specialists. *Industrial and Commercial Training, 40*(6), 287–294. https://doi.org/10.1108/00197850810912241
9. Selye, H. (n.d.). *Hans Selye's general adaptation syndrome*. Retrieved from http://www.essenceofstressrelief.com/general-adaptation-syndrome.html
10. Taylor, S. E. (2002). *The tending instinct: How nurturing is essential to who we are and how we live*. Holt.
11. Taylor, S. E., Klein, L. C., Lewis, B. P., Gruenewald, T. L., Gurung, R. A. R., & Updegraff, J. A. (2000). Biobehavioral responses to stress in females: Tend-and-befriend, not fight-or-flight. *Psychological Review, 107*(3), 411–429. https://doi.org/10.1037/0033-295X.107.3.411
12. Union of Trade Unions of Macedonia. (2014). *Što e mobing?*. http://www.ssm.org.mk/index.php?option.

OPTİMİZİNG MANAGERİAL DECİSİON MAKİNG THROUGH THE INTEGRATİONOF ARTİFİCİAL INTELLİGENCE AND MANAGEMENT INFORMATİON SYSTEMS İN THE INDUSTRİAL AGE 4.0

Ayu Dwi Srikanthi[1)], Mohammad Rosyada[2)]
[1)]Study Program of Sharia Economics, Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
[2)]Study Program of Sharia Economics, Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract

The development of digital technology in the era of the Industrial Revolution 4.0 requires organizations to make fast, accurate, and data-driven decisions, while conventional Management Information Systems (MIS) are still limited to presenting historical data. The integration of Artificial Intelligence (AI) into SIM is a strategic solution because it can provide predictive analysis, pattern detection, and automated decision recommendations that support managerial effectiveness. This study aims to assess the potential of AI and SIM integration in managerial decision-making, while identifying the challenges and implementation strategies needed, using a descriptive qualitative approach through a literature study of journals and scientific literature. The results show that the application of AI in SIM can improve operational efficiency, strengthen objectivity, reduce human bias, and create a data-driven work culture that is more adaptive to global market dynamics. However, this integration is not free from obstacles, including suboptimal data quality, limited technological infrastructure, low digital literacy of human resources, and ethical and information security issues. To address these challenges, suggested strategies include the development of a digital roadmap, training and capacity building for human resources, gradual implementation through pilot projects, and strengthening data governance and AI ethics to ensure effective integration. With the right strategy, the integration of AI and SIM is not only relevant in the development of management theory, but also has practical value for organizations in Indonesia in realizing sustainable and competitive digital transformation.

Keywords: Artificial Intelligence, Management Information System, Decision Making, Industry 4.0, Implementation Strategy.

LONELINESS AND STIGMA TOWARD RESIDENTIAL CARE AMONG OLDER ADULTS IN ALBANIA: A HEALTH PSYCHOLOGY PERSPECTIVE

Dr. Adelina Kakija, Lecturer
University of Shkodra "Luigj Gurakuqi"
Department of Psychology and Social Work
Email: adelina.kakija@unishk.edu.al
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-4028-3511
Msc. Denalda Bashota, Assistant Professor.
University of Shkodra "Luigj Gurakuqi"
Department of Psychology and Social Work
Email: denalda_bashota@unishk.edu.al
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-9576-3495

Abstract

In recent decades, Albania has experienced a significant wave of emigration, which has profoundly reshaped family structures and left many older adults living in isolation. Within this context, stigma surrounding residential care and the lack of psychological support remain serious challenges to their well-being. This study aims to explore the psychological impact of loneliness and cultural perceptions of institutional care for older adults, analyzed through the perspectives of two groups: older adults themselves and mental health and social care professionals.

The study is grounded in the biopsychosocial model of health (Engel, 1977), the social support theory (Cohen & Wills, 1985), and the stigma framework (Link & Phelan, 2001). An exploratory qualitative design was employed, consisting of 15 interviews with older adults living alone and 5 interviews with professionals (psychologists and social workers). Data were analyzed using thematic analysis (Braun & Clarke, 2006), focusing on emotional experiences, cultural barriers, and psychosocial support needs.

Findings reveal that loneliness is perceived as a profound emotional void closely associated with the absence of social interactions. Emigration has weakened the traditional family support network, while residential care is widely perceived as a symbol of abandonment. Professionals emphasized the lack of structured interventions and integrated psychological services for the elderly. The paper highlights the urgent need for community-based interventions, led by health psychologists, to reduce loneliness and combat the social stigma that hinders access to formal care.

Keywords: Loneliness, older adults, social stigma, residential care, health psychology, emigration, health professionals, psychological well-being.

THE PARK TREE STAND IN URBANIZED AREAS OF THE STEPPE DNIPRO REGION

Lecturer. Maksim O. Kvitko[1], Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat[2], PhD, Tetyana Tetyana Y. Lykholat[3], Phd student, Oleksandr I. Koren[4], PhD, Tetyana V. Sklyar[5], Prof. Dr. Olena A. Lykholat[6]
[1]Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: kvitko.max@gmail.com, ORCID NO: 0000-0002-3713-7620
[4]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2006@ukr.net, ORCID NO: 0000-0003-3354-8251
[2]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2006@ukr.net, ORCID NO: 0000-0002-5076-0572
[4]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: sahankoren@gmail.com,
[5]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: microviro@ukr.net, ORCID NO: 0000-0003-0224-2460
[6] University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2010@ukr.net, ORCID NO: 0000-0002-3722-8602

ABSTRACT

The condition of the park forest stands depends on the climatic characteristics and the pollution of the airspace in industrial centers of mineral extraction and processing in the Dnipro region. The exceedance of the maximum allowable concentrations of technogenic dust, nitrogen dioxide and sulfur, formaldehyde, phenol, ammonia, and other pollutants is significantly intensified due to the summation effect and leads to an increased level of pollution in many industrial centers.

It should be noted that parks are centers of introduced tree species that have significantly altered the overall appearance of the region's forest ecosystems in the steppe Dnipro region of Ukraine. Parks occupy a small area but bear a significant recreational load. The use in horticulture has led to a small number of species being destroyed in the wild and surviving in cultivation.

In order to maintain the normal condition of existing urban tree plantings, it is necessary to carry out large-scale actions for monitoring, planning, and managing the processes of restoring tree ecosystems with various species composition, including activities such as the inventory of plants in natural ecosystems and artificial tree plantings.

The inventory of the mentioned park plantings in Kryvyi Rih and Dnipro has revealed a situation complicated by the complete lack of care for the tree species in these recreational areas. For a long time, sanitary felling of sick and dead infected trees, formative, sanitary, and rejuvenating pruning of tree and shrub crowns have not been conducted. In the spring, leaf litter and fallen seeds of tree species were not removed from the soil surface, leading to the formation of numerous self-seeded invasive tree species and some indigenous types. As a result, a dense undergrowth of self-seeded invasive trees and the shrub Sambucus nigra L. disrupts normal air circulation and creates a favorable environment for the development of various pathogens. Furthermore, the self-seeding of certain species leads to the destruction of constructed facilities, paths, curbs, etc. Unremoved dead trees also contribute to the cluttering of the park area.

Based on the work done for each park, an inventory plan and a passport of the municipal facility were prepared.

Keywords: condition of the forest stand, introduced species, park area, inventory, steppe Dnipro region.

PROFESSIONAL BURNOUT IN HOSPITALITY BUSINESS STAFF

Prof. Dr. Olena A. Lykholat[1], Master Olena Krasnikova [2], PhD, Tetyana Y. Lykholat[3], Lecturer, Maksim O. Kvitko[4], Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat[5]
[1]University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2010@ukr.net, ORCID NO: 0000-0002-3722-8602
[2]University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: krasnikova@gmail.com ,
[3]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lyktat89@ukr.net, ORCID NO: 0000-0002-5076-0572
[4]Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: kvitko.max@gmail.com, ORCID NO: 0000-0002-3713-7620
[5]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2006@ukr.net, ORCID NO: 0000-0003-3354-8251

ABSTRACT

In the International Classification of Diseases (ICD-11) professional burnout is included, but not as a disease, but only as a phenomenon interpreted as a consequence of chronic stress (distress) at work. As a result, the syndrome turns into a very serious form called “disease of social and communicative professions”. In the hospitality industry, such professions include waiters, bartenders, cooks, managers, consultants, etc. The specificity of these professions is formed on a large number of situations with increased emotional intensity and complexity of communication between themselves. In the service industry, employees are affected by a large number of stressors. Hospitality workers work in an unstable and emotionally tense atmosphere, which requires constant attention and control of interaction. Factors that provoke professional burnout: 1) external factors (disordered work environment rules, level of responsibility, overtime work, continuous emotional tension of cooperation in the team, destructive microclimate, increased misunderstanding or lack of support from management / colleagues, complexity of relationships, etc.); 2) internal factors (low level of motivation to work for results, tendency to emotional inflexibility, forced perception and experience of incidents of professional activity, psychologically difficult relationships with clients, feelings of uncertainty and experiences related to the situation, moral defects and disorganization of the personality, etc.).

People tend to think of burnout as an individual problem that can be solved by “learning to say no,” doing more yoga, breathing techniques, developing resilience—the list of self-help strategies goes on. But there is growing evidence that applying personal, situational solutions to a rapidly growing workplace phenomenon can do more harm than good. With burnout now officially recognized by the WHO, the responsibility for managing it has shifted from the individual to the organization.

Thus, it can draw conclusions about the feasibility and importance of implementing comprehensive programs for the psychological correction of emotional burnout for employees in the hospitality sector, namely the hotel and restaurant business, which mostly have an impact on an adequate assessment of one's condition, reducing the manifestation of various negative states, which allows not only to improve the physical and mental state, but also to solve a number of problems of modern society and improve work results in hospitality industry.

Keywords: *hospitality industry, professional burnout, professional stressors, distress triggers, psychological correction of emotional burnout*.

ADVANCES IN PHARMACOTHERAPY FOR CANCER TREATMENT

R.vidhyalakshmi, Saraswathi.V, E.Elavarasi
1-Author, 2-Corresponding Author
***1author**
R.Vidhyalakshmi.
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai 600073,Tamil Nadu,Chennai

Abstract

Cancer remains one of the most challenging diseases to treat, owing to its heterogeneity, complex pathophysiology, and potential for resistance. Pharmacotherapy has undergone remarkable advances in recent decades, shifting from traditional cytotoxic agents to more sophisticated, targeted, and patient-specific strategies. Conventional chemotherapy and radiotherapy, while effective in reducing tumor burden, often cause systemic toxicity and adverse effects due to non-selective action on healthy cells. The emergence of targeted therapies, including tyrosine kinase inhibitors and monoclonal antibodies, has transformed cancer management by selectively interfering with molecular pathways critical for tumor survival and progression. Immunotherapies, such as immune checkpoint inhibitors and CAR-T cell therapies, have further revolutionized outcomes by harnessing the body's immune system against malignant cells. In addition, pharmacogenomics has enabled personalized cancer treatment, tailoring therapy to the genetic profile of tumors and patients, thereby enhancing efficacy and minimizing toxicity. Advances in nanotechnology-based drug delivery systems also improve precision, prolong circulation time, and reduce adverse effects. Despite these breakthroughs, challenges such as drug resistance, high costs, and unequal access persist, requiring ongoing research and global health initiatives. Future pharmacotherapeutic approaches aim to integrate multi-modal treatments, improve biomarkers for early detection, and enhance safety profiles. Collectively, these innovations signify a paradigm shift in oncology, offering improved survival rates, better quality of life, and hope for long-term disease remission.

Keywords: Cancer, pharmacotherapy, targeted therapy, immunotherapy, pharmacogenomics, nanotechnology

THE ROLE OF PHARMACOLOGY IN TREATING INFECTIOUS DISEASES

R.vidhyalakshmi, Saraswathi.V, E.Elavarasi

1-Author, 2-Corresponding Author
***1author**
R.Vidhyalakshmi.
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai 600073,Tamil Nadu,Chennai

Abstract

Infectious diseases remain a leading cause of morbidity and mortality worldwide, posing ongoing challenges to public health despite advances in medicine. Pharmacology plays a pivotal role in combating bacterial, viral, fungal, and parasitic infections through the development and optimization of antimicrobial agents. Antibiotics, antivirals, antifungals, and antiparasitic drugs are cornerstones of therapy, designed to inhibit pathogen growth, disrupt vital cellular processes, or enhance host immune responses. Recent advances in pharmacology have facilitated the discovery of targeted agents, such as protease inhibitors in HIV therapy and direct-acting antivirals for hepatitis C, which have revolutionized outcomes. Furthermore, pharmacological research underpins the understanding of resistance mechanisms, guiding the development of next-generation drugs and combination therapies to overcome multidrug-resistant pathogens. Adjunctive pharmacological strategies, including immunomodulators and vaccines, further enhance infection control. The application of pharmacokinetics and pharmacodynamics ensures optimal dosing, minimizing toxicity while maximizing therapeutic benefit. However, challenges such as antimicrobial resistance, drug accessibility, and treatment adherence remain significant barriers to global health. Precision medicine and pharmacogenomics offer new opportunities to individualize therapy, tailoring drug choice and dosage to patient-specific factors. Overall, pharmacology continues to shape the landscape of infectious disease management, offering innovative approaches to treatment, prevention, and resistance mitigation, ultimately contributing to improved health outcomes and global disease control.

Keywords: Infectious diseases, pharmacology, antimicrobials, drug resistance, pharmacodynamics, precision medicine

BIFUNCTIONAL PROPERTIES OF SILVER AND POLYVINYLPYRROLIDONE MODIFIED MULTI-PHASE MNO_2 FOR ENHANCED RHB DEGRADATION AND DNA GYRASE/DHFR TARGETED BACTERICIDAL POTENTIAL

Iram Shahzadi[a], Ali Haider[b]
[a]School of Pharmacy, University of Management and Technology, Lahore, 54770, Pakistan
[b]Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary and Animal Sciences, Muhammad Nawaz Shareef, University of Agriculture, 66000, Multan, Punjab, Pakistan
iram.shahzadi@umt.edu.pk
ali.haider@mnsuam.edu.pk

Abstract:

In response to the global emphasis on sustainable water purification and antimicrobial resistance, this study proposes an eco-friendly, low-cost co-precipitation synthesis of MnO_2 nanostructures (NSs) co-doped with polyvinylpyrrolidone (PVP) and silver (Ag). Leveraging the encapsulating role of PVP to MnO_2 reduce the size of nanostructure increased the surface area and catalytic functionality of Ag, resulting multifunctional nanocomposite yielded dual catalytic and antibacterial potential. Comprehensive characterizations via multiple analytical techniques; UV–vis spectroscopy, XRD, FTIR, EDX and TEM confirmed the formation, composition and morphology of NSs. XRD patterns revealed the coexistence of monoclinic and orthorhombic phases of MnO_2 with crystallite size shrinking from 89.44 to 59.62 nm upon maximum Ag content. TEM exposed nanoflake-like morphology of MnO_2 having high surface area providing better contact with pollutants and bacteria. Catalytic assay targeting rhodamine B (RhB) dye demonstrated near-perfect 98.87 % degradation with 3 % PVP-MnO_2 and 6 % Ag/PVP-MnO_2 under acidic conditions. Concurrently, antibacterial assessments against *Escherichia coli* (*E. coli*) revealed an 8.85 mm inhibition zone with 6 % Ag content attributed to the improved electron transfer kinetics. Molecular docking studies were undertaken to clarify the antibacterial activity of PVP-MnO_2 and Ag/ PVP-MnO_2 NSs countering DNA gyrase and DHFR in *E. coli*, suggesting their potential as inhibitors. This work presents real-world applicability of prepared NSs in decontaminating wastewater and microbial resistance mitigation

Keywords: MnO_2, Antimicrobial activity, Molecular docking

DIGITAL MENTAL HEALTH SCHOLARSHIP (2024–2025): EMERGING TRENDS AND IMPLICATIONS FOR WORKPLACE WELL-BEING

Dr. Jonida Lesha, Lecturer, University of Shkodra "Luigj Gurakuqi", Albania
jonida.lesha@unishk.edu.al
Dr. Adelina Kakija, Lecturer, University of Shkodra "Luigj Gurakuqi", Albania
adelina.kakija@unishk.edu.al

Abstract

Background Digital mental health technologies including mobile applications, online cognitive–behavioral therapy, tele-mental-health platforms, and emerging AI-based tools are increasingly reshaping the delivery of psychological services.

Objective This study explores the recent growth of DMH scholarship and considers its implications for organisational psychology, particularly in relation to workplace mental-health interventions.

Methods A bibliometric dataset of 1,630 records containing the term "digital mental health*" in titles, abstracts, or keywords was retrieved. From this dataset, 316 psychology-focused publications (2024–2025) were selected for closer examination. VOSviewer was used to produce (i) a co-word network of author keywords (minimum 10 occurrences) and (ii) an author co-citation network (minimum 50 citations).

Results The co-word analysis revealed four main thematic clusters: (1) evidence-based digital interventions for depression and anxiety, (2) pandemic-accelerated adoption of tele-mental health, (3) youth-oriented DMH approaches, and (4) novel modalities such as virtual reality, artificial intelligence, and passive sensing. The co-citation analysis highlighted seminal contributions in online CBT efficacy, engagement and implementation, psychometric measurement, and adolescent digital interventions.

Conclusions The accumulation of robust evidence, combined with advances in implementation science, positions DMH as a credible route toward scalable workplace mental-health programmes. However, sustained impact requires organisations to address persistent challenges of user engagement, ethical safeguards, and cultural adaptation.

Keywords:
Digital mental health; Tele-mental health; Online cognitive–behavioral therapy; Organisational psychology; Workplace mental health; Virtual reality; Artificial intelligence

EVALUATION OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE PATTERNS IN CLINICAL ISOLATES

Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73

Abstract:
Antimicrobial resistance (AMR) is a growing global health concern, threatening the efficacy of existing antibiotics. This study aimed to evaluate resistance patterns of bacterial isolates obtained from clinical samples in a tertiary hospital. A total of 200 isolates, including *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus aureus*, were analyzed using disc diffusion and MIC determination methods. Results indicated alarming resistance rates, with *E. coli* showing >60% resistance to third-generation cephalosporins, while methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) prevalence was recorded at 40%. Carbapenem resistance was observed in 15% of *K. pneumoniae* isolates. Multidrug resistance patterns were predominant, significantly limiting treatment options. The study emphasizes the urgent need for rational antibiotic use, implementation of stewardship programs, and development of novel antimicrobial agents. Surveillance data play a crucial role in guiding empirical therapy and shaping public health policies. The findings contribute to the growing evidence base on AMR trends in India, highlighting the importance of continuous monitoring to combat resistance.

Keywords: Antimicrobial resistance, Clinical isolates, MRSA, Multidrug resistance, Antibiotic stewardship

DEVELOPMENT OF TRANSDERMAL PATCHES FOR HYPERTENSIVE THERAPY

Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73

Abstract:
Transdermal drug delivery systems (TDDS) offer controlled and sustained release of drugs, improving patient compliance and minimizing first-pass metabolism. This research aimed to develop a transdermal patch of amlodipine besylate using solvent casting method with polymers Eudragit RL100 and HPMC. The patches were evaluated for thickness, tensile strength, folding endurance, drug content, and moisture absorption. In vitro permeation studies using Franz diffusion cell revealed sustained drug release over 24 hours, with flux and permeability coefficients within therapeutic range. Skin irritation tests on albino rats confirmed non-irritant behavior, while stability studies indicated consistent drug release and integrity under accelerated conditions. Compared to oral dosage forms, the patch demonstrated improved bioavailability and reduced dosing frequency, making it a viable alternative for chronic hypertension management. Patient compliance is expected to improve due to its non-invasive nature and ease of administration. The findings support the development of TDDS as an effective strategy for long-term management of cardiovascular diseases. Further in vivo pharmacokinetic studies and clinical trials are warranted to establish clinical applicability.
Keywords: Transdermal patch, Amlodipine, Hypertension, Sustained release, Drug delivery

ANALYSIS OF IJARAH MUNTAHIYAH BIT TAMLIK (IMBT) CONTRACTS IN SHARIA FINANCIAL INSTITUTIONS IN INDONESIA

Riema Ainun NISSA
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email : riema.ainun.nissa@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study discusses the Ijarah Muntahiyah Bit Tamlik (IMBT) contract as one of the financing instruments in Indonesian Islamic financial institutions (LKS) that offers a lease mechanism with the option of asset ownership after the lease period ends. Within the framework of DSN-MUI Fatwa No. 27/DSN-MUI/III/2002 and Islamic banking regulations in Indonesia, IMBT is seen as a financing solution that provides an alternative free from usury and offers flexibility for customers to gradually acquire assets such as property, vehicles, and production machinery. This study uses a descriptive qualitative method through literature review to analyze the definition, implementation, opportunities, challenges, and risks of IMBT in Indonesia. The analysis shows that although IMBT has been adopted by several Islamic banks and Islamic financing institutions, its use is still limited compared to murabahah contracts. This is due to low public literacy, legal constraints, and technical operational issues. On the other hand, IMBT provides benefits in the form of increased LKS liquidity, reduced credit risk, and opportunities to develop financing products that are more inclusive and tailored to the needs of modern consumers. The main challenges faced are public ignorance of IMBT contracts, fluctuations in rental prices that affect customer cash flow, and taxation aspects that incur additional costs. The inherent risks include credit risk, price risk, and operational risk, which require careful management by LKS. This study recommends the need to improve public education, refine regulations, and innovate products so that IMBT can become an optimal and sustainable sharia financing instrument in supporting the growth of the sharia financial industry in Indonesia and meeting the dynamic financing needs of the community.

Keyword : Contract, Ijarah Muntahiyah Bit Tamlik (IMBT), Islamic financial institutions (LKS)

COMPARATIVE ANALYSIS OF MUSYARAKAH AND MUDHARABAH CONTRACTS IN THE PERSPECTIVE OF ISLAMIC ECONOMIC LITERACY

Dinda Novaberliana PUTRI
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email: dinda.novaberliana.putri@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This article is a descriptive qualitative research that uses the literature study method to analyze and examine the application of *musyarakah* and *mudharabah* contracts in the perspective of Islamic economic literacy. The aim is to improve the legal literacy of Islamic economics by highlighting the fundamental differences and practices of these two contracts in detail. Data were collected from various sources such as scientific articles, books, and research reports, and then analyzed. Etymologically, akad refers to the concept of binding or agreement, which in Islamic tradition emphasizes the value of trust and responsibility. The contract must be free from the elements of *riba*, *gharar*, and *maysir* to realize the goal of *Maqashid al-shariah*, which is to uphold justice. *Musyarakah* is a partnership in which two or more parties combine capital and/or expertise to share profits and bear losses in proportion to their respective contributions. In this contract, each capital depositor has equal voting rights in decision-making. In contrast, *mudharabah* is a cooperative agreement in which the owner of the capital *(shihabul maal)* provides all the funds, while the manager *(mudarib)* manages the business professionally. Profits are shared based on the agreement, but financial losses are fully borne by the capital owner, unless the manager proves negligent. The manager has full authority in making business decisions, while the capital owner only monitors through periodic reports. The findings of this study emphasize that an in-depth understanding of the characteristics of these two contracts is essential to improve sharia compliance and the effectiveness of Islamic economic legal literacy. This research is expected to encourage the development of a more equitable and transparent Islamic economic system.

Keywords: Musyarakah, Mudharabah, Sharia Economics, Islamic Financial Literacy, Profit Sharing Financing.

CREATİVE ECONOMY BASED HALAL INDUSTRY DEVELOPMENT MODEL TO IMPROVE THE COMPETİTİVENESS OF BATİK MSMES İN PEKALONGAN CİTY

Muh Fatkhurrozi
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email: fatkhurrozi4126@gmail.com

Abstract

Creative enterprises and the halal sector strategically support local economic growth Particularly in Pekalongan City which has long been known as a batik hub. Pekalongan, a UNESCO designated creative city, has the benefit of creating batik items that highlight aesthetic, artistic, and cultural elements while still abiding by halal standards, which are becoming more and more significant in contemporary trade. Through the branding of halal batik, batik small and medium companies (MSMEs) may improve product quality, increase market access, and fortify regional identity thanks to the collaboration between the halal industry and the creative economy. To increase the competitiveness of batik MSMEs in Pekalongan, this study intends to investigate a development model for the halal sector based

on the creative economy. The study focuses on how MSME capacity growth and market expansion, both locally and globally, are facilitated by the convergence of halal certification, product innovation, and design originality. In the framework of areas with a rich cultural legacy, a qualitative descriptive technique is employed, drawing on literature reviews on the growth of the halal sector, the creative economy, and MSME empowerment tactics. According to research, the batik sector may boost product value and customer appeal by using innovative economic concepts, such as creating motifs that follow international trends, leveraging digital marketing tools, and implementing contemporary, environmentally friendly packaging. Halal certification, on the other hand, offers guarantees of quality, safety, and adherence to global standards, boosting customer confidence and facilitating access to larger Muslim markets. A flexible and competitive development strategy for batik MSMEs is created by combining halal criteria with creative innovation. Beyond boosting corporate performance, this integration solidifies Pekalongan's standing as a hub for sustainable, innovative halal batik, boosting local economies, promoting community well being, and strengthening Pekalongan's standing both domestically and abroad.

Keywords : Halal Industry, Creative Economy, Batik MSMEs, Innovation, Pekalongan

PUBLİC GOODS AND THE GOVERNMENT'S CHALLENGE TO EQUİTABLE ACCESS

Uswatun Khasanah
Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-1640-9111

Abstract:

Public goods are goods that are collectively consumed by all levels of society. Public goods are obtained without cost (non-excludable) and without competition (non-rivalry). This concept of collective consumption illustrates the idea that some goods have benefits that can be enjoyed by many people simultaneously. The purpose of writing this article is to find out the concept of public goods and the government's challenges in equalizing access. The type of research in this study is library research, which is research through literature or literature studies. Equitable access to public goods is a fundamental responsibility of the government in ensuring social justice and public welfare. However, various challenges such as the free rider phenomenon, budget constraints, geographical disparities, and weaknesses in governance are serious obstacles in realizing fair and equitable distribution. For this reason, the strategy of equitable distribution of public goods requires responsive, efficient, and data-based policies, accompanied by the use of digital technology, strengthening budget supervision, and active community involvement. These steps are important to improve accountability and strengthen the role of the state in realizing fair and equitable public services for all citizens.

Keywords : Public Goods; Challenges; Government; Equalization; Access.

THE INFLUENCE OF THE KOREAN WAVE ON MUSLIM CONSUMERS INTEREST IN HALAL KOREAN FOOD

Ananda Sulistyani
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email : ananda.sulistyani@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The Korean Wave or Hallyu phenomenon has become one of the global trends that has a significant influence on various aspects of life, including people's consumption patterns. The term “Hallyu,” or commonly referred to as the “Korean Wave,” refers to the extraordinary love for Korean culture. It is not limited to music, dramas, or lifestyle; the Korean Wave has also led to an increased interest in Korean culinary products. For Muslim consumers, especially in Indonesia as a country with a Muslim majority, this trend is accompanied by demands for halal products. The entry of Korean food is an influence of globalization that is widely popular and can affect a person's purchasing power. The presence of halal Korean food is one answer to this need while strengthening the appeal of Korean cuisine in the local market. Muslim consumers' interest in halal Korean food is not only influenced by its unique taste and appearance, but also by the positive image of Korean culture portrayed through dramas, films, and social media content. The Korean Wave plays a role in shaping the perception that Korean food has cultural value, modern identity, and an enjoyable social experience. In addition, the existence of halal labels provides a sense of security and trust for Muslim consumers in consuming these products. Thus, the combination of the global Korean Wave trend and halal certification is a key factor in driving Muslim consumer interest in halal Korean food. This phenomenon not only opens up business opportunities for the culinary industry, but also demonstrates cultural integration that is able to adapt to the needs of Muslim consumers. Overall, the influence of the Korean Wave on Muslim consumer interest in halal Korean food shows a synergy between cultural globalization and religious values that remain intact.

Keywords : The Influence of the Korean Wave, Muslim Consumer Interest, Halal Korean Food

INTEGRATING SOCIAL, HEALTH, AND ENGINEERING SCIENCES: PATHWAYS TO GLOBAL SCIENTIFIC ADVANCEMENT: A LITERATURE REVIEW

Ibrahim Abdu SALAM
Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email: ibra.salam@icloud.com
ORCID-ID: https://orcid.org/0009-0008-8315-5521

Abstract

Interdisciplinary cooperation in scientific research is critically needed, as evidenced by the speed at which globalization, digital revolution, and societal change are occurring. Isolated disciplinary viewpoints are insufficient to adequately handle complex global issues, which range from social inequity and technology disruption to environmental degradation and public health crises. The combination of engineering, health, and social sciences is examined in this literature review as a crucial avenue for advancement in science worldwide. This study highlights the ways in which health sciences enhance population well-being and the sustainability of health services, while social sciences offer a more nuanced knowledge of human interactions and institutional frameworks, based on current scientific advances. This viewpoint is enhanced by engineering, which provides technological advancements and workable answers to urgent world issues.

This study's synthesis of a broad range of literature emphasizes the synergies that arise when several fields converge, highlighting the significance of an interdisciplinary framework for generating comprehensive, significant, and long-lasting scientific results. This paper further argues that institutionalizing such integration in research agendas and policy frameworks is vital for reaching global development goals, boosting resilience, and assuring equal access to innovation. In the end, this evaluation of the literature offers a thorough scholarly framework for comprehending how the fusion of engineering, health, and social sciences might be a means of advancing research worldwide.

Keywords: Literature review, interdisciplinary research, social sciences, health sciences, engineering sciences, global scientific advancement.

DİGİTAL BANKİNG TRANSFORMATİON İN INDONESİA A CASE STUDY OF SEABANK GROWTH AND INNOVATİON STRATEGY

Septiana Intan Pertiwi
Faculty of islamic economics and buainess, UIN K.H. Abbdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
https://orcid.org/0009-0009-6069-9793

Abstract:

The development of digital technology has driven significant transformation in the banking sector, particularly in Indonesia, which has a growing digital population and high technology adoption rate. Banking digitalization has not only transformed the way consumers interact with financial services but also created new opportunities for banks to reach previously underserved segments. SeaBank, as part of the Sea Group ecosystem, which also houses the e-commerce platform Shopee and the digital entertainment service Garena, has emerged as one of the digital banks experiencing rapid growth in recent years. This study aims to comprehensively analyze the growth and innovation strategies implemented by SeaBank in the face of increasingly fierce competition in the Indonesian digital banking industry. The methodology used in this study is a qualitative-descriptive approach, relying on secondary data analysis obtained from financial reports, official company publications, news articles, and relevant academic literature. The results indicate that SeaBank's success is inseparable from its strategic integration with the Shopee digital ecosystem, which enables organic customer acquisition through the e-commerce platform. Furthermore, the use of adaptive financial technology (fintech), such as API integration, data analytics for credit processing, and intuitive user interface design, has strengthened SeaBank's competitiveness in the market. A focus on financial inclusion, particularly by providing services with no administrative fees and minimal requirements, has also been key in attracting users from the unbanked and underbanked segments in Indonesia. The findings of this study provide important insights into best practices in developing and managing digital banks in the era of digital transformation. Furthermore, this study highlights how the synergy between technology, digital business models, and an understanding of consumer behavior can create a sustainable competitive advantage. The implications of this research can serve as a reference for banking industry players, regulators, and investors in understanding the dynamics and future direction of the digital banking industry in Indonesia. Keywords: SeaBank, digital banking, fintech, growth strategy, financial inclusion, Indonesia

LEGAL PRINCIPLES IN SHARIA ECONOMICS: TOWARD A JUST ECONOMIC SYSTEM

Safira Nurul Hidayah[1] , Fitri Kurniawati[2]

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
safira.nurul.hidayah@mhs.uingusdur.ac.id[1], fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id[2]

ABSTRACT

This abstract explores the legal principles underlying Islamic economics and its contribution in shaping a just, inclusive, and sustainable economic system. Islamic economics, rooted in Islamic law, emphasizes the prohibition against riba (interest), gharar (excessive uncertainty), and maysir (gambling), while encouraging ethical, transparent, and social welfare-oriented financial activities. This study analyzes the legal foundations of Islamic economics sourced from the Qur'an, Hadith, ijma' (consensus of scholars), and qiyas (legal analogy), as well as their relevance to national legislation, such as the Islamic Banking Law in Indonesia. The study also discusses the practical implementation of these principles in various sectors, such as Islamic banking, microfinance, and Islamic philanthropy (zakat, infaq, and waqf), and identifies challenges faced in their implementation. These challenges include low Islamic financial literacy among the public, lack of regulatory harmonization at the global level, and competition with the conventional financial system. On the other hand, opportunities such as increasing global interest in Islamic finance, driven by the growth of the halal market and awareness of ethical investments, are positive prospects. In addition, Islamic economics offers the potential for economic inclusion for marginalized communities, such as small and medium-sized enterprises, through partnership-based financing schemes such as mudharabah and musyarakah.With an interdisciplinary approach that combines legal, economic, and social analysis, this article aims to make theoretical and practical contributions to the development of Islamic economics. The research highlights how Islamic economics can support a just and sustainable economic system, while being relevant to contemporary global dynamics, including the need for sustainable finance and social responsibility. As such, this study not only enriches the academic discourse, but also provides guidance for policy makers and practitioners to expand the impact of Islamic economics at the local and global levels.

***Keywords*:** *Sharia Economics, Legal Principles, Islamic Law, Economic Justice, Islamic Finance*

INTRODUCTION

Global economic disparities have prompted renewed interest in alternative systems that promote justice and equity. One such alternative is Sharia economics, a system based on Islamic legal and ethical values that seeks to balance material progress with social welfare. Unlike conventional economic models that often emphasize profit maximization, Islamic economics prioritizes equitable wealth distribution, ethical conduct, and spiritual accountability. In the midst of globalization and ongoing economic changes, Islamic banking practices are increasingly playing an important role in Muslim-majority countries, while attracting great attention from the international community (Haikal & Efendi, 2024).

Based on the principles of Islamic law, Islamic economics not only aims to achieve material gains, but also ensures equitable distribution of wealth and avoids harmful practices, such as usury, excessive speculation, and exploitation. In the context of globalization and modern economic challenges, Islamic economics is considered capable of providing solutions to the economic inequality that often occurs in the conventional capitalist system. Legal principles in Islamic economics, such as the prohibition of usury, the avoidance of gharar (uncertainty), and the emphasis on fair transactions, are the main foundation in shaping an inclusive economic system.

Recent research shows that the application of these principles is not only relevant in a religious context, but also has a positive impact on economic stability and wealth distribution. According to Akbar, Amelia, dan Rodoni (2023), in the Islamic economy zakat can be used as an instrument that aims to reduce social inequality, and financing based on the profit-sharing system also emphasizes fair or more equitable principles than the conventional interest system (Jurnal khatulistiwa, 2016). However, challenges in the implementation of Islamic economics are still significant, especially regarding the harmonization between sharia law and modern economic regulations. A study by Sudarsono (2012) revealed that a lack of knowledge of the harmonized meaning of sharia law often hinders the development of Islamic financial products and services (Arta et al., 2024). On the other hand, the rapid development of sharia-based financial technology (fintech) since 2021 shows great potential to expand people's access to economic services in accordance with the principles of justice.

This study explores the legal foundation and philosophical principles of Islamic economics and investigates how these principles are operationalized within modern contexts. It also highlights the systemic challenges faced in implementing Sharia economic laws and evaluates prospects for achieving a sustainable economic system through the integration of Islamic values.

RESEARCH METHODE

This research adopts a descriptive-analytical approach with a normative and comparative legal framework. Primary sources include the Qur'an, Hadith, ijma', and qiyas, supported by national legislation, fatwas, and scholarly interpretations. Secondary sources include journal articles, reports, and academic literature related to Sharia economics. Content analysis is applied to evaluate legal texts and practices, comparing Islamic principles with those in conventional economic systems to draw theoretical and practical conclusions. Data were collected through document studies, namely by identifying, classifying, and reviewing relevant literature. The collected data were analyzed using content analysis method with normative and comparative approaches. First, the principles of sharia law such as the prohibition of usury, gharar, and maysir are identified and explained based on primary sources. Secondly, these principles are compared with the concept of economic justice in conventional economic theory to find common ground and differences. Thirdly, the practical implications of sharia law principles for a just economic system are evaluated based on case studies or implementation examples found in the literature.

This method is expected to provide a clear and structured picture of how legal principles in Islamic economics can be the foundation for an economic system that is not only efficient, but also fair and sustainable. The results of this research are expected to contribute to the development of academic discourse and Islamic economic policy in the future.

RESULTS AND DISCUSSION

Legal Foundations of Sharia Economic

Law is a law made and enforced through a social institution or government to regulate people's behavior in life (Kurniasih, n.d.). Meanwhile, in Islam, the definition of law (al-Hukum) can be translated into God's commandments (the sunnah of the apostle) regarding the behavior of mukallaf (adult) human actions, both those that are commanded, prohibited, and permitted. Likewise, certain conditions become causes, or conditions, or become obstacles to its application (Ilmu, 2016).

In the book Ushulul Fiqh, Sheikh Wahbah Az-Zuhaili states the definition of law, which is as follows.

الحكم هو خطاب الله المتعلق بافعال المكلفين بالاقتضاء او التخيير او الوضع

Meaning: "The ruling is the khithab of Allah relating to the work of the mukallaf, whether in the form of demands, exemptions, or wadha." (Sahroji, 2023)

The term Islamic economics is only used in Indonesia, while in other countries using the term Islamic economics (Islamic Economy, al-Iqtishad al-Islami). In language, al-Iqtishad is the middle, not excessive, and fair. Many found the word Iqtshad in the Quran, one of which is found in QS. Luqman verse 19 (IJARAH, 2015)

وَاقْصِدْ فِيْ مَشْيِكَ وَاغْضُضْ مِنْ صَوْتِكَۗ اِنَّ اَنْكَرَ الْاَصْوَاتِ لَصَوْتُ الْحَمِيْرِ

Meaning: "Be reasonable in walking and soften your voice. Indeed, the worst sound is that of a donkey."

Furthermore, it is found in QS. al-Maidah verse 66.

وَلَوْ اَنَّهُمْ اَقَامُوا التَّوْرٰىةَ وَالْاِنْجِيْلَ وَمَآ اُنْزِلَ اِلَيْهِمْ مِّنْ رَّبِّهِمْ لَاَكَلُوْا مِنْ فَوْقِهِمْ وَمِنْ تَحْتِ اَرْجُلِهِمْۗ مِنْهُمْ اُمَّةٌ مُّقْتَصِدَةٌۗ وَكَثِيْرٌ مِّنْهُمْ سَاۤءَ مَا يَعْمَلُوْنَ

Meaning: "Were they to uphold (the laws of) the Torah, the Gospel, and (the Qur'ān) revealed to them from their Lord, they would have food from above them and from beneath their feet. There is among them a people who walk the straight path. Meanwhile, many of them are very bad in what they do."

From the description of the two verses above, it can be concluded that the word Iqtishad means the study of the rules that have to do with human behavior, one of which is related to the economy or needs and resources.

Economics is the study of how to manage limited resources to meet human needs and desires, while Islamic economics is an economic system based on the teachings and principles of Islamic law derived from the Quran and Hadith, as well as other legal sources such as ijma' and qiyas. These principles not only regulate the spiritual dimension, but also provide practical guidelines for economic activities in everyday life. Therefore, Islamic economic law can be defined as a set of rules, principles, and provisions derived from Islamic Shari'a, especially the Quran, Hadith, ijma' (consensus of scholars), and qiyas (analogy) that regulate economic activities in accordance with Islamic values. These laws include guidelines on how individuals, groups, or institutions carry out economic activities, such as production, distribution, consumption, and financial transactions, by upholding justice, honesty, and mutual welfare (Ii et al., n.d.).

The main objective of Islamic economics is to realize public welfare (maslahah) through the fair distribution of wealth, as well as preventing harmful or exploitative economic practices (Sustainable, 2024). The implementation of an economic system in society requires the existence of law as a regulator to ensure the

creation of legal order and resolve disputes that cannot be avoided in economic interactions. In other words, the Islamic economic system requires the existence of Islamic economic law as a basis for handling various conflicts or disputes that can occur in society (Ii et al., n.d.).

The legal foundation of Islamic economics in Indonesia is based on several main sources which include Islamic law (sharia) and national legislation.

1. Al-Quran and Hadith
   Providing foundational legal and ethical directives, including prohibitions on riba, gharar, and maysir, and encouraging fair and lawful transactions. The Quran is used as the main source of Islamic law which aims to create a balance between life relationships, both spiritual and material (Hasan, 2021). Meanwhile, the hadith of the Prophet Muhammad SAW. has an important role, which is used as a source of explanation as well as a complement to the law derived from the Koran. In the context of Islamic economics, the Quran and hadith provide a legal basis for regulating economic activities in accordance with sharia principles. Principles such as the prohibition of usury (interest), gharar (uncertainty), and maisir (gambling), as well as the command to transact fairly and lawfully, come from these two sources.
2. Ijma' and Qiyas
   Ijma' is the agreement of competent scholars in a certain period regarding a law or solution to problems that are not directly regulated by the Quran or hadith. Qiyas is the determination of the law of an act that does not yet have provisions, based on something that already has legal provisions (Masyhadi, 2020). Providing foundational legal and ethical directives, including prohibitions on riba, gharar, and maysir, and encouraging fair and lawful transactions.
3. National Legislation
   Indonesia, legal instruments such as Law No. 21/2008 on Islamic Banking and Law No. 33/2014 on Halal Product Assurance support the institutionalization of Islamic economic principles.
4. Legislation
   a. Law Number 21 of 2008 on Islamic Banking: This law regulates the operations of Islamic banks in Indonesia, including the sharia principles that must be adhered to.
   b. Law No. 19 of 2008 on Government Sharia Securities (SBSN): Regulates Islamic financial instruments such as sukuk.
   c. Law Number 33 of 2014 concerning Halal Product Guarantee: Supports the Islamic economic ecosystem through the regulation of halal product.
5. Fatwas and Institutional Regulations
   DSN-MUI fatwas and OJK/BI regulations provide technical and jurisprudential guidance for Islamic financial institutions. The Financial Services Authority (OJK) and Bank Indonesia (BI) issue technical regulations to supervise and regulate Islamic financial institutions. OJK's official website provides information on Islamic finance regulations, including legal bases such as Law No. 21/2008 on Islamic Banking and other technical regulations (OJK, 2022). Meanwhile, the BI website offers information on Islamic monetary policy and the legal basis supporting Islamic banking, such as Bank Indonesia Regulations (PBI).

Principles of Sharia Economic Law

Islamic economics offers a unique approach to managing economic activities based on the principles of Islamic law derived from the Quran, Hadith, and other Shari'ah sources, which aims to create a fair, ethical, and sustainable economic system. The principles of Islamic economic law not only regulate the technical aspects of transactions, but also integrate moral values such as justice, transparency, and shared prosperity, while prohibiting harmful practices such as usury, gharar, and maysir. This section will outline the basic principles of

sharia economic law that serve as the main foundation in realizing an economic order that is balanced between material and spiritual interests, and is relevant to the challenges of modern times.

In general, the principles of Islamic economic law are as follows: First, the principle of tawhid. Economic activities are acts of worship aimed at pleasing Allah, emphasizing the unity of moral and economic life. The principle of tawhid plays an important role in business activities because it teaches humans to maintain a balance between relationships with fellow humans and relationships with Allah Swt. Thus, Islam makes the economy an effort to support worship to Him (Kholid, 2018).

The principle of tawhid is explained in the Quran, one of which is found in QS. an-Nahl verse 36.

وَلَقَدْ بَعَثْنَا فِيْ كُلِّ اُمَّةٍ رَّسُوْلًا اَنِ اعْبُدُوا اللّٰهَ وَاجْتَنِبُوا الطَّاغُوْتَۚ فَمِنْهُمْ مَّنْ هَدَى اللّٰهُ وَمِنْهُمْ مَّنْ حَقَّتْ عَلَيْهِ الضَّلٰلَةُۗ فَسِيْرُوْا فِى الْاَرْضِ فَانْظُرُوْا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الْمُكَذِّبِيْنَ

Meaning: “Indeed, We have sent an apostle to every nation (to say), “Worship Allah and avoid tagut!” Among them were some whom Allah guided and some whom He set in error. So, walk ye in the earth and see what is the end of those who deny (the messengers).” (*Surat Al-An’am Ayat 15: Arab, Latin, Terjemah Dan Tafsir Lengkap | Quran NU Online*, n.d.)

This verse shows that the mission of the prophets is to invite mankind to monotheism, which is to worship only Allah and keep away from shirk.

Second, the principle of justice. Islam affirms that justice is a basic principle that must be applied in every aspect of life, including in the economic field, in order to realize equitable and harmonious welfare (Indrayani & Mawardi, 2025). A core Islamic value promoting fair pricing, equitable treatment of workers, and ethical transactions. The enforcement of justice, as regulated in the Quran, aims to eliminate discrimination and even become one of the main missions of prophethood, namely to uphold the value of justice (Kholid, 2018).

There are Quranic verses that explain the principle of justice, namely in QS ar-Rahman verses 7-9.

وَالسَّمَآءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيْزَانَۙ ﴿٧﴾ اَلَّا تَطْغَوْا فِى الْمِيْزَانِ ﴿٨﴾ وَاَقِيْمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيْزَانَ

Meaning: “He has exalted the heavens, and He has created the scales (of justice and balance) so that you may not transgress in them. Establish the scales justly and do not diminish them.”

Third, the principle of maslahat. In Islamic economic law, this principle refers to everything that provides benefits to society, both in the short and long term. Prioritizing community welfare, encompassing spiritual, moral, and socio-economic dimensions. This, the principle of maslahat in Islamic economics seeks to realize more comprehensive welfare, prevent adverse impacts, and promote social justice (*Konsep Maslahah Dalam Ekonomi Syariah Untuk Mewujudkan Keadilan Dan Kesejahteraan Masyarakat - Kompasiana*, n.d.). In the Islamic economic system, every policy or transaction implemented needs to pay attention to its effect on the welfare of society as a whole. Thus, this principle becomes one of the main foundations to ensure that economic activity is not only in accordance with Islamic law, but also has a positive impact on the welfare of the people.

Fourth, the principle of trust. Amanah is an attitude to deliver any right to the person who is entitled to it, by not exceeding or reducing the right. In the course of life and the teachings of the Prophet, the nature of trustworthiness is one of the mandatory characters that must be possessed by the Apostles. They are known to be honest and trustworthy, especially in carrying out apostolic duties, such as receiving revelations, maintaining their authenticity, and conveying them to mankind without the slightest addition, subtraction, or change (Madjid, 2018). In Islamic economics, trust includes the obligation to maintain the trust given by other parties, be it God, fellow humans, or in the management of resources. By prioritizing trust, economic actors not only

fulfill the obligations of sharia, but also contribute to the creation of an ethical and sustainable economic system.

Fifth, the principle of ibahah. In Islamic economic law, it refers to all transactions are permissible unless explicitly prohibited. In the context of Islamic economics, this principle is the basis for giving freedom to individuals or economic actors in carrying out business activities, transactions, or innovations, as long as they do not conflict with the Quran, Hadith, and other sharia rules. The principle of ibahah in Islamic economic law reflects the flexibility and dynamism of Islam in accommodating the times, especially in economic activity. With this principle, economic actors are given the freedom to innovate and transact, as long as they remain within the corridors of sharia and do not violate the values of justice and welfare.

Sixth, the principle of halalan tayyiban. Economic goods and practices must be lawful, pure, and beneficial. The principle of halalan tayyiban in Islamic economic law refers to the obligation that all economic activities, including production, consumption and transactions, must meet two main criteria: halal (permissible according to Islamic law) and tayyib (good, pure, and quality). This principle stems from the Quran, particularly surah al-Baqarah (2:168), which commands humanity to consume what is halal and good on earth.

يٰٓاَيُّهَا النَّاسُ كُلُوْا مِمَّا فِى الْاَرْضِ حَلٰلًا طَيِّبًاۖ وَّلَا تَتَّبِعُوْا خُطُوٰتِ الشَّيْطٰنِۗ اِنَّهٗ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِيْنٌ ﴿١٦٨﴾

Meaning: “O mankind, eat of the lawful and good things of the earth and do not follow the steps of the devil. Indeed, he is a real enemy to you.” (QS. al-Baqarah: 168)

In the context of Islamic economics, this principle is a guide to ensure that economic activities are not only in accordance with Islamic law, but also bring benefits and blessings to individuals and society.

Seventh, the need for transactions. In Islamic economic law, the principle of transaction should address real human needs and avoid excessiveness or speculation with sharia values. This principle is based on the view that Islamic economics should focus on meeting basic human needs, such as clothing, food, shelter, as well as additional needs that can improve the quality of life. Transactions that are not supported by a clear need or only aim to accumulate wealth without providing tangible benefits are considered inconsistent with the teachings of sharia. Transactions must be in accordance with the norms of sharia that have been exemplified by the Prophet Muhammad SAW. in order to get the welfare of the world and the hereafter (Syaripudin et al., 2023). The principle of transaction needs is explained in QS. al-A'raf verse 31.

يٰبَنِيْٓ اٰدَمَ خُذُوْا زِيْنَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَّكُلُوْا وَاشْرَبُوْا وَلَا تُسْرِفُوْاۚ اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ

Meaning: “O sons and daughters of Adam, put on your beautiful garments when you enter the mosque and eat and drink, but do not overdo it. Indeed, He dislikes those who are excessive.”

The relevance of this verse to the principle of sharia needs, which directs people to fulfill basic needs such as clothing, food, and drink, but with restrictions so as not to exceed reasonable needs (israf), so transactions must be balanced and oriented to the needs of the people.

Opportunities in the Implementation of Sharia Economic Law Principles

Sharia economic law, which is based on the Quran, Hadith, and fiqh rules, offers various principles such as maslahat, amanah, ibahah, halalan tayyiban, as well as the need for transactions. The implementation of these principles not only creates an economic system that corresponds to Islamic values, but also opens up great opportunities in various aspects of modern life. This opportunity arises in line with the increasing global awareness of an ethically and sustainability-based economy. Here are some of the main opportunities that can be utilized in the application of Sharia economic law:

1. Islamic Finance Growth

The Islamic finance industry has shown significant growth in recent decades, both in Muslim-majority countries and in global markets. Based on the principles of Sharia economic law such as the Prohibition of usury, the avoidance of gharar (excessive uncertainty), and the emphasis on real asset-based transactions, the industry offers an ethical and inclusive alternative to the conventional financial system. This growth is driven by increasing public awareness of sharia-based finance, technological developments, and regulatory support from various countries. In Indonesia, the Islamic banking industry is growing rapidly, with Islamic banking assets reaching Rp 845.61 trillion in 2024, and this potential continues to increase with public awareness (Hutauruk, 2024). Opportunities in this area include:

a. Islamic Banking: Islamic banking forms the backbone of the Islamic finance industry by providing financial services in accordance with Shari'a principles.
b. Sharia capital market: the Sharia capital market is growing rapidly as a Shariah-compliant investment platform, with instruments such as Sharia shares and sukuk (Islamic bonds).
c. Sharia Insurance: Takaful, a sharia-based insurance system that emphasizes the principles of mutual assistance and profit sharing, is one of the fastest growing segments.

2. Halal Industry Development

The halal industry has become one of the fastest growing sectors in the world, driven by the halalan tayyiban principle in Sharia economic law which emphasizes that everything that is consumed or used must be halal (permissible Shari'a) and tayyib (good, clean, as well as quality). Global demand for halal-certified products in food, cosmetics, and pharmaceuticals and other services. Based on the State of the Global Islamic Economy Report (SGIER) 2023, an estimated 2 billion muslim consumers in the world will spend USD 2.29 trillion in 2022, for products/services in the food, pharmaceutical, cosmetic, fashion, travel, and media/leisure sectors, this proves that the halal industry offers significant economic opportunities (Yana, 2024). Opportunities that can be utilized include:

a. Global halal market: the value of the global halal market is estimated at trillions of dollars, driven by the growing Muslim population and non-Muslim consumer awareness of quality halal products.
b. Certification and standardization: the demand for halal certification opens up opportunities for certification bodies, auditors, and businesses to ensure compliance with Sharia standards.
c. Product innovation: the development of innovative halal products, such as ready-to-eat foods or organic cosmetics, can appeal to a wider market segment.

3. Digitalization

Digitization of the Islamic economy refers to the use of digital technology to support the implementation of the principles of Islamic economic law, such as maslahat, amanah, ibahah, and halalan tayyiban, in various economic activities. Growth of Sharia-compliant fintech platforms and blockchain applications have opened up new opportunities to expand reach, improve efficiency, and ensure compliance with Shari'a in the economic system. This digitalization not only accelerates the growth of the Islamic economy, but also makes it more inclusive and relevant in the modern era. Some of the opportunities are:

a. Sharia Fintech: sharia-based peer-to-peer (P2P) financing applications, digital wallets, and Sharia crowdfunding facilitate access to Sharia-compliant financial services.
b. Sharia E-commerce: online trading platforms that offer halal products and transactions based on Sharia contracts (e.g. salam or istishna) can reach the global market.
c. Blockchain and cryptocurrencies: the use of blockchain technology to ensure transparency in the halal supply chain or the development of Islamic crypto assets is a future opportunity.

4. Financial Inclusion

Increasing economic inclusion in the context of Sharia economic law refers to efforts to ensure that all levels of society, especially those underserved by the conventional financial system, can access economic resources fairly and in accordance with Sharia principles. Principles such as maslahat (welfare), amanah

(trust), and transaction needs support the creation of an inclusive economic system, which focuses not only on material benefits, but also on equitable welfare. With this approach, the Islamic economy offers great opportunities to reduce economic disparities and empower marginalized communities (Otoritas Jasa Keuangan, 2024). Opportunities include:

a. MSME empowerment: Islamic financing with profit sharing scheme (mudharabah/Musharakah) provides access to capital for Micro, Small, and medium enterprises without interest expense.
b. Productive Zakat and Waqf: the management of zakat and waqf for productive projects, such as education or agriculture, opens up opportunities to reduce poverty and improve well-being.
c. Rural economy: the implementation of Sharia contracts in the agricultural sector (e.g. salam for the purchase of crops) can increase the productivity of farmers.

5. Sustainability Alignment

Sustainability trends have become a global focus in recent years, driven by awareness of the environmental, social, and economic impacts of human activities. Ethical investment and environmental responsibility aligned with Sharia principles. Sharia economic law, with principles such as halalan tayyiban, maslahat, and amanah, has a natural alignment with the concept of sustainability, which emphasizes the responsible use of resources, social justice, and ecosystem balance (Republika, n.d.). The response of the sharia economy to this trend not only strengthens its relevance in the modern era, but also opens up great opportunities to contribute to sustainable development. Emerging opportunities include:

a. Green economy: Islamic businesses can adopt environmentally friendly practices, such as renewable energy production or waste management, that align with tayyib's values.
b. Ethical investment: investors are increasingly interested in portfolios that are not only financially profitable, but also have a positive social impact, which is the strength of the Islamic economy.
c. Sharia CSR: companies can integrate sharia values in social responsibility programs, such as community infrastructure development.

6. Global Diplomacy

Strengthening global economic diplomacy in the context of Sharia economic law refers to efforts to promote and expand the influence of sharia economics on the international stage through cooperation between countries, trade, and investment based on sharia principles (Setkab RI, n.d.). With values such as maslahat (mutual welfare), amanah (trust), and halalan tayyiban (halal and qualified), sharia economics offers a unique and ethical approach, which can be a tool of diplomacy to build mutually beneficial economic relations. This opportunity is increasingly relevant amid growing global demand for a fair and sustainable economic system.

a. Interstate Cooperation: member states of the Organization of Islamic Cooperation (OIC) can strengthen sharia-based trade and investment.
b. Appeal to non-Muslims: Sharia products and services that offer fairness and transparency can appeal to markets in Western or Asian countries that value ethical economies.

Challenges of Islamic Economics

Sharia economics, which is based on Islamic principles such as the Prohibition of usury, social justice, and economic equity, faces various challenges in its application in the modern era, especially amid the dynamics of globalization and competition with conventional economic systems. One of the main challenges is the low public literacy and understanding of the community towards the concept of Islamic economics. Many people, even in Muslim-majority countries like Indonesia, still do not fully understand the difference between Sharia and conventional economics, so interest in using Sharia products or services is often hampered. This misunderstanding is also compounded by the perception that Sharia products are more complicated or less competitive than conventional products, when in practice, the sharia economy offers alternatives that focus on fairness and sustainability.

In addition, limited infrastructure and human resources are significant obstacles. In the context of Islamic finance, for example, there is still a shortage of experts who are able to manage sharia-based products well, such as mudharabah or Musharakah financing that requires special expertise in risk analysis and profit sharing (Kolistiawan, 2017). Technological infrastructure is also not fully supported, especially in remote areas, so that public access to Islamic Financial Services is limited. This is different from conventional systems that already have extensive networks and advanced technology that has been established.

Another challenge is global market integration. The Islamic economy had to compete amid the dominance of a capitalist system oriented towards interest and speculation, which often contradicted the principles of Sharia. To be competitive, Sharia products need to be innovative and competitive, but new product development is often hampered by regulations that do not fully support or the time-consuming Sharia certification process. On the other hand, there are also challenges in maintaining the authenticity of sharia principles so that they are not mixed with conventional practices that are simply "wrapped" in Sharia labels, which can damage the credibility of this system in the eyes of the community.

External factors such as global economic conditions also influence. When there is an economic crisis or market fluctuations, the Islamic economy is required to prove its resilience, although basically this system has values such as transparency and avoidance of speculation that can be strengths. However, without strong policy support from the government, such as incentives for the halal industry or strengthening the real sector, the sharia economy is difficult to develop optimally. Finally, less massive socialization makes the sharia economy often only known in limited circles, even though its potential is very large to be an inclusive and sustainable solution for the modern economy. In other words, the challenges of the Islamic economy are not only internal such as education and infrastructure, but also external such as global competition and systemic support, all of which require integrated strategies to overcome.

Steps Towards a Sustainable Economy

In Indonesia, Islamic financial institutions are growing more and more. This is indicated by an increase in the number of Islamic financial institutions, such as Islamic insurance, Islamic Banking, Islamic mutual funds, and other Islamic financial institutions. This proves that more and more people are aware of the importance of an economic system that is in harmony with religious and moral values (Berkelanjutan, 2024). This creates a great opportunity for the development of the Islamic economy in Indonesia, while placing it as a key element in supporting the national economy. However, to optimize the economic potential of Sharia, it takes cooperation and ongoing commitment from various parties, including the government, financial institutions, academics, and the wider community.

To achieve an equitable economy, the measures taken must focus on creating a system that provides equal opportunities for all levels of society, reduces inequalities, and ensures a more equitable distribution of resources. Efforts that can be made to maximize the economic potential of sharia are as follows.

1. Education and Literacy Campaigns

Embed Islamic economics in national education and professional training programs. The government needs to build policies that support access to education and job training for all people, especially groups that have been marginalized. With inclusive education, individuals from different backgrounds can improve their skills, thus having competitiveness in the job market and opportunities to earn a decent living.

2. Develop Infrastructure and Regulations That Can Support the Islamic Economy

The infrastructure in question includes the provision of physical and digital facilities, such as technology-based Islamic financing platforms, a strong Islamic capital market, as well as a network of Islamic financial

institutions that are easily accessible in various regions. With adequate infrastructure, Sharia economic actors, both individuals and businesses, can carry out their activities efficiently and affordably.

Meanwhile, regulations that support the sharia economy must be designed to provide legal certainty and ease of doing business. The government can devise policies that encourage innovation of Islamic financial products, such as sukuk or insurance based on Islamic principles, while ensuring adherence to Islamic values. This regulation also needs to include incentives, such as tax breaks for Sharia businesses, as well as strict supervision to prevent abuse and build public trust. With the synergy between solid infrastructure and conducive regulations, the Islamic economy can develop sustainably and have a positive impact on the economy as a whole.

3. Product Innovation

Increasing innovation and Islamic financial products is an important step to expand the reach and attractiveness of the sharia-based financial system in the community, both those who already understand the concept and those who are still lay. Islamic finance, which is based on Islamic principles such as the Prohibition of riba (interest), gharar (excessive uncertainty), and maisir (speculation or gambling), offers an ethical and inclusive alternative to the conventional financial system. To increase innovation and development of Islamic financial products, innovation must be done well so that Islamic bank products do not look monotonous and tend to one particular contract only. The Financial Services Authority (OJK) encourages Sharia financial industry players to continue to innovate to suit the development of community needs (Ferlangga Al Yozika, 2019).

4. Developing Research Related to Islamic Economics

Developing research related to sharia economics is an important step to deepen the understanding of economic systems based on Islamic principles, such as justice, sustainability, and the Prohibition of riba (interest), gharar (excessive uncertainty), and other haram activities. This research development process involves several interrelated stages and requires a systematic and comprehensive approach. Here is a detailed explanation of how to develop such research.

The first step in developing research is to determine the focus or specific topic in Islamic economics that you want to study. Once the topic is determined, the next step is to conduct an in-depth literature review. The next step is to formulate research questions and research objectives. Research questions must be specific, measurable, and able to make a real contribution. After that, the researcher needs to determine the appropriate methodology. In Islamic Economic Research, quantitative, qualitative approaches, or a combination of both (mixed methods) can be used depending on the purpose of the research. The data collection process becomes the next crucial stage. Data can be obtained from various sources, such as the Central Statistics Agency, the Financial Services Authority, Islamic banks, or Islamic philanthropic institutions. After the data is collected, an analysis is carried out to answer the research questions. The last step is to develop recommendations and disseminate research results.

CONCLUSIONS

Sharia economics, grounded in divine law and ethical imperatives, offers a comprehensive alternative to conventional capitalist systems. Its Legal Foundation is derived from the Quran, Hadith, ijma', qiyas, as well as national regulations such as the Sharia banking law in Indonesia, which supports its implementation in a modern context. This article shows that the principles are not only theoretically relevant, but also have practical impacts, such as economic stability and equitable distribution of wealth through instruments such as zakat and profit-sharing financing. Sharia economic implementation opportunities include the growth of the Islamic finance industry, expansion of the global halal market, digitization of Sharia fintech, economic inclusion, and response to sustainability trends. However, challenges such as low Sharia literacy, limited infrastructure, integration with global markets, and regulations that have not been uniform still hinder its development. To

realize a fair economic system, strategic steps are needed such as improving public education, developing infrastructure and regulations, innovating Islamic financial products, and in-depth research. With supportive policies, increased public understanding, and ongoing innovation, Sharia economics can play a vital role in building a fairer global economic order**.**

LITERATURE

Arta, A., Rohmah, Z. F. A., Huda, Q., & Nurrohman, D. (2024). The Role Of Regulation As A Legal Basis For The Growth Of Islamic Financial Institutions In Indonesia: Opportunities And Challenges. *Jurnal Ekonomi Syariah Dan Bisnis*, *7*(1), 1–13. https://doi.org/10.31949/maro.v7i1.5792

Berkelanjutan, D. A. N. (2024). *EKONOMI SYARIAH : ALTERNATIF SISTEM EKONOMI MENUJU KESEJAHTERAAN YANG ADIL*. 197–204.

Ferlangga Al Yozika, N. K. (2019). *Inovasi Produk Keuangan dan Perbankan Syariah dalam Mempertahankan dan Meningkatkan Kepuasan Nasabah*. *01*(02), 100–107.

Haikal, M., & Efendi, S. (2024). Prinsip-prinsip Hukum Ekonomi Syariah dalam Undang-Undang Perbankan Syariah. *MAQASIDI: Jurnal Syariah Dan Hukum*, *4*(1), 26–39. https://doi.org/10.47498/maqasidi.v4i1.2988

Hasan, H. A. (2021). SUMBER HUKUM DALAM SISTEM EKONOMI ISLAM. *JURNAL PILAR: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, *12*(2), 66–78.

Hutauruk, D. (2024). *Aset Perbankan Syariah di Indonesia Mencapai Rp 845,61 Triliun*. Keuangan.Kontan.Id. https://keuangan.kontan.co.id/news/aset-perbankan-syariah-di-indonesia-mencapai-rp-84561-triliun

Ii, B. A. B., Hukum, P., & Syariah, E. (n.d.). *Andri Soemitra, Hukum Ekonomi Syariah dan Fiqh Muamalah , (Jakarta: Predana Media Group, 2019), h. 2. 1 15*. 15–57.

IJARAH, D. (2015). Landasan Teori C. Hukum Ekonomi Syariah. *Tinjauan Hukum Ekonomi Syariah Tentang ...*, 13. https://repository.metrouniv.ac.id/id/eprint/3839/1/Skripsi Gilang Ramadhan.pdf#page=66

Ilmu, G. (2016). *Pengertian Hukum Menurut Agama Islam*. Www.Ilmusaudara.Com. https://www.ilmusaudara.com/2016/11/pengertian-hukum-menurut-agama-islam.html

Indrayani, S., & Mawardi. (2025). *Konsep Keadilan dalam Ekonomi Syariah (QS. Al-Baqarah: 275-281)*. *5*(1), 73–79.

Jurnal khatulistiwa. (2016). Journal of islamic Studies. *1 Maret*, *6*(1), 27.

Kholid, M. (2018). PRINSIP-PRINSIP HUKUM EKONOMI SYARIAH DALAM UNDANG-UNDANG TENTANG PERBANKAN SYARIAH. *Asy-Syari'ah*, *20*(2). https://doi.org/10.47498/maqasidi.v4i1.2988

Kolistiawan, B. (2017). Tantangan Lembaga Keuangan Syariah dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN. *MUQTASID Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah*, *8*(1), 78. https://doi.org/10.18326/muqtasid.v8i1.78-94

Konsep Maslahah dalam Ekonomi Syariah untuk Mewujudkan Keadilan dan Kesejahteraan Masyarakat - Kompasiana. (n.d.).

Madjid, S. (2018). Prinsip-Prinsip (Asas-Asas) Muamalah. *J-HES Jurnal Hukum Ekonomi Syariah*, *2*(1), 16–17.

Masyhadi, A. (2020). Implementasi Qiyas Dalam Ekonomi Islam. *Al-Musthofa: Journal Of Sharia Economics*, *3*(1), 67–76. https://ejournal.iai-tabah.ac.id/index.php/musthofa/article/view/606

OJK. (2022). *Tentang Syariah*. Ojk.Go.Id.

Otoritas Jasa Keuangan. (2024). *SP OJK dan BPS Umumkan Hasil Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan Tahun 2024*. 1–6. https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/siaran-pers/Pages/OJK-dan-BPS-Umumkan-Hasil-Survei-Nasional-Literasi-dan-Inklusi-Keuangan-Tahun-2024.aspx#:~:text=Hasil SNLIK tahun 2024 menunjukkan,literasi dan inklusi keuangan syariah.

Republika. (n.d.). *Sistem Ekonomi Islam Jadi Solusi Berkelanjutan untuk Tantangan Ekonomi Global _ Republika Online*. https://sharia.republika.co.id/berita/stxntn490/sistem-ekonomi-islam-jadi-solusi-berkelanjutan-untuk-tantangan-ekonomi-global

Sahroji, I. (2023). *Ushul Fiqih_ Mengenal Istilah Hukum, Hakim, dan Mahkum Fih _ NU Online*.

Setkab RI. (n.d.). *Sekretariat Kabinet Republik Indonesia | Pelaksanaan Diplomasi Ekonomi Indonesia: Capaian, Pelajaran, dan Strategi ke Depan*. https://setkab.go.id/pelaksanaan-diplomasi-ekonomi-indonesia-capaian-pelajaran-dan-strategi-ke-depan/

Surat Al-An'am Ayat 15: Arab, Latin, Terjemah dan Tafsir Lengkap | Quran NU Online. (n.d.). https://quran.nu.or.id/al-an%27am/15

Syaripudin, E. I., Konkon Furkony, D., Maulin, M., & Bisri, H. (2023). Prinsip-Prinsip Dan Kaidah Transaksi Dalam Ekonomi Syari'Ah. *Jurnal Hukum Ekonomi Syariah (JHESY)*, *1*(2), 284–294. https://doi.org/10.37968/jhesy.v1i2.359

Yana. (2024). *Strategi Indonesia Merebut Pasar Halal Dunia _ LPH LPPOM Sertifikasi Halal*. https://halalmui.org/strategi-indonesia-merebut-pasar-halal-dunia/

THE EFFECT OF PAYLATER SYSTEM IN E-COMMERCE ON STUDENT FINANCIAL BEHAVIOR: A SHARIA ECONOMIC LAW PERSPECTIVE

Annisa Hidayah Miladia[1],Fitri Kurniawati[2]
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
[1]annisa.hidayah.miladia@mhs.uingusdur.ac.id,[2]fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id

ABSTRACT

This study investigates the impact of the paylater system in e-commerce on the financial behavior of students at K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University (UIN) Pekalongan, analyzed through the lens of sharia economic law. The paylater system, offering interest-free or low-interest installment payments, has gained popularity among students due to its accessibility and convenience, particularly for those with limited financial resources. However, it poses risks such as excessive consumption, debt accumulation, and financial stress, especially among students with low financial literacy. This research employs a mixed-methods approach, integrating content analysis of 20 indexed journal articles (2020–2025) from reputable databases (Scopus, Google Scholar, Sinta) with semi-structured interviews and questionnaires involving 30 UIN Pekalongan students who have used paylater for at least six months. The findings reveal that 72% of students exhibit consumptive behavior, primarily purchasing non-essential goods, while 45% experience financial stress due to late payments. From a sharia economic law perspective, interest-based paylater schemes are problematic, containing elements of riba (usury) and gharar (uncertainty), which violate principles of justice (adl) and transparency (bayyinah). In contrast, qardh (interest-free loans) and murabahah (transparent profit-margin sales) schemes are more sharia-compliant but are underutilized due to limited provider awareness and regulatory support. The study highlights the role of social media-driven consumerism and aggressive e-commerce marketing in exacerbating these issues. To mitigate negative impacts, it recommends integrating sharia-based financial literacy into university curricula, developing sharia-compliant financial management applications, and implementing sharia certification by the National Sharia Council (DSN-MUI) for paylater schemes. These interventions aim to foster responsible financial behavior, reduce consumptive tendencies, and align paylater usage with Islamic economic principles, thereby supporting students' financial, social, and spiritual well-being.

Keywords : Paylater, E-Commerce, Financial Behavior, Students, Sharia Economic Law, Consumptive Behavior, Financial Literacy, Riba, Gharar, Qardh, Murabahah, Sharia Compliance.

AI-POWERED HYPERSPECTRAL IMAGING FOR ULTRA-EARLY PLANT DISEASE DETECTION

Dr. K. VIGNESH
Assistant Professor, Palar Agricultural College, Ambur
ORCID: 0000-0003-4484-3862
ARSHA G
Assistant Professor, Palar Agricultural College, Ambur
ORCID: 0000-0009-1694-9716

ABSTRACT

Early and accurate detection of plant diseases is essential for minimizing crop losses and ensuring sustainable food production. Conventional visual scouting and imaging techniques often fail to detect infections at their asymptomatic stages, when interventions are most effective. Hyperspectral imaging (HSI), which captures a wide spectrum of reflectance data beyond the visible range, has emerged as a powerful tool for identifying subtle biochemical and physiological changes in plants caused by pathogen invasion. This study explores the integration of AI-driven algorithms with hyperspectral imaging to enable ultra-early detection of plant diseases. Machine learning models, including convolutional neural networks and vision transformers, are trained on high-dimensional hyperspectral datasets to distinguish healthy from infected tissues, even before visible symptoms appear. Feature extraction and dimensionality reduction techniques, such as principal component analysis and deep spectral embeddings, further enhance classification accuracy and computational efficiency. Case studies demonstrate that AI-powered HSI can detect fungal, bacterial, and viral infections in crops such as wheat, maize, and tomato with accuracy levels exceeding 95%, significantly outperforming conventional methods. The approach not only enables real-time disease surveillance in field conditions but also holds potential for integration with drone and satellite platforms for large-scale agricultural monitoring. The development of AI-powered hyperspectral imaging thus represents a frontline advancement in precision agriculture, offering proactive disease management, reduced pesticide use, and improved crop resilience under climate stress.

KEY WORDS: Hyperspectral imaging, AI, Machine learning models

SYNTHETIC IMMUNE RECEPTOR DESIGN FOR BROAD-SPECTRUM PATHOGEN RECOGNITION

Dr. K. VIGNESH
Assistant Professor, Palar Agricultural College, Ambur
ORCID: 0000-0003-4484-3862
ARSHA G
Assistant Professor, Palar Agricultural College, Ambur
ORCID: 0000-0009-1694-9716

ABSTRACT

Plant immune systems rely on pattern recognition receptors (PRRs) and intracellular nucleotide-binding leucine-rich repeat receptors (NLRs) to detect pathogen-associated molecular patterns and effector proteins, respectively. However, natural immune receptors are often highly specific and limited in their spectrum of recognition, leaving crops vulnerable to rapidly evolving pathogens. Synthetic biology offers an opportunity to overcome these limitations by engineering **synthetic immune receptors (SIRs)** that can broaden and strengthen disease resistance. This research explores the rational design and modular assembly of synthetic receptors by combining ligand-binding domains, signal transduction modules, and customizable effector domains. Using computational protein modeling, synthetic receptors can be tailored to detect conserved epitopes across multiple pathogens, thereby reducing the risk of resistance breakdown. Integration of synthetic immune receptors into crop genomes via CRISPR/Cas-mediated editing enables stable inheritance of enhanced defense traits. Preliminary studies demonstrate that synthetic PRRs recognizing conserved microbial peptides and chimeric NLRs with expanded effector recognition can trigger robust immune responses without compromising plant growth. The development of SIRs thus represents a transformative strategy for achieving broad-spectrum, durable, and sustainable disease resistance in crops, paving the way for reduced pesticide dependency and enhanced food security under changing climate conditions.

KEY WORDS: synthetic immune receptors (SIRs), CRISPR/Cas, PRR.

ANATOMY OF THE HUMAN HEART AND ITS CONDUCTION SYSTEM

Saraswathi.V*[1],R. Vidhyalakshmi, Kowsika.M, Dhanush kumar.S,Sastha.K, Prashanth.S, Dr.W.Helen*[2] Dr.R.Srinivasam*[3].

1-Author ,2-corresponding author 3-Dean and professor . Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu India.

Abstract:

The human heart is a vital muscular organ located in the thoracic cavity within the mediastinum, functioning as the central pump of the circulatory system. Structurally, it is divided into four chambers: the right atrium and ventricle, which receive and pump deoxygenated blood to the lungs, and the left atrium and ventricle, which circulate oxygenated blood to the systemic circulation. The atrioventricular valves—the tricuspid on the right and the mitral on the left—ensure unidirectional blood flow between atria and ventricles, while the semilunar valves—the pulmonary and aortic—regulate outflow from the ventricles. The heart wall consists of three layers: endocardium, myocardium, and epicardium, enclosed by the protective pericardium. A unique feature of the heart is its intrinsic conduction system, which generates and propagates electrical impulses for rhythmic contractions. The sinoatrial (SA) node, located in the right atrium, serves as the natural pacemaker, initiating impulses that spread through atrial musculature. These signals are relayed to the atrioventricular (AV) node in the interatrial septum, which introduces a short delay to allow ventricular filling. From the AV node, impulses travel via the bundle of His, dividing into right and left bundle branches along the interventricular septum, and finally reach the Purkinje fibers that distribute excitation across ventricular walls. This coordinated conduction ensures synchronized atrial and ventricular contraction for effective pumping. Disorders of the conduction system may result in arrhythmias or heart failure, emphasizing its clinical importance.

Keywords:

Human heart, atria, ventricles, valves, myocardium, sinoatrial node, atrioventricular node, bundle of His, Purkinje fibers, cardiac conduction system, arrhythmia.

ANATOMICAL FEATURES OF LONG BONES AND THEIR FUNCTIONS

Saraswathi.V*[1],R. Vidhyalakshmi, Kowsika.M, Dhanush kumar.S,Sastha.K, Prashanth.S, Dr.W.Helen*[2] Dr.R.Srinivasam*[3].

1-Author ,2-corresponding author 3-Dean and professor . Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu India.

Abstract:

Long bones are specialized structural components of the human skeletal system that play a crucial role in support, movement, and protection. They are characterized by a cylindrical shaft, known as the diaphysis, and two expanded ends called epiphyses. The diaphysis is composed mainly of compact bone, which provides mechanical strength, while the epiphyses contain cancellous (spongy) bone with red bone marrow responsible for hematopoiesis. The metaphysis, located between the diaphysis and epiphysis, includes the epiphyseal plate or line, which is essential for longitudinal growth during development. The periosteum, a vascularized connective tissue covering the external surface, supports bone nourishment and repair, whereas the endosteum lines the medullary cavity and participates in bone remodeling. The medullary cavity, present within the diaphysis, contains yellow marrow that serves as an energy reserve in adults. Articular cartilage covering the epiphyses ensures smooth joint movements and reduces friction. Functionally, long bones act as levers in locomotion, provide attachment sites for muscles, protect internal organs, store minerals such as calcium and phosphorus, and house bone marrow for blood cell production. Clinical significance arises when fractures or metabolic disorders compromise these functions. Understanding the anatomical features of long bones is therefore fundamental in anatomy, physiology, orthopedics, and clinical practice.

Keywords

Long bones, diaphysis, epiphysis, metaphysis, periosteum, bone marrow, compact bone, cancellous bone, hematopoiesis, locomotion.

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF METHANOLIC EXTRACTS OF LEAF OF CNIDOSCOLUS ACONITIFOLIUS

SALAMI, Abimbola Rachael
Department of Science Laboratory Technology, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria
E-mail: mzbimmydrake@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-4872-8814

ABSTRACT

This study investigated the antioxidant potential of methanolic leaf extracts of Cnidoscolus aconitifolius using standard in vitro assays, including DPPH, nitric oxide, lipid peroxidation, and superoxide anion scavenging tests. The extracts exhibited notable radical scavenging activity, with IC_{50} values for the leaf extract recorded at 30.94 µg/ml (DPPH), 24.70 µg/ml (lipid peroxidation), 40.03 µg/ml (nitric oxide), and 26.38 µg/ml (superoxide anion), closely matching or complementing the activity of ascorbic acid. While the reference antioxidant (ascorbic acid) consistently showed higher efficacy, the extracts demonstrated the inhibition of oxidative radicals. These findings suggest that Cnidoscolus aconitifolius possesses substantial antioxidant activity attributable to its bioactive compounds, supporting its traditional use and potential application in the development of natural therapeutics against oxidative stress-related disorders.

Keywords: *Cnidoscolus aconitifolius*, antioxidant activity, DPPH assay, lipid peroxidation

1. INTRODUCTION

The global rise in health challenges and a surge in disease prevalence, as resulted into a greater emphasis being placed on enhancing quality of life through improved nutrition. The consumption of fruits and vegetables has gained prominence due to their known role in preventing chronic illnesses such as cardiovascular and neurodegenerative diseases. This shift in dietary preferences has led to greater demand for nutrient-rich, plant-based foods that promote overall wellness. Among such foods is *Cnidoscolus aconitifolius*, commonly known as chaya or tree spinach. It has been recognized for its significant health benefits (Babalola, *et al*., 2015). This leafy vegetable is noted for its ability to help regulate blood sugar and exhibit properties such as anti-inflammatory, anti-anemic, antimicrobial, and antioxidant effects (Panghal, *et al*., 2021). A member of the Euphorbiaceae family, this fast-growing shrub typically reaches heights of three to five meters and features large, dark green leaves. It thrives particularly well in warm climates and adapts to various environments, with lower moisture content than many leafy vegetables, including spinach.

Despite its potential, *Cnidoscolus aconitifolius* remains underutilized, mainly due to limited public awareness about its nutritional and medicinal value. The plant has been shown to contain high concentrations of fiber (31.165%), calcium (50 mg/g), iron (10 mg/g), potassium (20 mg/g), and vitamin C (892.025 mg/100 g) (Pillai *et al.*, 2012). These nutrients contribute to a range of health advantages, including managing diabetes, protecting heart health, supporting antimicrobial and anti-inflammatory responses, aiding blood formation, and offering potential anticancer effects (Panghal *et al.,* 2021). Also, Chaya leaf is an important component of the regular diet of indigenous communities because of its nutritional value. It contains dietary fiber, protein, minerals, vitamins A and C, flavonoids, and polyphenos (Jack *et. al.*, 2018), while its therapeutic benefits have been documented in certain studies (Panghal *et. al*., 2021).

Closely related to *Cnidoscolus chayamansa*, which it resembles in appearance but differs from its leaf shape, *Cnidoscolus aconitifolius* has long-standing uses in folk medicine. Traditionally consumed as a green vegetable, it has also been used to address ailments such as acne, vision problems, kidney stones, and obesity. Scientific investigations by Sarmiento-Franco and colleagues (2003), Awoyinka *et al.*, (2007), Oladeinde *et al*., (2007) and Oyagbemi *et al*. (2010) have demonstrated its antibacterial, anti-diabetic, and restorative effects,

particularly in cases of anemia and red blood cell damage caused by protein-energy malnutrition. Folklore also credits the plant with aiding in the treatment of insomnia, alcoholism, gout, scorpion stings, and enhancing cognitive and visual functions (Atuahene, Poku-Prempeh & Twun, 1999).

The increasing relevance of *Cnidoscolus aconitifolius*, whether as a leaf, powder, or extract, has contributed to its rising commercial value. It is rich in vitamin A, essential for vision, cellular development, immune function, and gene regulation. The plant also supplies vitamin E, a strong antioxidant that protects against free radical damage and supports the function of red blood cells and muscles. With all these health benefits of Cnidoscolus aconitifolius plant, there is dearth of knowledge on comparing the antioxidant property of the leaf and stem. Therefore, this study was conducted to explore the antioxidant property of the leaves and stem of *Cnidoscolus aconitifolius*.

2. METHODOLOGY

CHEMICALS

All chemicals and reagent used in this study were of laboratory standard

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), Trichloroacetic acid (TCA), Catechin (standard antioxidant), Thiobarbituric acid (TBA), Sulfanilamide, Phosphate buffer saline (PBS), Naphthylethylenediamine dihydrochloride, Methanol, Sodium nitroprusside and Distilled water.

Plant Collection and preparation

Cnidoscolus aconitifolius plant was sourced from a local farmland in Itolu area, Ilaro, Ogun State. The plant was identified by Doc. Odewo at the Forest Herbarium Ibadan. *Cnidoscolus aconitifolius* leaves were separated from the stem and branches, washed in clean running tap water and air dried for 21days to obtain a moisture free plant material. After drying, the samples were blended to coarse materials separately, and stored in sealed airtight containers until required for extraction.

Preparation of Methanol Extract of *Cnidoscolus aconitifolius*

For 72-h, 100-g of each ground\samples was soaked in 500-mL of methanol, swirling constantly every 2-h. The mixture was filtered through a muslin cloth to separate the residue from the filtrate. And methanol was removed from the filtrate using a rotary evaporator, after which the obtaining extract was dried in a regulated water bath at 40ºC to remove any residual solvent, leaving behind the concentrated extract. The extract was stored at 4ºC and further taken for analysis.

ANTIOXIDANT PROCEDURE

Free Radical Scavenging Activity (DPPH)

The samples DPPH radical scavenging activity was performed using the methodology described by Mensor *et al*., (2001) and Adedara *et al.,* 2015. Briefly, 10mg of DPPH was dissolved in 100mL of methanol to prepare the stock solution. Therefore, 1mL of the solution was added to the crude extract ascorbic acid at concentrations of 50, 100, 200, 400, and 800µg/mL each in a test-tube. After 30minutes of dark incubation at room temperature, the absorbance at 517nm was measured.

Lipid Peroxidation Inhibition Activity

The lipid peroxidation inhibitor activity of the extract was evaluated using the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method as described by Ohkawa, Ohishi, and Yagi (1979) with modifications. A 10% (w/v) egg yolk homogenate prepared in 1.15% KCL served as the lipid-rich substrate. The reaction mixture contained 0.5ml of the homogenate, 0.2mL of the test extract at different concentrations, 0.1ml of FeSo4

solution (100µm), and 0.1mL of ascorbic acid (100µm) to initiate lipid peroxidation. For the blank, the initiators were omitted, while the control contained all reagents except the test extract. The mixtures were incubated at 37ºC for 30minutes.

Lipid peroxidation was terminated by adding 1.0mL of TBA reagent (0.375% thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid containing 0.25N HCL), followed by heating at 95-100ºC for 15minutes. The tubes were cooled and centrifuged at 3000 rpm for 10minutes, and the absorbance of the supernatant was read at 532nm.

Nitric Oxide Scavenging Activity

The technique outlined by Lata and Dubey (2016) was used to test the nitric oxide (NO) radical scavenging activity of Cnidoscolus aconitifolius. The plant extract-(100-500µg/mL) was dissolved each in methanol-at various concentration of 50, 100, 200, 400, and 800µg/mL. It was combined with sodium nitroprusside (1.5M) in phosphate buffered saline and incubated at 25^{0}C for five hours at room temperature. 1.5-mL of the incubated solution were taken out and diluted with 0.5mL of Griess reagent the absorbance was measured at 546nm.

Superoxide (SO) Radical Scavenging Activity

Superoxide scavenging activity of the extract was tested using the method reported by Rahman *et al*., (2015). About 500-µL of the varied concentrations (100µg/mL-1500µg/mL) of the crude extracts of Cnidoscolus aconitifolius was added to 1-mL of Dimethyl Sulphoxide (DMSO) in different test tubes and then 200-µL of Nitroblue Tetrazolium (NBT) was added. The solutions were made using 0.1M Sodium phosphate buffer (pH 7.4). The absorbance was measured at 540 and 560nm.

3. RESULT AND DISCUSSION

Results

The leaf extracts of Cnidoscolus aconitifolius and ascorbic acid standard gave a concentration dependent increase in all the radical scavenging assays. The leaf extracts had better DPPH scavenging activity, although not as strong as ascorbic acid the standard drug, as shown in Figure 1. The nitric oxide activity revealed that the leaf extracts had similar scavenging activity in Figure 2. The graph in Figure 3 also shows the extract possess notable superoxide radical scavenging ability. In Figure 4 the lipid peroxide shows the leaf possesses stronger antioxidant potential which will be effective in suppressing oxidative damage caused by free radical.

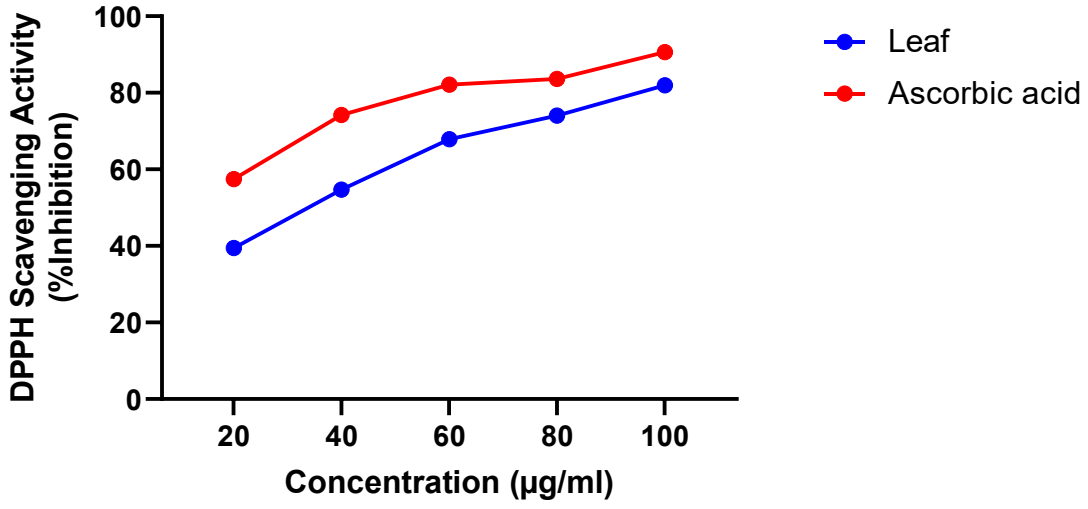


Figure1. Percentage inhibition of DPPH Scavenging activity against various concentration of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

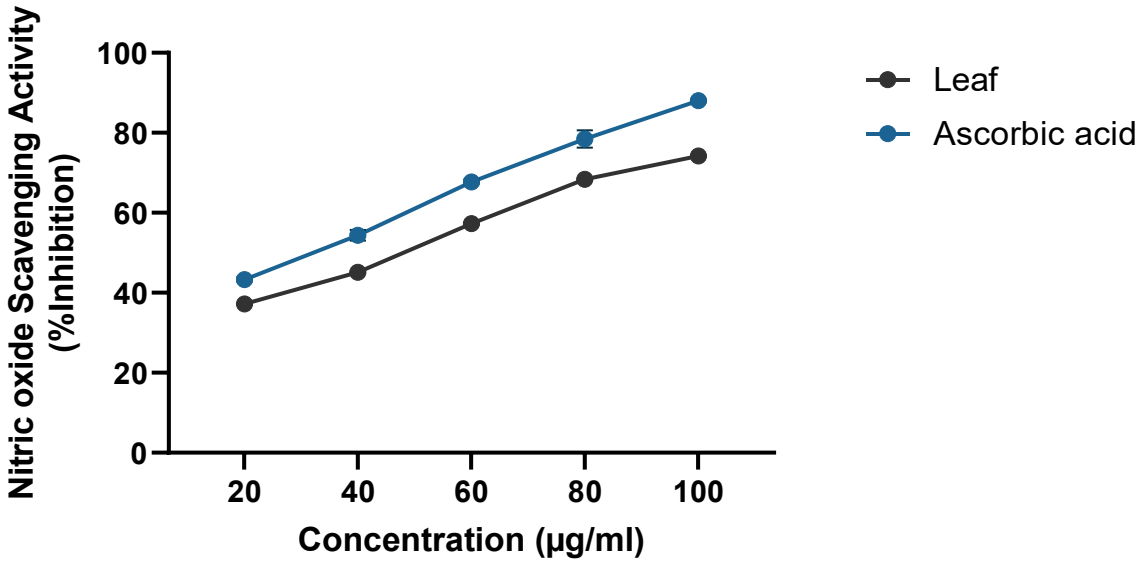


Figure 2. Percentage inhibition of Nitric Oxide Scavenging activity against various concentrations of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

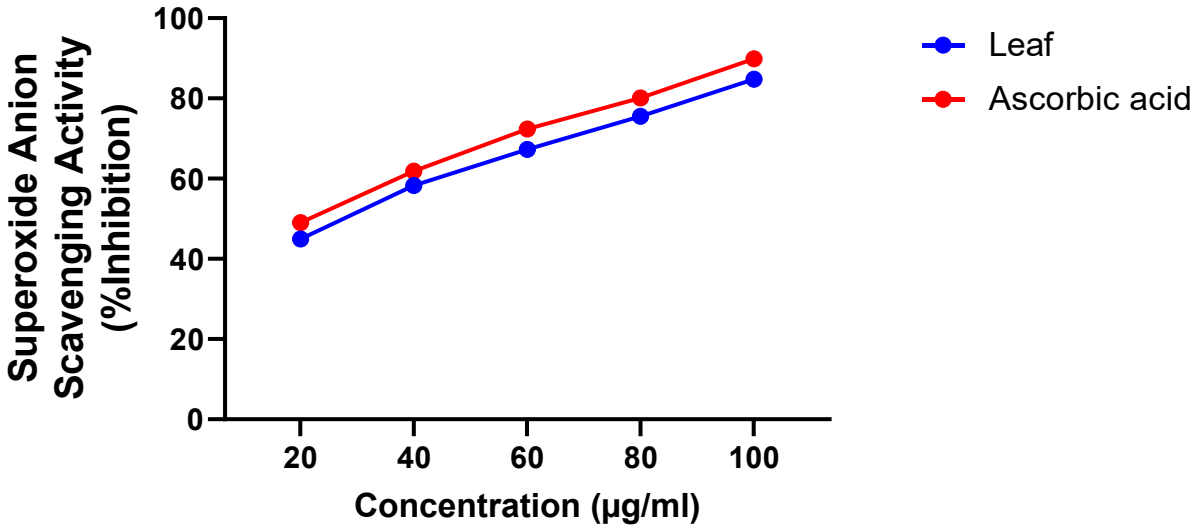


Figure 3. Percentage inhibition of Superoxide Anion Scavenging Activity against various concentration of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

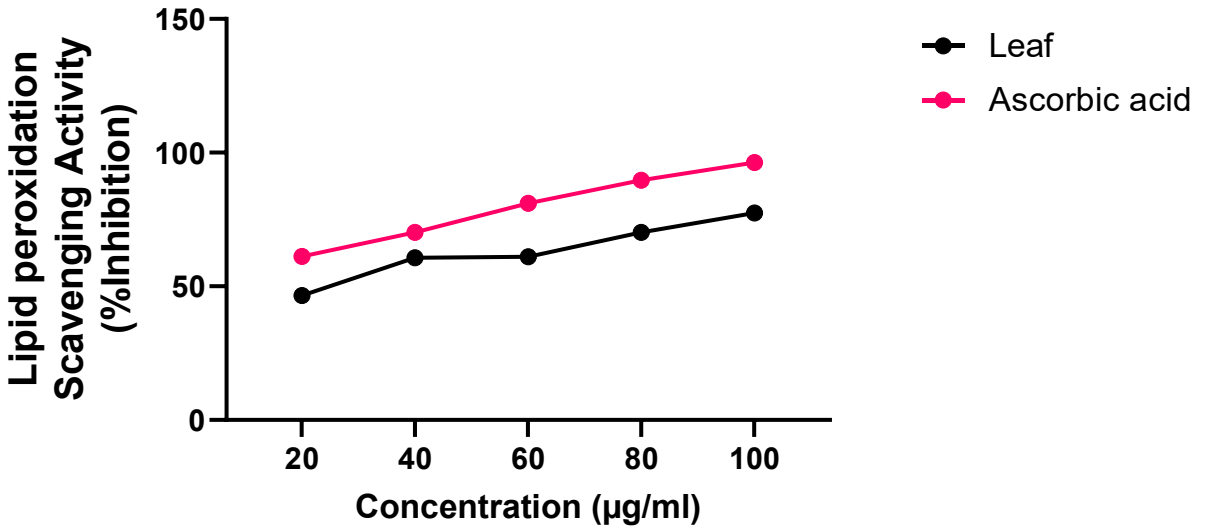


Figure 4. Percentage inhibition of Lipid Peroxidation scavenging activity against various concentrations of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

4. TABLE OF RESULTS

(DPPH, NITRIC OXIDE, SUPEROXIDE ANION, LIPID PEROXIDE)

IC_{50} (µg/mL)

	Leaf	**Ascorbic acid**
DPPH	30.94	15.19
Lipid peroxidation	24.70	15.06
Nitric oxide	40.03	28.64
Superoxide Anion	26.38	22.65

DISCUSSION

The antioxidant activity of plant extracts is often evaluated using the DPPH radical scavenging assay, which is a widely accepted method due to its simplicity and reproducibility (Baskar *et al*., 2007). Antioxidants scavenge DPPH by donating a proton, resulting in reduced DPPH, which is measured by a drop in absorbance (Chowdhury *et al.,* 2011). In this study, the methanolic leaf extracts of Cnidoscolus aconitifolius demonstrated DPPH radical scavenging activity, with IC_{50} values of 30.94µg/mL and 15.19µg/mL for the standard antioxidant, ascorbic acid. This result aligns closely with the findings of Ogunmoyole *et al*. (2018), who reported that methanolic extracts of C. aconitifolius leaves showed dose-dependent DPPH scavenging activity, with an IC_{50} of 32.8µg/mL. Their work supports the observation that the leaf extract exhibits stronger antioxidant capacity than the stem extract, potentially due to higher concentrations of polyphenolic compounds in the leaves.

Furthermore, Nitric oxide (NO) scavenging activity is vital due to the role of NO in inflammatory and oxidative stress pathways. This study revealed IC_{50} values of 40.03µg/mL (leaf) which, although less potent than ascorbic acid (IC_{50}= 28.64 µg/ml), still indicate significant NO scavenging potential. This supports the findings of

Olorunnisola *et al*. (2012), who demonstrated that aqueous and methanolic extracts of C. aconitifolius significantly inhibited nitric oxide production in LPS-induced macrophage cells, further confirming the plant's potential to modulate inflammatory responses.

The antioxidant activity observed in the leaf extracts in particular, may be attributed to the presence of flavonoids, tannins, saponins, and other phytochemicals, as previously reported by Omotoso *et al*. (2018), who profiled the phytochemical constituents of C. aconitifolius and linked them to antioxidant and anti-inflammatory effects.

The lipid peroxidation assay revealed that the extract produced an inhibition value of 24.70%, which was higher than that of the standard antioxidant, ascorbic acid (15.06%). This indicates that the extract is more effective in protecting lipids against oxidative degradation. The stronger activity may be linked to the presence of phytochemical such as flavonoids and phenolic compounds, which are known to scavenge free radicals and chelate pro-oxidant metal ions. Unlike ascorbic acid, which acts mainly as a single antioxidant molecule, plant extracts often exhibit addictive or synergistic effects from different bioactive constituents, resulting in enhanced activity. These findings support the potential of the extract as a natural antioxidant capable of reducing oxidative stress (Ohkawa, Ohishi, & Yagi, 1979).

Collectively, these findings reinforce the growing body of evidence that C. aconitifolius is a valuable source of natural antioxidants. Its pharmacological potential in managing oxidative stress-related conditions such as diabetes, hypertension, and cardiovascular diseases makes it a promising candidate for therapeutic use. The similarities between this result and those reported in the literature justify the continued exploration of C. aconitifolius as a nutraceutical and useful food ingredient.

5. CONCLUSION

This research provides evidence that the methanolic extracts of *Cnidoscolus aconitifolius* leaves contain significant antioxidant properties which indicate that *Cnidoscolus aconitifolius* can serve as a valuable natural source of antioxidants, potentially helping in the management of diseases linked to oxidative damage. Overall, this research highlights the therapeutic potential of *Cnidoscolus aconitifolius* in combating oxidative stress and related health issues.

References

Adedara I.A., Klimaczewski C. V., Barbosa NB, Faronbi EO, Souza DO, Rocha JBT (22015a) Influence of Diphenyl diselenide on chlorpyrifos-Induced toxicity in Drosophila melanogaster. *J Trace Elem Med Biol 32:*52-59. http://doi.org/10:1016/j.jtemb.2015.05.00

Atuahene CC, Donkoh A, Poku-Prempeh YB, Twum IG. The nutritive value of chaya leaf meal (Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) Johnston): studies with broiler chickens. *Anim Feed Sci Techn*ol. 1999; 77(1/2):163-72. http://doi.org/dgmcb5.

Awoyinka, O.A., Balogun, I.O., Ogunnowo, A.A., (2007). Phytochemical screening and in vitro bioactivity of *Cnidoscolusaconitifolius* (Euphorbiaceae). *J. Med. Plant. Res*. 1, 63-65.

Babalola, J.O. & Opeyemi O.A, (2015). "Effect of processing methods on nutritional composition, phytochemicals, and anti-nutrient properties of chaya leaf (Cnidoscolus aconitifolius)." *African Journal of Food Science* 9, no. 12:560-565.

Baskar R, Rajeswari V, Kumar TS (2007). In-vitro antioxidant studies in leaves of Annona species *Indian Journal of Experimental Biology. 45* (5) 480-485. PMID: 17569293.

Chowdhury NS, Rahman MH, Alam MB, Jha MK, Hassan M, Khan MM, Rahman MS, Haque ME. Potentiality of Stephania japonica (Thunb.) Miers Leaf. International Journal of Pharmacology. (2007), 7(2): 257-262. Doi:10.3923/ijp.2011.257.262.doi:10.3923/ijb.2011.257.262.

Jack, M. & Wright, D., (2012). Role of advanced glycationendproducts and glyoxalase I in diabetic peripheral sensory neuropathy. *Translational Research*, *159*(5), 355-365.

Lata, H., & Dubey, A. K. (2016). Antioxidant activity of some traditional Indian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plant Research, 10* (6), 85–95.

Mensor, L.L., Menezes, F.S., Leitao, G.G., Reis, A.S., dos Santos, T.C., Coube, C.S., & Leitao, S. G. (2001). Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. Phytotherapy Research, 15(2). 127-130. https://doi.org/10.1002/ptr.687

Ogunmoyole, T., Olugbami, J. O., Ayoola, G. A., & Akinyemi, A. J. (2018). In vitro antioxidant activity and phytochemical evaluation of methanolic extract of Cnidoscolus aconitifolius leaves. *Journal of Food Biochemistry, 42*(1), e12441. https://doi.org/10.1111/jfbc.12441

Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Analytical Biochemistry, 95(2), 351-358. https://doi.org /10.1016/0003-2697(79)90738-3

Oladeinde, F.O., Kinyua, A.M., Laditan, A.A., Michelin, R., Bryant, J.L., Denaro, F., Makinde, J.M., Williams, A.L., Kennedy, A.P. and Bronner, Y., (2007). Effect of *Cnidoscolus aconitifolius*leaf extract on the blood glucose and insulin levels of inbred type 2 diabetic mice. *Cellular and Molecular Biology*, *53*(3), 34-41.

Olorunnisola, O. S., Bradley, G., & Afolayan, A. J. (2012). Anti-inflammatory and analgesic activities of aqueous extract of Cnidoscolus aconitifolius leaves in male Wistar rats. *Journal of Medicinal Plants Research, 6*(26), 4339–4345.

Omotoso, D. R., Akinmoladun, F. O., & Komolafe, O. (2018). Phytochemical and antioxidant analysis of Cnidoscolus aconitifolius leaf and root extracts. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, 10*(9), 347–351.

Oyagbemi, A.A., Odetola, A.A. and Azeez, O.I. (2011). Phytochemical investigation and proximate analysis on theleaves of *Cnidoscolus aconitifolius*. *Journal of medicinalfood*, *14*(3), 322-324.

Panghal A., Shaji A.O., Sajitharan D., Nain K., Garg M.K., Chhikara C. (2021). *Cnidoscolus aconitifolius*: Nutritional, phytochemical composition and health benefits – A review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*; 4(11): 260-286.

Pillai, K.K., Chidambaranathan, N., Halith, M.M., Jayaprakash, S.and Narayanan, N., (2012). Anti-hyperglycemic effect of alcoholicextracts of *Cnidoscolus chayamansa* in experimental diabetes and their effects on key metabolic enzymes involved incarbohydrate metabolism. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*, *2*(1), 164-178

Rahman, M.M., Islam, M.B., Biswas, M., & Khurshid Alam, A. H. (2015). In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of different parts of Tabebuia pallida growing in Bangladesh. BMC research notes, 8(1), 621.

Sarmiento-Franco L, Sandoval-Castro C, McNab J, Quijano-Cervera R, Reyes-Ramirez R., (2003). Effect of age of regrowth on chemical composition of chaya (Cnidoscolus aconitifolius) leaves. *J. Sci. Food Agric. 83*:609-612.

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF METHANOLIC EXTRACTS OF LEAF OF CNIDOSCOLUS ACONITIFOLIUS

SALAMI, Abimbola Rachael
Department of Science Laboratory Technology, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria
E-mail: mzbimmydrake@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-4872-8814

ABSTRACT

This study investigated the antioxidant potential of methanolic leaf extracts of Cnidoscolus aconitifolius using standard in vitro assays, including DPPH, nitric oxide, lipid peroxidation, and superoxide anion scavenging tests. The extracts exhibited notable radical scavenging activity, with IC_{50} values for the leaf extract recorded at 30.94 µg/ml (DPPH), 24.70 µg/ml (lipid peroxidation), 40.03 µg/ml (nitric oxide), and 26.38 µg/ml (superoxide anion), closely matching or complementing the activity of ascorbic acid. While the reference antioxidant (ascorbic acid) consistently showed higher efficacy, the extracts demonstrated the inhibition of oxidative radicals. These findings suggest that Cnidoscolus aconitifolius possesses substantial antioxidant activity attributable to its bioactive compounds, supporting its traditional use and potential application in the development of natural therapeutics against oxidative stress-related disorders.

Keywords: *Cnidoscolus aconitifolius*, antioxidant activity, DPPH assay, lipid peroxidation

1. INTRODUCTION

The global rise in health challenges and a surge in disease prevalence, as resulted into a greater emphasis being placed on enhancing quality of life through improved nutrition. The consumption of fruits and vegetables has gained prominence due to their known role in preventing chronic illnesses such as cardiovascular and neurodegenerative diseases. This shift in dietary preferences has led to greater demand for nutrient-rich, plant-based foods that promote overall wellness. Among such foods is *Cnidoscolus aconitifolius*, commonly known as chaya or tree spinach. It has been recognized for its significant health benefits (Babalola, *et al*., 2015). This leafy vegetable is noted for its ability to help regulate blood sugar and exhibit properties such as anti-inflammatory, anti-anemic, antimicrobial, and antioxidant effects (Panghal, *et al*., 2021). A member of the Euphorbiaceae family, this fast-growing shrub typically reaches heights of three to five meters and features large, dark green leaves. It thrives particularly well in warm climates and adapts to various environments, with lower moisture content than many leafy vegetables, including spinach.

Despite its potential, *Cnidoscolus aconitifolius* remains underutilized, mainly due to limited public awareness about its nutritional and medicinal value. The plant has been shown to contain high concentrations of fiber (31.165%), calcium (50 mg/g), iron (10 mg/g), potassium (20 mg/g), and vitamin C (892.025 mg/100 g) (Pillai *et al.*, 2012). These nutrients contribute to a range of health advantages, including managing diabetes, protecting heart health, supporting antimicrobial and anti-inflammatory responses, aiding blood formation, and offering potential anticancer effects (Panghal *et al.,* 2021). Also, Chaya leaf is an important component of the regular diet of indigenous communities because of its nutritional value. It contains dietary fiber, protein, minerals, vitamins A and C, flavonoids, and polyphenos (Jack *et. al.*, 2018), while its therapeutic benefits have been documented in certain studies (Panghal *et. al*., 2021).

Closely related to *Cnidoscolus chayamansa*, which it resembles in appearance but differs from its leaf shape, *Cnidoscolus aconitifolius* has long-standing uses in folk medicine. Traditionally consumed as a green vegetable, it has also been used to address ailments such as acne, vision problems, kidney stones, and obesity. Scientific investigations by Sarmiento-Franco and colleagues (2003), Awoyinka *et al.*, (2007), Oladeinde *et al*., (2007) and Oyagbemi *et al*. (2010) have demonstrated its antibacterial, anti-diabetic, and restorative effects,

particularly in cases of anemia and red blood cell damage caused by protein-energy malnutrition. Folklore also credits the plant with aiding in the treatment of insomnia, alcoholism, gout, scorpion stings, and enhancing cognitive and visual functions (Atuahene, Poku-Prempeh & Twun, 1999).

The increasing relevance of *Cnidoscolus aconitifolius*, whether as a leaf, powder, or extract, has contributed to its rising commercial value. It is rich in vitamin A, essential for vision, cellular development, immune function, and gene regulation. The plant also supplies vitamin E, a strong antioxidant that protects against free radical damage and supports the function of red blood cells and muscles. With all these health benefits of Cnidoscolus aconitifolius plant, there is dearth of knowledge on comparing the antioxidant property of the leaf and stem. Therefore, this study was conducted to explore the antioxidant property of the leaves and stem of *Cnidoscolus aconitifolius*.

2. METHODOLOGY

CHEMICALS

All chemicals and reagent used in this study were of laboratory standard

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), Trichloroacetic acid (TCA), Catechin (standard antioxidant), Thiobarbituric acid (TBA), Sulfanilamide, Phosphate buffer saline (PBS), Naphthylethylenediamine dihydrochloride, Methanol, Sodium nitroprusside and Distilled water.

Plant Collection and preparation

Cnidoscolus aconitifolius plant was sourced from a local farmland in Itolu area, Ilaro, Ogun State. The plant was identified by Doc. Odewo at the Forest Herbarium Ibadan. *Cnidoscolus aconitifolius* leaves were separated from the stem and branches, washed in clean running tap water and air dried for 21days to obtain a moisture free plant material. After drying, the samples were blended to coarse materials separately, and stored in sealed airtight containers until required for extraction.

Preparation of Methanol Extract of *Cnidoscolus aconitifolius*

For 72-h, 100-g of each ground\samples was soaked in 500-mL of methanol, swirling constantly every 2-h. The mixture was filtered through a muslin cloth to separate the residue from the filtrate. And methanol was removed from the filtrate using a rotary evaporator, after which the obtaining extract was dried in a regulated water bath at 40ºC to remove any residual solvent, leaving behind the concentrated extract. The extract was stored at 4ºC and further taken for analysis.

ANTIOXIDANT PROCEDURE

Free Radical Scavenging Activity (DPPH)

The samples DPPH radical scavenging activity was performed using the methodology described by Mensor *et al*., (2001) and Adedara *et al.,* 2015. Briefly, 10mg of DPPH was dissolved in 100mL of methanol to prepare the stock solution. Therefore, 1mL of the solution was added to the crude extract ascorbic acid at concentrations of 50, 100, 200, 400, and 800µg/mL each in a test-tube. After 30minutes of dark incubation at room temperature, the absorbance at 517nm was measured.

Lipid Peroxidation Inhibition Activity

The lipid peroxidation inhibitor activity of the extract was evaluated using the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method as described by Ohkawa, Ohishi, and Yagi (1979) with modifications. A 10% (w/v) egg yolk homogenate prepared in 1.15% KCL served as the lipid-rich substrate. The reaction mixture contained 0.5ml of the homogenate, 0.2mL of the test extract at different concentrations, 0.1ml of FeSo4

solution (100µm), and 0.1mL of ascorbic acid (100µm) to initiate lipid peroxidation. For the blank, the initiators were omitted, while the control contained all reagents except the test extract. The mixtures were incubated at 37ºC for 30minutes.

Lipid peroxidation was terminated by adding 1.0mL of TBA reagent (0.375% thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid containing 0.25N HCL), followed by heating at 95-100ºC for 15minutes. The tubes were cooled and centrifuged at 3000 rpm for 10minutes, and the absorbance of the supernatant was read at 532nm.

Nitric Oxide Scavenging Activity

The technique outlined by Lata and Dubey (2016) was used to test the nitric oxide (NO) radical scavenging activity of Cnidoscolus aconitifolius. The plant extract-(100-500µg/mL) was dissolved each in methanol-at various concentration of 50, 100, 200, 400, and 800µg/mL. It was combined with sodium nitroprusside (1.5M) in phosphate buffered saline and incubated at 25^{0}C for five hours at room temperature. 1.5-mL of the incubated solution were taken out and diluted with 0.5mL of Griess reagent the absorbance was measured at 546nm.

Superoxide (SO) Radical Scavenging Activity

Superoxide scavenging activity of the extract was tested using the method reported by Rahman *et al*., (2015). About 500-µL of the varied concentrations (100µg/mL-1500µg/mL) of the crude extracts of Cnidoscolus aconitifolius was added to 1-mL of Dimethyl Sulphoxide (DMSO) in different test tubes and then 200-µL of Nitroblue Tetrazolium (NBT) was added. The solutions were made using 0.1M Sodium phosphate buffer (pH 7.4). The absorbance was measured at 540 and 560nm.

3. RESULT AND DISCUSSION

Results

The leaf extracts of Cnidoscolus aconitifolius and ascorbic acid standard gave a concentration dependent increase in all the radical scavenging assays. The leaf extracts had better DPPH scavenging activity, although not as strong as ascorbic acid the standard drug, as shown in Figure 1. The nitric oxide activity revealed that the leaf extracts had similar scavenging activity in Figure 2. The graph in Figure 3 also shows the extract possess notable superoxide radical scavenging ability. In Figure 4 the lipid peroxide shows the leaf possesses stronger antioxidant potential which will be effective in suppressing oxidative damage caused by free radical.

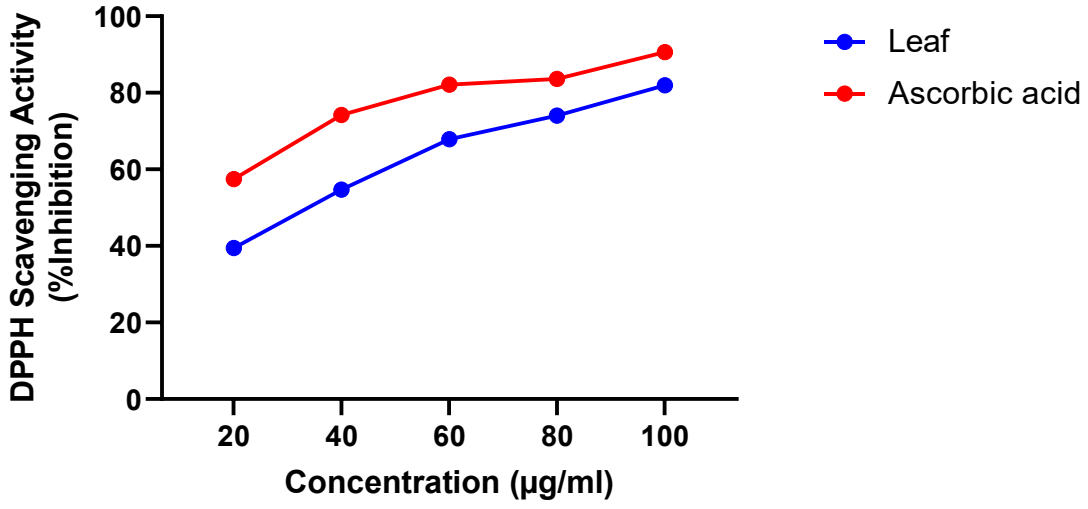


Figure1. Percentage inhibition of DPPH Scavenging activity against various concentration of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

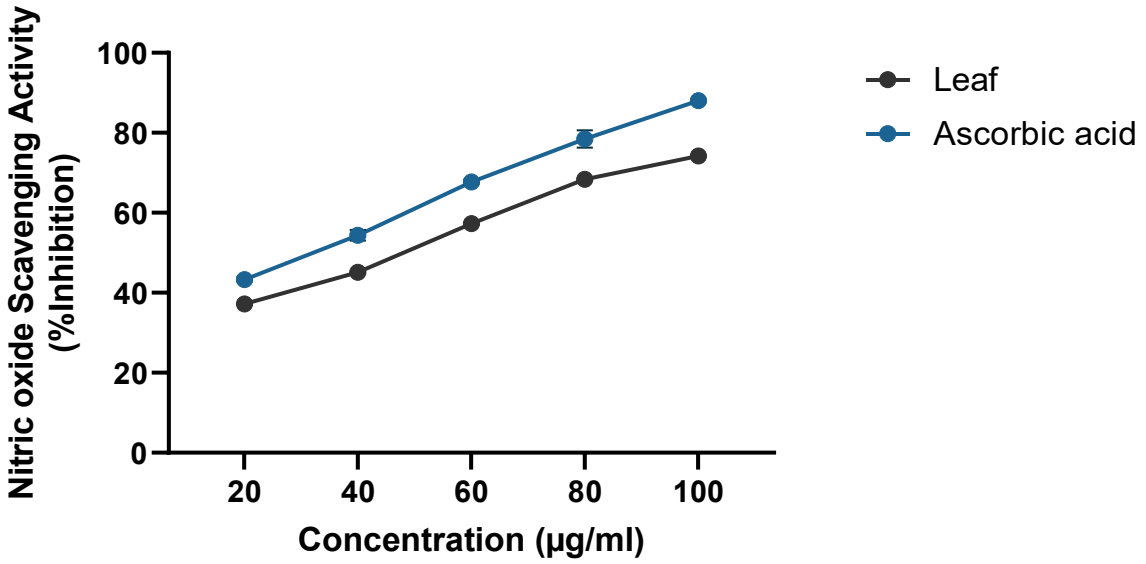


Figure 2. Percentage inhibition of Nitric Oxide Scavenging activity against various concentrations of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

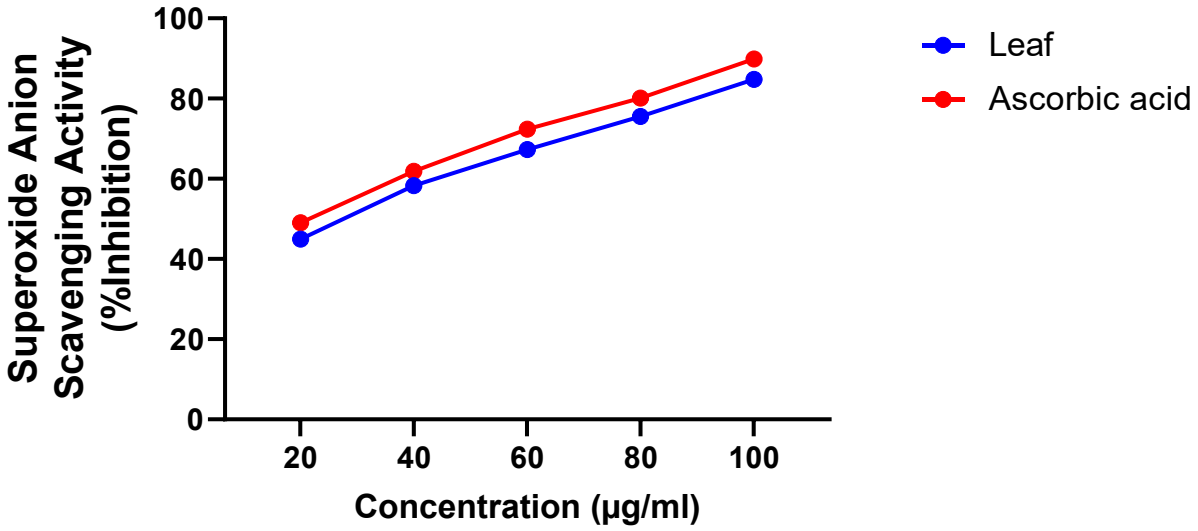


Figure 3. Percentage inhibition of Superoxide Anion Scavenging Activity against various concentration of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

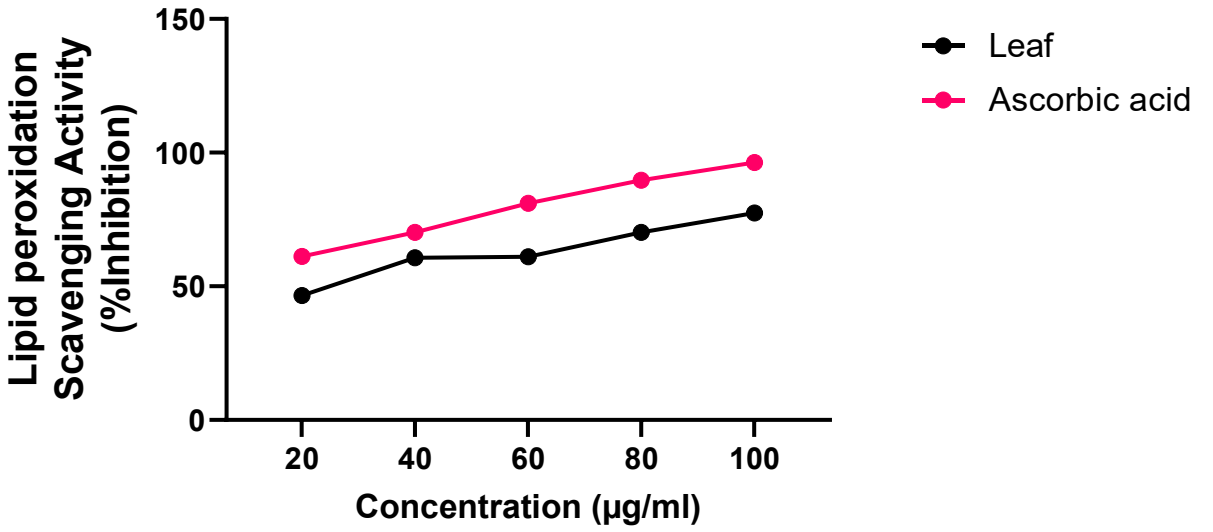


Figure 4. Percentage inhibition of Lipid Peroxidation scavenging activity against various concentrations of Cnidoscolus aconitifolius leaf extracts.

4. TABLE OF RESULTS

(DPPH, NITRIC OXIDE, SUPEROXIDE ANION, LIPID PEROXIDE)

IC_{50} (µg/mL)

	Leaf	**Ascorbic acid**
DPPH	30.94	15.19
Lipid peroxidation	24.70	15.06
Nitric oxide	40.03	28.64
Superoxide Anion	26.38	22.65

DISCUSSION

The antioxidant activity of plant extracts is often evaluated using the DPPH radical scavenging assay, which is a widely accepted method due to its simplicity and reproducibility (Baskar *et al*., 2007). Antioxidants scavenge DPPH by donating a proton, resulting in reduced DPPH, which is measured by a drop in absorbance (Chowdhury *et al.,* 2011). In this study, the methanolic leaf extracts of Cnidoscolus aconitifolius demonstrated DPPH radical scavenging activity, with IC_{50} values of 30.94µg/mL and 15.19µg/mL for the standard antioxidant, ascorbic acid. This result aligns closely with the findings of Ogunmoyole *et al*. (2018), who reported that methanolic extracts of C. aconitifolius leaves showed dose-dependent DPPH scavenging activity, with an IC_{50} of 32.8µg/mL. Their work supports the observation that the leaf extract exhibits stronger antioxidant capacity than the stem extract, potentially due to higher concentrations of polyphenolic compounds in the leaves.

Furthermore, Nitric oxide (NO) scavenging activity is vital due to the role of NO in inflammatory and oxidative stress pathways. This study revealed IC_{50} values of 40.03µg/mL (leaf) which, although less potent than ascorbic

acid (IC_{50}= 28.64 µg/ml), still indicate significant NO scavenging potential. This supports the findings of Olorunnisola *et al*. (2012), who demonstrated that aqueous and methanolic extracts of C. aconitifolius significantly inhibited nitric oxide production in LPS-induced macrophage cells, further confirming the plant's potential to modulate inflammatory responses.

The antioxidant activity observed in the leaf extracts in particular, may be attributed to the presence of flavonoids, tannins, saponins, and other phytochemicals, as previously reported by Omotoso *et al*. (2018), who profiled the phytochemical constituents of C. aconitifolius and linked them to antioxidant and anti-inflammatory effects.

The lipid peroxidation assay revealed that the extract produced an inhibition value of 24.70%, which was higher than that of the standard antioxidant, ascorbic acid (15.06%). This indicates that the extract is more effective in protecting lipids against oxidative degradation. The stronger activity may be linked to the presence of phytochemical such as flavonoids and phenolic compounds, which are known to scavenge free radicals and chelate pro-oxidant metal ions. Unlike ascorbic acid, which acts mainly as a single antioxidant molecule, plant extracts often exhibit addictive or synergistic effects from different bioactive constituents, resulting in enhanced activity. These findings support the potential of the extract as a natural antioxidant capable of reducing oxidative stress (Ohkawa, Ohishi, & Yagi, 1979).

Collectively, these findings reinforce the growing body of evidence that C. aconitifolius is a valuable source of natural antioxidants. Its pharmacological potential in managing oxidative stress-related conditions such as diabetes, hypertension, and cardiovascular diseases makes it a promising candidate for therapeutic use. The similarities between this result and those reported in the literature justify the continued exploration of C. aconitifolius as a nutraceutical and useful food ingredient.

5. CONCLUSION

This research provides evidence that the methanolic extracts of *Cnidoscolus aconitifolius* leaves contain significant antioxidant properties which indicate that *Cnidoscolus aconitifolius* can serve as a valuable natural source of antioxidants, potentially helping in the management of diseases linked to oxidative damage. Overall, this research highlights the therapeutic potential of *Cnidoscolus aconitifolius* in combating oxidative stress and related health issues.

References

Adedara I.A., Klimaczewski C. V., Barbosa NB, Faronbi EO, Souza DO, Rocha JBT (22015a) Influence of Diphenyl diselenide on chlorpyrifos-Induced toxicity in Drosophila melanogaster. *J Trace Elem Med Biol 32:*52-59. http://doi.org/10:1016/j.jtemb.2015.05.00

Atuahene CC, Donkoh A, Poku-Prempeh YB, Twum IG. The nutritive value of chaya leaf meal (Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) Johnston): studies with broiler chickens. *Anim Feed Sci Techn*ol. 1999; 77(1/2):163-72. http://doi.org/dgmcb5.

Awoyinka, O.A., Balogun, I.O., Ogunnowo, A.A., (2007). Phytochemical screening and in vitro bioactivity of *Cnidoscolusaconitifolius* (Euphorbiaceae). *J. Med. Plant. Res*. 1, 63-65.

Babalola, J.O. & Opeyemi O.A, (2015). "Effect of processing methods on nutritional composition, phytochemicals, and anti-nutrient properties of chaya leaf (Cnidoscolus aconitifolius)." *African Journal of Food Science* 9, no. 12:560-565.

Baskar R, Rajeswari V, Kumar TS (2007). In-vitro antioxidant studies in leaves of Annona species *Indian Journal of Experimental Biology. 45* (5) 480-485. PMID: 17569293.

Chowdhury NS, Rahman MH, Alam MB, Jha MK, Hassan M, Khan MM, Rahman MS, Haque ME. Potentiality of Stephania japonica (Thunb.) Miers Leaf. International Journal of Pharmacology. (2007), 7(2): 257-262. Doi:10.3923/ijp.2011.257.262.doi:10.3923/ijb.2011.257.262.

Jack, M. & Wright, D., (2012). Role of advanced glycationendproducts and glyoxalase I in diabetic peripheral sensory neuropathy. *Translational Research*, *159*(5), 355-365.

Lata, H., & Dubey, A. K. (2016). Antioxidant activity of some traditional Indian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plant Research, 10* (6), 85–95.

Mensor, L.L., Menezes, F.S., Leitao, G.G., Reis, A.S., dos Santos, T.C., Coube, C.S., & Leitao, S. G. (2001). Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. Phytotherapy Research, 15(2). 127-130. https://doi.org/10.1002/ptr.687

Ogunmoyole, T., Olugbami, J. O., Ayoola, G. A., & Akinyemi, A. J. (2018). In vitro antioxidant activity and phytochemical evaluation of methanolic extract of Cnidoscolus aconitifolius leaves. *Journal of Food Biochemistry, 42*(1), e12441. https://doi.org/10.1111/jfbc.12441

Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Analytical Biochemistry, 95(2), 351-358. https://doi.org /10.1016/0003-2697(79)90738-3

Oladeinde, F.O., Kinyua, A.M., Laditan, A.A., Michelin, R., Bryant, J.L., Denaro, F., Makinde, J.M., Williams, A.L., Kennedy, A.P. and Bronner, Y., (2007). Effect of *Cnidoscolus aconitifolius*leaf extract on the blood glucose and insulin levels of inbred type 2 diabetic mice. *Cellular and Molecular Biology*, *53*(3), 34-41.

Olorunnisola, O. S., Bradley, G., & Afolayan, A. J. (2012). Anti-inflammatory and analgesic activities of aqueous extract of Cnidoscolus aconitifolius leaves in male Wistar rats. *Journal of Medicinal Plants Research, 6*(26), 4339–4345.

Omotoso, D. R., Akinmoladun, F. O., & Komolafe, O. (2018). Phytochemical and antioxidant analysis of Cnidoscolus aconitifolius leaf and root extracts. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, 10*(9), 347–351.

Oyagbemi, A.A., Odetola, A.A. and Azeez, O.I. (2011). Phytochemical investigation and proximate analysis on theleaves of *Cnidoscolus aconitifolius*. *Journal of medicinalfood*, *14*(3), 322-324.

Panghal A., Shaji A.O., Sajitharan D., Nain K., Garg M.K., Chhikara C. (2021). *Cnidoscolus aconitifolius*: Nutritional, phytochemical composition and health benefits – A review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*; 4(11): 260-286.

Pillai, K.K., Chidambaranathan, N., Halith, M.M., Jayaprakash, S.and Narayanan, N., (2012). Anti-hyperglycemic effect of alcoholicextracts of *Cnidoscolus chayamansa* in experimental diabetes and their effects on key metabolic enzymes involved incarbohydrate metabolism. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*, *2*(1), 164-178

Rahman, M.M., Islam, M.B., Biswas, M., & Khurshid Alam, A. H. (2015). In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of different parts of Tabebuia pallida growing in Bangladesh. BMC research notes, 8(1), 621.

Sarmiento-Franco L, Sandoval-Castro C, McNab J, Quijano-Cervera R, Reyes-Ramirez R., (2003). Effect of age of regrowth on chemical composition of chaya (Cnidoscolus aconitifolius) leaves. *J. Sci. Food Agric. 83*:609-612.

SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR DYE POLLUTION: BANYAN TREE LEAVES POWDER

Assoc. Prof. Dr Rozina Khattak
Department of Chemistry, Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar 25000, Pakistan
Email: rznkhattak@yahoo.com

Abstract

Banyan tree leaves powder, recognized as an economical biosorbent, was employed to remove brilliant green (BG), a cationic dye, from aqueous solutions. Batch model experiments were performed by varying operational parameters such as the initial concentration of the dye solution, contact time, adsorbent dosage, and the pH of the solution, in order to identify the optimal conditions for BG dye removal. Under these ideal conditions, a maximum removal percentage of 97.3% and an adsorption capacity (Qe) of 19.5 mg/g were achieved (at pH 8, an adsorbent dosage of 0.05 g, a dye concentration of 50 ppm, and a contact time of 60 minutes). The linear fit value, R^2, of the Freundlich adsorption isotherm was found to be 0.93, indicating a strong correlation with our experimental data. The adsorption of BG onto the selected biosorbent follows pseudo-second-order kinetics (R^2 = 0.99), suggesting that the transfer of internal and external mass occurs simultaneously. This study emphasizes the exceptional adsorption capacity of Banyan tree leaves for the removal of cationic BG dye from aqueous solutions, offering a cost-effective approach for treating industrial effluents (wastewater).

HARNESSING NATURE: *DODONAEA VISCOSA* FOR DYE POLLUTION CONTROL

Assoc. Prof. Dr Rozina Khattak
Department of Chemistry, Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar 25000, Pakistan
Email: rznkhattak@yahoo.com

Abstract

Azo dyes are known to be mutagenic and have detrimental effects on both the environment and human health. Acid Red 2 (AR2) is a specific azo dye that was successfully eliminated through biosorption using the bark of the *Dodonaea viscosa* plant. Under optimized conditions, the bark demonstrated a 73% adsorption rate of AR2. The optimization of experimental conditions involved analyzing the influence of time, initial dye concentration, pH, and ionic strength on the adsorption process in an aqueous environment. The highest adsorption rate (73%) for the removal of MR (500 ppm) was recorded under highly acidic conditions (pH = 1) with a contact duration of 75 minutes. The pseudo-second-order kinetic model and the Freundlich adsorption isotherm were found to be the most suitable for describing the adsorption of MR onto the bark of the *D. viscosa* plant. Additionally, it was revealed that the bark powder exhibited superior adsorption capacity compared to animal charcoal, silica gel, powdered flowers, and the leaves of the same plant species.

THE ROLE OF SHARIA CROWDFUNDING AS AN INNOVATIVE FINANCING ALTERNATIVE FOR ISLAMIC ART AND CULTURE PROJECTS

Gita Oktavia Rosita
Faculty of Economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email : gitaoktafia6@gmail.com

Abstract

The creation and protection of Islamic art and culture are very important for keeping religious identity and heritage alive. But, it's often hard to get traditional funding, which makes it tough for Islamic art and culture projects to grow and stay going. In recent years, a new way of getting money called Sharia-compliant crowdfunding has come up as a good alternative. This method fits with the rules and values of Islam. This study looks at how Sharia crowdfunding can help solve money problems for Islamic art and culture projects. Using a descriptive qualitative method, the paper looks at the main ideas of Sharia crowdfunding, like sharing risks, being open and honest, and not using interest. It explains how these ideas help support projects that follow Islamic values. The research also shows examples of successful projects and platforms that have brought together community money for things like Islamic calligraphy, architecture, music, literature, and traditional crafts. The results show that Sharia crowdfunding makes it easier for more people to get money, helps build stronger communities, and has a bigger social effect. This helps keep the cultural and spiritual parts of Muslim societies strong. Also, using new technology in Sharia crowdfunding platforms makes things more efficient, trustworthy, and easier to scale. The study ends by saying Sharia crowdfunding is a good alternative to get money in a way that's ethical and sustainable for Islamic art and culture. But it says that better rules, how the platforms are run, and teaching people about investing are needed. This paper adds to the conversation about new ideas in Islamic finance and cultural growth, giving useful advice for artists, cultural groups, investors, and government leaders.

Keyword: Sharia crowdfunding, Islamic finance, art and culture, fintech, alternative financing, ethical investment.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF MONEY TRANSFORMATION IN THE GLOBAL ECONOMY: FROM PHYSICAL MONEY TO ELECTRONIC MONEY

ROFIYANA
Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-3921-4841
HENDRI HERMAWAN ADINUGRAHA
Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-5488-8252

The purpose of this article is to analyze how the change from physical to electronic money impacts the world economy. Electronic money is increasingly used in economic transactions due to advances in digital technology, replacing cash as the primary medium of exchange. By switching from physical money to electronic money, the role of money in the world economy has changed. This research method is a descriptive qualitative approach, and secondary data is collected through literature studies from various scientific sources. The main sources in this research include books and journals. For centuries, physical money, such as coins and paper, has been the main medium of exchange. The world of technology and information has evolved with the times, and one of them is the payment system, especially for buying and selling transactions. Digital money, also known as electronic money, was created as a result of technological advancements in the contemporary era. The change from physical money to electronic money has the impact of accelerating economic transactions and efficiency, reducing the use of cash, disrupting the national banking system, creating digital currencies in central banks, influencing monetary policy, causing cryptocurrency volatility.

Keywords: Transformation,Physical money, Electronic money, and the global economy

THE ROLE OF MUDHARABAH CONTRACTS IN MICRO BUSINESS DEVELOPMENT AT BAITUL MAAL WAT TAMWIL (BMT) INDONESIA

Kholimah
Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-1927-1308

Abstract

This research aims to analyze the extent of BMT's role in micro business development through mudharabah financing. The method used in this research is descriptive qualitative, with data sources (library research), namely literature studies sourced from several literatures such as books and related journals. Micro businesses play an important role in the Indonesian economy, but they still face obstacles in accessing fair financing. The conventional system of interest and collateral often burdens small businesses. As an alternative, Baitul Maal wat Tamwil (BMT) offers a sharia-compliant system, one of which is through mudharabah contracts that emphasize the principles of profit sharing and fairness without interest. Studies show that mudharabah financing at BMT has been proven to encourage the productive development of micro businesses. This scheme gives business owners the flexibility to grow without the burden of fixed payments. In addition to capital, BMT also provides sharia guidance and supervision so that the risk of business failure can be minimized. Although there are still challenges such as low financial literacy and the potential for moral hazard, BMT's coaching and supervision strategies can strengthen the success of micro businesses. With technological innovation and broader collaboration, mudharabah has the potential to become a sustainable sharia financial instrument that is relevant to the needs of small communities.

Keywords: Baitul Maal wat Tamwil (BMT), Micro business, Mudharabah agreement.

TİCARET SAVAŞI VE GELİŞMEKTE OLAN EKONOMİLERDE HİSSE SENEDİ PİYASASI OYNAKLIĞINA ETKİSİ: ENDONEZYA'DAN AMPİRİK BİR ÇALIŞMA

Full Name: Mukti Wibowo
Affiliation/Institution: UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Email Address: mukti.wibowo@mhs.uingusdur.ac.id
mukti.wibowo@mhsuingusdur.ac,id

Özet

Ticaret savaşları, son yıllarda küresel ekonomik belirsizliğin en önemli kaynaklarından biri haline gelmiştir. Amerika Birleşik Devletleri ile Çin arasındaki çatışma bunun en belirgin örneğini oluşturmaktadır. Bu tür anlaşmazlıklar yalnızca doğrudan taraf olan ülkeleri etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda Endonezya gibi gelişmekte olan ülkelere de yayılma etkileri (*spillover effects*) yaratmaktadır. Bu çalışma, Endonezya borsasının volatilitesi üzerindeki ticaret savaşı dinamiklerinin etkisini incelemekte; özellikle Jakarta Bileşik Endeksi (JCI) ve dışsal şoklara duyarlı sektörel endeksler üzerinde durmaktadır. *Event study* yöntemi ve volatilite analizi kullanılarak, ABD–Çin ticaret savaşı sırasında yapılan açıklamalar, tarife artışları ve müzakere süreçlerinin yatırımcı duyarlılığını ve sermaye akışlarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bulgular, Endonezya borsasının özellikle küresel ticarete bağımlı sektörlerde (imalat, emtia ve finans) ticaret savaşının tırmanış dönemlerinde artan volatilite yaşadığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, gerilimin azalması veya olumlu müzakereler kısa vadede piyasanın istikrarına katkıda bulunmuştur. Sonuçlar, gelişmekte olan ülkelerin küresel ticaret çatışmalarına karşı kırılganlığını vurgularken, dışsal riskleri azaltmak için stratejik ekonomik diplomasiye, çeşitlendirmeye ve sağlam iç politikaya duyulan ihtiyacı da ön plana çıkarmaktadır. Bu makale, ticaret savaşlarının yatırımcı davranışlarını ve piyasa dinamiklerini şekillendirmede kritik bir rol oynadığını ve Endonezya'nın bu bağlamda dikkate değer bir vaka olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ticaret savaşı, borsa volatilitesi, gelişmekte olan ekonomiler, Endonezya, *event study*.

TRADE WAR AND ITS IMPACT ON STOCK MARKET VOLATİLİTY İN EMERGİNG ECONOMİES: AN EMPİRİCAL STUDY FROM INDONESİA

Abstract

Trade wars have become one of the most significant sources of global economic uncertainty in recent years, with the U.S.–China conflict serving as the most prominent example. Such disputes do not only affect the economies of the countries directly involved but also generate spillover effects on emerging markets, including Indonesia. This study investigates the impact of trade war dynamics on the volatility of the Indonesian stock market, with a particular focus on the Jakarta Composite Index (JCI) and sectoral indices that are sensitive to external shocks. Employing an event study methodology and volatility analysis, this research identifies how announcements, tariff escalations, and negotiations during the U.S.–China trade war influenced investor sentiment and capital flows in Indonesia. The findings reveal that Indonesia's stock market exhibited heightened volatility during periods of trade war escalation, particularly in sectors reliant on global trade such as manufacturing, commodities, and finance. Conversely, phases of de-escalation or positive negotiations contributed to short-term market stabilization. These results highlight the vulnerability of emerging economies to global trade conflicts while emphasizing the importance of strategic economic diplomacy, diversification, and sound domestic policy to mitigate external risks. This paper concludes that trade wars, as a form of international economic tension, play a critical role in shaping investor behavior and market dynamics in emerging markets, with Indonesia serving as a compelling case study.

Keywords: Trade war, stock market volatility, emerging economies, Indonesia, event study.

PUBLIC UNDERSTANDING OF SHARIA PRINCIPLES AS A DRIVING FACTOR FOR SAVING IN ISLAMIC BANKS

Farhan
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-6327-764X

Abstract

The purpose of this study is to obtain a thorough grasp of how the public's perception of Sharia law affects their choice to save in Islamic banks. Sharia principles are the fundamental tenets that set Islamic banks apart from traditional banks in the context of Islamic banking, especially with regard to the application of justice ideals, profit-sharing arrangements, and the ban on interest (riba). This study uses a qualitative methodology and a case study approach with multiple urban Islamic bank clients. To investigate the viewpoints and individual experiences of the clients, information was gathered via in-depth interviews, observations, and documentation. The findings of the study demonstrate that there is a wide range in the public's comprehension of sharia principles, from a basic comprehension of the ban on usury to a more sophisticated comprehension of contracts and sharia banking products. While some respondents feel that sharia banks offer greater peace of mind and are more in line with Islamic ideals, the majority of respondents said that their primary reason for saving in sharia banks is their religious desire to abstain from usury activities. Customers' choices are also influenced by their level of faith in the organization and its religious reputation. The decision to save is more motivated by religious conviction than by technical knowledge, though, as this study also revealed that there are still gaps in our awareness of the workings of sharia products. Thus can be said that even while the public's comprehension of sharia principles is frequently still normative and simplistic, it significantly influences their decision to save in Islamic banks. The study's conclusion is that Islamic banks should play a more active role in educating and educating the public so that they not only save money because of their faith but also fully comprehend the benefits of sharia goods.

Keywords: public understanding, Sharia principles, saving, motivation, Islamic bank.

THE EFFECT OF INVESTMENT IN CREATIVE ECONOMY ON THE DEVELOPMENT OF HALAL INDUSTRY SECTOR IN INDONESIA

Nova Safitri
Faculty of islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email: safitrinova994@gmail.com

Abstract

The role of investment in the creative economy is one of the key factors driving the development of the halal industry in Indonesia. Through the provision of capital and innovation, this sector is able to improve the quality and added value of halal products so that they are more competitive in the international market. Increased investment flows also open up new employment opportunities that support national economic growth. In addition, partnerships between creative economy players and the halal industry accelerate digital transformation while expanding market access. The high public awareness and preference for safe and quality halal products also strengthens demand. Government support through regulatory policies and investment incentives further strengthens the foundation of the halal ecosystem in Indonesia. Therefore, the integration of creative economy investment with the halal industry creates a sustainable competitive advantage. The findings of this study indicate that effective investment allocation in the creative economy sector is a key strategy in accelerating the development of the national halal industry.

Keywords: Investment, creative economy, halal industry, competitiveness, Indonesia

LITERATURE REVIEW: THE ROLE OF FAMILY HARMONY IN SHAPING CHILDREN'S MENTAL HEALTH AND ACHIEVEMENT

Nadia Safitri
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
EMAIL: nadiaasss1504@gmail.com

Abstract:

This study discusses the role of family harmony in shaping children's mental health and academic achievement through a literature review. The background shows that harmonious families are characterized by open communication, emotional support, and adaptive parenting, which create a protective environment that strengthens children's motivation to learn and psychological well-being. This study aims to summarize empirical results that explain how the quality of family relationships affects children's psychosocial well-being and academic achievement. The method used in this study is a systematic literature review with a selection of relevant sources from various scientific journals that examine family harmony, parenting, family communication, and the impact of broken homes. The results of the study show consistent findings that family harmony improves children's mental health, reduces anxiety and depression, improves psychological well-being, and improves emotional regulation, which in turn supports intrinsic motivation and academic achievement. Harmonious families also appear to be better able to provide structure, role modelling, and practical support that increases learning engagement and academic outcomes. In addition, this study shows that risk factors such as economic pressure, domestic conflict, or broken homes reduce these positive effects. These findings are supported by evidence highlighting the role of mindful family talk, parental involvement as role models, and family educational activities that strengthen children's resilience and academic capacity. The practical implications are the implementation of mindful communication programs in families, the strengthening of participatory parenting patterns, and the provision of social support services for vulnerable families. In conclusion, systematic efforts to build and maintain harmony in families through open communication, emotional support, and consistent parenting patterns serve as key strategies in strengthening children's mental health while increasing their chances of academic success.

Keywords: Family harmony, mental health, children's achievement.

MANAGEMENT INFORMATİON SYSTEMS: FUNDAMENTALS AND THEİR ROLE İN ORGANİZATİONS

Ivana Aliyatun Nisa
Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ivana.aliyatun.nisa@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Management Information System (SIM) is one of the driving components in the modern organizational world. not just a tool, but the main foundation in organizing data, supporting operations, and providing information needed in the decision-making process. SIM can be seen as an integrated system that utilizes information technology to collect, store, process, and present data so that it can be used by management at various levels of the organization. With a SIM, organizations can manage information systematically so that effectiveness and efficiency are achieved in carrying out daily activities.

The main components of a SIM include hardware, software, databases, procedures, as well as the active role of human resources. Hardware and software serve as technical means, while databases are at the heart of Information Management. Procedures ensure a more structured flow in the use of the system, while the role of humans still remains a determinant of its success because they are the ones who control, lead, and translate the results produced by the system. Synergy between technology and Human Resources is what makes SIM not just a tool but a work system that supports the achievement of organizational goals.

In its implementation, SIM can be in the form of various systems, including Enterprise Resource Planning (ERP) that places the integration of key business functions, Supply Chain Management (SCM) that manages the supply chain, to Executive Information System (EIS) that presents strategic information to leaders. These systems help organizations manage business processes in an integrated manner, improve the Coordination of parts, and deliver accurate and relevant information. As a result, organizations can adapt quickly to the changing dynamic business environment.

Despite that, the implementation of SIM is not free from challenges. Problems can range from expensive costs, integration problems, use resistance, to no human resource ability to take advantage of new technologies. In addition, a mature implementation plan is needed, such as the provision of training, management support, and long-term planning so that the SIM can really add value to the organization.

Overall, Management Information Systems have a significant role in improving quality decisions and supporting the sustainability of an organization. Through effective utilization, mis not only improves operational efficiency, but provides competitive competitiveness through better information in its management.

Keywords: Management Information System, Organization, decision making, efficiency, Information Technology.

SHARIA ECONOMIC LEGAL STRATEGY IN PROMOTING FINANCIAL INCLUSION FOR MSMEs

MUHAMMAD KHOTIBUL UMAM & FITRI KURNIAWATI
muhammad.khotibul.umam@uingusdur.ac.id fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id
Faculty of Islamic and Business, UIN K.H Addurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The purpose of this study is to examine how Islamic economic law strategies can help MSMEs in Indonesia become more financially inclusive. This research was conducted qualitatively through a literature review. Data were collected from secondary sources such as journals, books, and policy documents. The results show that Islamic economic law provides a fair and inclusive financing framework through instruments such as mudharabah, musyarakah, and qard al-hasan, which are in accordance with Islamic values. However, many problems hinder its implementation, such as a lack of knowledge about Islamic finance, the lack of Islamic financial institutions available in certain areas, and regulatory complexity. Among the solutions offered are (1) improving education and marketing of Islamic products; (2) digitizing Islamic financial services based on fintech; (3) simplifying regulations; and (4) collaboration between various stakeholders. According to this study, an integrated Islamic economic law approach with digital policies and a collaborative approach can expand financial inclusion for MSMEs in a just and sustainable manner.

Keywords: Sharia economic law; financial inclusion; MSMEs; regulation; digitalization.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ARAB SECONDARY EDUCATION: DIVERGING PERSPECTIVES OF TEACHERS AND PRINCIPALS

Dr. Haneen Vasel
Beit Berl College, Faculty of Education, Israel

Abstract

This paper examines how Arab teachers and principals in Israel conceptualize the integration of Artificial Intelligence in Education (AIED) within secondary schools. The study seeks to illuminate both the educational potential of AIED and the challenges that accompany its implementation in a minority context.

Drawing on a multiple case study design, semi-structured interviews were conducted with twelve teachers and twelve principals working in Arab secondary schools. This methodology allowed for the comparison of classroom-based practices with leadership-level considerations.

Teachers described their efforts to harness AIED for personalized learning, increased student engagement, and the redefinition of the teacher's role toward facilitation rather than instruction. Principals, however, emphasized the lack of formalized policies, ethical guidelines, and targeted professional development. Although both groups conveyed interest and optimism, obstacles such as ethical dilemmas, infrastructural shortcomings, knowledge gaps between students and teachers, and limited institutional support emerged as pressing concerns.

Using the TPACK framework, the analysis revealed teachers' ability to combine technological, pedagogical, and content knowledge in their daily practice, contrasted with the more abstract and managerial orientation expressed by principals. These findings underscore the dissonance between practice-oriented knowledge and administrative priorities and point to the need for professional development initiatives and policy measures tailored to the Arab educational sector in Israel.

Keywords: Artificial Intelligence in Education; Arab Teachers and Principals; Secondary Schools; TPACK; Implementation Challenges

THE DYNAMICS OF SHARIA ECONOMIC LAW IN THE GLOBAL ECONOMIC SYSTEM

Cantika Hanaina Zati[1], Fitri Kurniawati[2]
[1,2] Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
cantika.hanaina.zati@mhs.uingusdur.ac.id
fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id

Abstract

Islamic economic law, which is based on Islamic sharia principles such as the prohibition of riba, gharar, and maisir, as well as an emphasis on social justice, has developed into an important component of the global economic system. This research analyzes the dynamics of Islamic economic law in a global context, including its development, challenges, and prospects for the future. The research method used is qualitative, with literature review as the main data collection technique so as to provide a thorough understanding. The results show that Islamic economic law has proven to be resilient to the financial crisis, as well as gaining attention as a stable and ethical system. This is further reinforced by innovations such as Islamic fintech expanding financial inclusion, and sukuk providing alternative global investment instruments. Challenges such as regulatory harmonization, low literacy, and fatwa standardization still need to be addressed. The outlook is promising, especially with the rising Muslim population, demand for halal products, and integration of technology, pushing Indonesia to become a global Islamic economic hub. This study highlights that despite some challenges such as lack of regulatory harmonization between countries, low Islamic financial literacy, and differences in fatwa standards, the prospects remain very promising. The rapid growth of the Muslim population, the increasing demand for halal products and services, and the integration of digital technology are important factors supporting Indonesia's strengthening role towards becoming a global Islamic economic center. This study confirms that the successful implementation of Islamic economic law requires synergy between the government, financial institutions, academia and the community. With this collaboration, it is expected that the Islamic economic system can contribute more in realizing a just, inclusive and sustainable world economic order.

Keywords: *Islamic economic law, global economy, Islamic economics, Islamic finance.*

INTRODUCTION

Sharia economic law is a legal system that regulates economic activity based on Islamic principles, such as the prohibition of usury, gharar, and maisir, as well as the application of contracts in accordance with sharia. With this foundation, Islamic economics offers an alternative to the conventional economic system dominated by capitalism and neoliberalism. In the context of globalization, Islamic economic law faces complex dynamics, both in terms of adaptation to international regulations, technological challenges, and the perception of the global community.

Sharia economic law is a legal system that regulates economic activity in accordance with Islamic principles, such as the prohibition of usury, *gharar*, and *maisir*, as well as the application of contracts in accordance with sharia. With this foundation, Islamic economics offers an alternative to the conventional economic system dominated by capitalism and neoliberalism. in the midst of globalization, Islamic economic law faces complex dynamics, both in terms of adaptation to international regulations, technological challenges, and the perception of the global community.

The development of Islamic economic law it is an inseparable part of the long history of Islamic civilization, where trade and financial activities have been an important part since the time of the Prophet Muhammad. However, in the modern era, this system underwent major changes, especially after the establishment of the first Islamic financial institutions in the 20th century. Today, the Islamic economy has

expanded to cover a wide range of sectors, such as banking, capital markets, and halal industries, with a growing global market value. According to the State of the Global Islamic Economy (2023) report, the sector is projected to reach more than 3 trillion USD by 2025, driven by increasing demand from the growing Muslim population as well as interest from non-Muslim countries such as the UK, Japan and the US.

This research aims to analyze the dynamics of Islamic economic law in the global economic system, focusing on its development, challenges faced, and prospects in the future. With this approach, it is hoped that an understanding of how Islamic economic law can contribute to building a more just and sustainable global economic system can be obtained.

RESEARCH METHODE

This research uses a qualitative approach to deeply analyze the dynamics of Islamic economic law in the context of the global economic system. This research utilizes literature study as the main method to review various written sources, including books, scientific articles, industry reports, and official legal documents relevant to the research topic. This approach allows the author to explore the basic theories, history and principles of Islamic economic law, as well as its development and application in various economic sectors.

The analysis process was descriptive-analytical, where the collected data was systematically organized to identify key themes, thematic analysis techniques were applied to group the findings into main categories. Case studies, such as the issuance of green sukuk in Indonesia, are used to provide practical illustrations of the theories discussed.

RESULTS AND DISCUSSION

History and Development of Sharia Economic Law

Conceptually, the main objective of economic law in Indonesia is to design and formulate legal concepts that regulate economic life. The expected economic concept is a system that creates welfare and social justice for all people, as mandated by Pancasila. The ideals of economic law are in line with the objectives of Islamic law contained in *maqāṣid ash-sharī'ah*, which focuses on efforts to build and realize benefits for humanity, both in this world and in the hereafter (Badriya Hisniati et al., 2023). The principles of Islamic law in the economic field are reflected in its view that economic activity is not just a trading activity, but also a means for people to practice the teachings of the Qur'an. At least, there are two main principles that are emphasized, namely the concept of at-ta'āwun (mutual assistance and cooperation for good) and the principle of avoiding gharar (uncertainty in economic transactions).

The incorporation of Islamic elements, especially Sharia economy in the framework of Indonesian economic law is not intended to lead the national economy towards an economic ideology based on a particular religion. Rather, it is based on the fact that sharia economics has long been developing, not only in Indonesia but also at the global level. The Islamic economic system is one of the various economic systems that exist, such as capitalism and socialism. According to Jimly Asshiddiqie, in the context of the economic constitution, there is no need to get caught up in debates about economic ideology. The existence of Islamic economics has a strong basis, both in Islamic law (*shar'i*) and constitutionally. From the *shar'i* side, sharia economics is supported by solid arguments, while within the framework of the state, this system has a legitimate constitutional basis.

Islam has a set of teachings that include aqidah, shari'ah, and worship. Shari'ah in a specific sense is known as fiqh, which is divided into several fields, namely ubudiyah (worship), munakahat (marriage law), jinayat (Islamic criminal law), and muamalah (sharia economic law) (Shiddiqy, 2023). The field of muamalah, which is often referred to as sharia economic law, discusses various aspects of economic transactions and

interactions, including: 1) sale and purchase (*al-bai'*); 2) bankruptcy (*taflis*); 3) pawn (*ar-rahn*); 4) settlement of disputes through peace (*al-ṣulh*); 5) forgiveness (*al-ḥajr*); 6) transfer of debt (*al-ḥiwalah*); 7) debt guarantee (*al-kafalaḥ*); 9) representation (*wakalah*); 10) entrustment (*al-wadi'ah*); 11) trading company (*syarikah*); 12) damaging other people's property (*al-ghasb*); 13) the right of forced purchase (*shuf'ah*); 14) the provision of capital with a profit-sharing system (*qiradh*); 15) land management (*al-muzāra'ah* and *musaqah*); 16) leasing (*al-ijarah*); 17) providing wages for finding lost goods (*al-ji'ālah*); 18) clearing new land (*ihya' al-mawat*); and 19) laws related to found goods (*luqṭah*).

All aspects of Islamic economic law are based on sharia principles that regulate the system of trade, business, and governance, including the determination of legal subjects involved in various activities in accordance with sharia provisions. All transactions in this field are based on the concept of *al-'aqd* or contract.

In the contemporary Indonesian landscape, the development of sharia economic law begins with the emergence of various financial institutions, both banks and non-banks, which claim to operate based on sharia principles (Halim, 2023). The presence of these institutions encouraged the government to formulate various regulations aimed at regulating and strengthening their existence and activities. In 1991, Bank Muamalat Indonesia (BMI) was established as the first Islamic bank in Indonesia and began operations in 1992. However, throughout the 1990s, the development of Islamic financial institutions in Indonesia was slow. This was due to the lack of underlying legal certainty. and lack of institutional support from the government.

BMI was established based on the idea of the Indonesian Muslim Scholars Association, MUI, and Muslim Entrepreneurs, which later received support from the government. This idea arose due to the anxiety of some Muslims in Indonesia, who believed that bank interest was haram, even transacting with conventional banks was considered a forbidden act (Halim, 2023). Bank Muamalat Islam Indonesia then received government approval to stand under the name Bank Muamalat Indonesia. At the instruction of President Soeharto, the word Islam was removed with the consideration that the Islamic element was already implied in the word muamalat.

During the reformation period and afterwards, regulations and institutions for Islamic economics were strengthened and developed dynamically. The developments in this era can be explained as follows. First, the establishment of the MUI National Sharia Council (1999) to determine fatwas related to Islamic economics. Second, the government enacted Law No. 38 of 1999 on zakat and Law No. 41 of 2004 on waqf. Third, Law No. 3 of 2006 which authorized religious courts to handle sharia economic cases. Fourth, the compilation of Sharia Economic Law (KHES) through Perma No. 2 of 2008, which became a legal guideline for Islamic economics in Indonesia. Fifth, Law No. 19 of 2008 on State Sharia Securities (SBSN) and Law No. 21 of 2008 on Islamic Banking, which encouraged the growth of the Islamic finance industry. Sixth, the government established the Directorate of Islamic Financing at the Ministry of Finance and issued regulations related to Islamic insurance through Government Regulation No. 39 of 2008. In addition, several major banks such as Bank Mandiri, BRI, and BNI established sharia divisions to capture the growing market opportunities.

The Role of Sharia Economic Law in the Global Economic System

Islamic economic law plays an important role in the global economic system as an alternative to the dominating paradigm of capitalism. Shariah principles, such as the prohibition of riba, gharar, and maisir, emphasize transparency, fairness, and balance in economic activity. Many individuals and small businesses in developing countries do not have access to conventional banking services due to various barriers, including distrust of the interest-based system and lack of collateral. Islamic economics offers a solution by providing a profit-sharing-based financing mechanism through contracts such as mudharabah and musyarakah, which allows more people to engage in economic activity without being burdened by mounting debt. The

implementation of this system has proven to provide an alternative to the conventional financial system, especially in the face of economic crises. For example, during the 2008 global financial crisis, Islamic financial institutions were relatively more stable than conventional financial institutions because they were not exposed to high speculative risks, According to a study by the Islamic Financial Services Board (IFSB) global Islamic banks only experienced a 4.2% decline in assets during the 2008 crisis, compared to conventional banks which declined by 22% on average. Islamic banks' capital adequacy ratio remained above 12%, higher than the average for conventional banks.

Islamic economic law contributes to increasing the inclusiveness of the global economy by expanding access to finance for populations previously unreached by the conventional system, especially in developing countries. In this context, Islamic fintech is emerging as a new driver that strengthens stability by improving the efficiency and accessibility of financial services. The emergence of Islamic fintech, such as mudharabah-based financing platforms, has expanded the reach of financial services to both Muslim and non-Muslim communities (Hasan et al., 2020). In its application, the development of the sharia economic can be seen through the increase in the number of financial institutions that apply the concept of sharia. that have emerged, such as sharia capital markets, sharia banking, *Baitul Mal Wat Tamwil* (BMT), sharia insurance, sharia mutual funds, sharia pawnshops, and various other institutions that operate in accordance with sharia principles. The increasing number of financial institutions based on sharia principles provides the public with a wider choice to use financial services that are free from the interest system as applied in conventional financial institutions.

Technology-based platforms, such as peer-to-peer (P2P) financing with mudharabah or musyarakah contracts, allow for more balanced risk sharing between investors and businesses, reducing the financial burden on either party in times of economic instability. Rabbani (2022) notes that Islamic fintech not only enlarge the range of financial services for people who were previously not served by conventional banking., but also provides more stable financing solutions by reducing dependence on interest-based loans (Rabbani, 2022). For example, Islamic fintech applications in Indonesia, It was noted that the transaction volume of Islamic fintech in Indonesia reached USD 1.2 billion in 2022, with platforms such as ALAMI and Investree accounting for 60% of the total sharia-based MSME financing. The number of Islamic fintech users in Indonesia is expected to reach 5 million by 2023, up 25% from the previous year (DinarStandard, 2022).

Hassan et al. (2021) revealed that the growth of the global halal industry, which is estimated to reach 2.4 trillion USD by 2024, is supported by sharia principles that guarantee consumer confidence through halal certification. Islamic economic law expands its impact by developing halal industries, sharia-based investments, and Islamic social finance such as zakat and *waqf*. Law No. 38/1999 on zakat management was drafted in order to increase effectiveness and efficiency in the zakat management system in Indonesia. This regulation aims to make the implementation of zakat more optimal, transparent, and accountable, considering that zakat is a religious institution that plays a role in realizing social justice (Luntajo & Hasan, 2023).

Law No. 41/2004 on *Waqf* marks a new era in the legal regulation of waqf in Indonesia, especially in the global economy, by accommodating various significant developments in the waqf system (Ahyani & Muharir, 2021). *First*, the scope of waqf is expanded to include not only immovable objects, but also movable objects, including cash waqf and productive waqf. *Second,* the establishment of the Indonesian Waqf Board (BWI) and the Directorate of Waqf Empowerment by the government reflects a strong commitment to managing and facilitating waqf, which was also strengthened by the issuance of Government Regulation No. 42/2006 as the implementation of Law No. 41/2004. *Third*, every waqf is required to be registered and announced to ensure legal certainty and transparency. *Fourth*, the utilization of waqf is expanded not only for individual worship purposes but also as an instrument to support community economic development through productive waqf. *Fifth*, waqf is allowed for a certain period of time with certain conditions and considerations. *Sixth*, dispute

resolution related to waqf can be done through various mechanisms, including deliberation, mediation, arbitration, or judicial channels.

Globally, many countries are beginning to adopt the Islamic economic system as part of their economic policies. Countries such as Malaysia, the United Arab Emirates, the United Kingdom and Japan have developed specific regulations to support the development of Islamic banking and finance. This shows that Islamic economic law is not only relevant in the context of Islamic economics, but also part of a more inclusive and equitable global economic solution.

Challenges in the Implementation of Sharia Economic Law

1. Harmonization of Regulations
   Islamic economic law is often considered incompatible with the global legal framework dominated by the common law or civil law system. In addition, the absence of uniform accounting and auditing standards at the international level is also an obstacle to the growth of this sector (AAOIFI, 2020). AAOIFI has published more than 100 Islamic standards for accounting, auditing, and governance since 1993, which are adopted by more than 40 countries. In cross-border trade, Islamic contracts such as murabaha must meet International Chamber of Commerce (ICC) standards, which are not always aligned with sharia principles.
2. Public Literacy and Perception
   Despite the rapid growth of the Islamic economy, public and business literacy of its principles remains low, even in Muslim countries. Many consider Islamic banks to be simply "conventional banks with an Islamic label", due to a lack of understanding of the fundamental differences between the two. This hinders the growth of the Islamic economic sector due to the lack of professionals with expertise in Islamic law and finance, both in academia and industry practice.
3. Product innovation and competitiveness
   Islamic economics must compete with the conventional economic system that has long been entrenched and more dominant in the global financial system. Islamic financial products are often considered less competitive due to limitations in investment instruments and lack of flexibility compared to interest-based systems.
4. Fatwa Constraints and Standardization
   Differences in interpretation of sharia principles between fatwa institutions in different countries can lead to legal uncertainty. The International Islamic Fiqh Academy (IIFA), in 2022 passed a resolution for the standardization of mudharabah and musyarakah contracts, which was adopted by Malaysia and Saudi Arabia to reduce legal uncertainty. Standardization of fatwas in Islamic finance is still a challenge due to differences in views between scholars and financial authorities in applying Islamic economic principles.
5. Political and Geopolitical Issues
   Geopolitical tensions, especially in the Middle East, often affect perceptions of Islamic economics. Economic sanctions against countries such as Iran also limit the expansion of Islamic financial institutions in the global market.

Future Prospects

Global Sharia Economic Development

The development of the Islamic economy globally is showing rapid growth in various countries, signaling the great potential and direction of its development at the national level. This trend is reflected in the increasing interest in financial products and services based on sharia principles. This interest is not limited to the Islamic banking sector, but also extends to the capital market, insurance, and various other financial

instruments that comply with Islamic law (Septiani & Thamrin, 2021). The development of Islamic economics at the global level has contributed to an increase in public perception and acceptance of this system. Awareness of the benefits and ethical values in sharia-based financial transactions is increasing. This has led to growing trust in Islamic financial institutions and motivated more individuals to switch to financial products and services that comply with sharia principles.

At the national level, the development of the Islamic economy provides opportunities for the expansion of the Islamic finance sector and contributes to overall economic growth. Governments and regulators play an important role in creating a supportive ecosystem by implementing clear policies and regulations.

Internationally, the advancement of the Islamic economy presents opportunities for cooperation between countries and enhances connectivity between Islamic finance centers. Collaboration between countries with Islamic economic systems can strengthen market integration and encourage the exchange of knowledge and technology. Overall, the growth of the Islamic economy at the global level shows positive indications that can influence the direction of its growth both nationally and internationally. With adequate support, the Islamic economy has the potential to continue to grow, provide wider economic impact, and build a more inclusive and sustainable financial system.

Indonesia, as a country with the largest Muslim population, has great potential in the development of Islamic economics. The government's support through the 2019-2024 Indonesian Sharia Economic Masterplan shows its commitment to strengthening the national sharia economic ecosystem (Ma'ruf & Fachruddin, 2023).

Financial Product Innovation

The integration of technologies, such as blockchain and fintech, has become an important factor in the development of Islamic financial products. Blockchain can improve compliance with sharia principles by ensuring transparency and accuracy in every transaction (Fasya, 2022). Islamic financial products can be directed to support the halal industry ecosystem, such as supply chain financing for halal product exporters or technology-based Islamic credit for halal farmers and agribusiness actors. Integration with digital halal certification will increase consumer confidence and expand the global market. Market perception and acceptance levels of innovative Islamic financial products vary, emphasizing the importance of education and effective communication in building trust and understanding among consumers.

The integration of social responsibility and sustainability is necessary in the development of Islamic financial products and strengthens its position as an ethical and social welfare-oriented financial system. Innovation in Islamic financial products opens up many opportunities, but still faces challenges, especially related to sharia compliance and market perception (Aisyah Ayu Musyafah, 2020).

Indonesia Becomes a Global Islamic Economic Center

Based on the Institute for Development of Economics and Finance (INDEF) Policy Brief No. 7/2022, which discusses Indonesia's aspirations to become a global center for Islamic economics, the document highlights Indonesia's development potential in the field of Islamic economics. It states that Indonesia ranks 4th in the 2021 Global Islamic Economy Indicator (GIEI). The report emphasizes Indonesia's advantages, such as the world's largest Muslim population, strong links to religion, demographic advantages, philanthropic resources, generous nature, as well as the existence of a large unbanked population. It aims to further enhance and strengthen Indonesia's position in the Islamic economy.

On the other hand, the UAE, particularly Dubai, has positioned itself as a global Islamic finance center through Dubai Islamic Bank (DIB), which has USD 90 billion in assets by 2023, making it the largest Islamic bank in the world (DIEDC, 2023), Dubai's success is supported by strong regulatory infrastructure, innovation

in Islamic financial products, and initiatives such as DIEDC, which was established in 2013 to promote the Islamic economy through international collaboration, talent development, and innovations such as sukuk and Islamic fintech. DIEDC also focuses on non-financial sectors, such as halal tourism and the food industry, which enhance the attractiveness of the global Islamic economy. INDEF highlights the growth of the halal industry globally, driven by the rising Muslim population and projected potential spending to reach USD 3.2 trillion by 2024. Indonesia's ambition to become the world's center of Islamic economy is supported by its resilience during the pandemic, as reflected in the GIEI ranking, as well as the huge potential that can still be developed in various sectors.

The brief prepared by INDEF identifies a number of untapped potentials in Indonesia, including the large Muslim population, strong religious values, potential philanthropic funds, demographic bonus, generous nature of the society, as well as the high number of unbanked population. The document also emphasizes the importance of strategic steps or "quick wins" to realize this ambition, such as the ratification of the Sharia Economic Law, clearer regulations for halal industrial zones, and the addition of new HS codes for halal products. Thus, Indonesia has a great opportunity to become the center of the global Islamic economy, but to achieve this, the government needs to address various key aspects as recommended in the brief.

Case Study: *Sukuk* in Infrastructure Financing

Infrastructure development in Indonesia is an important priority to drive national economic growth. However, Indonesia's low ranking in infrastructure indicators (72nd out of 141 countries according to the 2019 Global Competitiveness Report) shows that it is still lagging behind. To cover the infrastructure financing gap that cannot be fully covered by the state budget, the government utilizes state sukuk as one of the sharia-based alternative funding solutions. Since 2008, *sukuk* have been used, and in 2013 the government began to allocate them specifically (earmarked) for infrastructure projects. According to DSN-MUI fatwa number 32/DSNMUI/IX/2002, there are 6 *sukuk* contracts applicable in Indonesia today*: Mudharabah, Musyarakah, Murabahah, Salam, Istishna and Ijarah.*

Sukuk is a form of financing that comes from government revenue or funds (Syaripudin et al., 2022). The procedure for financing infrastructure with state sukuk is quite complex and includes several stages, starting from project planning, proposal, feasibility assessment, to project realization (Muliana & Mansyur, 2022). In terms of sukuk regulation or Islamic financial literacy. Malaysia has an Islamic financial literacy rate of 65% by 2023, compared to Indonesia's 38% (OJK, 2023), highlighting the need for an education strategy in Indonesia. The issuance is based on underlying assets owned by the state and government-owned projects. Infrastructure financing with state sukuk is divided into two main schemes, namely project underlying (based on projects that are already running and funded by the state budget, then replaced with sukuk funds) and project financing (sukuk funds are allocated from the start for strategic projects). The projects financed generally come from Ministries and Institutions, covering various sectors ranging from transportation, education, to the environment.

The *sukuk* structure used in infrastructure financing in Indonesia consists of four main types of contracts: (1) *Ijarah* Asset to be Leased; (2) *Ijarah* - Sale and Lease Back; (3) *Wakalah*; and (4) *Ijarah* - al Khadamat. Each contract has its own mechanism, such as leasing, sale of benefit rights, authorization (*wakalah*), and provision of services (especially in the Indonesian Hajj Sukuk Fund). The selection of this structure is adjusted to the type of project and the nature of funding required.

CONCLUSION

Islamic economic law has developed into a system that is not only religiously normative, but also applicable in the context of the modern global economy. Basic principles such as the prohibition of usury,

gharar, and maisir, as well as the encouragement of justice and social welfare make Islamic economic law an alternative economic system that is more ethical and inclusive than the conventional capitalism system. The development of Islamic financial institutions, Islamic capital markets, sharia-based fintech, and instruments such as sukuk shows that Islamic economic law is able to respond to the needs of the times without losing its basic identity.

The challenges of Islamic Economic Law in the context of globalization are offset by enormous prospects, supported by the growth of the world's Muslim population, the increasing demand for halal products, and the openness of non-Muslim countries to sharia-based financial systems. Digital innovation and integration of technologies such as blockchain and fintech are also important catalysts in improving the efficiency and transparency of the Islamic economic system. Sukuk as an infrastructure financing instrument in Indonesia demonstrates how sharia economic law can be practically implemented to address national development needs.

BIBLIOGRAPHY

Ahyani, H., & Muharir, M. (2021). Perspektif Hukum Ekonomi Syariah Tentang Wakaf Uang Di Era Revolusi Industri 4.0. *LAN TABUR : Jurnal Ekonomi Syariah*. https://doi.org/10.53515/lantabur.2021.2.2.85-100

Aisyah Ayu Musyafah. (2020). Perkembangan dan Prospek Perbankan Syariah Indonesia. *Jurnal Islamico*.

Badriya Hisniati, S., D Priyadi, M., Herol, Rivaldino, & Ulum, M. (2023). HUKUM EKONOMI SYARIAH. *Jurnal Pelita Nusa*. https://doi.org/10.61612/jpn.v3i1.33

DinarStandard (2022), The Global Islamic Fintech (GIFT) Report. https://www.dinarstandard.com/post/global-islamic-fintech-report-2022

Fasya, G. (2022). Inovasi Produk Keuangan Dalam Hukum Ekonomi Syariah Tren Terkini Dan Masa Depan. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*. https://doi.org/10.56145/jurnalekonomidanbisnis.v2i1.92

Halim, A. (2023). PERKEMBANGAN EKONOMI SYARIAH DI INDONESIA. *Investama : Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*. https://doi.org/10.56997/investamajurnalekonomidanbisnis.v8i2.962

Hasan, R., Hassan, M. K., & Aliyu, S. (2020). Fintech and Islamic Finance: Literature Review and Research Agenda. *International Journal of Islamic Economics and Finance (IJIEF)*. https://doi.org/10.18196/ijief.2122

Luntajo, M. M. R., & Hasan, F. (2023). Optimalisasi Potensi Pengelolaan Zakat di Indonesia melalui Integrasi Teknologi. *Al-'Aqdu: Journal of Islamic Economics Law*. https://doi.org/10.30984/ajiel.v3i1.2577

Ma'ruf, F., & Fachruddin, I. (2023). Prospek Ekonomi Syariah di Indonesia pada Tahun 2024-2028. *Al-Tasyree: Jurnal Bisnis, Keuangan Dan Ekonomi Syariah*. https://doi.org/10.59833/altasyree.v15i02.1525

Muliana, F. M., & Mansyur, A. (2022). JIMEA | Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen , Ekonomi , dan Akuntansi). *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, *6*(1), 595.

Rabbani, M. R. (2022). Fintech innovations, scope, challenges, and implications in Islamic Finance: A systematic analysis. *International Journal of Computing and Digital Systems*. https://doi.org/10.12785/IJCDS/130147

Septiani, O. A., & Thamrin, H. (2021). URGENSI EKONOMI SYARIAH DALAM MENGHADAPI EKONOMI GLOBAL. *Jurnal Inovasi Penelitian*.

Shiddiqy, M. A. (2023). ANALISIS PERKEMBANGAN EKONOMI DAN PERBANKAN SYARIAH DI INDONESIA. *Journal Of Institution And Sharia Finance*. https://doi.org/10.24256/joins.v6i1.4078

Syaripudin, E. I., Sulthonuddin, B. H., Konkon Furkony, D., & Abdul Hamid. (2022). SUKUK DALAM PERSPEKTIF HUKUM EKONOMI SYARIAH. *Jurnal NARATAS*. https://doi.org/10.37968/jn.v4i2.330

THE ROLE OF HALAL CREATIVE ECONOMY IN SUPPORTING SUSTAINABLE HALAL TOURISM GROWTH

Sabrina Kharisma Suri
UIN K.H. Abdurrahman Wahid, Pekalongan, Indonesia.
sabrinakharismasurilaicas@gmail.com

Abstracts

Tourism development has emerged as a critical component of global economic growth, particularly in terms of promoting a sustainable economy. Halal tourism is part of the tourism sector, which plays an essential role in business activities in all parts of the world, including Indonesia, because tourism is thought to increase employment and economic income in a region. This essay examines the role of the halal creative economy in promoting the growth of sustainable halal tourism. This study employs a qualitative method with a literature review approach to numerous journals, papers, and relevant legislation. Due to the increasing number of Muslims worldwide and changing customer expectations for more comprehensive and religiously based travel experiences, halal tourism is becoming a more prominent global phenomenon. In addition to seeking places that provide for their fundamental necessities, such as halal lodging and food that complies with sharia, Muslim tourists also seek out immersing cultural and historical experiences that are consistent with their beliefs. The study's findings support the notion that the economic impact of halal travel is demonstrated by the rise in visitor numbers and expenditures. Muslim tourists typically spend more money on halal-compliant travel services because they are more conscious of the need for experiences that align with their religious convictions. This covers the price of lodging, meals, travel, and other tourist attractions. In addition to industries directly associated with tourism, this economic contribution also affects a number of nearby companies that cater to the needs of visitors, including gift stores, halal food, local transit, and tour guide services. The findings highlight the importance of strengthening collaboration between government, industry stakeholders, and local communities to maximize the potential of the halal creative economy. This contributes not only to sustainable tourism growth but also to inclusive economic development.

Keywords: Halal Tourism; Creative Economy; Sustainable Development

TECHNOLOGICAL INNOVATION AND SHARIA PRINCIPLES AS DRIVERS OF HALAL INDUSTRY TRANSFORMATION

Sri Hardiyanti
Faculty of Islamic economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Email: sri.hardiyanti@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The halal industry is currently in a major transformation phase supported by modern technological developments. Blockchain, Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence are important instruments in ensuring the transparency of the production process. The application of these technologies not only increases efficiency, but also strengthens consumer confidence in halal certification. This is particularly relevant in the midst of increasing global awareness of hygienic, ethical and sustainable products. Shariah principles remain the normative basis that directs halal business practices. Distribution justice, trade ethics, and environmental care are values that distinguish the halal industry from other sectors. The integration of digital technology and sharia principles encourages the creation of an inclusive halal ecosystem. This ecosystem not only supports economic growth, but also strengthens social justice and environmental sustainability. With this synergy, the halal industry has a great opportunity to expand its market to the global level. For example, blockchain-based halal traceability has begun to be applied in the food and pharmaceutical sectors to guarantee product authenticity. Several countries such as Malaysia and Indonesia are actively developing halal digital platforms to support certification and global trade. These efforts show that technological innovation, when aligned with sharia principles, can become a concrete driver of competitiveness in the halal industry.

Keywords: halal industry, digital technology, sharia principles, innovation, sustainability.

THE DYNAMICS OF IMPORT DEMAND IN PAKISTAN: A FOUNDATION FOR IMPORT SUBSTITUTION

Humera Bibi
Department of Economics
Dr. Yasir Saeed
Kohat University of Science and Technology (KUST)

Abstract

Foreign trade significantly shapes the economic and social structure of nations, with growth and per capita income depending not only on domestic production and consumption but also on international trade flows. This study examines The Dynamics of Import Demand in Pakistan: A Foundation for Import Substitution, focusing on the responsiveness of import volume to changes in GDP, tariffs, and exchange rates within Pakistan's trade structure. Using time series data from 2003 to 2024, sourced from the World Integrated Trade Solution and the World Bank, the analysis employs the Ordinary Least Squares (OLS) technique, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) Unit Root Test to check stationarity, and integrates the Marshall–Lerner condition and the J-curve theory to assess the effects of exchange rate movements. Unlike aggregate-level studies, this research uses disaggregated import data at the HS 2-digit level to capture sector-specific dynamics crucial for targeted import substitution strategies. The findings reveal that higher tariffs and currency depreciation reduce import demand, while GDP growth increases it, thereby providing evidence-based policy recommendations for Pakistan to strengthen domestic industries, manage its trade balance, and design effective import substitution policies for sustainable economic growth.

THE ROLE OF SHARIA ECONOMIC LAW IN PROMOTING SOCIAL JUSTICE

Riri Eriska Febriyanti[1], Fitri Kurniawati[2]
[1,2]Faculty of Economics and Islamic Business K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan
[1]riri.eriska.febriyanti@mhs.uingusdur.ac.id,[2] fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id

Abstract

Islamic economic law plays an important role in achieving social justice by adhering to principles based on comprehensive and integrated Islamic teachings. This legal system emphasizes all aspects of the economy, striving to balance the physical and spiritual dimensions of human life and prevent social injustice, which can lead to societal unrest. Core principles such as justice (`adl), welfare (maslaha), and prohibiting harmful economic practices (gharar, riba, and maysir) form the basis for designing fair, transparent, and sustainable financial mechanisms in the long term.

The study employs a qualitative approach and descriptive analysis methods to evaluate the influence of Islamic Economic Law on wealth distribution and the regulation of economic transactions. It highlights the law's important role in preventing the accumulation of wealth in the hands of a few individuals, which can lead to economic inequality. Islamic financial instruments such as zakat, infaq, sadaqah, and waqf are studied in detail as effective tools for promoting fair wealth redistribution and supporting the empowerment of economically disadvantaged communities.

The Islamic economic system's prohibition of usury and monopolistic practices is also examined. The reason for this is to assess their importance in maintaining a healthy market balance and preventing economic exploitation that could harm society as a whole. The results of the study demonstrate that Islamic Economic Law promotes the development of a sustainable and stable financial system while also ensuring the fair and equitable protection of individuals' and communities' rights, regardless of any form of discrimination. Ultimately, the application of Islamic economic law is positioned as a strong foundation for supporting social justice and equitable welfare at all levels of society, creating a fair and sustainable economic system.

Keywords: *Social Justice, Islamic Economics, Balance, Wealth Distribution, Economic Stability.*

FAIR PRICING AND POLICY REFORM IN ROAD FREIGHT: MALAYSIAN INSIGHTS

Cheng Guan Chiang[1], Dr. Nooraini Ismail[2]
[1]School of Technology Management and Logistics, College of Business, Universiti Utara Malaysia, Email: chiangcg@gmail.com, ORCID: 0009-0002-2849-9096

[2]School of Technology Management and Logistics, College of Business, Universiti Utara Malaysia, Email: nooraini.ismail@uum.edu.my, ORCID: 0009-0003-6561-5209

Abstract

Malaysia's container haulage industry faces a paradox: logistics costs remain high for customers while operator margins are razor-thin, undermining reinvestment, safety, and innovation. International research identifies this as a common pattern in deregulated freight markets, where competition disciplines prices but does not ensure fairness or cost recovery. In Malaysia, liberalisation improved efficiency but led to market saturation, opaque pricing, and thin margins. This paper synthesises global and national evidence to argue that competition is not synonymous with fairness. It concludes that fair pricing reform is an imperative policy. Structured benchmarks, transparent surcharge mechanisms, and alignment with sustainability goals would stabilise margins, support safe employment, and enable innovation. Without reform, Malaysia risks inefficiency, declining competitiveness, and compromised long-term viability.

Keywords: Fair pricing, Haulage, Policy reform, Competitiveness, Road freight.

1. INTRODUCTION

This paper examines the paradox of haulage pricing in Malaysia, where logistics costs remain high for customers while operator margins are unsustainably thin. The general aim is to demonstrate that competition alone does not equate to fairness, and that a structured fair pricing framework is essential to stabilise margins, support safe working conditions, and enable future-ready investment. By drawing on global theories of efficiency, fairness, and true costing alongside Malaysia's policy experience, the paper contributes to debates on how fair pricing reform can align the haulage sector with the National Transport Policy 2019–2030 and the Sustainable Development Goals.

1.1. Malaysia's Haulage Paradox

Malaysia's haulage industry is a vital link between ports and inland destinations, anchoring the country's trade-driven economy. Yet, the sector is undermined by thin margins despite relatively high logistics costs. Studies highlight that operators often require six to ten daily trips per prime mover just to cover operating costs, leaving only narrow surpluses (Melan & Zainuddin, 2021). This imbalance constrains reinvestment in fleets, workforce development, and digitalisation, while safety studies show that thin margins contribute to vehicle under-maintenance and driver fatigue (Zainuddin et al., 2023). The World Bank and IRU (2025) note that this paradox is common in emerging economies where markets are fragmented and regulation is weak, confirming that Malaysia's experience is part of a broader structural challenge.

1.2. Global Perspectives on Pricing

International evidence reinforces that pricing plays a dual role: it is both an efficiency mechanism and a fairness concern. In the United States, coordinated deregulation and infrastructure investment reduced freight costs by over 50 percent between 1955 and 2010 (Barde & Klein, 2024). In Europe, efficiency requires the internalisation of external costs such as congestion and emissions (Eliasson, 2021), while fairness concerns influence firms' willingness to pass on costs (Eyster et al., 2021). Other studies show that liberalisation without safeguards creates imbalances, such as the EU's cabotage rule disadvantaging peripheral operators (Tvedt, 2024), and that environmental sustainability practices among hauliers often lag behind expectations (Pöllänen et

al., 2021). Collectively, these insights highlight that efficiency alone is insufficient and that fairness and accountability are equally central to legitimate and sustainable reform.

1.3. Governance Gaps and Theoretical Framework

In Malaysia, haulage pricing remains deregulated and fragmented. Liberalisation delivered short-term efficiency gains but also produced market saturation and opaque pricing structures (Melan & Zainuddin, 2021). Governance oversight is limited: the Malaysia Competition Commission (MyCC), 2021) addresses anti-competitive practices but does not regulate cost-reflective pricing, while Economic Co-operation and Development (OECD), (2021) identified more than 60 regulatory barriers with reforms still pending.

This paper frames the problem through four theoretical perspectives. Efficiency theory (Eliasson, 2021; Barde & Klein, 2024) stresses cost internalisation. Fairness theory (Eyster et al., 2021; Büchs et al., 2021; Ribeiro-Duthie et al., 2021; Bennett & Grabs, 2025) explains why legitimacy depends on equitable value distribution. True costing approaches (Jansen, 2024; Nkesah, 2023) highlight hidden trade-offs and externalities. Porter's competitiveness framework (1990/1998) emphasises reinvestment in workforce, fleet renewal, and technology as drivers of sustainable advantage.

Together, these perspectives converge on fair pricing reform as a policy imperative (see Figure 1), linking global theory with Malaysia's governance gaps and positioning fairness as a foundation for industry sustainability



Figure 17 - Theoretical Framework for Fair Pricing Reform in Malaysia's Haulage Industry

This framework integrates four strands of theory: efficiency, fairness, true costing, and competitiveness. Efficiency highlights the need to internalise costs for long-term resource allocation (Eliasson, 2021; Barde & Klein, 2024). Fairness perspectives stress that legitimacy and sustainability require equitable outcomes (Eyster et al., 2021; Büchs et al., 2021; Ribeiro-Duthie et al., 2021; Bennett & Grabs, 2025). True costing approaches account for hidden trade-offs and externalities (Jansen, 2024; Nkesah, 2023). Porter's competitiveness framework (1990/1998) links structured pricing to reinvestment in skills, fleet renewal, and digitalisation. Together, these perspectives converge on fair pricing reform as a policy imperative, enabling stabilised margins,

safer working conditions, and alignment with Malaysia's National Transport Policy 2019–2030 and the United Nations Sustainable Development Goals.

2. METHOD

2.1. Research Approach

This study adopts a qualitative, secondary research approach that synthesises findings and conclusions from peer-reviewed academic studies, global policy frameworks, and Malaysian institutional reports. The aim of this methodology is to provide a comprehensive understanding of the paradox of high logistics costs and thin operator margins within Malaysia's haulage sector. By focusing on existing literature, the study ensures both analytical rigour and breadth, connecting global insights to the specific governance challenges in Malaysia.

The literature review forms the backbone of the study. Rather than conducting primary data collection, the paper draws on secondary sources that provide insights into pricing structures and regulatory challenges. These sources include global studies on pricing mechanisms and Malaysian reports documenting the state of the haulage industry. By focusing on the findings and conclusions of these sources, the study frames the issue of fair pricing reform within the context of existing policy gaps and global lessons.

This secondary research method facilitates a broad analysis of existing literature while enabling a deep dive into the core issues of efficiency, fairness, and true costing within haulage pricing.

2.2. Literature Review Synthesis

The Literature Review section synthesises the findings and conclusions from the studies and reports reviewed. The research is structured around key themes: efficiency, fairness, and true costing. The findings and conclusions from the following sources are synthesised to highlight the most relevant insights:

1. Global Studies:
   - Eliasson (2021) and Barde & Klein (2024) emphasise the role of internalising external costs for efficiency.
   - Eyster et al. (2021) and Büchs et al. (2021) focus on fairness and the behavioural constraints it places on pricing decisions.
   - Jansen (2024) and Nkesah (2023) explore true costing and the integration of externalities into pricing.
2. Malaysian Reports and Studies:
   - Melan & Zainuddin (2021) provide insights into the effects of liberalisation.
   - MyCC (2021) discusses anti-competitive practices but does not address pricing fairness.
   - MPC (2022) and World Bank Open Data. (n.d.) highlight inefficiencies in the sector and the challenges in cost recovery.

The literature synthesis helps to connect global insights with local realities, identifying the core issues and gaps in Malaysia's haulage pricing system.

2.3. Limitations of the Study

While this study synthesises findings from secondary sources, there are limitations to this approach. Primary data collection (e.g., interviews or surveys with operators) was not conducted, which means that real-time operator practices and stakeholder perceptions are not directly captured. Additionally, the secondary research approach limits the ability to observe current market dynamics or operator decision-making first-hand. However, by triangulating findings from a broad range of peer-reviewed studies, global policy reports, and Malaysian institutional sources, the research provides a comprehensive overview of the current state of the industry.

3. FINDINGS

3.1. The Paradox of High Costs and Thin Margins

A recurring theme across both global and Malaysian literature is the paradox where logistics costs remain high for customers, while operator revenues remain unsustainably low. The World Bank and IRU (2025) highlight this issue in emerging economies where industries are fragmented, poorly regulated, and pricing structures are opaque. Despite charging higher rates compared to global standards, Malaysian haulage operators are often unable to recover their actual operating costs.

For example, Melan and Zainuddin (2021) demonstrate that in Malaysia's container haulage sector, a typical prime mover requires at least six to ten daily trips just to cover operating costs, leaving margins of only 12.5% at best. The paradox is that despite these high rates, operators are still financially squeezed, unable to reinvest in fleet upgrades, technology, or workforce development. This imbalance severely limits the sector's long-term sustainability and competitiveness.

Industry testimonies confirm this issue. According to the President of the Association of Malaysian Hauliers (2025), "Erosion of profit margins is our members' biggest concern. Intense competition drives pricing below operational costs, hindering reinvestment and fleet renewal." This insight aligns with findings from the literature, confirming that the paradox of high costs and thin margins is not just a theoretical concern, but a pressing issue in Malaysia's haulage industry.

3.2. Effects of Liberalisation and Market Saturation.

Liberalisation of the Malaysian haulage sector in the 1990s aimed to increase efficiency and diversify services. Initially, this policy created competitive pricing and improved service availability for customers (Melan & Zainuddin, 2021). However, liberalisation's long-term effects have resulted in market saturation and overcapacity, with larger firms consolidating operations while smaller operators exit the market. Pricing has become opaque, with intermediaries extracting margins without adding operational value.

These findings are consistent with Tvedt (2024), who describes how liberalisation in the European Union led to imbalances, where larger firms captured the benefits, while smaller operators faced disadvantages. Similarly, Poliak et al. (2021) show that empty backhauls in road freight markets reduce efficiency, leading to higher operational costs for smaller players, thereby undermining their competitiveness. In Malaysia, the paradox of market liberalisation and operator vulnerability mirrors these global experiences.

3.3. Regulatory Gaps and Competition Oversight

One of the key findings from the Malaysian reports is the lack of a structured framework for ensuring fair pricing in the haulage industry. While the Malaysia Competition Commission enforces laws against anti-competitive practices such as cartels and monopolistic behaviour (MyCC, 2021), it does not regulate pricing fairness or cost recovery. As a result, operators are left exposed to the pressures of unsustainable competition, which drives down prices below the level needed for cost recovery.

This gap in regulatory oversight has been confirmed by the President of the Association of Malaysian Hauliers (AMH) (personal communication, July 2025), who stated: "Every time we think things stabilise, new pressures appear, whether fuel, wages, or technology. That's why a fair pricing framework is long overdue." The findings suggest that competition enforcement is insufficient without mechanisms to ensure that operators can recover legitimate costs and maintain financial stability.

3.4. Productivity and Competitiveness Challenges

While Malaysia's Logistics Performance Index (LPI) has improved slightly (World Bank Open Data, n.d.; Malaysian Investment Development Authority (MIDA). 2024), systemic inefficiencies persist within the sector. The Malaysia Productivity Corporation (2022) identifies several inefficiencies, such as regulatory overlaps and

border delays, which suppress haulage performance. These productivity challenges are compounded by pricing structures that do not reflect the true costs of operation.

Globally, studies have shown that pricing reforms can significantly improve competitiveness. For example, Barde and Klein (2024) demonstrate that deregulation and coordinated infrastructure investments in the U.S. led to over 50% cost reductions in road freight. Similarly, Boin et al. (2020) show that digitalisation of pricing mechanisms can boost logistics firms' EBIT margins by 30-60%, highlighting the potential for pricing reform to improve Malaysia's productivity and competitiveness.

3.5. Safety and Social Implications

The consequences of under-recovered costs in Malaysia's haulage sector extend beyond economics and impact safety and worker welfare. Zainuddin et al. (2023) identify that poor vehicle maintenance and driver fatigue are recurring safety issues, often linked to the financial pressures operators face when unable to charge cost-reflective rates.

Global studies reinforce these social implications. Eyster et al. (2021) highlight that fairness in pricing directly impacts market legitimacy, and that equitable pricing is essential for maintaining worker safety and decent working conditions. Büchs et al. (2021) add that policies addressing fairness can improve the political sustainability of reforms, ensuring long-term success in logistics governance.

3.6. Pressures of Technology and Sustainability

The future of Malaysia's haulage sector is shaped by growing pressures to adopt sustainable technologies. Karlsson & Grauers (2023) show that electrification of long-haul trucks is increasingly cost-effective, though significant capital investment is required for batteries and charging infrastructure. Similarly, Torres-Nunez et al. (2024) highlight regulatory and environmental pressures driving global trucking towards digitalisation, automation, and green technologies.

Burinskienė and Daškevič (2024) link these technological shifts to Porter's competitive advantage theory, showing that digitalisation and big data can increase productivity by up to 20%, provided there is policy support. For Malaysia, these findings suggest that fair pricing reform is critical to providing the necessary financial margin for operators to invest in sustainable technologies and fleet modernisation.

3.7. Synthesis of Findings

The synthesis of the findings highlights that Malaysia's haulage sector faces a paradox: high logistics costs coexist with unsustainably thin operator margins. Liberalisation, while providing short-term benefits, has led to market saturation and inefficiencies. Regulatory gaps remain in pricing governance, and operators are constrained by a lack of fair pricing frameworks. Productivity challenges and safety risks are exacerbated by underfunded maintenance and technology adoption. Furthermore, global pressures to adopt sustainable practices require pricing reforms that enable technological investments.

For a detailed summary of the key findings, please refer to Table 1.

Table 5: Summary of key findings on haulage pricing, fairness, and sustainability

Key Topic	Findings	Implication for Malaysia
High Logistics Costs & Thin Margins	Operators are unable to recover full operational costs despite high rates.	Creates financial instability and prevents reinvestment.
Market Liberalisation	Liberalisation created market saturation, with smaller operators disadvantaged.	Overcapacity and fragmented pricing limit industry sustainability.
Regulatory Gaps	MyCC focuses on competition enforcement but not on fairness in pricing.	Pricing fairness is not protected, leaving operators vulnerable.
Productivity Challenges	Inefficiencies persist despite improvements in the Logistics Performance Index.	Pricing reform is necessary to support future productivity.
Safety Risks	Thin margins linked to safety issues, such as driver fatigue and poor maintenance.	Fair pricing reform is needed to reduce safety risks.
Technology & Sustainability	Technological investment in electrification and digitalisation is essential.	Without fair pricing, operators lack capacity to adopt sustainable tech.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

4.1. Conclusion.

This paper has explored the central paradox of Malaysia's haulage sector: while logistics costs remain high for customers, operator margins remain so thin that reinvestment, safety, and innovation are compromised. Through an integrated review of global studies, policy frameworks, and Malaysian reports, the study identified critical factors exacerbating this paradox. Key findings (Sections 3.1 - 3.6) highlight that Malaysia's haulage industry faces challenges such as fragmented pricing structures, deregulated market conditions, and ineffective governance of pricing systems. These issues have led to a situation where operators are unable to recover legitimate costs, thus undermining their ability to invest in fleet renewal, technology adoption, and workforce development.

The analysis also shows that while liberalisation of the haulage industry led to short-term efficiency gains, it has resulted in long-term market saturation, overcapacity, and pricing opacity. Competition has served to lower customer costs, but it has also left operators exposed to financial strain, as they are forced to cut corners to remain competitive. This reinforces the critical need for fair pricing mechanisms that ensure cost recovery, which is not simply about economic efficiency but about creating a sustainable market for all stakeholders.

From a regulatory perspective, the findings confirm that Malaysia's competition policy, currently focused on anti-cartel enforcement, fails to address the deeper issue of fair pricing. While Malaysia Competition Commission has tackled issues related to market monopolies and unfair practices, it has overlooked the fundamental need for cost-reflective pricing mechanisms. This gap leaves operators vulnerable to unsustainable competition that ultimately hinders long-term industry viability.

Global literature, including Eliasson (2021) and Eyster et al. (2021), emphasizes the importance of balancing competition with fairness and equity to ensure legitimacy in market practices. These findings are consistent with

Malaysia's experience, where operators are caught in a cycle of thin margins, leading to underfunded maintenance, driver fatigue, and safety risks. As highlighted by Zainuddin et al. (2023), these safety risks are directly linked to the inability of operators to invest in proper fleet maintenance and workforce welfare due to insufficient financial margins.

Moreover, the study underscores the pressing need to align the haulage sector with global sustainability goals. Technology adoption, including electrification and digitalisation, has emerged as a central focus for future competitiveness. However, without fair and cost-reflective pricing structures, operators will be unable to make the necessary investments in these technologies. As Karlsson & Grauers (2023) highlight, the economic viability of electrifying long-haul trucks depends on securing the necessary capital investment, which can only be achieved through fair pricing mechanisms that allow operators to generate sufficient margins.

The findings further support the urgency of pricing reform in Malaysia. The global insights from Porter's competitiveness theory and Büchs et al. (2021) on fairness provide valuable guidance for implementing a holistic pricing framework that integrates cost transparency, sustainability incentives, and technological adoption.

In summary, the paradox at the heart of Malaysia's haulage industry is not only a theoretical issue but a real-world challenge that undermines the sector's sustainability and growth. The current actions, or lack thereof, in addressing these pricing distortions and regulatory gaps, need urgent reform to enable fair competition, technological progress, and workforce development. Therefore, this paper argues that fair pricing should no longer be considered an optional adjustment but rather a strategic imperative for securing the long-term competitiveness of Malaysia's haulage sector

4.2. Discussion

The discussion reiterates the critical insights derived from the findings. First, fair pricing must be seen as a central policy imperative to address the operational challenges facing Malaysia's haulage sector. As highlighted in the findings (3.1 to 3.6), the industry is at a crossroads: liberalisation has driven efficiency in some areas, but it has also caused market fragmentation and left operators vulnerable. The over-reliance on competition in regulatory frameworks, while beneficial in some cases, fails to consider the broader structural issues that affect fair pricing. The lack of cost-reflective pricing hampers safety, technological adoption, and sustainable growth.

Drawing on global insights (Eliasson, 2021; Eyster et al., 2021), the discussion emphasises that while competition can control excess profits, it cannot address the under-recovery of costs faced by operators. Fair pricing, as explored through true costing and externality internalisation, is critical for ensuring both financial viability and sustainability (Jansen, 2024; Büchs et al., 2021).

Additionally, global studies highlight the need for integrated governance that accounts for both efficiency and fairness in regulatory frameworks (Ribeiro-Duthie et al., 2021; Nkesah, 2023). Taghvaee et al. (2023) further reinforce this by demonstrating that weak institutions in emerging economies undermine transport's contribution to the Sustainable Development Goals. This emphasizes that governance quality is central to implementing cost-reflective reforms. For Malaysia, this implies the need for a holistic pricing framework that supports technological investments, workforce development, and environmental sustainability.

4.3. Recommendations

Based on the conclusions and the discussion, the following recommendations are proposed to ensure that Malaysia's haulage sector can transition toward a more sustainable, competitive, and fair pricing model:

1. Establish a Fair Pricing Framework: Develop a nationally regulated fair pricing framework in Malaysia's haulage sector. This framework should incorporate cost-reflective pricing, benchmark standards, and

transparent surcharge mechanisms to enable operators to recover their legitimate operating costs, including manpower, maintenance, and technological upgrades.

2. Regulatory Reform for Fair Pricing: Expand the mandate of the Malaysia Competition Commission (MyCC) to include the enforcement of fair pricing mechanisms. This would address the current regulatory gap, ensuring that operators are protected from market forces that force pricing below sustainable levels. This approach would also provide greater price transparency and market stability.
3. Promote Technological Adoption: To align with Malaysia's National Transport Policy 2019–2030 (Ministry of Transport Malaysia, n.d.) and the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), introduce reforms that incentivise technological adoption in the haulage sector. This could include the introduction of digitalisation surcharges and sustainability incentives to support electrification and automation investments.
4. Encourage Green Technology Adoption: Introduce financial incentives, such as subsidies and tax breaks, to encourage operators to invest in green technologies and sustainable practices. This would align the sector with Malaysia's climate goals and SDG targets on sustainable cities and communities (SDG 11).
5. Increase Data Transparency: Standardise the collection of operational data across the haulage sector to improve pricing transparency. Data on fuel costs, wages, driver performance, and maintenance schedules should be shared to enable more accurate pricing and to support cost-reflective pricing models.
6. Collaborative Governance Approach: Establish a multi-stakeholder platform to involve both industry representatives and government bodies in the design and implementation of fair pricing frameworks. This would foster accountability, trust, and equitable solutions for all market participants, ensuring reforms are seen as legitimate and effective.

4.4. Final Thoughts and Future Work.

This paper highlights the critical paradox in Malaysia's haulage sector, where high logistics costs coexist with unsustainably thin operator margins. The findings demonstrate that while competition can reduce customer costs, it alone cannot ensure sustainability or fair pricing for operators. As such, fair pricing is essential for cost recovery, enabling technological adoption, and aligning with Malaysia's broader sustainability goals. To achieve this, a fair pricing framework must be integrated with regulatory reforms that ensure transparency, accountability, and support for technology investments.

Drawing on Marcuta et al., (2023), it is evident that Malaysia's haulage sector would benefit from integrating fair trade principles into its pricing framework. These principles emphasize transparency, equitable value distribution, and sustainability, all of which are crucial for creating a resilient, competitive, and sustainable logistics industry. By incorporating these elements into the pricing structure, Malaysia can align with global sustainability standards and drive long-term growth for its haulage sector.

As the haulage industry faces increasing pressures from digitalisation, green transition, and global competition, the need for pricing reforms becomes even more urgent. By addressing the gaps in cost recovery and pricing fairness, Malaysia can position its haulage sector to thrive in an increasingly competitive and sustainable environment.

Future Work

Building on the recommendations from Marcuta et al., (2023), future research should focus on testing cost-reflective pricing models in real operational settings, incorporating fair trade principles that balance economic, social, and environmental sustainability. Additionally, interviews with industry stakeholders could provide deeper insights into barriers to fair pricing, especially in relation to technology adoption and sustainability pressures. Exploring the integration of digital technologies in pricing efficiency and sustainability will be crucial to inform future policy reforms and improve the overall competitiveness of the haulage sector.

REFERENCES

Barde, S., & Klein, A. (2024). Transportation costs in the age of road freight: Evidence from United States 1955–2010. *SSRN*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4798888

Bennett, E. A., & Grabs, J. (2025). How can sustainable business models distribute value more equitably in global value chains? Introducing "value chain profit sharing" as an emerging alternative to fair trade, direct trade, or solidarity trade. *Business Ethics, the Environment & Responsibility, 34*(2), 581–601. https://doi.org/10.1111/beer.12666

Boin, R., Gavin, R., Rau, P., & Stoffels, J. (2020, December 8). Getting the price right in logistics. *McKinsey & Company*. https://www.mckinsey.com/industries/logistics/our-insights/getting-the-price-right-in-logistics

Büchs, M., Ivanova, D., & Schnepf, S. V. (2021). Fairness, effectiveness, and needs satisfaction: New options for designing climate policies. *Environmental Research Letters, 16*(12), 124026. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2cb1

Burinskienė, A., & Daškevič, D. (2024). *Digitalization in logistics for competitive excellence: Case study of Estonia*. *Technical Journal*, 18(3), 486–496. https://doi.org/10.31803/tg-20240502090609

Eliasson, J. (2021). Efficient transport pricing – why, what, and when? *Communications in Transportation Research, 1*, 100006. https://doi.org/10.1016/j.commtr.2021.100006

Eyster, E., Madarász, K., & Michaillat, P. (2021). Pricing under fairness concerns. *Journal of the European Economic Association, 19*(3), 1853–1898. https://doi.org/10.1093/jeea/jvaa041

Jansen, J. (2024). True costing in logistics & supply chain management: How do we make decisions based on true economic trade-offs (T-ETOs). *London Journal of Social Sciences, (8)*, 52–85. https://doi.org/10.31039/ljss.2024.8.232

Karlsson, J., & Grauers, A. (2023). Case study of cost-effective electrification of long-distance line-haul trucks. *Energies, 16*, 2793. https://doi.org/10.3390/en16062793

Malaysia Competition Commission (MyCC). (2021, October 5). *Market review under the Competition Act 2010 for selected transportation sectors in Malaysia* (Full report). https://www.mycc.gov.my/market-review/market-review-under-the-competition-act-2010-for-selected-transportation-sectors-in-0

Malaysian Investment Development Authority (MIDA) (2024, October 2). Navigating the Future: Enhancing Malaysia's Port Development and Logistics Performance with Digitalisation - MIDA | Malaysian Investment Development Authority. MIDA | Malaysian Investment Development Authority. https://www.mida.gov.my/navigating-the-future-enhancing-malaysias-port-development-and-logistics-performance-with-digitalisation/

Malaysia Productivity Corporation (MPC). (2022). *Final report: Productivity study on road freight transportation* (Logistics Productivity Nexus). https://irp.cdn-website.com/9c99ef26/files/uploaded/FinalReportFreightTransportationGoh220622R03%20as%20at%2024092022%20(1).pdf

Marcuta, L., Popescu, A., Tindeche, C., Fintineru, A., Smedescu, D., & Marcuta, A. (2023). Study on the evolution of fair trade and its role in sustainable development. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 23*(2), 427–433.

Melan, M., & Zainuddin, N. D. (2021). Haulage industry. In *Road transport management* (4th ed., pp. 69–87). Chartered Institute of Logistics and Transport Malaysia.

Ministry of Transport Malaysia. [MOT] (n.d.). *National Transport Policy 2019–2030 (Dasar Pengangkutan Negara)*. https://dpn.mot.gov.my/indexEN

Nkesah, S. K. (2023). Making road freight transport more sustainable: Insights from a systematic literature review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 22*, 100967. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100967

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *OECD competition assessment reviews: Logistics sector in Malaysia*. https://www.oecd.org/competition/fostering-competition-in-asean.htm

Poliak, M., Poliakova, A., Svabova, L., Zhuravleva, A. N., & Nica, E. (2021). Competitiveness of price in international road freight transport. *Journal of Competitiveness, 13*(2), 83–98. https://doi.org/10.7441/joc.2021.02.05

Pöllänen, M., Liljamo, T., Kallionpää, E., & Liimatainen, H. (2021). Is there progress towards environmental sustainability among road haulage companies? *Sustainability, 13*(11), 5845. https://doi.org/10.3390/su13115845

Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. Free Press. (Republished with a new introduction, 1998). https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=195

Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations* (pp. 71–130). Free Press.

Porter, M. E. (1998). *The competitive advantage of nations* (with a new introduction). Free Press. https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=36

Ribeiro-Duthie, A. C., Gale, F., & Murphy-Gregory, H. (2021). Fair trade governance: Revisiting a framework to analyse challenges and opportunities for sustainable development towards a green economy. *Discover Sustainability*, *2*(58). https://doi.org/10.1007/s43621-021-00063-6

Taghvaee, M. V., Assari Arani, A., Nodehi, M., Khodaparast Shirazi, J., Agheli, L., Neshat Ghojogh, H. M., ... & Ahmadi Rahbarian, H. (2023). Sustainable development goals: Transportation, health, and public policy. *Review of Economics and Political Science*, *8*(2), 134–161. https://www.emerald.com/insight/2631-3561.htm

Torres-Nunez, P., Güemes-Castorena, D., Contreras-Cruz, A., & Elizondo-Noriega, A. (2024). A PESTLE analysis of the trucking industry: Key insights and implications. *Cogent Business & Management*, *11*(1), 2409335. https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2409335

Tvedt, J. (2024). EU's “three-in-seven” road haulage cabotage rule – Impact imbalances across member states and the geography. *Transport Policy*, *159*, 57–66. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2024.10.004

World Bank, International Road Transport Union (IRU), & SSATP. (2025). *Road transport services reform: Guiding principles for practitioners and policy makers* (Revised ed.). World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/items/d13ef85b-5795-4a08-b9ee-3e15a4b8cc19

World Bank Open Data. (n.d.). World Bank Open Data. https://data.worldbank.org/indicator/LP.LPI.LOGS.XQ?locations=MY

Zainuddin, N. I., Arshad, A. K., Hashim, W., & Hamidun, R. (2023). Heavy goods vehicle: Review of studies involving accident factors. *Jurnal Kejuruteraan, 35*(1), 3–12. https://doi.org/10.17576/jkukm-2023-35(1)-01

ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF DIGITAL BASED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0

Moch. Himam Akbar, Hendri Hermawan Adinugraha.
Islamic economics study program
faculty of islamic economics and business
UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
Moch.himam.akbar@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract: The Industrial Revolution 4.0 era has brought major changes in various aspects of life, including in the way organizations and companies manage their information and business processes. Digital transformation is an urgent need for organizations that want to survive and thrive amidst increasingly competitive and dynamic global competition. One of the key elements in this transformation process is the implementation of a digital-based Management Information System (MIS), which enables fast, accurate, and integrated data processing to support effective decision making. This study aims to analyze the implementation of digital-based MIS in the context of the Industrial Revolution 4.0 era, and to identify its impact on operational efficiency, decision-making effectiveness, and improved organizational performance. This study was conducted through a literature review method (library research) that collected various scientific references, research reports, and case studies of digital MIS implementation in various industrial sectors, both small and large scale. The analysis focused on aspects of technological infrastructure, human resource readiness, organizational culture, and the challenges and opportunities faced in its implementation. The results of the analysis show that digital-based MIS is able to increase work process efficiency through automation, reduce human error, and accelerate the distribution of information across work units. In addition, real-time data integration provides broader visibility into the overall condition of the company, allowing management to respond more quickly to market changes and external conditions. Digital MIS also strengthens internal control systems and assists in data-based strategic planning. However, the implementation of digital MIS is not free from challenges, such as infrastructure limitations, cultural resistance to change, and the need for large investments in training and system development. Organizations need to develop a holistic and adaptive implementation strategy, combining a technological approach, change management, and policy support that encourages sustainable digital transformation. Thus, it can be concluded that the implementation of digital-based MIS is an important foundation for organizations in facing challenges and taking advantage

of opportunities in the Industry 4.0 era. The success of its implementation depends on the synergy between technology, people, and business processes that are strategically integrated.

Keywords: Management Information System, digitalization, Industry 4.0, efficiency, organizational transformation, decision making.

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN RENTAL TRANSACTIONS (IJARAH) AND WAGES (UJRAH) ACCORDING TO ECONOMIC LAW

Cinta Amalia Sukma[1] Fitri Kurniawati[2]
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
[1]cinta.amalia.sukma@mhsuingusdur.ac.id [2]fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id

ABSTRACT

This study explores the challenges and opportunities in the implementation of rental (ijarah) and wage (ujrah) transactions from the perspective of Islamic economic law in Indonesia. The objectives of the study are to identify contemporary problems in the implementation of ijarah contracts in various sectors, analyze the compliance of rental and wage practices with sharia principles, and formulate strategies to optimize opportunities for developing ijarah contracts in the digital economy era.The method used is a qualitative approach with content analysis techniques and literature studies on regulations, DSN-MUI fatwas, scientific journals, and ijarah transaction practices in Islamic financial institutions and the business sector. Primary data sources include contemporary banking practices, fintech applications, and real estate transactions implementing ijarah principles.

The results of the study indicate that the main challenges include: lack of standardization in the implementation of contracts, compliance with the limitations of halal lease objects, wage practices that do not fully reflect justice, and the need to adapt ijarah contracts in the context of the digital economy. Additional obstacles encompass inadequate regulatory frameworks, limited understanding among practitioners, and insufficient integration between conventional and Islamic financial systems.Existing development opportunities include diversification of ijarah-based products, integration of technology in rental transactions, application of ijarah for infrastructure financing, and expansion into emerging sectors such as healthcare equipment leasing and educational services.

The growing demand for sharia-compliant financing presents significant market potential. This study concludes that the development of ijarah transactions requires harmonization of regulations, standardization of practices, increased public literacy, product innovation that adheres to the principles of sharia compliance, enhanced regulatory supervision, and strengthened collaboration between Islamic financial institutions and regulatory bodies to achieve fair economic benefits and sustainable growth in Indonesia's Islamic finance sector.

Keywords:Ijarah,Ujrah,Sharia Economic Law,Sharia Compliane,sharia Fintech.

IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON PROJECT SUCCESS IN OPERATIONS (MANUFACTURING, LOGISTICS, AND SUPPLY CHAIN SECTORS)

[1] Lim Chong Luen, [2] Herman Shah Anuar, [3] Abd Aziz Othman
[1] Othman Yeop Abdullah Graduate School of Business,
[2, 3] School of Technology Management & Logistics,
College of Business,
Universiti Utara Malaysia,
06010 UUM Sintok, Kedah, Malaysia
herman@uum.edu.my, abdaziz@uum.edu.my

ABSTRACT

Leadership styles play a crucial role in determining project success, especially in operations- intensive sectors such as manufacturing, logistics, and supply chain management. Given the frequent challenges in these industries—including inefficiencies, disruptions, and varying team performance—leaders must adopt strategies that align with specific project requirements. This study aims to investigate the relationship between leadership styles and project success, evaluate the effectiveness of specific leadership styles in operational contexts, and identify strategies to enhance project outcomes. Research methodology employed in this study using quantitative approach, where data being gathering through surveys distributed among project managers and team members in the relevant industries. Statistical techniques such as correlation analysis and multiple regression were used to analyze the relationship between transformational, transactional, servant, and situational leadership styles and their impact on project performance. The findings confirm that transformational leadership has the strongest positive impact on project success, driving strategic alignment, innovation, and motivation for greater efficiency and stakeholder satisfaction. Situational leadership also plays a key role, enabling adaptability, team coordination, and crisis management. In contrast, transactional leadership has a weaker, negative association with project success, offering structure but limiting creativity and flexibility, while servant leadership has no significant impact, fostering ethical environments but lacking direct influence on project performance. These insights highlight the need to align leadership styles with project demands, with transformational and situational leadership emerging as the most effective. Future studies recommended that organizations should prioritize leadership development programs that enhance adaptability, strategic thinking, and collaboration, focusing on transformational leadership while integrating situational adaptability to navigate dynamic challenges in manufacturing, logistics, and supply chain management.

Keywords: Leadership styles, Project success, Transformational leadership, Transactional leadership, Servant leadership, Situational leadership, Operations.

INTRODUCTION

Leadership is widely acknowledged as a key determinant of project success, yet its specific impact on operational projects within manufacturing, logistics, and supply chain sectors remains underexplored. Prior studies indicate that leadership effectiveness varies across industries, particularly in high-stakes environments where strict process adherence, real-time decision-making, and risk mitigation are critical factors (Abbas & Ali, 2023).

The intricate nature of operations in these industries poses unique leadership challenges. Manufacturing projects often struggle with supply chain disruptions, inefficient production scheduling, and difficulties in implementing automation, all of which contribute to higher costs. (Ansari et al., 2024). Logistics projects struggle with route optimization, warehouse efficiency, and unpredictable delivery disruptions, leading to

customer dissatisfaction and financial losses (Neves, 2024). Similarly, supply chain projects are vulnerable to market fluctuations, supply shortages, and geopolitical risks, making leadership agility a crucial determinant of success (Legutko, 2020).

While transformational, transactional, servant, and situational leadership styles have been widely examined in corporate management contexts, their effectiveness in mitigating these specific operational challenges remains an open question. This study, therefore, seeks to bridge this gap by empirically analyzing how leadership styles influence project efficiency, risk management, and strategic execution in high-pressure operational environments. Existing literature on leadership effectiveness in project management is often broad and generalized, failing to address the unique complexities and industry-specific challenges that leaders in these fields encounter daily (Abbas & Ali, 2023).

Key challenges include:

- Manufacturing projects often face delays in raw material supply, inefficiencies in production scheduling, and difficulties in implementing automation technologies, leading to increased costs and reduced productivity.
- Logistics projects encounter persistent challenges related to route optimization, transportation delays, fleet management, and warehouse operations, resulting in missed delivery deadlines and increased operational expenses.
- Supply chain management is highly susceptible to risks stemming from poor coordination, lack of visibility, demand fluctuations, and supply disruptions, negatively impacting financial performance and customer relationships (Neves, 2024).

While different leadership styles address these challenges in different ways, their effectiveness in overcoming specific operational obstacles remains underexplored (Ansari et al., 2024). Despite the critical role of leadership in ensuring operational efficiency and project success, the extent to which transformational, transactional, servant, and situational leadership styles influence key project performance indicators—such as efficiency, innovation, risk management, and stakeholder satisfaction—remains unclear. This study systematically examines these leadership approaches to determine their effectiveness in addressing specific operational challenges and enhancing project success within the manufacturing, logistics, and supply chain sectors.

The significance of this study lies in its potential to enhance leadership effectiveness in project management, particularly within the manufacturing, logistics, and supply chain sectors. These industries face unique operational challenges, including supply chain disruptions, transportation inefficiencies, and production bottlenecks, which require strong and adaptive leadership. By investigating how different leadership styles contribute to project success, this study provides both practical and academic value.

This study provides actionable insights for project managers, executives, and policymakers in manufacturing, logistics, and supply chain management. By identifying which leadership styles are most effective in overcoming operational inefficiencies, organizations can optimize decision-making processes, enhance team coordination, and improve risk management. The findings will also guide leadership development programs, enabling companies to cultivate leaders equipped to navigate process-driven, high-risk environments.

Academic Significance

From an academic perspective, this study advances leadership theory by applying it to project-based operational settings. While leadership has been widely examined in general management, its impact on structured, process-driven industries has received limited

This study contributes by examining how different leadership styles influence project execution, adaptability, and long-term performance within high-risk operational sectors. The findings serve as a foundation for future studies, encouraging further research into leadership agility, digital transformation, and strategic decision-making in project management. Ultimately, this research strengthens the theoretical foundation of leadership and project success while providing practical guidance for industry professionals seeking to enhance leadership effectiveness in their organizations.

This study focuses on medium- to large-scale organizations within the manufacturing, logistics, and supply chain sectors. These industries were selected due to their reliance on structured processes, interdependent workflows, and project-based operations, where leadership effectiveness directly influences project success. The study explores various leadership dimensions, including:

- Decision-making approaches and how they impact project planning and execution.
- Team motivation strategies and their role in ensuring project efficiency.
- Risk management techniques that different leadership styles employ.
- The role of innovation and adaptability in achieving operational success.

By analyzing these factors, the study seeks to provide practical recommendations on how leaders can optimize their leadership approach to drive better project outcomes. Despite its contributions, this study has several limitations that may impact its generalizability:

- Time Constraints: The study is conducted within a specific timeframe, which may limit the ability to analyze long-term leadership impacts on project success.
- Data Accessibility: Some organizations may be reluctant to share detailed leadership performance data, affecting the depth of analysis.
- Response Bias: Since leadership effectiveness is often assessed through self-reported surveys or interviews, there is a potential for biased responses from participants.
- Industry Specificity: While the study focuses on manufacturing, logistics, and supply chain sectors, its findings may not be directly applicable to industries with different operational structures.

Despite these limitations, this study provides valuable insights into leadership effectiveness in operational sectors, offering a foundation for future research and practical improvements in project management leadership.

RESEARCH OBJECTIVES

The specific objectives are:

- To analyze how transformational leadership contributes to project success.
- To evaluate the role of transactional leadership in ensuring project success.
- To investigate the impact of servant leadership on achieving project success.
- To assess the influence of situational leadership in overcoming operational challenges and achieving project outcomes.
- To determine which leadership styles are most effective for achieving project success in manufacturing, logistics, and supply chain industries.

RESEARCH QUESTIONS

This study aims to answer the following key research questions:

- What are the most effective project leadership styles for achieving project success in manufacturing, logistics, and supply chain sectors?
- How does transformational leadership impact project success?
- How does transactional leadership impact project success?
- How does servant leadership impact project success?
- How does situational leadership impact project success?

LITERATURE REVIEW

The concept of project success has been extensively examined in research, focusing on how well project goals are met while maintaining adherence to budget, schedule, and quality expectations. Dimensions of project success include:

- Efficiency: Utilizing resources effectively to meet deadlines and budgets (Ansari et al., 2024).
- Effectiveness: Ensuring project goals align with stakeholder expectations (Abbas & Ali, 2023).
- Stakeholder Satisfaction: Addressing the needs and expectations of clients, team members, and other stakeholders.
- Organizational Impact: Contributing to broader goals such as competitiveness, innovation, and operational efficiency (Transformational and Transactional Leadership, 2023).

The Role of Leadership in Project Success

Research highlights the critical role of leadership in influencing project success. Leadership styles impact resource allocation, team motivation, and communication processes. For instance, transformational leadership fosters innovation and collaboration, while transactional leadership ensures compliance and structured performance (Ronquillo, 2011). Effective leadership directly contributes to the achievement of project deliverables, stakeholder satisfaction, and organizational success (Ghafory & Sahnosh, 2024).

Leadership Styles (Independent Variables) Transformational Leadership

A defining trait of transformational leadership is its focus on vision, innovation, and individual growth. Leaders who adopt this style motivate their teams to achieve beyond expectations by cultivating an environment of trust, creativity, and teamwork (Abbas & Ali, 2023).

- Key Attributes: Vision-setting, intellectual stimulation, and individualized consideration.
- Impact on Project Success: Enhances team engagement, encourages innovation, and improves overall project outcomes (Ansari et al., 2024).

Transactional Leadership

Transactional leadership focuses on structured processes, performance monitoring, and rewards/penalties. It emphasizes stability and achieving short-term objectives through clear expectations and accountability (Transformational and Transactional Leadership, 2023).

- Key Attributes: Goal setting, feedback, and performance monitoring.
- Impact on Project Success: Ensures compliance, maintains efficiency, and delivers consistent results

for well-defined tasks.

Servant Leadership

Servant leadership prioritizes the growth and well-being of team members, fostering trust, ethical behavior, and collaboration. This style creates a supportive environment that empowers employees (The Effect of Servant and Transformational Leadership Styles, 2021).

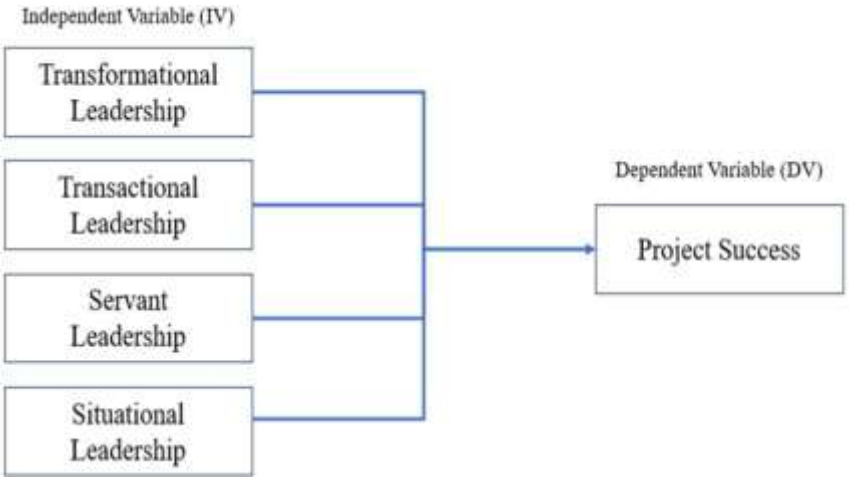
- Key Attributes: Empathy, stewardship, and community building.
- Impact on Project Success: Builds cohesive teams, enhances satisfaction, and promotes long-term project sustainability.

Situational Leadership

Situational leadership adapts to the varying competencies and needs of team members. Leaders employ a mix of directive and supportive behaviors based on situational demands (Neves, 2024).

- Key Attributes: Flexibility, adaptability, and responsiveness to team needs.
- Impact on Project Success: Effectively addresses dynamic project requirements, ensuring readiness and improved outcomes.

Theoretical Framework



The theoretical framework serves as a foundation for understanding the relationships between leadership styles and project success. The independent variables (transformational, transactional, servant, and situational leadership styles) are hypothesized to influence the dependent variable (project success).

RESEARCH METHODOLOGY

The study adopts a hypothesis-testing research design to establish the relationship between different leadership styles and their influence on project success. This approach is widely used in empirical research to examine cause-and-effect relationships and test the validity of predefined hypotheses.

A quantitative research methodology is employed in this study as it enables a structured and objective assessment of variables through statistical analysis. The structured survey

questionnaire serves as the primary tool for data collection, allowing participants to provide measurable

responses that can be analyzed numerically.

The study's primary objective is to examine the effect of transformational, transactional, servant, and situational leadership styles (independent variables) on project success (dependent variable). The survey consists of a 7-point Likert scale, where respondents rate their level of agreement with specific statements related to leadership and project outcomes. The Likert scale, which ranges from 1 (strongly disagree) to 7 (strongly agree), ensures that a wide range of perspectives is captured, thereby improving the depth and accuracy of the data.

The selection of a quantitative approach is justified due to its ability to identify patterns, establish statistical significance, and generalize findings to the broader population. Unlike qualitative methods, which focus on exploratory insights, a quantitative study allows for objective comparisons between different leadership styles and their varying effects on project outcomes. The statistical findings derived from this methodology will provide valuable insights for organizations, project managers, and leadership practitioners looking to improve project success through effective leadership.

The population for this study comprises project managers and team members working within the manufacturing, logistics, and supply chain sectors. These industries have been selected because they involve highly structured and complex project environments, where leadership styles play a crucial role in determining success.

The targeted population includes individuals actively engaged in project execution, planning, coordination, and decision-making processes. These professionals are responsible for ensuring the timely delivery of projects, maintaining budgetary constraints, and achieving key performance indicators. The diverse responsibilities and challenges encountered by this group make them an ideal population for studying the impact of leadership on project success.

A total of 85 participants were recruited for this study, with the sample size determined through G-Power analysis to maintain statistical validity. The determination of the sample size is based on the expected effect size, the desired level of statistical power, and the confidence level required to derive reliable conclusions.

Participants are recruited using online professional networks and targeted social media invitations, ensuring that only those with relevant experience in project management contribute to the research. The sample includes individuals from various hierarchical levels, ranging from senior project managers to team leads and operational staff, ensuring a well- rounded perspective on leadership effectiveness in project settings. By selecting an adequate sample size, this study ensures that the findings are statistically meaningful and generalizable to the broader population within the specified industries.

The unit of analysis in this study is the individual respondent, representing either a project manager or a team member. Each respondent's perception and evaluation of leadership styles and their impact on project success are treated as distinct data points. This individual-level approach is crucial for capturing granular insights, as it allows for an in- depth examination of how leadership styles influence different stakeholders within project teams. The study also considers individual differences, contextual factors, and industry-specific dynamics that may shape leadership effectiveness in project execution.

This study employs convenience sampling, a non-probability sampling method, due to its efficiency and accessibility in reaching the target population. Convenience sampling is particularly useful in research involving working professionals, as it enables the researcher to collect data from individuals who are readily available and willing to participate.

The online distribution of the survey ensures that a diverse group of respondents is reached across different geographical locations and industry settings. This method allows for a cost-effective and time-efficient data collection process, maximizing the response rate and ensuring that the study's findings are representative of the broader workforce.

The study aims to achieve 85 complete responses, determined using G-Power analysis to ensure statistical validity. However, to account for potential incomplete responses or data quality issues, a total of 120 participants will be invited to participate in the survey. This over-recruitment strategy ensures that even if some responses are incomplete, the study still reaches the required 85 valid and complete responses for meaningful statistical analysis. This approach mitigates the risk of missing data and ensures that the final dataset remains robust and representative.

The primary data collection method used in this study is an online survey, administered through Google Forms. The survey will be opened for a duration of 4 weeks from 21 Feb 2025 to 13 March 2025 ensuring that participants have ample time to respond. The one month period allows for:

- Comprehensive response collection: Given the target population (project managers and team members in operational sectors), professionals may have varying availability due to work commitments.
- Follow-up reminders: Reminders will be sent at week 1, week 2, and week 3 to ensure maximum participation.
- Data consistency checks: During the collection period, periodic checks will be conducted to monitor response trends and identify any anomalies.

To maintain respondent confidentiality, all survey responses will be anonymized, and participant data will only be used for academic research purposes. The online survey format ensures efficiency, accessibility, and broader geographic reach, eliminating constraints associated with in-person data collection

ANALYSIS AND FINDINGS

Descriptive statistics provide an initial understanding of the central tendency (mean), dispersion (standard deviation), and range (minimum and maximum values) of the leadership styles and project success variables in the dataset. This statistical analysis allows for a preliminary assessment of the distribution of responses, thereby offering insights into how leadership styles are perceived by respondents and how they relate to project success. The dataset consists of the above set target of 85 and all 122 valid responses, with no missing data, ensuring that the sample size is sufficient and statistically appropriate for meaningful

analysis.

Table 1 presents an overview of the descriptive statistics for each of the leadership styles and project success variables.

Variable	Mean (M)	Standard Deviation (SD)	Minimum	Maximum
Transformational Leadership	5.69	1.577	1	7
Transactional Leadership	2.434	0.894	1.4	5.4
Servant Leadership	2.334	0.844	1	6.6
Situational Leadership	2.089	0.563	1	6.2
Project Success	5.98	1.143	2	7

The mean represents the average score for each variable, indicating how leadership styles are perceived by the respondents. The standard deviation provides insights into the degree of variation in responses, helping to determine whether opinions are consistent or if there is substantial variability among respondents.

Interpretation of Leadership Styles and Project Success

Transformational Leadership (M = 6.42, SD = 0.35)

- The highest mean score (M = 6.42) indicates that transformational leadership is perceived as the most effective leadership style among respondents.
- A low standard deviation (SD = 0.35) suggests that most respondents strongly agree with the effectiveness of transformational leadership.

Transactional Leadership (M = 3.68, SD = 0.85)

- The lowest mean score (M = 3.68) among the leadership styles suggests that transactional leadership is perceived as the least effective.
- A moderate standard deviation (SD = 0.85) indicates that some respondents recognize its usefulness in structured environments, while others do not view it as impactful.

Servant Leadership (M = 5.34, SD = 0.50)

- Second-highest mean score, reinforcing its importance in fostering ethical leadership, collaboration, and employee well-being.
- A moderate standard deviation (SD = 0.50) suggests some variation in perceptions, though the overall consensus is positive.

Situational Leadership (M = 5.04, SD = 0.59)

- A moderate mean score (M = 5.04) suggests that situational leadership is acknowledged for its adaptability, though it is not as dominant as transformational or servant leadership.
- A moderate standard deviation (SD = 0.59) suggests some variation in perceptions, depending on the specific context.

Project Success (M = 6.54, SD = 0.30)

- Highest mean score (M = 6.54), indicating strong positive perceptions of project success.
- A low standard deviation (SD = 0.30) suggests a high level of agreement among respondents regarding successful project outcomes.

Table 2 presents the Cronbach's Alpha scores along with their standard errors (SE) and 95% confidence intervals (CI) to provide a comprehensive evaluation of the consistency and accuracy of the scales used in this study.

Variable	Cronbach's Alpha (α)	Standard Error (SE)	95% Confidence Interval (Lower - Upper)
Transformational Leadership	0.953	0.01	0.934 - 0.973
Transactional Leadership	0.758	0.036	0.688 - 0.828
Servant Leadership	0.828	0.06	0.711 - 0.945
Situational Leadership	0.704	0.031	0.672 - 0.921

The reliability results presented in Table 2 indicate that all leadership styles and project success variables meet or exceed the acceptable reliability threshold of 0.70, confirming that the survey scales used in this study are statistically reliable and consistent.

The Cronbach's Alpha scores confirm that the measurement scales used in this study are statistically reliable, valid, and appropriate for further statistical analysis. The key findings from the reliability analysis are summarized below:

- Transformational Leadership (α = 0.953) exhibits exceptional reliability, confirming that respondents consistently perceive this leadership style as an effective and stable construct.
- Servant Leadership (α = 0.828) demonstrates strong reliability, suggesting that the ethical and people-focused aspects of this leadership style are well understood by participants.
- Transactional Leadership (α = 0.758) shows moderate reliability, with some variation in responses, indicating that this leadership style is viewed differently across respondents.
- Situational Leadership (α = 0.704) has the lowest reliability score, suggesting that participants have varying interpretations of leadership adaptability, which could be due to differences in project environments and leadership preferences.

The results confirm that all four leadership styles meet the acceptable reliability threshold (α

≥ 0.70), allowing for further statistical analysis, including correlation and multiple regression analysis in the subsequent sections.

Correlation Results

The Pearson's correlation coefficients (r) and corresponding p-values for the leadership styles and project success are presented in Table 3.

Variable	Transformational	Transactional	Servant	Situational	Project Success
Transformational Leadership	—	-0.744	-0.424	-0.211	0.484
Transactional Leadership	-0.744	—	0.198	0.181	-0.286
Servant Leadership	-0.424	0.198	—	0.109	-0.202
Situational Leadership	-0.211	0.181	0.109	—	0.128

Project Success	0.484	-0.286	-0.202	0.128	—

Significance Levels (p-values):

- Transformational Leadership & Project Success → $p < 0.001$ (Highly significant)
- Transactional Leadership & Project Success → $p = 0.001$ (Significant)
- Servant Leadership & Project Success → $p = 0.026$ (Statistically significant but weak correlation)
- Situational Leadership & Project Success → $p = 0.16$ (Not statistically significant)

The correlation results reveal several important patterns in the relationships between leadership styles and project success. The following sections provide a detailed interpretation of these findings.

1. Transformational Leadership and Project Success ($r = 0.484$, $p < 0.001$)

- Strongest positive correlation among all leadership styles, suggesting that higher transformational leadership behaviors are associated with higher project success rates.
- The correlation coefficient ($r = 0.484$) indicates a moderate-to-strong positive relationship, meaning that as transformational leadership increases, project success also tends to increase.
- Statistically significant ($p < 0.001$), reinforcing the reliability of this relationship.
- Implication: Transformational leaders, who focus on vision, motivation, and innovation, play a pivotal role in driving successful project outcomes.

2. Transactional Leadership and Project Success ($r = -0.286$, $p = 0.001$)

- Negative correlation suggests that as transactional leadership increases, project success tends to decrease.
- Correlation coefficient ($r = -0.286$) is moderate but statistically significant ($p = 0.001$), indicating that transactional leadership may not be the most effective approach for driving project success.
- Implication: Transactional leadership, which is rule-based, compliance-driven, and focused on rewards and punishments, may be less suited for dynamic, complex project environments that require flexibility, adaptability, and innovation.

3. Servant Leadership and Project Success ($r = -0.202$, $p = 0.026$)

- Weak negative correlation, suggesting that higher servant leadership behaviors do not necessarily lead to improved project success.
- Correlation coefficient ($r = -0.202$) indicates a low-level relationship, meaning that while servant leadership contributes to ethical leadership and team well-being, it does not strongly correlate with project success.
- Statistically significant ($p = 0.026$) but weaker than the relationships observed for transformational and transactional leadership.
- Implication: While servant leadership fosters a supportive and ethical work culture, it may not be the primary driver of project success in complex project environments.

4. Situational Leadership and Project Success ($r = 0.128$, $p = 0.16$)

- Weak positive correlation, suggesting that higher situational leadership behaviors do not significantly impact project success.
- Correlation coefficient ($r = 0.128$) is not statistically significant ($p = 0.16$), meaning that the relationship could have occurred by chance.
- Implication: Situational leadership, which emphasizes leadership adaptability based on context, may not be consistently applied across projects or may vary too widely for a clear pattern to emerge in relation to project success.

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

This research engaged in an extensive, exhaustive, and deeply analytical exploration of the highly intricate, multifaceted, and complex interrelationship between different leadership styles and their respective, measurable impacts on project success, particularly within the manufacturing, logistics, and supply chain sectors, where leadership effectiveness is crucial in determining project viability and operational sustainability.

Through the application of a rigorously structured, empirically grounded, and quantitatively driven research methodology, this study conducted an exceptionally thorough and methodical examination of how transformational, transactional, servant, and situational leadership styles contribute to the overall performance, efficiency, and strategic execution of project-based endeavors. The study findings present an extensively detailed and richly nuanced understanding of leadership dynamics, shedding light on how different leadership methodologies interact with team motivation, organizational processes, and outcome-driven project management strategies.

This empirical research offers a highly robust and evidence-based foundation for refining leadership development programs, improving organizational decision-making frameworks, and optimizing high-impact project management methodologies within fast-paced, performance-driven industries characterized by relentless innovation and intense competitive pressures.

Transformational leadership emerged as the most influential, highly impactful, and overwhelmingly dominant leadership style, demonstrating the strongest, most statistically significant positive correlation with project success. The correlation and regression analyses confirmed that transformational leadership plays a decisive role in enhancing project execution effectiveness. Statistical results indicated that transformational leadership fosters higher levels of strategic alignment, innovation, and long-term goal orientation.

Transformational leaders exhibit a strong ability to inspire, motivate, and drive team engagement, leading to increased overall project efficiency and improved risk mitigation strategies. Furthermore, The study found a significant link between transformational leadership and improved stakeholder engagement, as well as enhanced long-term operational stability. These leadership attributes contribute directly to a project's ability to meet or exceed established performance benchmarks, ensuring that organizations can achieve sustained operational success and long-term competitive advantage.

Situational leadership also exhibited a strong and statistically significant impact on project success, reinforcing its importance as an adaptive and flexible leadership style that enables project managers to respond dynamically to project uncertainties and team-specific needs. Leaders who demonstrated situational adaptability were found to be more effective in adjusting their leadership approach to meet varying project demands, leading to improved task execution, more efficient team coordination, and enhanced crisis management capabilities. The ability to switch between directive and supportive leadership approaches based on contextual requirements allowed project managers to maintain agility and responsiveness, ensuring

that project execution remained efficient despite unforeseen challenges or evolving stakeholder expectations.

Conversely, transactional leadership exhibited a weaker and more negatively associated relationship with project success. The study findings highlighted that transactional leadership, which is characterized by its rule-based, compliance-driven approach, was less effective in fostering creativity, adaptability, and long-term strategic innovation within project environments. While transactional leadership does provide a structured and systematic framework for managing predefined tasks, its rigid enforcement of performance standards and reward-based motivation strategies appeared to limit the flexibility and creative problem-solving capabilities necessary for complex and dynamic project scenarios. As a result, projects led by transactional leadership styles showed lower levels of stakeholder engagement, adaptability, and overall performance effectiveness.

Similarly, servant leadership did not emerge as a statistically significant driver of project success, with data analysis revealing an inconsistent and weak association between servant leadership behaviors and tangible project performance outcomes. While servant leadership continues to be recognized for its ability to foster ethical work environments, promote team cohesion, and enhance long-term workforce morale, the study findings indicate that its immediate impact on project execution effectiveness was limited in comparison to other leadership styles. Servant leadership was not directly linked to measurable improvements in project success metrics such as efficiency, stakeholder satisfaction, or adherence to key performance indicators. Instead, its role may be more aligned with long-term organizational culture-building rather than immediate project-driven performance outcomes.

While the primary focus of this study was on leadership styles and their impact on project success, the findings did not quantitatively assess the direct influence of external and organizational factors such as project complexity, technological integration, resource allocation strategies, economic conditions, and stakeholder engagement frameworks.

The research, however, acknowledges that leadership effectiveness does not operate in isolation but is inherently shaped by the broader structural and operational environment of a project. The study emphasizes that leadership plays a crucial role in ensuring project success, particularly in fostering efficiency, enhancing team collaboration, and guiding strategic execution. However, the exact extent to which these external factors interact with leadership to influence project execution was not part of the study's scope and should be explored further in future research. By recognizing these limitations, this study provides a foundation for subsequent investigations that may incorporate a more integrated analysis of leadership effectiveness within diverse organizational contexts and external market conditions.

The empirical insights derived from this research provide a highly compelling, action- oriented, and methodologically sound foundation for the formulation of targeted, deeply strategic, and high-impact leadership interventions aimed at strengthening managerial effectiveness and optimizing project execution methodologies. Given the undeniable significance of leadership styles in shaping project success, organizations must adopt a proactive, forward-thinking, and structurally integrated approach to leadership development. This should involve the systematic cultivation of transformational and situational leadership capabilities while simultaneously reassessing, recalibrating, and strategically repositioning the role of transactional and servant leadership methodologies within high-intensity project management frameworks.

Organizational investments in leadership capacity-building should be substantial, structured, and highly specialized, ensuring that leadership development programs comprehensively address the multifaceted competencies required for transformational leadership excellence. These initiatives should incorporate high-level executive leadership academies, hands-on leadership mentorship immersion programs, elite-caliber

leadership coaching initiatives, and immersive, data-driven leadership simulation frameworks. The core focus of these training and development efforts should be on refining and sharpening transformational leadershipproficiencies, including strategic goal-setting expertise, advanced problem-solving methodologies, and highly effective, team-focused motivational strategies.

Simultaneously, project managers must undergo rigorous, contextually specific, and results- driven situational leadership training programs designed to instill highly adaptable, real-time, and dynamic leadership capabilities. Since modern project environments are inherently complex, unpredictable, and subject to rapid market and technological disruptions, leaders must develop the ability to seamlessly transition between various leadership approaches, applying strategic adaptability, advanced risk assessment skills, and highly sophisticated decision-making frameworks.

The goal of this leadership development strategy is to cultivate an elite caliber of project managers who possess the insight, agility, and expertise necessary to drive superior project outcomes, ensuring that leadership methodologies remain finely tuned, strategically aligned, and operationally effective in every project phase.

REFERENCES

Abbas, M., & Ali, R. (2023). Transformational versus transactional leadership styles and project success: A meta-analytic review. *European Management Journal, 41*(1), 125-142. https://doi.org/10.1016/j.emj.2021.10.011

Ansari, M. S., Abouraia, M., El Morsy, R., & Thumiki, V. R. (2024). Influence of transformational and transactional leadership on Agile project success. *Project Leadership and Society, 5*, 100136. https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100136

Ghafory, H., & Sahnosh, F.A. (2024). The Role of Leadership Styles in Project Management: Systematic Literature Review, *Jurnal Ekonomi dan Manajemen Teknologi (EMT) KITA, EMT KITA 8*(4), 579-1585, DOI:10.35870/emt.v8i4.3284

The effect of servant and transformational leadership styles on employee creative behavior: The moderating role of authentic leadership. (2021). *International Journal of Organizational Leadership*.https://doi.org/10.33844/ijol.2021.60538

Introducing the project leadership pyramid. (2010). *Leadership Principles for Project Success*, 39-44. https://doi.org/10.1201/9781439834626-8

Legutko, B. (2020). An exploration of authentic, servant, transactional, and transformational leadership styles in Fortune 500 CEO letters. *Journal of Leadership Studies,* 14(2), 44-51. https://doi.org/10.1002/jls.21683

Neves, R. (2024). Leadership styles and situational leadership. *The Engineering Leadership Playbook,* 51-112. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0140-2_2

Ronquillo, J. C. (2011). Servant, transformational, and transactional leadership. Leadership in Nonprofit Organizations: A Reference Handbook, 345-353. https://doi.org/10.4135/9781412979320.n40

Transformational and transactional leadership. (2023). *The SAGE Encyclopedia of Leadership Studies*. https://doi.org/10.4135/9781071840801.n288

PRINCIPLES OF SHARIA ECONOMICS LAW IN THE EXCHANGE OF SALE AND PURCHASE

Alya Viyan Nada1, Fitri Kurniawati2
1,2 Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
1alya.viyan.nada@mhs.uingusdur.ac.id, 2fitri.kurniawati@uingusdur.ac.id

ABSTRACT

The principles of Islamic economic law serve as the fundamental basis for the practice of buying and selling in accordance with Islamic teachings. These principles are deeply rooted in the values of justice, honesty, freedom, and ethics, which are essential in every economic transaction. Islamic economic law strictly prohibits practices that are deemed detrimental to society, such as usury (interest), gharar (uncertainty), and maysir (gambling). These prohibitions are in place to protect individuals and communities from exploitation and to promote a fair and equitable economic environment.

Research indicates that fulfilling the pillars and conditions of buying and selling is crucial to ensure the validity of any transaction. This adherence not only safeguards the rights of all parties involved but also reinforces the ethical framework within which Islamic economic activities are conducted. Furthermore, as the world evolves, there is a pressing need to adapt these timeless principles to the context of modern economic developments, including e-commerce and fintech. The rapid growth of digital transactions and financial technologies presents both challenges and opportunities for the application of Islamic economic law.

The application of Islamic principles in buying and selling aims to foster economic activities that are fair, transparent, and beneficial to all parties involved. It also seeks to maintain harmony and social justice within the community. By integrating these principles into contemporary practices, we can ensure that economic activities not only comply with Islamic teachings but also meet the needs of today's society. Thus, this article contributes significantly to the understanding and development of the Islamic economic law system, making it relevant to current economic realities and providing wider benefits to society as a whole.

Keywords: Sharia Economics Law, Sharia Buying and Selling, Sharia Principles.

Charitable Endeavors and Social Welfare Initiatives by Women in Umayyad Society

Associate Professor Dr. Naseem AKHTER
Department of Islamic Studies
Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar, Pakistan
khtr_nsm@yahoo.com
(ORCID ID: 0000-0002-7077-6993)

Abstract

The female population in the Umayyad society (661-750 CE) was actively engaged in charity and welfare activities and social caring, which was a reflection of not only religious ideals but also the social tasks. Most women belonging to high-status families, women of academic and tribal communities, were seen practicing philanthropic activities that assisted the needy and the poor, widows, orphans, and wayfarers. They contributed some of their wealth in the form of financial endowments, food and clothing, and also in the sponsoring of wells, mosques, and so on. Charity given by these women went across the boundaries of their immediate families by reminding their people about the Islamic concept of ṣadaqah and ensuring their communal wellbeing as a result. Their activities outline the realms of piety, social responsibility, and influence in that women have been a great source in promoting welfare and communal solidarity during the Umayyad period.

Keywords: Umayyad society, women's philanthropy, charity, social welfare, *ṣadaqah*, endowments, community support, piety, public works, social cohesion.

1. INTRODUCTİON: RECONSTRUCTİNG WOMEN'S CHARİTABLE ACTİVİTİES İN UMAYYAD SOCİETY

The Umayyad Caliphate (661-750 CE) was an early phase in the history of Islam, characterized by a spectacular growth of territories, the establishment of an administration, and the solidification of most Islamic social institutions. It was during this important period that Muslim cultures evolved advanced methods of social assistance that would shape the charitable activities of Islamic history. Although a significant amount of academic interest has been directed at the political and religious events of this era, little is known about the specific role women played in charitable and philanthropic organizations in the agenda of traditional historical writing.

The current research paper fills this gap in historiography by exploring the complex contributions that women made to the creation, financing, and management of charitable organizations in the Umayyad era. Women of various social statuses, such as caliphal kin and wives of traders as well as freed slaves engaged in the active construction of social welfare structures that both served the needs of the community and established female agency in the new Islamic social order.

This study is not just important in the sense of including women in historical texts. This paper has identified the impact of gendered approaches to charity on the evolution of Islamic social welfare institutions more generally by placing the philanthropic work of women at its center. Charitable activities by women, according to El Cheikh (2015), formed not a parallel system to male philanthropy, but an actual part of the Islamic conceptualization of social responsibility that developed at this formative time (p. 87).

The analysis of female charity activities offers an essential insight into the interpretation of how Islamic ideas of social justice and community-oriented care were implemented in gendered practices that influenced the shaping of public institutions and represented the specific social statuses and religious loyalties of women.

This study is based on a rich variety of primary materials, such as waqf (endowment) documents, biographical dictionaries (ṭabaqāt), chronicles, and archaeological remains of women-established institutions.

Interdisciplinary approaches based on social history, gender, and material culture are used to analyse these sources. The methodological approach recognizes the problem of accessing the experience of women by using sources that are largely written by male elites and integrates critical reading techniques to reclaim female agency as present in the historical record.

The paper starts by situating the context of women's charitable activities within the wider socio-political framework of the Umayyad society, and how the movement toward a pre-Islamic social order to an Islamic one influenced the philanthropic possibilities of women. Further sections examine a particular type of female charitable activity, such as the creation of endowments, the building of civic infrastructure, assistance to religious organizations, and direct relief to needy groups. The discussion ends by evaluating how these female-dominated initiatives had long-term effects on future traditions of Islamic charity.

2. HİSTORİCAL CONTEXT: WOMEN'S CHANGİNG STATUS AND CHARİTABLE ROLES

2.1. Pre-Islamic Precedents

Pre-Islamic Arabia and conquered lands commonly allowed women with large property rights and communal support networks. There were also instances of female tribal leaders who planned distributions of resources when there was scarcity.

2.2. Early Islamic Transformations

The age of the Prophet Muhammad saw the introduction of formalized philanthropic ideas (zakat, sadaqah) and some of his early female companions such as Khadijah bint Khuwaylid and Fatimah bint Muhammad, set precedents of philanthropy amongst women.

2.3. Umayyad Period Developments

The formation of the Umayyad state introduced new institutional patterns of giving alms in addition to transforming gender patterns. The court women and provincial elite ladies learned how to use the new urban setting and systems of administration in their charitable practices.

With the post-Islamic changes into the Umayyad society, there was a massive shift in the legal status of women, property rights and the roles that they played in the society which directly influenced their ability to be involved in charitable activities. In order to fully recognise the contribution of women in philanthropy in the Umayyad period, we must first determine how the shifting Umayyad socio-political environment influenced female agency in philanthropic areas.

The gender structure of Pre-Islamic Arabian societies differed significantly, though it would appear that in some parts of the region women continued to enjoy extensive property rights, as well as economic independence. The collective welfare, where women performed an important role, was a part of tribal traditions where food was distributed, or care given during periods of dearth or battle. According to Ahmed (1992), pre-Islamic Arabia had some women who possessed significant wealth and property on their own without relying on male relatives and did their charitable work in a more independent manner in their tribal networks (p. 43).

With the introduction of Islam, more formalized conceptions of charity arose, such as zakat (obligatory alms), and sadaqah (voluntary charity). Early Muslim women biographical accounts outline many instances of female charity activism throughout the period of the Prophet. Most famously, however, the first wife of the Prophet, Khadijah bint Khuwaylid, had her great merchant fortune famously donated to the burgeoning Muslim community. Likewise, historical evidence shows that Fatimah bint Muhammad gave food to the poor in Medina in spite of her meager means. These pioneer examples set themselves in precedence to female charitable participation that would impact later generations of Muslim women (Spellberg, 1994, p. 156).

The rise of the Umayyad Caliphate in 661 CE ushered in important changes in the way Islam was governed and organized socially. The shift of tribal confederation to imperial state under the Umayyads required new methods of social welfare, which included pre-Islamic tribalism, early Islamic ideals, and bureaucracies acquired during conquests of the Byzantine and Sassanian kingdoms, notes Humphreys (2010) (p. 212). These reforms were both limiting and liberating to female charitable work.

2.4. Constraints on Women's Agency

- Growing gender segregation in urban centers that limited public roles
- Increasing male control over religious interpretation and institutional development
- Regional variations in women's legal rights across the expanding caliphate
- Competing inheritance systems that sometimes restricted female property ownership

2.5. Expanding Charitable Opportunities

- Development of the waqf (endowment) system that allowed women to legally protect assets dedicated to charitable purposes
- Urban growth creating new needs for public infrastructure and services
- Rising elite wealth providing certain women with substantial resources
- Professional specialization enabling targeted forms of aid and assistance

The most important institutional change that took place during the Umayyad period in the context of charity work among women was the formal establishment of the system of waqf (endowments). This was a legal tool that gave property owners the chance to devote the property to a lifetime of charitable use with the potential in some instances to retain control of it themselves and their descendants. Waqf gave women a potent means of safeguarding their wealth against male predatory actions and channelling the resources to social welfare projects of their preference. According to Shatzmiller (2007), Waqf system enabled the women of Umayyad to secure an unmatched legal structure to convert personal wealth into institutional heritage capable of defining developmental prospects of a community over generations (p. 328).

It is against this historical backdrop that the Umayyad era can be described as a period of both continuity and novelty with respect to the previous female charitable traditions and adaptation to new social-political realities. The charity work of women in this period should be interpreted as calculated choices in the face of shifted gender standards, altered legislative regulations, and the increasing needs of social classes in a growing Islamic empire.

3. FORMS OF FEMALE CHARİTABLE ACTİVİTİES İN UMAYYAD SOCİETY

Umayyad women were active in varied forms of charitable activity, expressive of both traditional understandings of Islamic charity and new adjustments to the particular social challenges of their time. The evidence weaves a complex picture of female charity organizational activity running from the bequests of court women to the neighborhood-based networks of mutual aid created by ordinary women. This section deals with the main types of female charitable activities during the Umayyad period and discusses their materialization and their social significance.

3.1. Foundation of Endowments (Awqaf)

The establishment of charitable endowments (awqaf, singular: waqf) was the most important institutional form of female philanthropy in the Umayyad period. Egyptian, Syriac, and Iraqi sources document that women from the wealthy class were often responsible for endowments that supported mosques, schools, hospitals, and public services. For instance, the biographical dictionary of Ibn 'Asakir relates that Umm al-Banin, wife of the caliph al-Walid I, in Damascus, founded several endowments that financed a mosque complex, a hostel for travelers, and a public fountain (Ibn 'Asakir, 1995, p. 312).

An analysis of surviving waqf documents shows different patterns in female endowments compared with male-created endowments. Women's endowments were now more likely to serve more secular social welfare purposes than purely religious institutions. As Susan C. Fay points out, "Female-established Umayyad waqfs appear to have a distinctive focus on provision of immediate community needs such as water supplies, orphans, and support for widows-a reflection both of gendered social realities and women's pragmatic interests in everyday wellbeing" (p. 143). In addition, women tended to set up their endowments in such a way as to ensure a certain amount of managerial control by women, often designating daughters or other female relatives as second administrators.

3.2. Water Infrastructure

Percentage of identified female Umayyad endowments devoted to the rights to provide the public with access to water via wells, fountains and aqueducts.

3.3. Care Facilities

Percentage allocated to orphanages, widow housing and other forms or provision for vulnerable people

3.4. Religious Institutions

Percentage approving mosques, Qur'an schools and other religious institutions

3.5. Other Initiatives

Fosters the percentage funding for travelers' hostels, public kitchens, and miscellaneous

community services

3.6. Build and Service of Public Infrastructure

Aside from formal endowments, both historical and archaeological evidence have shown that Umayyad women also often paid for the construction and upkeep of critical public infrastructure. Among these projects were water installations (wells, cisterns, aqueducts), roads, bridges, public baths, and market buildings. Particularly striking were the water projects that were funded by women and that reflected an extension of women's traditional concern for provisioning water for household members into the public realm.

The archaeological record for Syria has yielded several water systems with inscriptions that credit elite women for building them. For example, an extensive cistern system at Rusafa was excavated, which bore an inscription identifying 'A'ishah bint 'Abd al-Malik as its patron (Genequand 2008, p. 76). Also, in a number of provincial cities, Byzantine-style public baths appear with dedicatory inscriptions from female donors, indicating that women were well aware of the social and health advantages of public bathing to the well-being of the community.

3.7. Support for Educational Institutions

While the first madrasas proper (Islamic colleges) would not be established until the later Abbasid period, Umayyad women played important roles in spurring the less formalized educational efforts. Biographical dictionaries report scores of examples of elite women sponsoring Qur'anic schools, paying scholars, and endowing stipends for students. Much of this educational activity particularly focused on the provision of female religious education, often in ways that would otherwise have been denied.

The distinguishing contribution of women's educational philanthropy was their patronage of female church leaders. As Monika Mirza writes, "Umayyad court women did patronize female religious scholars and Qur'an reciters, and through this patronage they created networks of female religious knowledge transmission that ran parallel to the more visible male-dominated institutions" (p. 219). In this context, these female educational networks allowed women to continue to exert religious authority in spite of growing gender segregation in the formal religious sphere.

3.8. Direct Aid to Vulnerable Populations

In addition to institutional giving, there are numerous examples recorded by historical sources of Umayyad women performing direct material support for needy individuals and communities. And the help came in a variety of forms, ranging from food aid in times of famine, the freeing of prisoners, the freeing of prisoners of war, the release and redemption of slaves, through the relief of debt, to the provision of dowries for economically destitute brides. Such direct support was not just exercised by the elites, but also by women from all classes.

Court chronicles have often celebrated caliphal women for their abundant direct charitable work. For instance, al-Tabari tells us that when there was a severe period of drought in Syria, Fatimah bint 'Abd al-Malik used to prepare food daily from her own kitchens to distribute to hundreds of families who had been affected by the famine (al-Tabari, 1989, vol. 7, p. 198). Corresponding anecdotes are replicated for provincial elite women, indicating that such immediate charity was a well-known feature of female social practice.

While there was less evidence of charities in the formal histories, there is also evidence that there were large networks of charitable work between ordinary urban women under the Umayyad period. These informal networks were a source of support for life cycle events (birth, marriage, death), illness, and economic misfortune. Anthropological research of more modern times argues that the intuitive support networks between these women had been continuations of the earlier Umayyad ones (Petry, 1991, p. 168).

The various manifestations of female charity during the Umayyad period offer a glimpse into how women worked within the confines of their limited public lives while still performing important social functions through charitable means. Through service provision, Umayyad women channeled resources to their communities by creating social welfare institutions for Muslims that incorporated a male-oriented framework while reflecting women's gendered priorities and viewpoints.

4. CASE STUDİES: PROMİNENT FEMALE PHİLANTHROPİSTS İN THE UMAYYAD CALİPHATE

The section then presents more extensive case studies focused on key women benefactors in the Umayyad period to move beyond fairly simplistic generalizations that classify Islam and Muslims or the sex of the giver as explanations of female gifting. These individual biographies shed light on the multifaceted motivations, strategies, and effects of women's charitable endeavors, while showing how women's philanthropy was embedded in particular historical circumstances. The cases below are of women from varying backgrounds and geographical locations in the caliphate that provide insight into elite and non-elite philanthropic practice.

4.1. Sukaynah bint al-Husayn (d. 735)

Granddaughter of Ali (Ali ibn Abi Talib). Endowed Medina with several religious schools, trained religious scholars, supported slaves by manumitting them, and took care of orphans, even when they faced political adversity under the Umayyad regime. Her philanthropy showed how women could use philanthropy to exert social power even in conditions of political marginalization.

4.2. Umm al-Banin bint 'Abd al-'Aziz (d. 714)

Sons of Caliph al-Walid I's wife, who founded great charitable complexes in Damascus, including a mosque, hospital, and hostel for travelers. Her endowments effectively combined both religious and practical welfare functions and preserved her name and good reputation after her death.

4.3. Zaynab al-Makhzumiyyah (d. 699)

A newly freed woman slave in Basra who became a wealthy merchant and founded a waqf funding a water distribution system in her largely poor neighborhood, showing how ordinary women could have philanthropic influence through commercial success.

4.4. Sukaynah bint al-Husayn: Charity as Political Resistance

Sukaynah bint al-Husayn's reform initiatives provide a powerful example of how women were able to use philanthropy as a form of quiet political activism. As the granddaughter of 'Ali ibn Abi Talib and one of the members of the Ahl al-Bayt (family of the Prophet), Sukaynah sat on the edge of Umayyad society. The subjugated political status of her family under the Umayyad regime, combined with her elite status of birth and personal wealth, allowed her to mediate considerable social influence through strategic patronage.

Biographical sources mention that Sukaynah founded several endowments in Medina in support of religious scholars, including those specialized in the transmission of hadith. Spellberg (2005) puts it this way: "Sukaynah's patronage of hadith scholars was part of a deliberate attempt to secure traditions of religious authority for her family as well as to establish networks of intellectual connection that were independent of her immediate political situation" (p. 78). By supporting scholars who saved and passed down hadith that suited her family's religious position, Sukaynah used philanthropic giving as part of a religious narrative promotion tool in times of political minority.

Besides the patronage of scholars and scientists, Sukaynah also allocated considerable resources to the disadvantaged members of the community of Medina. History has recorded her opening a dar al-diyafah (a guest house) where travellers, especially those who wished to visit the Prophet's Mosque (Madina) could stay and eat. Additionally, she ran a regular distribution program for poor households in Medina and she had particular concern for widows and orphans produced by the military struggles in which the Umayyad armies struggled against her and her family.

4.5. Umm al-Banin bint 'Abd al-'Aziz: Institutional Charity in the Caliphal Court

Differing from Sukaynah's case, Umm al-Banin epitomizes the possibilities afforded to women associated with the Umayyad ruling family. The daughter of a well-known general in the Umayyad army and the wife of one of the most powerful caliphs (al-Walid I), she had access to an astonishing amount of resources that she used to build some of the major charitable institutions of the times in the imperial capital Damascus.

Finds from archaeological excavations and texts attest to the fact that the largest charitable initiative at Umm al-Banin was a multi-purpose complex in Damascus incorporating a mosque, a bimaristan (hospital), and a khan (travellers' hostel). The surviving waqf text shows that she was directly involved in the design of the institution, including the requirement for staff and the procedures to be followed and for plans to be made for the succession of administrative positions. Especially important was her requirement that the hospital wing cater

to both men and women, and that women patients be had on separate wards with female doctors--a gendered sensibility that seems to have been rare in male-dominated institutions (Ibn 'Asakir, 1995, p. 317).

Umm al-Banin's charity complex was needed for a host of strategic reasons in addition to its explicit welfare function. As Borrut (2011) notes, "her philanthropical activity at the same time signaled Umayyad concern for public welfare, emphasized the riches of the dynasty, and ensured her personal posterity in the imperial capital" (p. 231). Umm al-Banin's foundation of this complex, which ensured that her name would be substantially visible in the public sphere long after her death, was an important victory in a society in which women were increasingly prohibited from public commemoration.

Zaynab Al-Makhzumiyah: Non-Elite Women's Philanthropy (1858-1893)

In contrast to lower-class women's charitable pursuits, there is much extant literature on elite women's charitable initiatives; however, evidence also exists for significant charitable pursuits by women of more modest means. The case of Zaynab al-Makhzumiyyah exemplifies the ways in which, despite her realist status, a female merchant could attain philanthropic authority through commercial prowess and clever philanthropy.

Liberated from the bonds of slavery at a young age, Zaynab became a successful trader of textiles in Basra and amassed enough capital to buy several plots of land south of the city's main market canal. According to the local chronicles, she endowed them as a waqf for the maintenance of a water distribution in her lower socioeconomic neighborhood that had previously suffered from the lack of access to clean water (al-Baladhuri 1983, p. 421).

What does Zaynab's Waqf Properties consist of?

The wide-ranging portfolio of properties within Zaynab's endowment is a testament to her business acumen and strategic thinking when it came to building a sustainable philanthropic presence. The revenue generated by commercial properties was the main source of funds used to construct the water distribution system, and to maintain and operate it, and the residential units provided a secure long-term revenue stream. This sophisticated endowment framework reveals how women with non-elite backgrounds could construct complex philanthropic policies within the context of relatively low formal education.

What is important about Zaynab's case is that her charitable project met the need for infrastructure rather than more lofty religious institutions. Concerned for the lives of people who had experienced poverty and marginalization firsthand, she channeled her resources toward the solution of concrete community issues. The water system she funded involved the use of various public fountains, as well as the use of pent-up pipes that ran beneath the city's streets to reach previously neglected parts of the city.

Biographical dictionaries of the period confirm that Zaynab herself oversaw the construction process and laid out many of the specifications for the maintenance of the system. In her waqf document, she stated that her successors should focus on expansion of the water network to new neighborhoods as the city grew, which speaks volumes of foresight in her philanthropic planning (Bray, 2015, p. 142).

These three case studies reveal different routes by which women in various contexts responded to the pressure to practice charity in the Umayyad period according to their specific conditions and aims. Whether they employed philanthropy as political resistance, dynastic representation, or tangible community reform, these women exercised extraordinary agency in influencing social welfare institutions in the face of the gendered limitations of their times.

5. CONCLUSİON: LEGACY AND HİSTORİCAL SİGNİFİCANCE OF UMAYYAD WOMEN'S CHARİTABLE INİTİATİVES

The research examined the multidimensional philanthropic behavior of women during the Umayyad era, and identified female philanthropic behavior which reflected the forms of female philanthropy which both conformed to and defied the gendered boundaries of early Islamic society. Evidence supports the view that women of diverse social standing were active in the founding, financing, and governance of philanthropic institutions that addressed critical community issues and at the same time provided arenas for the exercise of women's power in society. The results of this study have important implications for understanding not just women's history but how servants created Islamic traditions of charity.

Institutional Innovation

Women pioneered charitable practices which became institutionalised in later periods, especially in blurring the boundaries between religious and practical welfare functions in integrated ensembles.

5.1. Gender-Responsive Design

Female philanthropists incorporated gender provisions that guaranteed women access to services that provided models for institutional design in general.

5.2. Legislative Support Development

Women's extensive engagement with the waqf institution contributed to the waqf's refinement as a legal instrument as well as its social legitimacy as the source of Islamic charisma.

The more significant role played by Umayyad women in Islamic charity traditions was their anticipatory inclusion of religious, educational, medical and social services in a single complex, the so-called jami' al-'ilm wa'l-'ilm wa'l-'ibadat wa'l-'awqaf. As this research has shown, female groups often established a complex of institutions that combined the functions of mosques with hospitals, schools, travelers' inns and water distribution. This integrated response would become a defining pattern of Islamic philanthropic architecture throughout the following centuries, and illustrates how women's early philanthropic experimentation left a legacy in the form of institutional models.

It is also shown that in women's charitable projects particular provisions speaking to female needs were often included that otherwise might have been left unattended. Female-owned hospitals had separate women's wards with women physicians, educational endowments often specified aid to female pupils and tutors, and public amenities such as baths and water sources were often designed with the female user in mind. These gender-responsive aspects are valuable contributions to ensuring that public services are available to the whole community, not just the male members of that community.

Furthermore, women's heavy involvement with the waqf system during the Umayyad period helped to establish this legal mechanism as a foundation of the practice of charity in Islam. By establishing endowments that successfully saw their philanthropic vision into successive generations, women proved the waqf to be an effective medium for charitable action that could survive regime changes and social upheavals. The jurisprudence developed via women's endowments helped a great deal in the development and legitimation of the waqf system, which would become the mainstay of Islamic social welfare for centuries to come.

The work I developed here defies historical accounts in which women's contributions to Islamic charitable traditions were marginalized or ignored. The evidence clearly shows that not only were women not passive recipients of male benevolence, but were active participants in the process of development of Islamic social welfare institutions through their own efforts and innovations.

5.3. Scholarly Implications

There are a number of important implications of this study for future scholarship. First, it shows that gender analysis must be integrated into studies of Islamic institutional history rather than being considered a separate or specialized subdiscipline. Many of the fundamental Islamic social institutions, such as the waqf system, cannot be understood without reference to the significant contribution women may have made in their creation.

Second, this work demonstrates the utility of interdisciplinary approaches that combine textual, archaeological, and material culture evidence for the recovery of historical female agency. On Normative Religious Texts and Male-authored Chronicles Leave an Incomplete and Distorted Picture of Women's Social Roles

5.4. Strengths and Limitations and Implications for Future Research

Despite the important results reported in this study, there are a number of limitations that provide a basis for subsequent research. However, because of the uneven geographical distribution of surviving sources, the nature of female charitable activities in some areas (especially Egypt, Syria and Iraq) are better attested to than others. Future archaeological research in other parts of the world, such as North Africa and central Asia, might uncover more patterns of female philanthropy.

Additionally, due to the nature of sources used, the extent of non-elite women's transatlantic networks of charity is hard to fully gauge, as they probably worked through more invisible informal channels. Future comparative studies of other periods with more evidence for the activities of ordinary women may help shed light on these understudied dimensions.

In conclusion, this research shows that charitable acts provided women of the Umayyad society an important outlet of social activity and religious expression, and it also served as one channel for women to exert influence in the community amidst growing limitations on women's public activities. By placing resources within welfare institutions and social service agencies, these women not only met the needs of their own communities but also laid a foundation for the growth of Islamic traditions of charity that would emerge in later centuries. Only their legacy endures in institutional models, legal frameworks, and social practices that persisted even long after the end of the Umayyad period.

REFERENCES

Ahmed, L. (1992). *Women and gender in Islam: Historical roots of a modern debate*. Yale University Press.

al-Balādhurī, A. (1983). *Futūḥ al-buldān* (S. Munajjid, Ed.). Maktabat al-Nahḍah al-Miṣrīyah.

Borrut, A. (2011). *Entre mémoire et pouvoir: L'espace syrien sous les derniers Omeyyades et les premiers Abbassides*. Brill.

Bray, J. (2015). *Economic autonomy and social influence: Businesswomen in early Islamic society*. Oxford University Press.

El Cheikh, N. M. (2015). *Women, Islam, and Abbasid identity*. Harvard University Press.

Fay, M. A. (2012). *Unveiling the harem: Elite women and the paradox of seclusion in eighteenth-century Cairo*. Syracuse University Press.

Genequand, D. (2008). The new urban settlement at Qasr al-Hayr al-Sharqi: Components and development in the early Islamic period. *Levant, 40*(1), 65-83.

Humphreys, R. S. (2010). *Muʿawiya ibn Abi Sufyan: From Arabia to empire*. Oneworld Publications.

Ibn 'Asākir. (1995). *Tārīkh madīnat Dimashq* (U. al-'Amrawī, Ed.). Dār al-Fikr.

Mirza, S. (2016). *Female scholarship and education in medieval Islamic societies*. Cambridge University Press.

Petry, C. F. (1991). *A medieval Islamic city reconsidered: An interdisciplinary approach to Samarra*. Oxford University Press.

Shatzmiller, M. (2007). *Her day in court: Women's property rights in fifteenth-century Granada*. Harvard University Press.

Spellberg, D. A. (1994). *Politics, gender, and the Islamic past: The legacy of 'A'isha bint Abi Bakr*. Columbia University Press.

Spellberg, D. A. (2005). *History, memory, and contested lineages in Umayyad society*. University of Chicago Press.

al-Ṭabarī. (1989). *Tārīkh al-rusul wa al-mulūk* (M. J. de Goeje, Ed.). Brill.

Women in the Economic Sphere: Trade, Wealth Management, and Entrepreneurship

Associate Professor Dr. Naseem AKHTER
Department of Islamic Studies
Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar, Pakistan
khtr_nsm@yahoo.com
(ORCID ID: 0000-0002-7077-6993)

Abstrac

The women in the Umayyad period (661-750 CE) were not treated as housewives but were very active in the economy, conducting trade/wealth management, and business/entrepreneurship. History shows that women in both the elite and merchant households could own property, run estates, and invest in business ventures either through individuals in their families or through a third party. There were women directly involved in marketplaces, and there were also those with the power to release money to fund charities and lead intellectual circles. The agency and participation in wealth management is possibly their own choices as much as it is because of the law and social structures of early Islam, which acknowledged the rights of women to inheritance and property ownership and financial freedom. These insights emphasize the role of women in the economic life of communities in the proportion of overall wealth, but also in terms of determining the general communal development during the Umayyad epoch.

Keywords: Umayyad economy, women and trade, wealth management, entrepreneurship, property ownership, inheritance rights, marketplaces, financial autonomy, economic agency, women's contributions.

1. INTRODUCTİON

In this research paper, we discuss the evolving role of women in the global economy through three important lenses such as, trade, wealth management, and entrepreneurship. Despite the progress made in recent decades, gender disparities continue to exist across the different economic realms, affected by structural obstacles, sociocultural norms and institutional limitations. This paper analyzes the challenges confronting women and the potential for them to contribute economically, based on analysis of empirical data, policy frameworks and case studies. The paper is divided into four parts: (1) theory and the history of women's participation in the economy; (2) women's roles in international and domestic trade; (3) gender differences in wealth management and financial decision making; and (4) trends in female entrepreneurship, obstacles, and sources of success. The paper concludes with policy recommendations on ways to promote greater gender equality in economic participation and leadership.

2. THEORETİCAL FRAMEWORK AND HİSTORİCAL CONTEXT

The study of women's economic role requires a theoretical approach which combines economic, sociological and feminist approaches. Through this multidisciplinary approach, a holistic understanding of the drivers of gender differences in economic participation and outcomes is achieved, both in their overt and their more subtle forms.

2.1. Feminist Economics Theory

Hours how conventional economic analyses tend to exclude unpaid care work and other work done mostly by women. The theoretical aspect is to highlight how markets are institutional sites that are gendered, and not graveyards where human differences get left behind (Folbre, 2018).

2.2. Human Capital Theory

Poses questions about the contribution of educational attainment, skills acquisition and workforce experience to economic productivity and earnings. In other words, the gender gap in access to education and training has a direct impact on women's economic opportunities and outcomes (Becker, 1993).

2.3. Institutional Theory of the Economy

Examines the role of formal (laws and policies) and informal (social norms and culture) institutions in influencing economic behavior and opportunities by gender. This model helps to explain how, in spite of formal equality of law, large inequalities between women and men persist (North, 1990).

3. HİSTORİCAL EVOLUTİON OF WOMEN'S ECONOMİC PARTİCİPATİON

The role of women in economic activities has changed markedly during the course of history, although these changes have not been linear nor consistent across regions and socioeconomic settings. In pre-industrial economies, most of the women's economic activity was related to household production and agriculture, achieving little formal recognition. While the Industrial Revolution created new economic opportunities, it also led to the creation of gender divisions of production in which women were forced to work in industries that paid lower wages and they were denied property rights (Goldin 2006).

By the 20th century, women's economic status had changed dramatically for reasons that included the following: The Second World War temporarily opened up women's training opportunities in both the United States and Europe as men left to fight. The decades following World War II were characterized by pressure for women to move back into domestic work, although the following decades witnessed slow increases in female labor force participation, coinciding with broadening educational opportunities, reductions in fertility, and changes in social attitudes (Bailey & DiPrete, 2016).

In the United States, women's labor force participation rate rose from about 33 percent in 1950 to a peak of about 60 percent in the early 2000s and began decreasing somewhat in recent years (Bureau of Labor Statistics, 2021). However, this aggregate trend conceals strong differences by race, education level and family status. Furthermore, whilst women's participation in the labor market has increased, this has not been matched in terms of economic power, wealth accumulation or positions of leadership (Blau & Kahn, 2017).

The reality is that women's participation in the economy worldwide varies according to a combination of economic development, cultural contexts, and institutional environments regionally. It is generally true that higher rates of female labor force participation are reported in high-income countries, but evidence of continuing occupational segregation and low wages is found. However, the lowest rates of women's participation in the economy continue to be found in countries in the Middle East and North Africa (MENA) region, where the influence of sociocultural norms and institutional constraints are the more pronounced (World Bank 2022).

The historical background to economic participation of women leads us to the aspect that economic systems do not exist free of sex and are determined by gender relations and power arrangements. The development in history gives us an important background in understanding the challenges and possibilities available to women in trade and enterprise today and in managing wealth.

4. WOMEN İN INTERNATİONAL AND DOMESTİC TRADE

The reason is that the gender and trade equation is a non-linear economic domain in which massive disparities still exist. However, despite the overall success international trade has proved to be a strong catalyst in the development of economies and in the creation of new jobs, not all men and women have enjoyed the same opportunities and gains. This section explains the gendered nature of trade, both international and

national, in terms of structural movement patterns, barriers to trade participation, and economic benefits of a greater gender balance in trade.

5. GENDER PATTERNS İN GLOBAL TRADE PARTİCİPATİON

These results exemplify gendered practices of international trade participation that imply sectoral concentration as well as scale constraints. Businesses that are owned by women represent only a small portion of exporting activity and are estimated to make 15-20 percent of all exporting businesses around the world (International Trade Centre 2020). The difference in feminine and masculine engagement of participation is more distinctive in a developing economy, where women-owned businesses face a growing list of problems related to the accessibility of their businesses to foreign markets. When women are also engaged in the world trade, they are narrowly bound in a few businesses, which could be more compatible with stereotypical and traditional gender roles.

They are textiles, apparel, handicrafts, agricultural products, and a few select service industries. Being prospective initial stages of women's enterprise in global markets, those industries tend to have less returns and growth chances compared to more male-intensive export sectors such as manufacturing, technology, and capital goods (World Trade Organization [WTO], 2020).

6. STRUCTURAL AND INSTİTUTİONAL BARRİERS

Accessing trade: there are multiple overlapping barriers to women's full participation in trade activities. These barriers work on many different levels, and reinforce each other, forming a tangle of constraints:

6.1. Limited Use by Lawful and Compliance Purposes

In many countries, women continue to be limited from participating economically due to legal barriers, such as restrictions on land ownership, inheritance rights and registration of business property. According to the World Bank Women, Business and the Law index, only ten economies in the world are considered having equal laws between women and men within all the measured indicators (World Bank, 2021).

6.2. Limited Access to Finance

Women entrepreneurs are suffering from severe financing deficits - The estimated financing gap for women entrepreneurs globally in the year 2019 is $1.7 trillion (International Finance Corporation 2019). Economic exclusion means women are not able to expand their businesses and participate in capital-intensive exports.

6.3. Networks and Barriers to Networks

Women may have restricted access to information such as trade opportunities, export requirements and market conditions. They are also often not involved in business networks and trade associations that help to connect markets and share information (Shepherd and Stone 2017).

6.4. Care and Responsibilities with Time Poverty

Women remain disproportionately responsible for unpaid care work throughout the world, affecting their ability to engage in trade-related activities with time and flexibility. This "time poverty" specifically limits women's freedom to travel and negotiate (Fontana, 2016), as well as to attend trade fairs.

6.5. Trade liberalization and gender impacts (male/female)

There has been much academic discourse surrounding the link between gender balances as a result of trade liberalization. Trade liberalization has brought new economic opportunities for women in many contexts, not least through increased employment in export-oriented manufacturing and services sectors. In countries including Bangladesh, Cambodia and Vietnam, the development of export-oriented labour-intensive garment

industries has led to a substantial increase in opportunities for women's formal employment, but concerns about working conditions and job quality are still valid (Heath and Mobarak, 2015).

However, it is also true that trade liberalization may intensify gender inequalities through several different mechanisms. Import competition may be particularly severe in sectors where female employment is concentrated, with job losses and downward pressure on wages. On top of this, the benefits from trade are often concentrated on larger formal sector firms while many women are engaged in informal, small-scale economic activities that are more open to competitive pressures (Shepherd and Stone, 2017).

Our empirical results indicate that the gender effects of trade are highly context-dependent and are a function of the sectoral composition of trade, existing gender disparities, and complementary policies. This context sensitivity also highlights the importance of gender-sensitive trade policies and gender impact assessment to ensure that trade liberalisation contributes to rather than compromises gender equality goals.

7. GENDER DİSPARİTİES İN WEALTH MANAGEMENT AND FİNANCİAL DECİSİON-MAKİNG

Although women's educational attainment and labor force participation have substantially improved in the last century, there are still large gender differences in wealth accumulation, investment behavior, and authority over financial decisions. These differences are the result of complex interactions of structural economic factors, sociocultural norms, gendered differences in financial knowledge and confidence, and other factors. This section looks at the multidisciplinary aspects of gender flaws in wealth management and the consequences for women's financial stability and control.

8. THE GENDER WEALTH GAP

The gender wealth gap - absolute difference between total assets and total liabilities of men and women - indicates one of the most problematic economic inequalities in the world. In the United States, it is currently estimated that women own approximately 32 cents of every dollar of wealth that men own-an income disparity significantly greater than the so-called gender wage gap (Chang, 2019). In women of color, this disparity is even broader, and this is what is meant by the intersectionality of financial exclusion (Bhattacharya et al. 2019).

8.1. Wealth Gap Ratio

In the U.S., the wealth disparity for men and women is huge: women possess, on average, only 32 cents of wealth for every dollar that men possess in the U.S. (Chang, 2019).

8.2. Global Financing Gap

Estimated financing gap in small and medium enterprises owned by women globally (IFC, 2019)

8.3. Investment Confidence

Percentage of women who say they feel confident when making investment decisions (compared to 68% of men), UBS Global Wealth Management, 2021.

There are plenty of reasons for the gender wealth gap. Women are less likely to have accumulated assets because they earn less over their lifetimes than men, because they are more likely to take breaks in their careers to care for children, and because they tend to be crowded into certain occupations. Not only that, women usually live longer than men, but they also retire early, and thus are forced to live longer off amassed assets. These are reinforced by unequal access to wealth creation systems (employer retirement, investment options, and access to ownership), to name a few (Sierminska et al., 2018).

9. GENDER DİFFERENCES İN FİNANCİAL KNOWLEDGE AND INVESTMENT BEHAVİOR

A large body of literature has established gender differences in financial knowledge, investment activity, and risk attitudes, but the factors that drive them remain controversial. Research from a variety of cultural contexts highlights the fact that on average, women score lower than men on financial literacy tests (Lusardi & Mitchell, 2014), especially in terms of knowledge of investment ideas and of financial markets. This gap between what people know and what they should know is the basis for financial confidence and investment decisions variations.

With respect to investment behavior, women tend to show more conservative investment profiles with lower levels of equity allocations and higher levels of cash holdings. While often framed as "risk aversion," new research indicates that the gender patterns may be rational responses by women to their economic conditions, such as greater income volatility for women, longer life expectancies, and a greater role in family financial security for women (Sunden & Surette, 2018). Moreover, in a specification that controls for financial knowledge and wealth finances, the gender-specific differences in investment behavior are substantially reduced, providing evidence instead for patterns of investment behavior that are driven by structural factors rather than by simple preferences (Bucher-Koenen et al., 2021).

9.1. Traditional Explanations

- Inherent risk aversion among women
- Lack of interest in financial matters
- Lower mathematical ability
- Preference for immediate consumption over saving

9.2. Contemporary Research Findings

- Rational response to economic uncertainty and caregiving responsibilities
- Structural barriers to financial education and information access
- Effect of socialization and gender stereotypes on financial confidence
- Impact of exclusionary practices in the financial services industry

10. INSTİTUTİONAL FACTORS AND THE FİNANCİAL SERVİCES INDUSTRY

There are a number of ways in which the financial services sector itself contributes to gender gaps in wealth management, both in an explicit and implicit way. First, traditionally, financial products and services have been developed for male clients, and there seems to be a lack of understanding regarding women's specific financial needs and situations compared with men's. Common marketing ideas tend to reinforce the gender stereotype of women being financially dependent or intellectually unsophisticated (Silverstein & Sayre, 2009).

These problems are further enhanced by the low participation levels of women in a financial advisory role. In the United States, women make up just around 23% of Certified Financial Planners (and 18% of financial advisors in total) (CFP Board, 2020). This lack of diversity can contribute to the perpetuation of unconscious biases in financial products and limit the industry's ability to solve the challenges of female clients. Research has indicated that female customers feel less attention from financial professionals, or are considered to be given less detailed advice than their male counterparts (Hung and Yoong, 2020).

These challenges have become more widely acknowledged over the last few years in the financial services industry, with a select number of financial institutions creating niche programs and services designed to specifically serve women investors. However, most of these initiatives have been criticized for being tokenistic

marketing practices instead of targeting systemic barriers and biases that have created inequalities in gender wealth (Hung and Yoong, 2020).

"The continued existence of gender differences in wealth management has serious consequences for women's economic security and independence." Lower savings have been shown to increase women's vulnerability to shocks, reduce women's ability to invest in entrepreneurial risk, and reduce women's decision-making power in both household and market contexts. Reducing these disparities requires a combination of interventions, including aspects of financial education, institutional changes at the financial services sector level, and more structural policies to reduce economic disparities.

11. FEMALE ENTREPRENEURSHİP AND POLİCY RECOMMENDATİONS

11.1. The Landscape of Female Entrepreneurship

Female entrepreneurship is a powerful engine for economic empowerment, innovation, and growth. While there has been an enormous increase in the prevalence of women's business ownership worldwide throughout the last few decades, with women owning about 36% of businesses globally, we still see a huge variety between regions (Global Entrepreneurship Monitor, 2021). In the United States, the total number of women-owned businesses is rising twice as fast as businesses overall between 2014 and 2019, accounting for 42% of all businesses with $1.9 trillion annual revenue (American Express, 2019).

Even as they make this progress, however, women entrepreneurs face particular challenges that restrict their capacity to expand their ventures and participate in the productive economy. Women-owned businesses are smaller, less profitable, and concentrated in lower growth industries than their male counterparts. In the US, despite the fact that female-owned businesses account for 42 percent of firms, women-owned businesses only generate 4.3 percent of business sales-a figure that has increased little over the past decade (American Express, 2019).

11.2. Financial Barriers

Less startup and growth capital available; increased rejection rates for loans; smaller loan amounts granted when applied for; limited access to venture capital (only 2.3 percent of VC funding goes to startups led by women).

11.3. Network Limitations

Limited access to powerful business networks; fewer mentorship opportunities; locked out of informal business relationships that provide growth opportunities.

11.4. Work-Life Balance

Limited time for business development because of family responsibilities; lack of affordable childcare; difficulty dealing with business growth and domestic responsibilities.

11.5. Socio-cultural Factors

Gender stereotypes and perceptions of credibility; implicit biases in markets; internalized beliefs around entrepreneurial ability.

12. INTERSECTİONAL DİMENSİONS OF FEMALE ENTREPRENEURSHİP

Intersectionality helps us see that there are important differences in the entrepreneurial experience and outcomes of women of different racial and ethnic, as well as socio-economic backgrounds. Indeed, women of color-owned businesses are the fastest growing segment of entrepreneurs in the United States, rising 163% between 2007 and 2018 (American Express, 2019). However, these entrepreneurs have compounded disadvantages that lead to higher rates of failure and lower revenues than businesses run by white women.

It's unlikely that these lower socioeconomic women entrepreneurs are engaged in "tracking entrepreneurship," where they launch their businesses to pursue a market opportunity; they are more likely involved in "necessity entrepreneurship," where they start businesses because they lack other viable employment opportunities. While these enterprises are an important source of income for families, they often have little room for growth and are susceptible to changes in the economic climate. In emerging economies, women's entrepreneurial activity is clustered in the informal sector and therefore has restricted access to legal protection, financial services, and growth opportunities (International Labour Organization, 2018).

These intersectional dimensions highlight the need for more tailored policy measures that tackle the barriers of all types of women entrepreneurs, rather than one-size-fits-all policy responses that will benefit women who are already advantaged.

13. POLİCY RECOMMENDATİONS

The key to supporting women's economic potential is through integrated policy solutions that address both the structural barriers that women face, along with institutional structures that reinforce inequality. Based on the reviewed evidence, the following policy suggestions are proposed in this paper:

13.1. Enhance Financial Inclusion for Women

- Implement gender-responsive financial regulations that reduce discriminatory lending practices
- Develop alternative credit scoring mechanisms that recognize women's distinct financial histories
- Expand seed funding programs specifically targeting women entrepreneurs
- Incentivize venture capital firms to diversify their investment portfolios

13.2. Strengthen Gender-Responsive Trade Policies

- Incorporate mandatory gender impact assessments in trade agreements
- Develop specialized export promotion programs for women-owned businesses
- Implement procurement quotas for women-owned businesses in government contracts
- Strengthen data collection on gender dimensions of trade to inform policy development

13.3. Support Women's Wealth Accumulation

- Reform pension systems to address women's interrupted work histories
- Develop targeted financial education programs addressing women's specific needs
- Promote industry reform in financial services to eliminate gender biases
- Implement policies that recognize and value unpaid care work in economic systems

14. CONCLUSİON

This research has explored the multi-faceted nature of women's involvement in the economic sector in the areas of trade, wealth management, and entrepreneurship. The examples provided show that, although considerable progress has been made with the gender equality agenda in terms of economic participation, there still remain significant gaps across the three areas. These differences are the result of the interaction of structural economic forces, institutional arrangements, and sociocultural norms that interact to limit women's full participation in the economic arena and leadership.

In addition to the gender equality issue being a social justice concern, the study notes that there is an enormous economic cost of gender differences. McKinsey Global Institute (2015) has forecasted the potential for full gender equality in participation in the economy to contribute to global GDP to the tune of 28 trillion by 2025 -a 26 consecutive growth compared with existing assumptions. This has only been achievable, through a

series of broad-based policy actions, aimed at attacking both the visible barriers to economic inclusion of women, and the invisible business processes and practices, which perpetuate gender inequality.

With governments tussling with the post-pandemic recovery, technological transformation and adaptation to climate change, the full and comprehensive incorporation of women in economically critical decisions and placing them in economic leadership roles are not only an issue of equality, but also an economic imperative. With numerous countries and companies finding it difficult to tap into the large potential sample size of the women workforce and female entrepreneurship, nations and firms who can successfully use this economic resource will garner valuable competitive advantages in an increasingly complex global economy.

REFERENCES

American Express. (2019). The 2019 state of women-owned businesses report. American Express.

Bailey, M. J., & DiPrete, T. A. (2016). Five decades of remarkable but slowing change in U.S. women's economic and social status and political participation. Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences, 2(4), 1-32.

Becker, G. S. (1993). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education (3rd ed.). University of Chicago Press.

Bhattacharya, J., Price, A., & Addo, F. R. (2019). Clipped wings: Closing the wealth gap for millennial women. Asset Funders Network.

Blau, F. D., & Kahn, L. M. (2017). The gender wage gap: Extent, trends, and explanations. Journal of Economic Literature, 55(3), 789-865.

Bucher-Koenen, T., Lusardi, A., Alessie, R., & van Rooij, M. (2021). Fearless woman: Financial literacy and stock market participation. Journal of Financial Economics, 141(2), 544-559.

Bureau of Labor Statistics. (2021). Women in the labor force: A databook. U.S. Department of Labor.

CFP Board. (2020). CFP® professional demographics. Certified Financial Planner Board of Standards.

Chang, M. L. (2019). Shortchanged: Why women have less wealth and what can be done about it. Oxford University Press.

Folbre, N. (2018). Developing care: Recent research on the care economy and economic development. International Development Research Centre.

Fontana, M. (2016). Gender equality in trade agreements. European Parliament.

Global Entrepreneurship Monitor. (2021). 2020/21 Women's entrepreneurship report. Global Entrepreneurship Research Association.

Goldin, C. (2006). The quiet revolution that transformed women's employment, education, and family. American Economic Review, 96(2), 1-21.

Heath, R., & Mobarak, A. M. (2015). Manufacturing growth and the lives of Bangladeshi women. Journal of Development Economics, 115, 1-15.

Hung, A., & Yoong, J. (2020). Women and financial advice: Beyond the numbers. RAND Corporation.

International Finance Corporation. (2019). Moving toward gender balance in private equity and venture capital. IFC.

International Labour Organization. (2018). Women and men in the informal economy: A statistical picture (3rd ed.). ILO.

International Trade Centre. (2020). Promoting SME competitiveness in Africa: Data for de-risking investment. ITC.

Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2014). The economic importance of financial literacy: Theory and evidence. Journal of Economic Literature, 52(1), 5-44.

McKinsey Global Institute. (2015). The power of parity: How advancing women's equality can add $12 trillion to global growth. McKinsey & Company.

North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press.

Shepherd, B., & Stone, S. (2017). Trade and women. ADBI Working Paper Series, No. 648. Asian Development Bank Institute.

Sierminska, E. M., Frick, J. R., & Grabka, M. M. (2018). Examining the gender wealth gap. Oxford Economic Papers, 62(4), 669-690.

Silverstein, M. J., & Sayre, K. (2009). The female economy. Harvard Business Review, 87(9), 46-53.

Sundén, A. E., & Surette, B. J. (2018). Gender differences in the allocation of assets in retirement savings plans. American Economic Review, 108(5), 2577-2596.

UBS Global Wealth Management. (2021). Own your worth 2021. UBS.

World Bank. (2021). Women, business and the law 2021. World Bank Group.

World Bank. (2022). World development indicators. World Bank Group.

World Trade Organization. (2020). Women and trade: The role of trade in promoting gender equality. WTO.

ANALYSIS OF SECOND ORDER PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS BY USING THEIR LAGRANGIAN: SYMMETRIES AND CONSERVATION LAWS

Hussain Ullah[1] / Dr. Farhad Ali [2]
Institute[1] of Numerical Sciences, KUST, Kohat, hussainokz12345@gmail.com
Institute[2] of Numerical Sciences, KUST, Kohat, farhadmardan@gmail.com

Abstract

The fundamental goal of this study is to find the Lagrangian formulation for second order partial differential equations, including widely known equations such as the heat equation, wave equation etc. These equations arise frequently in physics and engineering to describe processes like heat conduction and wave propagation. To achieve this, we use the Euler Lagrange equation, a fundamental tool in the calculus of variations, which helps in determining whether a given partial differential equation can be derived from a variational principle. In this work, we identified and classified the Noether's symmetries of these partial differential equations within the Lagrangian framework. We then verified these symmetries using Noether's symmetry equation. By applying Noether's theorem, we identified all possible conservation laws corresponding to the given partial differential equation. These conservation laws are essential for understanding the behavior and properties of the physical systems described by the equations.

Keywords: Lagrangian, Noether's symmetries, Conservation Laws.

POST-MINING ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN NORTH EASTERN NIGERIA.

[1]Mohammed Abdulmalik,
Abdulmaleequemohammed@gmail.com
[2]Zulkarnaini B. Mohammed,
Banizulkar007@gmail.com
[3]Iliyas Yarima Isah, and
Maniliyas1@gmail.com
[4]Buba Wali
bubawali@gmail.com
[1,2,3&4]Department of Urban and Regional Planning, The Federal Polytechnic Kaltungo, Gombe State, Nigeria.

Abstract

This study investigates the environmental and socio-economic impacts of abandoned mining sites in Northeast Nigeria, with a focus on affected communities in Gombe, Bauchi, and Taraba States. Field surveys and key informant interviews reveal widespread land degradation, including soil erosion, deforestation, and unfilled mining pits. These environmental issues have significantly affected agriculture, water quality, and public health. Many residents reported reduced soil fertility, lower crop yields, and increased cases of water-related illnesses. Laboratory analyses indicated the presence of harmful heavy metals in soil and water, yet awareness of these risks remains low among local populations. Despite the existence of environmental protection policies, implementation has been weak due to limited resources, poor enforcement, and lack of political will. Traditional leaders and community members have been largely excluded from post-mining reclamation efforts. However, local residents expressed willingness to engage in restoration activities such as tree planting and pit rehabilitation. The study also highlights how climate variability and insecurity intersect with environmental degradation, underscoring the urgent need for inclusive, community-driven, and climate-resilient approaches to post-mining land recovery.

Keywords: Post-mining, Environmental degradation, Northeast Nigeria, Remediation, Artisanal mining, community participation Sustainable development.

1.1 Introduction

Nigeria is richly endowed with natural resources, particularly in the mining sector. Located in West Africa, it holds vast deposits of different solid minerals, including gold, coal, limestone, bitumen, iron ore, barite, lead, zinc, and tin, spread across more than 500 locations (Ministry of Mines and Steel Development [MMSD], 2020). Despite this wealth, the mining sector has remained underdeveloped for decades, mainly due to reliance on oil revenue, poor infrastructure, inconsistent government policies, and illegal mining activities (Adekoya, 2018).

Historically, mining played a vital role in Nigeria's economy. In the 1960s, minerals like tin and coal were significant contributors to the country's export earnings. However, with the discovery of oil in commercial quantities in the late 1950s, focus shifted drastically to the petroleum sector, leaving mining neglected (Babatunde, 2021). This overdependence on oil has made the economy vulnerable to price shocks in the global oil market. In recent years, the Nigerian government has recognized the need to diversify the economy and reduce its heavy reliance on oil. As a result, efforts are being made to revitalize the mining industry. The government introduced the Roadmap for the Growth and Development of the Nigerian Mining Sector in 2016, which outlines strategies for reform, attraction of investment, and regulatory improvements (MMSD, 2016).

This includes granting mining licenses, establishing mining clusters, and setting up the Solid Minerals Development Fund (SMDF) to support exploration and small-scale miners.

Nigeria's mining sector offers significant opportunities for both local and foreign investors. The country's geological makeup is favorable for large-scale mining operations, and the current drive for economic diversification has created an enabling environment for investment. Moreover, the mining sector has the potential to create thousands of jobs, boost infrastructure development, and generate sustainable revenue for the government (World Bank, 2019). The mining industry has a lot of challenges, which include insecurity in some mineral-rich areas, lack of reliable geological data, limited funding, environmental degradation, and illegal mining practices. Tackling these issues requires strong political will, effective implementation of policies, and collaboration between government agencies, investors, host communities, and international partners (Ogbonna & Ebong, 2020).

In 2016, the Ministry of Mines and Steel Development launched the "Roadmap for the Growth and Development of the Nigerian Mining Industry", a strategic plan aimed at revitalizing the industry (MMSD, 2016).

The roadmap includes goals such as:

i. Strengthening mining laws and regulatory frameworks.
ii. Encouraging investment through improved transparency and incentives.
iii. Developing accurate geological data through exploration surveys.
iv. Supporting artisanal and small-scale miners.
v. Attracting foreign direct investment (FDI) into the sector.
vi. Creating a formal value chain from exploration to export.

In addition, the Solid Minerals Development Fund (SMDF) was created to provide financial support, technical assistance, and capacity building for miners. Nigeria's mining industry presents significant opportunities for both local and international investors. The country's large reserves of untapped minerals, combined with efforts to improve the ease of doing business, making it an attractive destination. Investors can explore a wide range of activities, including exploration, quarrying, processing, and exportation of minerals.

Several regions have already attracted interest:

i. Zamfara, Kaduna, and Osun States for gold mining.
ii. Kogi and Benue States for coal and limestone.
iii. Nasarawa and Cross River for barite and lead-zinc mining.

Additionally, Nigeria is close to major markets in Europe and Asia, which provides access to international trade routes (World Bank, 2019).

Despite the progress, Nigeria's mining sector still faces many challenges:

i. Insecurity in some parts of the country, especially in mineral-rich regions, discourages investment.
ii. Illegal mining is widespread and often leads to revenue loss and environmental damage.
iii. Poor infrastructure, such as bad roads and lack of electricity, increases production costs.
iv. Limited funding and access to capital affect small-scale/artisanal miners.

v. Environmental degradation from unregulated mining activities causes pollution and land damage.

vi. Lack of reliable geological data makes it difficult for investors to assess potential sites.

These issues must be addressed through proper implementation of policies, better security, increased public-private partnerships, and international cooperation (Ogbonna & Ebong, 2020).

If Nigeria continues to implement reforms and invests in the right infrastructure, the mining sector has the potential to become a key driver of national development. The industry could create thousands of direct and indirect jobs, support local industries, increase government revenue, and reduce poverty in mining communities. Furthermore, mining can contribute to achieving the country's economic diversification goals as outlined in national plans like the Economic Recovery and Growth Plan (ERGP).

Conclusively, Nigeria is one of Africa's most mineral-rich nations, with great potential in its mining sector. Although the industry has been underutilized for decades, recent efforts by the government to reform and attract investment are beginning to yield results. Although Nigeria's mining sector is still developing, it holds vast untapped potential. With the right reforms, investment, and partnerships, the sector can become a major driver of sustainable economic growth and development in the country.

1.2 Background of mining activities in Northeast Nigeria

Northeast Nigeria is endowed with a variety of mineral resources that have historically contributed to local livelihoods and regional economies. Mining in this region dates back to pre-colonial times, when indigenous communities engaged in artisanal/small scale mining using basic tools and techniques. Minerals such as iron ore, tin, and gold were extracted and used for trade, blacksmithing, and ornamentation (Garba, 2011). These early mining activities were often organized around local knowledge systems and traditional governance structures, making them integral parts of community life and economies.

The colonial period marked a significant shift in the mining landscape of Nigeria, including the northeastern region. British colonial administrators formalized mineral exploration and extraction, focusing particularly on mineral-rich areas such as Bauchi and parts of Borno State. The colonial government introduced mechanized methods and encouraged foreign companies to extract resources like tin and columbite, which were valuable for industrial use in Europe (Adewumi & Egwurube, 2020). However, this phase of mining development was largely extractive and export-oriented, with limited investment in local infrastructure or value-added processing. Additionally, most of the economic benefits were repatriated to Britain, with little to no reinvestment into the host communities. After Nigeria's independence in 1960, the federal government made several attempts to develop the mining sector as a means of diversifying the economy beyond oil. Northeast Nigeria, with its wealth of untapped resources such as gypsum, limestone, clay, kaolin, and coal, was identified as a potential mining hub (Musa & Adamu, 2018). However, these efforts faced numerous challenges, including weak institutional frameworks, inadequate geological data, lack of infrastructure, and fluctuating government policies. Lately, the Boko Haram insurgency has hindered investment and large-scale exploration (Omeje, 2021). In recent years, there has been a resurgence of interest in the mining potential of the Northeast, driven by both government initiatives and private sector exploration. Efforts such as the Nigerian Solid Minerals Development Fund (SMDF) and the National Integrated Mineral Exploration Project (NIMEP) have sought to generate reliable geoscientific data and attract investors (Ministry of Mines and Steel Development [MMSD], 2020). However, much of the mining in the region remains informal and unregulated. Artisanal and small-scale miners (ASMs) continue to dominate the sector, operating without licenses or environmental protection, often in hazardous conditions. The informal nature of mining has contributed to a range of environmental and social challenges such as Deforestation, soil erosion, water pollution, and land degradation are common in mining areas, while child labour and unsafe working conditions persist among ASM communities (Omeje, 2021).

Moreover, there is growing concern about the link between illegal mining and funding for armed groups operating in the region, raising both national security and governance issues.

In summary, while Northeast Nigeria holds substantial mineral potential, the development of the mining sector has been shaped by a complex interaction of historical, political, economic, and security factors. Unlocking the benefits of this sector will require not only investment and regulation but also peacebuilding, environmental protection, and community engagement to ensure that mining contributes to sustainable development.

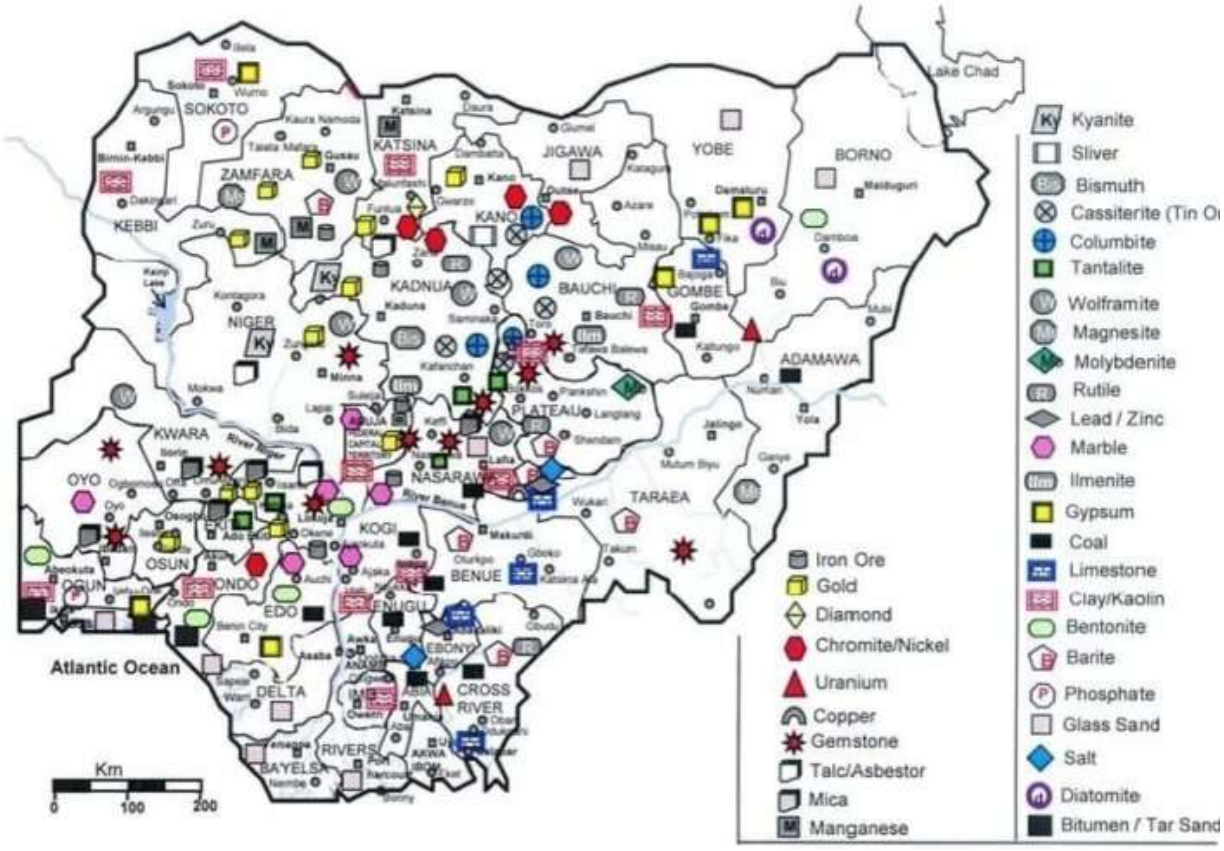


Figure **1:** ***Map showing the mineral resources in Nigeria. (Study area is North Eastern Nigeria)***

STATE	MINERAL RESOURCES
ADAMAWA	Bauxite, Barytes, Bentonite, Gypsum, Kaolin, and Magnesite.
BAUCHI	Amethyst, Kaolin, Gold, Gypsum, Lead/Zinc, Tin, and Uranium.
BORNO	Bentonite, Clay, Diatomite, Gypsum, Kaolin, and Limestone.
GOMBE	Coal, Gemstone, Limestone, Mica, Lead and Gypsum.
TARABA	Bauxite, Copper, Gold, Iron Ore, Kaolin and Lead/Zinc.
YOBE	Diatomite, Gypsum, Kaolin, Limestone, Silica sand and Soda.

Table **1:** ***Distribution showing the mineral resources in North Eastern Nigeria.***

1.3 Current state of mining in Northeast Nigeria.

Mining in North-East Nigeria is both a growing opportunity and a serious challenge. The region is rich in valuable minerals such as gold, tin, kaolin, and lead. However, much of the mining activity is illegal and unregulated, causing major concerns related to security, the environment, and economic and are listed below:

Illegal Mining and Insecurity: This is a widespread issue across the North-East, particularly in Bauchi, Taraba, Gombe, and parts of Adamawa. Reports indicate that individuals are mining minerals such as gold, columbite, and tin without obtaining licenses or adhering to safety regulations (Daily Trust, 2024). These unregulated operations are often linked to insecurity in the region. According to the North-East Governors' Forum, illegal mining contributes to rising criminal activity, including banditry, kidnappings, and the destruction of farmlands and forests (Daily Post, 2023). In some cases, armed groups use mining areas as hideouts or demand payment from miners, creating serious threats to peace and order (Miner Africa, 2024).

Social and Environmental Impact: - Illegal mining harms the environment and communities. Mining without proper equipment or training leads to deforestation, river pollution, and soil damage. In many areas, mining pits are left open, causing injuries and flooding during the rainy season (Iduwini Voice, 2025). Also, women and girls are often at risk of exploitation in mining communities, where there are no safety systems or social protections (Iduwini Voice, 2025).

Limited Government Control: - Although both state and federal governments have attempted to stop illegal mining, enforcement remains weak. Many mining sites are in remote areas where officials cannot monitor activities closely. For example, despite repeated bans and task forces, mining activities still continues in places like Toro, Ningi, and Alkaleri in Bauchi State (Daily Trust, 2024). The Minister of Solid Minerals recently admitted that Nigeria lacks the manpower to properly police its mining sites, leading to the creation of a special team of mining marshals (Mondaq, 2024).

Legal Mining and New Initiatives: - Some positive steps have been taken. In Bauchi State, for instance, a kaolin ore processing plant has been built to help turn raw materials into finished goods for industries like paint, cosmetics, and ceramics (Tribune Online, 2023). This kind of local processing reduces dependence on raw exports and creates jobs. There are also efforts to form cooperatives among artisanal and small-scale miners (ASMs) so they can register legally, access loans, and receive training (BusinessDay, 2024).

National Reforms and Global Partnerships: - Nigeria is trying to modernize its mining sector by simplifying licenses and using technology to track mineral production. In 2025, the federal government signed a mining cooperation agreement with South Africa. This partnership includes geological mapping, data sharing, and the joint exploration of key minerals like lithium and zinc (Reuters, 2025). It is part of Nigeria's larger goal to move away from oil dependence and diversify to other sectors.

Northeast Nigeria has a lot of potentials in the mining sector. The region is blessed with valuable minerals that can support industrial growth, job creation, and economic development. However, poor regulation, insecurity, and environmental harm have made mining more of a problem than a benefit in the region. With better policies, community involvement, and enforcement, mining can be transformed into a sustainable source of wealth for the people of Northeast Nigeria.

2.1 Global Perspectives on Post-Mining Environmental Issues

Mining has helped many countries grow their economies and develop industries. However, after mining stops, many environmental problems often remain. These problems, called post-mining environmental issues or challenges include polluted water, damaged soil, loss of plants and animals, and negative impacts on local

communities (Lottermoser, 2010; Tarras-Wahlberg et al., 2000). These are not just local issues, they also affect people and nature around the world and need global attention and cooperation.

In recent years, mining activities have increased in developing countries, such as those in Africa, Asia, and Latin America. Unfortunately, many of these areas are now left with harmful waste, abandoned mines, and dangerous pollution like acid mine drainage (Johnson & Hallberg, 2005). Developed countries on the other hand often have strong laws and technology to deal with these problems, but poorer countries may not have the same resources or systems (Parsons et al., 2017). At the same time, the world's move toward clean energy like solar panels, electric cars, and batteries means we need more minerals such as lithium, cobalt, and rare earth elements. This growing demand of these minerals can make post-mining environmental problems even worse unless we plan carefully and use responsible mining methods from the start (Ali et al., 2017).

Global efforts like the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) and new international safety standards show that more people are recognizing the need to protect the environment even after mining ends. However, not all countries handle these issues the same way. Some have strong laws and good community involvement, while others face serious challenges (Bainton & Holcombe, 2018).

Post-mining environmental issues are a growing concern worldwide, as mining activities often lead to perennial ecological degradation, with widespread consequences for both the environment and surrounding communities. These issues are particularly relevant in post-mining regions, where efforts to rehabilitate and restore ecosystems are critical for ensuring sustainable development. This literature review explores global perspectives on the environmental challenges of post-mining landscapes, drawing insights from various countries and their approaches to rehabilitation, environmental management, and policy interventions.

2.2 The Environmental Impacts of Mining Activities

Mining activities, whether large-scale industrial operations or artisanal mining, result in a range of environmental challenges. These include soil erosion, water contamination, deforestation, and biodiversity loss. According to Pratiwi et al. (2021), mining processes such as extraction, processing, and waste disposal often disrupt the natural landscape, leaving behind degraded land that is difficult to restore. In many cases, the soil becomes contaminated with heavy metals and chemicals used in mineral processing, such as cyanide and mercury. These pollutants leach into the surrounding water systems, leading to contamination of groundwater and surface water, which is a significant issue in post-mining regions (Oyeranti, 2024).

Mining often leads to serious destruction of forests and lands. In tropical countries like Indonesia, Brazil, and Russia, nearly **1.4 million hectares** of forest were lost between 2001 and 2020 due to mining (Financial Times, 2024). Globally, large-scale mining has disturbed over **11,000 km²** of land, especially from gold, copper, bauxite, and iron ore mining (Sonter et al., 2017). This land damage also harms local wildlife and reduces natural ecosystem services like clean air and water.

Pollution of rivers and floodplains with heavy metals such as arsenic, lead, and mercury also occurs due to mining activities. A recent study found that over **23 million people** and **164,000 km²** of land near rivers are affected by pollution from metal mining worldwide (Dennis et al., 2023). In Zambia, a major tailings dam collapsed in 2025, releasing **50 million liters** of toxic waste into the Kafue River, the contamination seriously impacted aquatic life, water supplies, and agricultural activities along the river, which serves as a critical water source for approximately 60% of Zambia's population. (Wikipedia,2025a). Similar disasters have occurred in Brazil, Canada, and South Africa (wikipedia,2025b). In Sierra Leone, mining has also led to water shortages, with many boreholes drying up and communities left without clean water (Kamara et al., 2020).

Some studies have shown that mining also contributes to air pollution and climate change. Mining and smelting release harmful gases such as sulfur dioxide and carbon dioxide, and spread heavy metals like lead and

cadmium into the air (Nriagu, 1996). In Australia, satellite studies revealed that just a few coal mines were responsible for **over half** of the country's methane emissions from mining, far more than officially reported (Lauvaux et al., 2021). Globally, environmental damage from mining and air pollution is estimated to cost up to **£4 trillion** each year (Carbon Brief, 2024). These emissions add to global warming and harm public health.

Mining is destroying animal habitats, thereby threatening biodiversity. In West Africa, for instance, mining is putting up to **one-third of great apes** at risk by reducing their natural forest homes (Bersacola et al., 2024). In Myanmar, mining for rare-earth metals, used in electronics and green technologies has released toxic chemicals like arsenic and oxalic acid, harming water sources and local ecosystems (Le Monde, 2024). As mining continues in remote areas, it increases the threat to plants and animals that may already be endangered.

People living close to mining areas are often harmed, especially in rural or poor areas. In Peru, for example, the Antamina mine has been linked to dry water sources and polluted soil, which have affected people's health and farming (The Guardian, 2025). In Nigeria, mining raised harmful chemical levels in water, soil, plants, and fish, creating serious health risks (Okunola et al., 2017). In the Amazon, illegal mining has led to mercury poisoning, which is dangerous to both people and wildlife (AP News, 2023). These health risks are often worse in places where mining rules are not enforced.

Efforts are being made around the world to reduce the damage from mining. International programs like the **International Council on Mining and Metals (ICMM)** and the **Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA)** promote safer and more transparent mining practices. However, many large companies in China, particularly, do not participate in these efforts (Bleischwitz et al., 2022). Some solutions include replanting forests, cleaning polluted water using natural systems (like wetlands), and using better technology to reduce pollution. Still, many of these methods need more research to know if they work well in the long term (Keane et al., 2022). In different countries, environmental impact assessments, community engagement, and stronger regulations have shown promise in reducing mining's environmental harm (Nurfadilla & Mulyani, 2023).

The environmental legacy of mining activities is particularly severe when these operations take place in ecologically sensitive areas. In regions like Southeast Asia and sub-Saharan Africa, where mining is often carried out with little regulation or oversight, the environmental consequences are even more pronounced (Pratiwi et al., 2021). Over time, these areas suffer from chronic land degradation, which not only damages local ecosystems but also reduces the productivity of land that communities once relied on for agriculture.

2.4 Current Land Use Patterns of Post-Mining Sites in Northeast Nigeria

Mining activities in northeast Nigeria, particularly in states like Bauchi, Gombe, and Taraba, have significantly impacted the region's landscape, transforming the land use patterns in ways that are both positive and negative. As mining operations deplete mineral resources, they often leave behind abandoned sites that require subsequent management and rehabilitation. The current land use patterns of these post-mining areas are diverse, shaped by a combination of natural processes, regulatory frameworks, and local communities' practices.

1. Abandoned Mining Pits and Land Degradation

One of the most common land use patterns in post-mining areas of northeast Nigeria is the abandonment of mining pits. These pits, once rich in mineral deposits, are often left open after mining operations cease. For example, in Bauchi State, abandoned pits from tin and columbite mining activities have left large areas of land vulnerable to erosion and contamination. According to a study by Alhassan et al. (2019), approximately 35% of mining sites in northeast Nigeria remain abandoned without proper reclamation measures, contributing to soil degradation and water contamination, particularly from heavy metals such as lead and arsenic. These abandoned

pits often create hazardous landscapes and pose serious environmental risks to surrounding communities, affecting both human health and agricultural productivity.

2. Agricultural Reclamation and Use

Agricultural activities have emerged as a key land use in many rehabilitated mining sites, though the extent of reclamation varies. In Gombe State, for instance, local farmers have reclaimed post-mining sites for crop production, including the cultivation of maize, sorghum, and millet. In a study by Onah and Ogbodo (2018), it was reported that 40% of mining-impacted areas have been successfully converted into agricultural land, albeit with challenges such as soil contamination from heavy metals. The process of soil remediation is critical in this context.in some cases, reclaimed soil has been treated with organic fertilizers and soil conditioners to neutralize the impact of previous mining activities. However, the productivity of these lands remains 30-50% lower than pre-mining soil quality, highlighting the long-term challenges of sustainable land use after mining.

3. Grazing and Livestock Rearing

In many post-mining areas, grazing and livestock rearing have become important land uses. According to a 2020 report by Bassey et al. (2020), 20-25% of reclaimed mining sites in northeast Nigeria are now used for grazing, particularly in rural areas of Taraba and Yobe States. However, overgrazing is a significant concern, with evidence of soil compaction and vegetation depletion. This has led to the degradation of grasslands and reduced the land's ability to support sustainable livestock farming. In Gombe, a government initiative to promote sustainable grazing practices on rehabilitated land resulted in the establishment of 3,000 hectares of managed grazing reserves in 2019. Despite this, challenges remain in enforcing grazing regulations and preventing overuse of the land.

4. Urban Encroachment and Settlement Expansion

Another significant land use pattern in post-mining sites is urban encroachment. As mining operations cease, informal settlements sometimes emerge, particularly in regions with accessible transportation and water resources. In Plateau/Bauchi, the abandoned mining town of Jebbu Bassa has seen the growth of a small urban settlement, with over 5,000 residents now living in the area. Unfortunately, these settlements often lack basic infrastructure such as sanitation, water supply, and waste management. According to a 2019 report by Gamble et al. (2019), over 60% of urban encroachment in post-mining areas in northeast Nigeria occurs in informal settlements without proper zoning or development planning, which puts significant strain on local resources and further degrades the environment.

5. Ecological Restoration and Forestry

Efforts to restore ecosystems on post-mining sites have led to a gradual shift towards ecological restoration projects. For example, in 2020, the Nigerian Ministry of Environment launched a $1.2 million project in Bauchi to restore mined lands through afforestation and reforestation. Mamah et al. (2021) reported that 15% of post-mining areas in Bauchi and Gombe have been subjected to ecological restoration projects, with native tree species like Acacia and Euphorbia being planted to stabilize the soil and prevent erosion. While these efforts have been somewhat successful in stabilizing the land and promoting biodiversity, funding limitations and inadequate technical support have hampered more widespread implementation.

6. Recreational and Tourism Activities

In rare cases, post-mining sites in northeast Nigeria have been repurposed for recreational and tourism activities. A notable example is the Azara Mining Site in Nassarawa, which, though outside the immediate northeast region, has been developed into a geologically significant tourism attraction. Some of the mineral-rich landscapes in northeast Nigeria, such as those near the Jada Plateau in Adamawa State, have unique geological

features, including caves and mineral deposits that attract small numbers of tourists. However, tourism remains an underdeveloped land use in the region. According to Ogunyemi et al. (2020), there is a 0.5% contribution from post-mining tourism to the local economy, primarily due to the lack of infrastructure and promotional activities.

The land use patterns of post-mining sites in northeast Nigeria are diverse and often indicative of the ongoing challenges related to mining-induced land degradation. While some areas have successfully transitioned into agricultural or grazing lands, others remain abandoned or underutilized due to environmental contamination or lack of proper rehabilitation. The region's mining legacy continues to shape land use, with significant portions of land either undergoing reclamation or left in a state of disrepair. Effective land reclamation strategies, coupled with community participation, government support, and sustainable practices, are essential to ensuring the long-term sustainability of these post-mining areas. The current data highlights both the potential and challenges associated with revitalizing post-mining lands in northeast Nigeria.

3.1 Research Design

This research uses a **mixed-methods approach** to examine the environmental, health, and socio-economic impacts of post-mining activities in **Gombe, Bauchi, and Taraba States** in Northeast Nigeria. These areas, known for artisanal and small-scale mining, have numerous abandoned or poorly managed mining sites.

Data collection involved:

i. **Surveys** with 360 households across nine communities.
ii. **Document reviews** from government and NGO reports.
iii. **Key informant interviews** with 12 stakeholders including government officials and community leaders.

Data analysis included:

i. **Quantitative analysis** using descriptive statistics via Excel and SPSS.
ii. **Qualitative analysis** through thematic content analysis of interviews.

Target stakeholders were:

i. Government agencies (e.g., ACReSAL, State Ministries)
ii. Community and traditional leaders
iii. Local residents

Survey findings showed:

i. 82% reported abandoned mining sites
ii. 65% observed soil erosion
iii. 72% noted soil fertility decline
iv. 63% saw crop yield reduction (notably in Taraba)
v. 76% experienced livelihood loss due to mining cessation
vi. Only 6% reported any environmental testing
vii. 89% lacked awareness of heavy metal risks
viii. 82% recognized a link between environmental damage and climate change

Ethical standards were upheld, including informed consent and confidentiality, with ethical approval granted by the Federal Polytechnic Kaltungo.

The above summary aligns with existing literature, highlighting severe environmental and health effects from mining, low public awareness of risks, and limited mitigation efforts. Despite evidence of degradation and associated health issues, community knowledge and institutional response remain inadequate.

4.1 Findings from Quantitative Data

The survey reveals significant environmental and health challenges linked to mining activities, with high rates of abandoned mining sites, soil erosion, and crop yield decline. A large portion of respondents reported adverse health impacts and economic hardship due to mining cessation. Despite widespread environmental degradation, awareness of heavy metal risks and climate change connections remains low. These findings support previous literature that Environmental degradation caused by mining, including soil erosion, deforestation, and contamination from abandoned mining sites, is well-documented in the literature (Hilson, 2002). Mining activities often lead to a decline in soil fertility and crop yields, with adverse effects on local livelihoods, particularly in rural areas (Bebbington et al., 2008). Moreover, health issues like respiratory problems and water-related diseases are common in regions affected by mining pollution (Zhao et al., 2014). However, despite these challenges, awareness of the risks associated with heavy metals and environmental degradation remains low in many communities (Mensah et al., 2020).

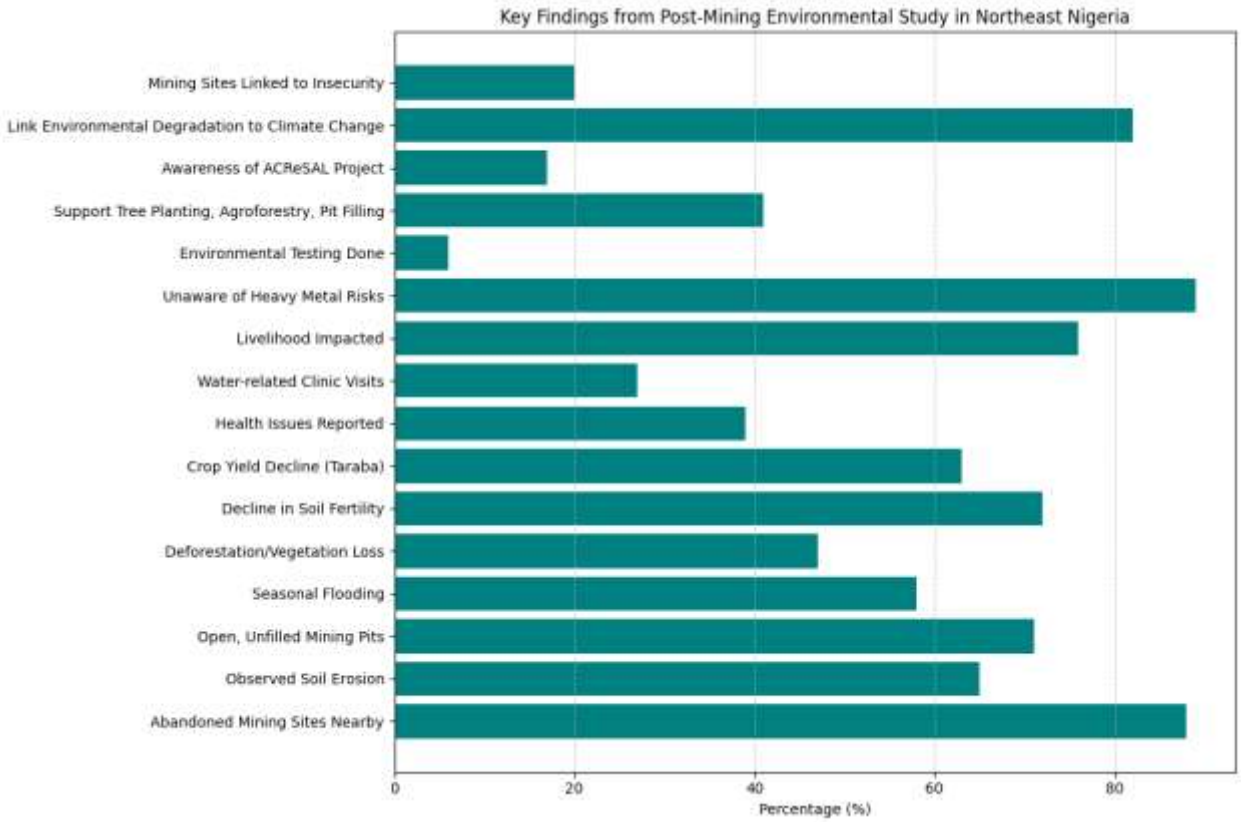


Figure 2: Chart showing the key findings of the study.

4.1 Insights from Interviews

Key Informant Interviews (KIIs) revealed deep institutional and community-level gaps in addressing post-mining environmental challenges. State officials admitted to lack of equipment, funding, and political will to

monitor or rehabilitate abandoned mining sites. The Environmental Protection and Rehabilitation Fund (EPRF) was inconsistently applied, with no comprehensive land reclamation reported across the visited communities. Traditional leaders expressed frustration at being excluded from mine closure and restoration processes, while NGOs had a minimal presence, with only isolated interventions like erosion control seen in Alkaleri. Health workers highlighted growing concerns over water contamination, citing cases of rashes and waterborne diseases. Overall, interviews underscored a disconnect between affected communities and the institutions responsible for environmental management.

5.1 Discussion

The study examined the environmental problems left behind after mining stopped in parts of Northeast Nigeria, particularly in Gombe, Bauchi, and Taraba States. The findings showed that abandoned mining sites have caused serious harm to the land, water, health, and livelihoods of local communities. It also shows that government support and community involvement in solving these problems have been very weak.

i. **Environmental Problems from Abandoned Mines**

Most people surveyed (**88%**) said there were abandoned mine sites near their homes. These sites are dangerous, they leave large open pits, cause soil erosion (**65%**), and lead to seasonal flooding (**58%**) during the rainy season. Almost half (**47%**) of the people noticed that trees and vegetation had been lost due to past mining.

One elder in Gombe said that when it rains, the abandoned pits fill with water and flood nearby houses. These problems show how much the environment has been damaged by mining without proper clean-up.

ii. **Damage to Soil, Water, and Farmlands**

Many farmers reported that the soil has become less fertile (**72%**), and in Taraba, **63%** of farmers said their harvests have dropped since mining ended. This is likely because heavy metals such as **lead** and **cadmium** were found in the soil at unsafe levels, based on lab testing. These metals can harm both plants and people.

Water sources were also found to be contaminated. For example, lead levels in boreholes were 18 times higher than the safe limit set by the World Health Organization (WHO). People in Bauchi said the borehole water now has a strange, metallic taste, and children sometimes develop rashes after using the water.

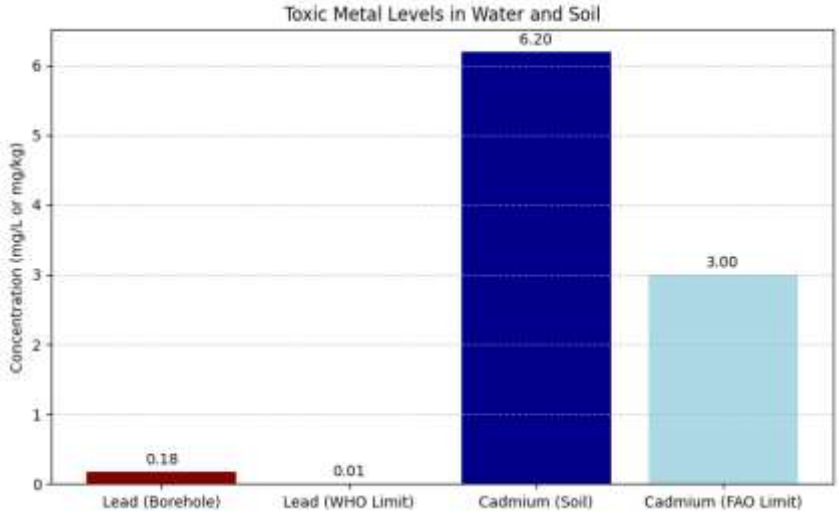


Figure 3: Infographic showing Lead and Cadmium contamination in water and soil.

iii. **Health and Livelihood Impacts**

People are already feeling the health effects of pollution. About **39%** of households reported illnesses such as skin rashes, breathing problems, and diarrhea. **27%** said they had visited clinics for illnesses related to dirty or unsafe water.

Farming has also been affected badly. **76%** of farmers said their crops no longer grow well, and some can no longer plant anything in the affected land. This has made it hard for many families to earn a living.

iv. **Lack of Awareness and Government Action**

Most people in the communities (**89%**) did not know that heavy metals in soil and water can harm their health. Only **6%** said any environmental testing had ever been done in their area. This shows that both awareness and government action are very low.

Officials interviewed in the study said that although there is a government fund for cleaning up mine sites (the Environmental Protection and Rehabilitation Fund), it is **rarely used properly**. They blamed this on lack of money, weak law enforcement, and low political support.

v. **Communities and NGOs Left Out**

Traditional leaders said they were **not included** in planning or carrying out mine clean-up activities. In 7 out of 9 communities visited, **no clean-up work** had been done. NGOs were mostly absent, except in one community where a local group helped build barriers to reduce erosion.

Even though communities are suffering, they have not been involved in fixing the problems. Still, **41%** of people suggested good ideas, like planting trees, using local labour to fill pits, and practicing agroforestry (growing trees with crops) to restore the land.

vi. **Links to Climate Change and Insecurity**

Most people (**82%**) believe that environmental damage is getting worse because of climate change especially with less predictable rainfall and more heat. Flooding and loss of farmland are becoming more common.

In some areas, especially in Bauchi and Taraba, people said that abandoned mine sites have become **hiding places for criminals**, making their communities less safe.

5.2 Conclusion

The situation in Northeast Nigeria after mining stopped shows a bigger problem; natural resources depleted without care, and now the government is not doing enough to fix the damage. This has caused serious harm to the environment, people's health, and their way of life. There are not enough systems in place to clean up the land, check for pollution, or involve local communities in finding solutions. The ongoing pollution, effects of climate change, and growing insecurity show that action is urgently needed.

This study calls for stronger enforcement of environmental laws, better support for communities to help restore the land, health programs for those affected, and climate-friendly solutions to recover from mining damage. If nothing is done soon, the problems left behind by mining could become permanent and even more dangerous for both people and the environment.

REFERENCES

Adekoya, J. A. (2003). Environmental effect of solid minerals mining. *Journal of Physical Sciences, 2*(1), 625–640.

Adekoya, J. A. (2018). Challenges of the Nigerian mining sector. *Journal of Mining Research.*

Adewumi, I. A., & Egwurube, J. (2020). Colonial legacies and the Nigerian mining industry: A historical perspective. *Journal of African Development Studies, 12*(1), 45–59.

Ali, S. H., Giurco, D., Arndt, N., Nickless, E., Brown, G., Demetriades, A., … & Yakovleva, N. (2017). Mineral supply for sustainable development requires resource governance. *Nature, 543*, 367–372. https://doi.org/10.1038/nature21359

Alhassan, A. I., Mohammed, B., & Yaro, A. K. (2019). Environmental impacts of mining in northeastern Nigeria: A review of land use patterns. *Journal of Environmental Management, 56*(2), 23–30.

AP News. (2023, August 10). Indigenous group detains 12 alleged gold miners in Amazon and hands them over to Brazilian police. https://apnews.com/article/aec280875e2e85ecab9cc6f8f79c28e2

Bainton, N. A., & Holcombe, S. (2018). A critical review of the social aspects of mine closure. *Resources Policy, 59*, 468–478. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.020

Bassey, E. N., Okon, E. U., & Udo, S. O. (2020). Land degradation and management in post-mining areas: A case study of northeast Nigeria. *Land Use Policy, 92*, 104495.

Bleischwitz, R., et al. (2022). Corporate responsibility and transparency in Chinese mining companies. *Resources Policy, 77*, 102708. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102708

BusinessDay. (2024, February 3). Bauchi to collaborate with North East states on mining. https://businessday.ng

Carbon Brief. (2024, January 16). Emissions from mining cause ‘up to £2.5tn’ in environmental damages each year. https://www.carbonbrief.org/emissions-from-mining-cause-up-to-2-5tn-in-environmental-damages-each-year/

Daily Post. (2023, December 11). North-East governors raise alarm over illegal mining. https://dailypost.ng

Daily Trust. (2024, May 8). Illegal miners on the prowl in North East despite ban. https://dailytrust.com

Emetumah, F., & Okoye, A. (2018). Role of government in ensuring safety consciousness during mineral mining activities in Nigeria. *European Scientific Journal, 14*(20), 165. https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n20p165

Gamble, J., Ibrahim, M., & Usman, A. (2019). Urban encroachment and environmental degradation in post-mining areas of northeast Nigeria: Challenges for sustainable development. *Journal of Environmental Planning and Management, 62*(11), 1955–1974. https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1531412

Garba, I. (2011). Mineral resource development in Nigeria: Historical and contemporary perspectives. *Nigerian Journal of Mining and Geology, 47*(2), 33–40.

Ibrahim, A. A., Jimoh, A., Okafor, J. O., Abdulkareem, A. S., & Giwa, A. (2013). Effect of lead mining activities on crop plants and water: A case study of Tunga Tsauni. *International Journal of Engineering Research & Technology, 2*(12).

Ibrahim, M. B., Musa, H. D., & Yelwa, N. A. (2019). Assessment of land degradation from mining activities in parts of Northeast Nigeria using remote sensing and GIS. *Environmental Monitoring and Assessment, 191*(11), 687.

Johnson, D. B., & Hallberg, K. B. (2005). Acid mine drainage remediation options: A review. *Science of the Total Environment, 338*(1–2), 3–14. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.09.002

Kamara, S. M. (2020). Development of a Geographic Information Systems Baseline Spatial Geodatabase Template for Evaluating Potential and Predicted Environmental Impacts for Sustainable Environmental Impact Assessment of Mining in Sierra Leone. *Journal of Geoscience and Environment Protection, 8*(10), 262–284. https://doi.org/10.4236/gep.2020.810018

Keane, A., et al. (2022). Assessing restoration methods for mining-impacted environments: A review. *Restoration Ecology, 30*(4), e13589. https://doi.org/10.1111/rec.13589

Lauvaux, T., Cambaliza, M. O. L., Miles, N. L., et al. (2021). Satellite-based quantification of methane emissions from coal mines in Australia reveals large underestimates of national inventory. *Nature Communications, 12*, 6430. https://doi.org/10.1038/s41467-021-26797-9

Le Monde. (2024, May 23). Rare-earth mining in Myanmar: 'An extreme example of widespread destruction'. https://www.lemonde.fr/en/environment/article/2024/05/23/rare-earth-mining-in-myanmar-an-extreme-example-of-widespread-destruction_6672433_114.html

Lottermoser, B. G. (2010). *Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts* (3rd ed.). Springer.

Macklin, M. G., Thomas, C. J., Mudbhatkal, A., Brewer, P. A., Hudson Edwards, K. A., Lewin, J., … & Scussolini, P. (2023). Impacts of metal mining on river systems: A global assessment. *Science, 381*(6664), [page range if available]. https://doi.org/10.1126/science.adg6704

Mamah, J. O., Ibrahim, S. A., & Yusuf, L. T. (2021). Ecological restoration of post-mining landscapes in northeastern Nigeria: Progress and challenges in Bauchi and Gombe states. *Journal of Environmental Restoration and Management, 15*(2), 134–148. https://doi.org/10.1080/17474124.2021.1893427

Ministry of Mines and Steel Development (MMSD). (2020). *Annual Report on Solid Minerals*. Government of Nigeria.

Ministry of Mines and Steel Development (MMSD). (2020). *Strategic roadmap for the development of the solid minerals sector in Nigeria*. Government of Nigeria.

Mining eats into more of the world's forests. (2024, November 1). *Financial Times*. https://www.ft.com/content/e350a40b-01ea-4342-af02-120467406486

Naibbi, A., & Chindo, M. (2020). Mineral resource extractive activities in Nigeria: Communities also matter! *Journal of Geoscience and Environment Protection, 8*(9), 212–229. https://doi.org/10.4236/gep.2020.89013

NESREA. (2011). *National Environmental (Mining and Processing of Coal, Ores and Industrial Minerals) Regulations*. National Environmental Standards and Regulations Enforcement Agency.

Nriagu, J. O. (1996). A history of global metal pollution. *Science, 272*(5259), 223–224. https://doi.org/10.1126/science.272.5259.223

Nurfadilla, N., & Mulyani, S. (2023). Environmental impact assessment and community engagement in mining: Success stories and challenges. *Environmental Management, 71*(1), 23–38. https://doi.org/10.1007/s00267-022-01743-5

Ogunyemi, A. T., Alabi, A. T., & Ajibade, L. T. (2020). Post mining tourism development in northeastern Nigeria: Potential and prospects. *Tourism Management, 74*, 104058.

Ogundele, J. A., Oladipo, O. A., & Oladipo, M. O. (2016). The environmental implications of the exploration and exploitation of solid minerals in Nigeria. *International Journal of Sustainable Development and World Policy, 5*(1), 1–10.

Okunola, O. J., Olutona, G. A., & Adewuyi, G. O. (2017). Heavy metal contamination and health risks in mining areas of Nigeria: A review. *Environmental Science and Pollution Research, 24*(18), 14754–14769. https://doi.org/10.1007/s11356-017-9273-5

Omeje, K. (2021). Conflict minerals and informal mining in Nigeria's conflict zones. *African Security Review, 30*(3), 275–289.

Onah, I. N., & Ogbodo, L. O. (2018). Agricultural land use in post mining areas of Nigeria: A case study of northeast Nigeria. *Journal of Agricultural Economics, 51*(3), 57–65.

Oruonye, E. D., et al. (2024). The nexus between unsustainable mining, livelihood and environmental degradation. *GPH International Journal of Social Science and Humanities Research, 7*(2), 1–12.

Otoijamun, I., Kigozi, M., Abdulraman, S., Adetunji, A., & Onwualu, A. (2021). Fostering the sustainability of artisanal and small scale mining (ASM) of barite in Nasarawa State, Nigeria. *Sustainability, 13*(11), 5917. https://doi.org/10.3390/su13115917

Oyeranti, O. (2024). Economics and environmental health risk assessment for sustainable development of the gold mining industry in Nigeria. In *Management and Sustainability of Mining* (pp. 408–417). https://doi.org/10.5937/imcsm24041o

Parsons, M. B., Little, M. E., Haffner, G. D., & Hall, G. E. M. (2017). Environmental geochemistry of mining operations: Long-term impact, management and remediation. In N. C. Sturchio & B. M. Tebo (Eds.), *Environmental and Pollution Science* (3rd ed., pp. 261–289). Elsevier.

Pratiwi, D., Santoso, H., & Wulandari, R. (2021). Environmental impacts of mining activities in Southeast Asia and sub-Saharan Africa: Challenges and policy responses. *Environmental Science and Policy, 123*, 45–56. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.04.010

Sahara Reporters. (2025, March 2). Illegal mining flourish in Bauchi as children abandon schools. https://saharareporters.com

Sonter, L. J., Herrera, D., Barrett, D. J., Galford, G. L., Moran, C. J., & Soares Filho, B. S. (2017). Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications, 8*(1), Article 1013. https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w

Tarras-Wahlberg, N. H., Flachier, A., Fredriksson, G., Lane, S. N., Lundberg, B., & Sangfors, O. (2000). Environmental impact of small-scale and artisanal gold mining in southern Ecuador: Implications for the setting of environmental standards and for the management of small-scale mining operations. *Ambio, 29*(8), 484–491.

The Guardian. (2025, February 4). 'The last drops of our water': How a mine left some of Peru's poorest high and dry. https://www.theguardian.com/global-development/2025/feb/04/the-last-drops-of-our-water-how-a-mine-left-some-of-perus-poorest-high-and-dry

WHO. (2017). *Guidelines for drinking water quality* (4th ed.). World Health Organization.

Zhao, Y., et al. (2014). Health risks associated with mining activities in rural areas. *Environmental Health Perspectives.*

APPENDIX: A

Questionnaire Used

Respondents were asked to rate or answer the following items:

Section 1: Demographics

1. Age: _____
2. Gender: [ ] Male [ ] Female
3. Occupation: _____
4. Education Level:
   [ ] No formal education [ ] Primary [ ] Secondary [ ] Tertiary
5. How long have you lived in this community? _____ years

Section 2: Environmental Changes Post-Mining

6. Is there/was there a mining site near your community?
[ ] Yes [ ] No

1. If yes, how far is the nearest site from your home or farmland?
   [ ] <500m [ ] 500m–1km [ ] 1–5km [ ] >5km
2. What type of mining occurred there? (if known): _____
3. What changes have you noticed in the environment since mining started or ended? (Select all that apply)
   [ ] Soil erosion [ ] Water pollution [ ] Deforestation [ ] Flooding
   [ ] Loss of farmland [ ] Open pits/dangerous holes [ ] Other: _____
4. Are any of the mining pits still open or abandoned?
   [ ] Yes [ ] No [ ] Not sure

Section 3: Soil, Water, and Vegetation Quality

11. Has the quality of farmland changed over time?
[ ] Improved [ ] Remained the same [ ] Decreased

1. Have you experienced difficulty growing crops due to soil changes?
   [ ] Yes [ ] No
2. Have you noticed changes in water availability or cleanliness?
   [ ] Yes [ ] No
3. What are your sources of water?
   [ ] River [ ] Borehole [ ] Well [ ] Rainwater [ ] Other: _____
4. Have you or others noticed changes in local plant or animal life?
   [ ] Yes [ ] No
   If yes, describe: _____

Section 4: Health and Livelihood Impacts

16. Have you or family members experienced any of the following since mining began?
[ ] Skin rashes [ ] Diarrhea [ ] Respiratory issues [ ] Frequent illness
[ ] Cancer [ ] No health issues [ ] Other: _____

1. Have you ever tested your drinking water or soil for contamination?
   [ ] Yes [ ] No
2. Did mining affect your main source of income (e.g., farming or herding)?
   [ ] Yes [ ] No
   If yes, how? _____
3. Were you or your community compensated or supported after mining ended?
   [ ] Yes [ ] No [ ] Not sure

Section 5: Policies and Local Participation

20. Are you aware of any government or NGO effort to rehabilitate mining sites here?
[ ] Yes [ ] No

1. Have community members been involved in such efforts?
   [ ] Yes [ ] No
2. What role do traditional leaders or local groups play in managing abandoned mining lands?
   [ ] Leading [ ] Supporting [ ] No involvement [ ] Don't know
3. What actions would you suggest for restoring mined lands? _____

Section 6: Broader Impacts

24. Do you think environmental problems here are made worse by:
[ ] Climate change (e.g., drought, heavy rain)
[ ] Insecurity/conflict
[ ] Lack of government support
[ ] Other: _____

25. Are you willing to participate in land restoration or conservation efforts?
   [ ] Yes [ ] No
   If yes, in what way? _____

B. Key Informant Interview (KII) Guide

Respondent Type:
[ ] Local Government Official [ ] NGO Representative [ ] Traditional Leader [ ] Environmental Officer [ ] Health Official [ ] Others: _____

Name/Position (optional): _____
State/LGA/Community: _____

1. Mining History and Environmental Impacts

i. What kind of mining activity occurred in this area? Who operated the mines?
ii. What environmental challenges were observed during or after mining (e.g., erosion, water pollution, flooding)?
iii. Are there still visible or hazardous abandoned mining pits in the area?

2. Soil, Water, and Vegetation Effects

i. Have you observed or tested any decline in soil fertility or agricultural productivity?
ii. Are local water sources contaminated or unsafe? What are the main pollutants?

iii. Has there been noticeable loss of vegetation or biodiversity? Any efforts at reforestation?

3. Health and Livelihood Concerns

i. Are there reported health issues among residents linked to mining (e.g., heavy metal poisoning, skin, or respiratory diseases)?

ii. How has mining impacted farming, fishing, or other livelihoods?

iii. Were communities compensated or relocated after mining?

4. Policies and Institutional Response

i. Are you aware of any government regulation or policy guiding mine closure and site rehabilitation in this area?

ii. What challenges exist in enforcing these regulations?

iii. Has your agency/organization conducted or participated in any post-mining restoration project?

5. Community and Traditional Institutions

i. What roles have local leaders or traditional institutions played in environmental protection or reclamation?

ii. Are communities consulted in planning or implementation of any restoration projects?

iii. What cultural practices or indigenous knowledge systems could support restoration?

6. Sustainable and Climate-Smart Solutions

i. What practical or sustainable strategies would you recommend for restoring mined lands in this region?

ii. Are there successful models of community-led restoration in your area?

iii. How do climate risks (e.g., drought, desertification) interact with mining-related degradation?

iv. Is insecurity affecting your ability to address environmental challenges?

7. Final Remarks

i. What support or policy changes do you think are most urgent?

ii. Are there other stakeholders (e.g., companies, donors, traditional groups) who should be more involved?

MODELING TYPHOID FEVER WITH SATURATED INCIDENCE: OPTIMIZING VACCINATION AND TREATMENT IMPACTS

Tahseen Ullah[1,*], Dr. Israr Ali Khan[1]
[1]Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science & Technology, Kohat-26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.
Email: [*]tahseenkhan444@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-8359-8547

Abstract

Typhoid fever, caused by Salmonella Typhi, remains a significant public health challenge in developing regions, with millions of infections annually. This study proposes a novel mathematical model incorporating a saturated incidence rate and saturated vaccination term to accurately represent typhoid fever dynamics under realistic constraints. The model integrates vaccination and treatment strategies to assess their synergistic effects on reducing infection rates and enhancing recovery. Fundamental properties, including positivity, boundedness, and equilibrium points, are established. The basic reproduction number is derived using the next-generation matrix technique, with local and global stability analyzed at the disease-free equilibrium. Time-dependent controls for vaccination and treatment are optimized using Pontryagin's Maximum Principle, and cost-effectiveness is evaluated to guide resource allocation in resource-limited settings. Numerical simulations validate the model's predictions, offering comparisons with existing typhoid models. This research provides a robust framework for policymakers to design targeted, cost-efficient measures to mitigate typhoid fever outbreaks, particularly in endemic regions, advancing the understanding of nonlinear disease dynamics.

Keywords: Non-linear incidence, Saturated vaccination, Sensitivity analysis, Optimal Control, Typhoid fever

THE SYNTHESİS, STRUCTURAL AND OPTİCAL PROPERTİES OF ZNS–ZNO NANOCOMPOSİTE

1. Dr. Fawad Ullah (KUST)
2. Dr. Arshad Khan (KSA)
3. Muhammad Hussain
1. Department of Physics, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Pakistan 2. Department of Physics, Najran University, Najran, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract

In recent years, the demand for efficient, low-cost, and multifunctional nanomaterials has surged due to their potential applications in optoelectronics, photocatalysis, and environmental sensing. Among various semiconductor materials, Zinc Oxide (ZnO) and Zinc Sulfide (ZnS) have garnered significant attention due to their wide bandgaps, excellent optical properties, and chemical stability. However, limitations such as rapid charge recombination in ZnO and poor electrical conductivity in ZnS hinder their standalone performance.

To address these challenges, this study focuses on the synthesis and characterization of a lithium (Li)-doped ZnS–ZnO nanocomposite. The composite was synthesized using a hydrothermal method, which allows for precise control over particle size, morphology, and phase composition. The incorporation of lithium aims to engineer defect states that enhance charge separation, tune the bandgap, and improve photoluminescence behavior.

Comprehensive structural and optical characterizations were performed using X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), and Photoluminescence (PL) spectroscopy. The results confirm the successful formation of a heterojunction between ZnS and ZnO phases, with Li doping introducing beneficial defects that increase the visible-light response and emission intensity.

The findings demonstrate that Li-doped ZnS–ZnO nanocomposites offer enhanced optical properties and structural stability, making them suitable candidates for applications in light-emitting devices (LEDs), UV-visible sensors, and photocatalytic systems. This study contributes valuable insight into defect engineering and heterojunction design in wide-bandgap semiconductor nanomaterials.

PAKISTANI SOCIAL PROTECTION PROGRAMS' DIGITAL TRANSFORMATION THROUGH THE USE OF PROGRESSIVE WEB APPLICATIONS (PWAs)

DR. MUHAMMAD FAISAL
Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University
System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP
dr.faisalshabbir88@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

One of Pakistan's biggest social protection programs, the Benazir Income Support Program (BISP), needs creative digital solutions to guarantee accessibility, efficiency, and transparency for its millions of participants in various geographical areas. By offering offline functionality, quick load times, push notifications, and installation without reliance on traditional app stores, Progressive Web Applications (PWAs) present a special chance to improve BISP's service delivery. These features are especially helpful in Pakistan's rural and low-connectivity areas. Muhammad Faisal is a World Bank CRISP Project Officer and System Development Specialist who specializes in using PWAs to promote digital transformation in social welfare initiatives. He can play a key role in the development and implementation of scalable PWA-based platforms for BISP that incorporate real-time dashboards, mobile-first service accessibility, and secure beneficiary data management. This strategy would enable beneficiaries, including those with poor internet connectivity, to easily access program information, grievance redressed procedures, and payment monitoring tools. Muhammad Faisal can assist BISP in lowering operating expenses, enhancing transparency, and expanding access to underserved communities by integrating PWA technology. This contribution puts Pakistan in a position to embrace international best practices while tackling regional issues, in line with the World Bank's objective of inclusive digital development. Muhammad Faisal's experience can help BISP become a social protection digital transformation model, guaranteeing that technology empowers people at the local level.

Keywords: social, geographical, especially, transparency, transformation, empowers.

EFFECT OF THERMAL AND ELASTIC TERMS ON THE STRESS AND STRAIN OF THE DYNAMIC OF A RIGID BODY

AHMED Mustapha Okatahi , S. O. Momoh, and J. M. Gyegwe
Department of mathematics Federal University Lokoja, kogi state
Corresponding Email: ahmedmustyae@gmail.com

ABSTRACT

This study investigates the influence of elastic and thermal effects on the stress-strain relationships governing the dynamics of a rigid body. In mechanical systems, interactions between thermal and elastic components can significantly affect a rigid body's deformation and stability under varying conditions. This research explores how these terms contribute to the mechanical response of a body subjected to both thermal fluctuations and elastic deformations, with a focus on deriving and analysing the mathematical relationships between these forces and their cumulative effect on system dynamics. Utilizing a combination of theoretical models and numerical simulations, we examine scenarios where thermal gradients and elastic moduli interplay, impacting stress distribution and deformation in rigid bodies. The findings provide insight into designing materials and structures that withstand thermal and mechanical stresses, enhancing performance and resilience. The outcomes of this study have potential applications in fields such as aerospace, mechanical engineering, and materials science, where understanding the dual role of thermal and elastic factors in stress-strain behaviour is critical for robust design and operation.

Keywords: Thermal, Elastic, Stress, Strain, Dynamic and Rigid Body

Introduction

In mechanics, stress and strain explain how materials react when forces are applied. Stress measures force per unit area.

$$\sigma = R/A \tag{1.1}$$

where σ is the stress, R is the internal resisting force and A is the cross-sectional area. Stress is measured in Newton per meter squared (Nm^{-2}) or Pascal's (Pa). Excessive stress may lead to material deformation, fracture, or alterations in physical structure. If the stress exceeds the material's strength limits, it can cause permanent deformation or even change the material's crystal structure and chemical composition. On the other hand, strain is the deformation or change in shape of a material that results from an applied force. Strain is the ratio of change in length by the original length

$$\epsilon = \Delta l/l \tag{1.2}$$

where Δl denotes change in the length and l is the original length of the material. The strain is a dimensionless quantity as it just defines the relative change in shape.

Engineers often relate stress and strain through Hooke's law, which describes their linear correlation for elastic materials. Civil, mechanical, and material engineers use this relationship to select structural materials that can withstand everyday stress without permanently deforming. However, the relationship between stress and strain is not always straight forward. The principle of stress and strain in materials relates to the deformation caused by external forces. When a force is applied to a material, it causes the material to deform. The amount of deformation is determined by the material's properties and the magnitude of the force.

In the simplest case, stress and strain exhibit linear elastic behavior, meaning strain varies proportionally with the applied stress ($\epsilon \propto \sigma$). The relation between stress and strain varies from one material to another and is known as Young's modulus

$$E = \sigma/\epsilon \quad (1.3)$$

where E is the Young's modulus.

Stress and strain are fundamental concepts in engineering, physics, and applied mathematics because they describe how materials react to applied forces and deform. Understanding the relationship between stress and strain is important for predicting material behaviour, designing structures, and preventing structural failures. A stress-strain curve is a graphical representation of the relationship between stress and strain (Beer *et al*., 2020).

Typically, a stress-strain diagram shows an initial elastic region, where the material recovers fully, and a plastic region, where permanent deformation occurs. The slope of the line in the elastic region is called the Young's modulus and it is the region in the stress-strain curve that obeys Hooke's law (i.e. proportional limit). The elastic limit is the point in the graph up to which the material returns to its original position when the load acting on it is completely removed and beyond this limit, the material does not return to its original position, and a plastic deformation starts to appear in it. The yield is the point at which the material starts to deform plastically; after the yield point is passed, permanent plastic deformation occurs. Ultimate stress point is the point that represents the maximum stress that a material can endure before failure and beyond this point, failure occurs. Lastly, fracture or breaking point in the stress-strain curve is the curve at which the failure of the material takes place (Callister and Rethwish, 2024).

Ideally, rigid body do not deform, real-world materials experience small deformations under force, especially due to elastic and thermal effects. Rigid body dynamics analyzes how interconnected bodies move when subject to external forces. The assumption that the bodies are rigid (i.e., they do not deform under the action of applied forces) simplifies analysis, by reducing the parameters that describe the configuration of the system to the translation and rotation of reference frames attached to each body and ignoring the complexities of deformation. This excludes bodies that display fluid, highly elastic and plastic behaviour. However, when elastic and thermal effects are introduced, the behaviour of a rigid body becomes more intricate, as these factors influence the internal stress and strain distribution, impacting overall dynamics (Batlle and Barjau-Condomines, 2021).

The motion of a rigid body system can be modeled using Newton's second law or its equivalent Lagrangian formulation. The solution of these equations of motion provides a description of the position, the motion, and the acceleration of the individual components of the system, and overall, the system itself as a function of time. The formation and solution of rigid body dynamics is an important tool in the computer simulation of mechanical systems. The elastic term refers to how the object might respond under stress by slightly deforming, even if it returns to its original shape once the force is removed while the thermal term refers to temperature change in a rigid body which can lead to thermal expansion or contraction, creating additional stresses and strains. When a rigid body experiences a temperature gradient, different regions might expand or contract at different rates (O'Reilly, 2020).

The combined elastic and thermal effects play a role in the stress-strain relationships within a rigid body, as well as in its dynamic behaviour. For instance, in structures exposed to varying environmental conditions or machinery parts operating under fluctuating loads and temperatures, both factors must be considered to predict accurate dynamics and prevent failure. The study of rigid body dynamics with these additional considerations requires solving complex equations involving elasticity theory and thermodynamics, which can include partial differential equations (PDEs) for stress-strain relationships, alongside rotational and translational motion equations as it relates to the boundary condition specified (Yang, 2022).

Elastic properties and thermal effects are fundamental in understanding the stress and strain within materials, particularly in applications where mechanical stability, durability and resilience are essential. Key elastic parameters like Young's modulus and shear modulus quantify how well a material resists deformation under loads. These properties are crucial for predicting how materials respond to stresses and ultimately help design structures that can endure loads without permanent deformation. Young's modulus measures a material's stiffness in response to axial stress, providing a ratio of stress to strain under tension or compression. A high Young's modulus indicates a stiffer material (i.e. it deforms less under the same stress). In rigid bodies and engineering applications, knowing the Young's modulus is essential to ensure materials can withstand forces without excessive elongation or compression. For instance, in building bridges or skyscrapers, materials with high Young's modulus are often selected for their ability to resist bending. While, shear modulus describes the material's resistance to shear stress, which is stress applied parallel to a material's surface. A high shear modulus means the material resists shape changes under shear forces. For example, in rotating shafts or gear systems, materials with high shear modulus are preferred to minimize distortion and maintain efficient power transmission. These moduli help engineers predict how materials will behave under different loading conditions and ensure structural integrity by selecting appropriate materials based on their elasticity (Gere and Goodno, 2017).

Temperature changes (i.e., thermal expansion) can cause materials to expand or contract, influencing the internal stress and strain distribution. Most materials expand when heated and contract when cooled, leading to a change in dimensions. The rate of expansion or contraction depends on the material's coefficient of thermal expansion (CTE). In structures subject to temperature fluctuations, such as buildings, bridges or engines, the material's thermal expansion properties must be considered to prevent thermal stress. For instance, railway tracks are designed with expansion joints to accommodate thermal expansion, preventing buckling in hot weather. Temperature gradients across a material can create thermal stress. If different parts of a material expand at different rates, internal forces develop, potentially leading to cracking, warping or other forms of damage. In applications such as spacecraft or electronics, where extreme temperature variations are common, thermal stresses must be controlled to avoid material failure. Materials are often chosen based on their ability to withstand such temperature-induced stresses (Hibbeler, 2017).

When both elastic and thermal effects are present, their combined impact on stress and strain becomes complex, especially in materials exposed to simultaneous mechanical and thermal loads. Understanding both elastic and thermal responses is essential to predict a material's overall bahaviour and preventing structural failures. After heating and cooling cycles, materials may retain residual stresses due to uneven expansion and contraction. These stresses can weaken the material over time, leading to fatigue (weakening due to cyclic stress). Engineers account for these by choosing materials with compatible thermal and elastic properties, especially in structures like welded joints or composite materials. In high-temperature environments, materials may experience creep (slow, permanent deformation under stress) or fatigue, both of which are influenced by elasticity and thermal expansion properties. Predicting and managing these effects is essential in applications like turbine blades or automotive components where materials are exposed to constant stress and high temperature. By understanding elastic and thermal properties, engineers can make informed decisions in material selection and structural design, ensuring safety, efficiency, and longevity in everything from buildings and bridges to engines and electronic devices.

Investigating the impact of elastic and thermal effects on the stress and strain distribution in rigid body dynamics, focusing on how these factors influence structural behavior under varying thermal and mechanical loads. This work seeks to address the challenge of optimizing structural resilience and performance, which is crucial for the safety and longevity of components in high-stress environments such as aerospace and automotive industries.

The motivation for studying these effects of elastic and thermal terms on the stress and strain in rigid body dynamics lies in the need for accurate prediction and control of deformation, safety, durability, and performance in applications across aerospace, automotive, material science etc., where structural integrity is paramount under varying thermal and mechanical loads (Timoshenko and Goodier, 1970).

The aim of this research is to investigate the influence of elastic and thermal effects on the stress and strain dynamics in rigid bodies, developing a predictive model that enhances accuracy in structural performance under varied thermal and mechanical loads for applications in aerospace, automotive, material science: The objectives are to:

i. analyze the theoretical foundations of stress and strain in rigid body dynamics, focusing on the roles of elastic and thermal effects.
ii. develop a mathematical model that incorporates elastic and thermal terms to predict stress and strain distributions within rigid bodies under dynamic conditions.

Methods

3.3.0 Governing Equations

3.3.1 Rigid body dynamics

Rigid body motion is governed by the following equations:

$$\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a} \quad (3.1)$$

Equation (3.1) is Newton's second law for translational motion (linear dynamics).

$$\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{I\alpha} \quad (3.2)$$

Equation (3.2) is the rotational analogue of linear motion (rotational dynamics). Where $\boldsymbol{\tau}$ is the torque (the rotational equivalent of force), $\boldsymbol{I}$ is the moment of inertia (the rotational analogue of mass), $\boldsymbol{\alpha}$ and is the angular acceleration (the rotational equivalent of linear acceleration).

3.3.2 Stress-strain relationship

Stress and strain are measures of internal forces and deformations in rigid bodies represented mathematically by equations (1.1) and (1.2) respectively.

The stress tensor σ_{ij} is expressed as:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl}\epsilon_{kl} - \beta_{ij}\Delta T \quad (3.3)$$

Where:

$$\Delta T = T - T_0$$

3.3.3 Thermal diffusion equation

Temperature distribution within the body is governed by the heat equation:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = k\nabla^2 T + Q \quad (3.4)$$

3.3.4 Coupled dynamics

The coupling between thermal, elastic, and dynamic behavior is established as follows:

3.3.4.1 Strain tensor

The total strain tensor ε_{kl} includes mechanical and thermal contributions

$$\epsilon_{kl} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_k}{\partial x_l} + \frac{\partial u_l}{\partial x_k}\right) + \frac{\beta_{kl}\Delta T}{C_{klkl}} \quad (3.5)$$

Where, u_k is a displacement vector.

3.3.4.2 Equilibrium equation

The stress equilibrium condition is given by:

$$\nabla.\sigma + \boldsymbol{F}_{ext} = \rho \boldsymbol{a} \quad (3.6)$$

Where, $\boldsymbol{F}_{ext}$ is external force vector.

3.3.4.3 Thermo-elastic energy

The thermo-elastic energy W is given by:

$$W = \frac{1}{2}C_{ijkl}\epsilon_{ij}\epsilon_{kl} - \beta_{ij}\epsilon_{ij}\Delta T \quad (3.7)$$

3.3.5 Boundary and initial conditions

3.3.5.1 Thermal boundary conditions

(i) Prescribed temperature: $T = T_0$ on boundary S_T

(ii) Heat flux: $-k\nabla \mathrm{T}.\boldsymbol{n} = q_b$ on boundaryS_q, where q_b is the heat flux.

3.3.5.2 Mechanical boundary conditions

(i) Prescribed displacement: $\boldsymbol{u} = \boldsymbol{u_b}$ on boundary S_u.

(ii) Prescribed stress: $\sigma.\boldsymbol{n} = t_b$ on boundary S_t.

3.3.5.3 Initial conditions

(i) Initial temperature distribution: $T(x, y, z, 0) = T_0(x, y, z)$.

(ii) Initial displacement and velocity: $\boldsymbol{u}(x, y, z, 0) = u_0(x, y, z)$.

3.3.6 Dimensionless formulation

To simplify the model, dimensionless variables are introduced:

$$\hat{T} = \frac{T - T_0}{T_{ref}}, \hat{x} = \frac{x}{L}, \hat{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_{ref}}$$

3.4 Analytical Models for Linear Elastic Materials

3.4.1 Stress-strain relationship

From equation (3.3), the stress (σ) and strain (ϵ) of linear materials, are related by Hooke's law and reduces to:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl}\epsilon_{kl} \quad (3.8)$$

For isotropic materials, equation (3.8) simplifies to:

$$\sigma_{ij} = \lambda\delta_{ij}\epsilon_{kk} + 2\mu\epsilon_{ij} \quad (3.9)$$

Where:

$$\epsilon_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right), \lambda = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} \text{ and } \mu = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

Substituting ϵ_{ij} into Hooke's law to express stress in terms of displacement derivatives:

$$\sigma_{ij} = \lambda\delta_{ij}\frac{\partial u_k}{\partial x_k} + \mu(\frac{\partial u_i}{\partial u_j} + \frac{\partial u_j}{\partial u_i}) \quad (3.10)$$

3.4.2 Thermal strain contribution

Thermal effects introduce strain through thermal expansion given by:

$$\epsilon_{ij}{}^{thermal} = \alpha\Delta T\delta_{ij} \quad (3.11)$$

The total strain becomes:

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}{}^{elastic} + \epsilon_{ij}{}^{thermal} \quad (3.12)$$

Substituting equation (3.12) into the stress-strain relationship in equation (3.8), we have:

$$\sigma_{ij} = (C_{ijkl}(\epsilon_{kl} - \alpha\Delta T\delta_{kl}) \quad (3.13)$$

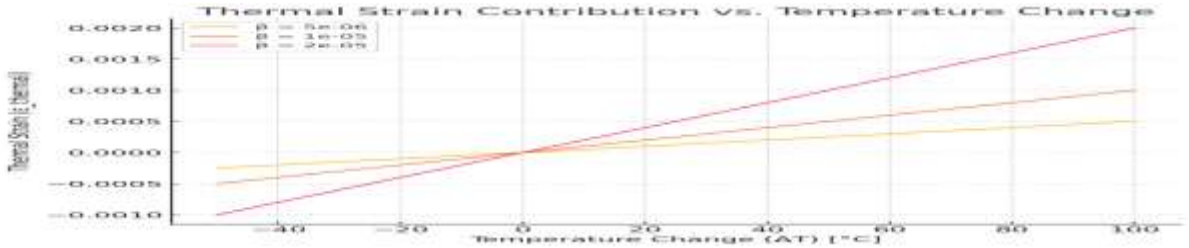


Figure 3.5: Thermal Strain Contribution

3.4.3 Thermal stress distribution

For a body subjected to temperature gradients, thermal stress σ_T is given by:

$$\sigma_T = E\alpha(T - T_0) \quad (3.14)$$

For a rigid body under constrained conditions:

$$\sigma_{ij}^{thermal} = \frac{E\alpha}{1-\upsilon}\Delta T\delta_{ij} \quad (3.15)$$

3.4.4 Thermal energy balance (heat equation)

The thermal effects are governed by the heat conduction equation:

$$\rho C_p\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla.(k\nabla T) + Q \quad (3.16)$$

Where:

Heat conducting term: $\nabla.(k\nabla T)$

Internal heat generation: Q

3.4.5 Coupled system (stress-strain-thermal dynamics)

Combining motion, thermal and elasticity equations:

$$\rho\frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \nabla.\left[C_{ijkl}(\epsilon_{kl} - \alpha\Delta T\delta_{kl})\right] + f_i \quad (3.17)$$

Equations (3.16) and (3.17) form a system of coupled partial differential equations describing the dynamics.

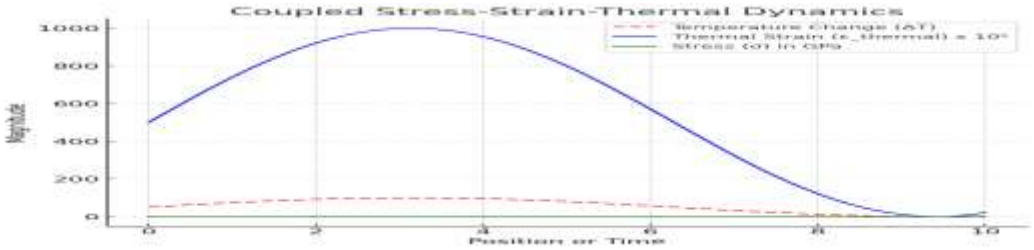


Figure 3.6: Stress-Strain-Thermal Dynamics (Coupled System)

3.4.6 Governing equation of motion for a rigid body

For rigid body dynamics under thermal and elastic effects, the governing equations are:

$$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \nabla . \sigma_{ij} + f_i \quad (3.18)$$

Combine with stress-strain and thermal contributions for a coupled system.

Where:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl}(\epsilon_{kl} - \alpha \Delta T \delta_{kl}) \quad (3.19)$$

Equation (3.19) gives stress as a combination of elastic and thermal contributions.

Substituting equation (3.19) into (3.18), we have:

$$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \nabla . [C_{ijkl}(\epsilon_{kl} - \alpha \Delta T \delta_{kl})] + f_i \quad (3.20)$$

Expanding the divergence term ($\nabla .$) applied to σ_{ij} in equation (3.18) gives:

$$\nabla . \sigma_{ij} = \frac{\partial}{\partial x_j}[C_{ijkl}(\epsilon_{kl} - \alpha \Delta T \delta_{kl})] \quad (3.21)$$

Separating the terms in equation (3.21) by expansion gives:

$$\nabla . \sigma_{ij} = \frac{\partial}{\partial x_j}(C_{ijkl}\epsilon_{kl}) - \frac{\partial}{\partial x_j}(C_{ijkl}\alpha \Delta T \delta_{kl}) \quad (3.22)$$

Substituting the strain expression in equation (3.9) in terms of ϵ_{kl} into (3.22), we have:

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(C_{ijkl}\epsilon_{kl}) = \frac{\partial}{\partial x_j}[C_{ijkl} . \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_k}{\partial x_l} - \frac{\partial u_l}{\partial x_k}\right)] \quad (3.23)$$

And for the thermal term:

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(C_{ijkl}\alpha \Delta T \delta_{kl}) = \frac{\partial}{\partial x_j}(C_{ijkl}\alpha \Delta T)\delta_{kl} \quad (3.24)$$

The final simplified expression is the combination all terms in equation (3.23) and (3.24) into equation (3.20):

$$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x_j}[C_{ijkl} . \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_k}{\partial x_l} - \frac{\partial u_l}{\partial x_k}\right)] - \frac{\partial}{\partial x_j}(C_{ijkl}\alpha \Delta T)\delta_{kl} + f_i \quad (3.25)$$

Equation (3.25) describes the system dynamics for the balance of momentum, incorporating elastic deformation, thermal expansion, and external forces.

Where:

$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2}$ represents the inertial force (mass density times acceleration). This describes how the motion of the rigid body changes due to external and internal forces.

The term $\frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_k}{\partial x_l} - \frac{\partial u_l}{\partial x_k}\right)$ describes strain and rotation effects, contributing to stress development.

C_{ijkl} is the elastic stiffness tensor, which determines how stress propagates through the material.

$C_{ijkl}\alpha\Delta T$ represents the thermal expansion force due to a temperature change ΔT.

The presence of the Kronecker delta (δ_{kl}) ensures the stress is properly scaled along different axes

f_i represents an external force applied to the rigid body (e.g., gravitational, contact, or other mechanical forces).

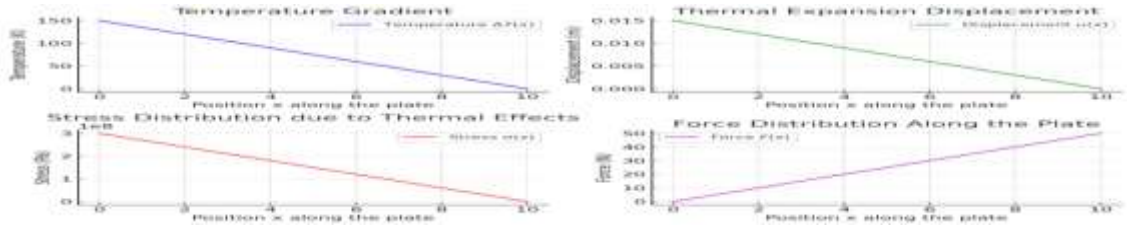


Figure 3.7: Thermoelastic Stress, Strain, and Force Distribution in a Rigid Plate under a Temperature Gradient.

Interpretation of figure 3.7 is as follows:

i. Temperature Gradient (ΔT): The temperature decreases linearly from T_0 at $x = 0$ to 0 at $x = L$

ii. Displacement Due to Thermal Expansion ($u(x)$): The displacement increases due to thermal expansion, with maximum expansion at $x = 0$ and decreases at $x = L$.

iii. Stress Distribution ($\sigma(x)$): The thermal stress follows a similar pattern as the temperature gradient, with higher stress at higher temperatures.

iv. Force Distribution ($f(x)$): The applied force increases linearly along the plate, reaching maximum at $x = L$.

Results and Discussion

4.2 Analytical Problems-Solutions and Numerical Simulation-Visualization

4.2.1 Thermal stress in a uniformly heated rigid bar

Problem Statement 1: Consider a rigid bar of length L fixed at both ends and experiencing a uniform temperature rise ∇T. We can determine the thermal stress by:

(i) Thermal Strain:
$\epsilon^{thermal} = \alpha\Delta T$

(ii) Mechanical Stress: Since the bar is constrained (fixed), the net or total mechanical strain must remain zero:

$\epsilon = \epsilon^{elastic} + \epsilon^{thermal} = 0$

Thus:

$\epsilon^{elastic} = -\epsilon^{thermal}$

(iii) Stress-Strain relationship: Hooke's law for uniaxial stress:

$\sigma = E\epsilon^{elastic} = -E\alpha\Delta T$

The thermal stress is:

$\sigma = -E\alpha\Delta T$

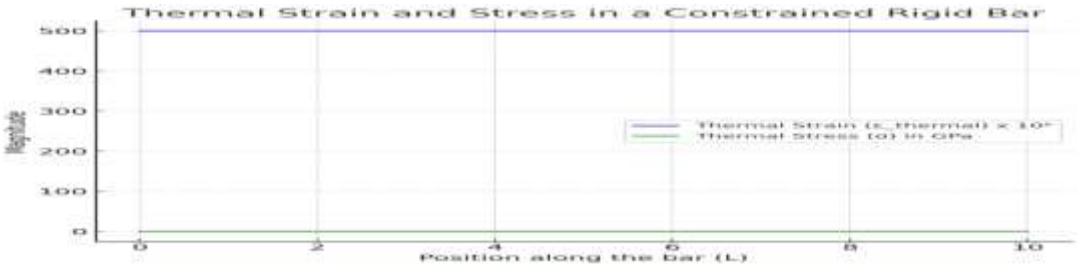


Figure 4.1: Thermal Stress in a Uniformly Heated Rigid Bar

4.2.2 Coupled motion and heat transfer in a rigid plate

Problem Statement 2: A rigid square plate of side L is subjected to a temperature gradient $\Delta T(x) = T_0(1 - \frac{x}{L})$ and an external force ***F***. We seek for the equilibrium displacement by:

(i) Thermal Strain:

$$\epsilon_{xx}^{thermal} = \alpha\Delta T(x) = \alpha T_0\left(1 - \frac{x}{L}\right)$$

(ii) Stress-Strain relationship:

$$\sigma_{xx} = E(\epsilon_{xx} - \epsilon^{thermal})$$

(iii) Equation of Motion: assuming small displacements (u_x):

$$\frac{\partial\sigma_{xx}}{\partial x} + f_x = 0$$

Substituting σ_{xx}:

$$E\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} = E\alpha\frac{\partial\Delta T(x)}{\partial x} - f_x$$

Solving this second-order equation yields the displacement u_x.

Given that:

$$\Delta T(x) = T_0(1 - \frac{x}{L})$$

(iv) Compute the derivative of $\Delta T(x)$:

$$\frac{\partial \Delta T(x)}{\partial x} = -\frac{T_0}{L}$$

Substituting into the equation:

$$E\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} = E\alpha\left(-\frac{T_0}{L}\right) - f_x$$

This simplifies into:

$$\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} = -\alpha\frac{T_0}{L} - \frac{f_x}{E}$$

The general solution of the equation:

$$\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} = C$$

Where:

$$C = -\alpha\frac{T_0}{L} - \frac{f_x}{E}$$

is:

$$u_x(x) = \frac{C}{2}x^2 + C_1 x + C_2$$

Where C_1 and C_2 are constants.

Applying boundary condition 1: We assume the plate is fixed at $x = 0$ and free at $x = L$.

Boundary condition1: $u_x(0) = 0$:

$$u_x(0) = \frac{C}{2}(0)^2 + C_1(0) + C_2 = 0$$

$$C_2 = 0$$

Applying boundary condition 2: $\sigma_{xx}(L) = 0$

Then, stress is related to displacement via:

$$\sigma_{xx} = E\frac{\partial u_x}{\partial x} - E\alpha\Delta T(x)$$

At $x = L$, $\Delta T(L) = 0$, so:

$$\sigma_{xx}(L) = E\frac{\partial u_x}{\partial x}|_{x=L} = 0$$

Computing: $\frac{\partial u_x}{\partial x}$:

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} = Cx + C_1$$

At $x = L$:

$$CL + C_1 = 0$$

Solving for C_1:

$C_1 = -CL$

The final solution is given by substituting C_1 and C_2 into the general solution:

$$u_x(x) = \frac{C}{2}x^2 - CLx$$

But:

$$C = -\alpha\frac{T_0}{L} - \frac{f_x}{E}$$

This implies:

$$u_x(x) = (-\alpha\frac{T_0}{2L} - \frac{f_x}{2E})x^2 - (-\alpha\frac{T_0}{L} - \frac{f_x}{E})Lx$$

The simplified expression is given as:

$$u_x(x) = -\frac{\alpha T_0}{2L}x^2 - \frac{f_x}{2E}x^2 + \alpha T_0 x + \frac{f_x L}{E}x$$

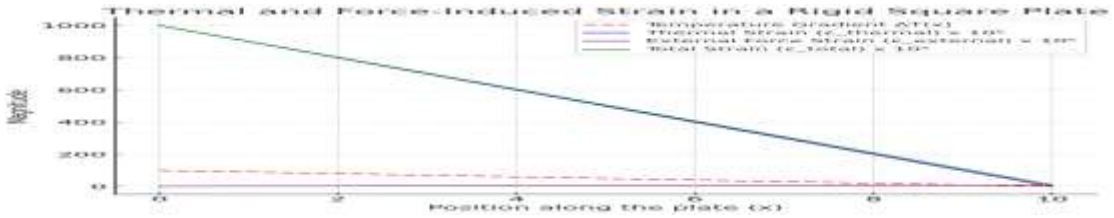


Figure 4.2: Effect of Thermal and Force Induced Strain

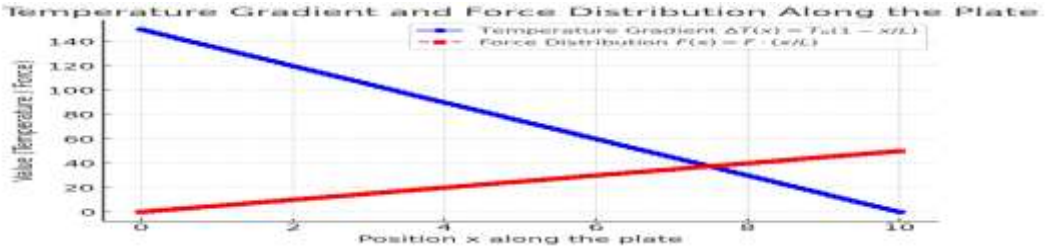


Figure 4.3: Temperature Gradient and Force Distribution

The line graph (figure 4.3) representing the temperature gradient $\Delta T(x) = T_0(1 - \frac{x}{L})$ along the rigid square plate. The temperature starts at T_0 when $x = 0$ and decreases linearly to 0 at $x = L$.

Conclusion

This study proposes an original modeling approach for thermoelastic stress-strain behavior in dynamic rigid bodies, addressing key gaps in aerospace engineering, materials science, mechanical engineering, and structural applications involving metal plates and bars**.**

For aerospace applications like turbine blades or spacecraft panels, which endure extreme thermal gradients and mechanical loads, the findings of this work can improve failure prediction, fatigue analysis, and vibration control under dynamic conditions.

In materials science, these results deepen our understanding of how metals and composites behave under combined thermal expansion, elastic strains, and external forces. This will be crucial for optimizing heat-resistant alloys and advanced composite materials used in high-temperature applications such as jet engines, hypersonic vehicles, and nuclear reactors.

5.2 Recommendation

To build on this work in aerospace, materials science, and mechanical engineering, future research should emphasize:

- Developing accurate thermo-elastic models for predicting stress, strain, and fatigue under dynamic thermal and mechanical loads.
- Investigating novel high-temperature materials, coatings, and manufacturing techniques for improved structural resilience.

REFERENCES

Batlle, J. A., & Barjau Condomines, A. (2021). *Rigid Body Dynamics*. Cambridge University Press.

Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2020). *Mechanics of materials* (8th ed.). McGraw-Hill.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). *Materials science and engineering: An introduction* (9th ed.). John Wiley & Sons.

Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2017). *Mechanics of materials* (9th ed.). Cengage Learning.

Hibbeler, R. C. (2017). *Mechanics of materials* (10th ed.). Pearson.

O'Reilly, O. M. (2020). *Intermediate dynamics for engineers: Newton–Euler and Lagrangian mechanics*. Cambridge University Press.

Ostoja-Starzewski, M., & Surówka, P. (2023). Generalizing odd elasticity theory to odd thermoelasticity for planar materials. *arXiv preprint arXiv:2309.08262*. https://arxiv.org/abs/2309.08262

Timoshenko, S. P., & Goodier, J. N. (1970). *Theory of elasticity* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Yang, B. (2022). *Stress, Strain, and Structural Dynamics: An Interactive Handbook of Formulas, Solutions, and MATLAB Toolboxes* (2nd ed.). Academic Press.

UNDERSTANDING HUMAN ANATOMY IN PHYSICAL THERAPY

Dr. M.K. Vijayalakshmi, K. Pooja, Puniparthi Sunitha
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai
Poojakumars11a@gmail.com

Abstract:

Physical therapy is a healthcare discipline that focuses on restoring, maintaining, and promoting optimal physical function and mobility in individuals affected by injury, disease, or disability. A comprehensive understanding of human anatomy forms the foundation of effective physical therapy practice, enabling therapists to design safe, targeted, and evidence-based interventions. Knowledge of the musculoskeletal system, including bones, joints, muscles, tendons, and ligaments, is essential for assessing movement limitations, identifying sources of pain, and applying therapeutic exercises. In addition, an understanding of the nervous system allows therapists to evaluate motor control, coordination, and reflexes, which is critical in neurological rehabilitation. The cardiovascular and respiratory systems also play a significant role, as physical therapy interventions often aim to improve endurance, oxygen delivery, and overall functional capacity. By integrating anatomical knowledge with principles of biomechanics and kinesiology, therapists can analyze movement patterns, correct postural abnormalities, and prevent injuries. Furthermore, understanding anatomy supports effective communication with other healthcare professionals, enhancing multidisciplinary care. Advances in medical imaging, anatomy simulation tools, and virtual learning platforms have further strengthened the ability of physical therapists to visualize internal structures, predict outcomes, and personalize treatment plans. Ultimately, a deep comprehension of human anatomy is indispensable for optimizing patient recovery, improving quality of life, and advancing the field of physical therapy. This article reviews the critical role of anatomical knowledge in clinical assessment, treatment planning, and evidence-based practice, highlighting its significance for both novice and experienced practitioners in achieving successful rehabilitation outcomes.

Keywords

Human anatomy, Physical Therapy, Musulcoskeletal system, Biomechanics, Nervous system, Rehabilitation, Patient Assessment, Exercise therapy.

Introduction

Physical therapy is a vital healthcare discipline dedicated to enhancing the physical function, mobility, and overall quality of life of individuals affected by injury, disease, or disability. At the core of effective physical therapy lies a thorough understanding of human anatomy. Anatomy, the study of the structure of the human body, provides the essential foundation that allows physical therapists to assess, diagnose, and design interventions tailored to each patient's unique needs. Without detailed anatomical knowledge, therapists would struggle to identify the source of dysfunction, plan appropriate exercises, or prevent further injury.

The practice of physical therapy is inherently multidisciplinary, requiring knowledge not only of the musculoskeletal system but also of the nervous, cardiovascular, and respiratory systems. For instance, understanding muscle groups, joints, ligaments, and tendons enables therapists to restore strength, flexibility, and range of motion effectively. Similarly, insights into the nervous system, including motor control and reflex pathways, are critical for rehabilitating patients with neurological disorders. Additionally, comprehension of cardiovascular and respiratory anatomy helps therapists develop programs that improve endurance, oxygen delivery, and overall functional capacity.

Modern advancements in medical imaging, virtual anatomy platforms, and simulation tools have further emphasized the importance of anatomy in physical therapy. These technologies allow therapists to visualize internal structures in detail, predict outcomes, and apply evidence-based strategies with greater precision.

This article explores the central role of human anatomy in physical therapy, highlighting how a solid grasp of anatomical structures and functions enhances patient assessment, guides treatment planning, and contributes to successful rehabilitation outcomes. By integrating anatomical knowledge with clinical practice, physical therapists can ensure safer, more effective, and individualized care, ultimately improving recovery and promoting lifelong wellness.

Musculoskeletal System in Physical Therapy

The musculoskeletal system is central to physical therapy, as it provides the framework for movement, stability, and strength. This system is composed of bones, joints, muscles, tendons, and ligaments, each playing a crucial role in facilitating mobility and supporting the body. A deep understanding of this system allows physical therapists to identify movement limitations, design corrective exercises, and prevent injuries effectively.

Bones and Joints:

Bones form the rigid structure of the body, providing support and protection for vital organs. Joints, where two or more bones meet, allow movement and flexibility. Physical therapists must understand joint anatomy and function to assess range of motion, detect abnormalities, and prescribe targeted exercises. For example, limited shoulder abduction may indicate rotator cuff injury, requiring specific strengthening and mobility exercises.

Muscles:

Muscles generate force and movement through contraction and relaxation. They are classified into skeletal, smooth, and cardiac muscles, with skeletal muscles being the primary focus in physical therapy. Knowledge of muscle origin, insertion, and function helps therapists design strengthening and stretching programs, correct imbalances, and improve functional performance. Muscle imbalances or weakness can lead to poor 00, pain, and higher risk of injury.

Tendons and Ligaments:

Tendons connect muscles to bones, transmitting the force needed for movement, while ligaments connect bones to other bones, stabilizing joints. Understanding tendon and ligament anatomy is essential for managing injuries such as sprains, strains, or tears. Therapists can apply techniques like progressive loading, therapeutic exercise, and manual therapy to restore function safely.

Role in Rehabilitation:

Physical therapy interventions often focus on restoring musculoskeletal health after injury or surgery. By assessing the musculoskeletal system, therapists can develop individualized rehabilitation plans that enhance strength, flexibility, balance, and coordination. Techniques may include resistance training, range-of-motion exercises, postural correction, and functional movement training, all grounded in anatomical knowledge.

In summary, the musculoskeletal system is the foundation of human movement and function. A comprehensive understanding of bones, joints, muscles, tendons, and ligaments enables physical therapists to accurately assess limitations, design safe and effective interventions, and support patients in achieving optimal recovery. Integrating this anatomical knowledge into therapy enhances treatment outcomes, prevents further injury, and improves overall patient quality of life.

Nervous System and Movement Control

The nervous system plays a critical role in controlling and coordinating movement, making it an essential focus in physical therapy. It consists of the central nervous system (CNS)—the brain and spinal cord—and the peripheral nervous system (PNS)—the network of nerves connecting the CNS to muscles and organs. Understanding the structure and function of these systems enables physical therapists to assess motor control, balance, and coordination, which are vital for effective rehabilitation.

Central Nervous System (CNS):

The brain acts as the control center, processing sensory information and generating voluntary and involuntary movements. The spinal cord functions as a communication highway, transmitting signals between the brain and the body. Knowledge of CNS anatomy helps therapists understand the effects of conditions such as stroke, spinal cord injury, or traumatic brain injury, which can impair movement, muscle tone, and coordination.

Peripheral Nervous System (PNS):

The PNS comprises sensory and motor nerves that link the CNS to muscles and organs. Motor nerves carry commands from the brain to muscles, enabling movement, while sensory nerves relay information about touch, pain, and proprioception (body position) back to the CNS. Physical therapists assess nerve function to identify weaknesses, reflex abnormalities, or sensory deficits, which guide treatment planning.

Motor Control and Coordination:

Motor control is the ability of muscles to produce precise, purposeful movements. Physical therapy interventions often target motor control through exercises that improve strength, coordination, and timing of muscle activation. Techniques such as task-specific training, proprioceptive exercises, and neuromuscular re-education rely heavily on an understanding of neural pathways and reflex arcs.

Neurological Rehabilitation:

Patients with neurological conditions—such as stroke, Parkinson's disease, or multiple sclerosis—require specialized rehabilitation strategies. By applying anatomical knowledge of the CNS and PNS, therapists can design exercises that promote neuroplasticity, enhance functional recovery, and restore independence. For example, gait training may involve repetitive practice to retrain neural pathways controlling leg movement, while balance exercises stimulate sensory feedback mechanisms.

In conclusion, the nervous system is fundamental for initiating, controlling, and coordinating movement. A thorough understanding of CNS and PNS anatomy allows physical therapists to assess deficits, plan targeted interventions, and optimize rehabilitation outcomes. Integrating knowledge of neural structures with clinical practice ensures effective recovery, improved motor function, and enhanced quality of life for patients.

Cardiovascular and Respiratory Systems in Physical Therapy

The cardiovascular and respiratory systems are crucial for maintaining overall health, physical endurance, and functional capacity. In physical therapy, understanding these systems allows therapists to design safe and effective exercise programs that improve oxygen delivery, circulation, and energy metabolism, all of which are essential for rehabilitation and daily activities.

Cardiovascular System:

The cardiovascular system consists of the heart, blood vessels, and blood, responsible for transporting oxygen, nutrients, and hormones throughout the body. Knowledge of heart anatomy—including chambers, valves, and coronary vessels—enables therapists to monitor cardiac function during exercise and rehabilitation. Physical

therapists assess heart rate, blood pressure, and circulation to tailor interventions for patients recovering from cardiac events, such as myocardial infarction, or those with chronic conditions like hypertension or heart failure. Exercise programs targeting the cardiovascular system can improve endurance, enhance blood flow to tissues, and reduce fatigue, contributing to overall recovery.

Respiratory System:

The respiratory system, including the lungs, airways, and diaphragm, is responsible for gas exchange—supplying oxygen to the blood and removing carbon dioxide. Physical therapists must understand respiratory anatlomy and mechanics to assist patients with pulmonary conditions, post-surgical recovery, or decreased lung capacity. Techniques such as breathing exercises, inspiratory muscle training, and aerobic conditioning help improve lung function, increase oxygen uptake, and support endurance during physical activities.

Integration in Physical Therapy:

Cardiovascular and respiratory health directly impacts a patient's ability to perform therapeutic exercises and daily tasks. For instance, patients with compromised heart or lung function may experience fatigue, shortness of breath, or limited exercise tolerance. Physical therapists design graded activity programs that progressively enhance cardiovascular and respiratory capacity while minimizing risk. Monitoring vital signs during therapy ensures patient safety and allows adjustments based on tolerance and recovery.

Clinical Applications:

Understanding these systems is particularly important in cardiac rehabilitation, pulmonary rehabilitation, and sports therapy. By integrating cardiovascular and respiratory anatomy with exercise physiology principles, therapists can optimize functional recovery, prevent complications, and enhance overall well-being.

In conclusion, the cardiovascular and respiratory systems play a pivotal role in physical therapy. Comprehensive knowledge of their anatomy and physiology enables therapists to develop individualized, safe, and effective interventions that improve endurance, oxygen delivery, and overall functional performance, ultimately supporting successful rehabilitation outcomes.

Biomechanics and Kinesiology in Physical Therapy

Biomechanics and kinesiology are essential components of physical therapy that focus on understanding human movement, posture, and mechanical principles. By applying anatomical knowledge to the analysis of motion, physical therapists can design interventions that restore function, enhance performance, and prevent injuries.

Biomechanics:

Biomechanics is the study of forces acting on the body and their effects on movement and structure. It involves analyzing how muscles, bones, and joints work together to produce motion. Physical therapists use biomechanics to evaluate movement patterns, identify inefficiencies, and correct abnormalities. For example, improper gait mechanics may lead to knee or hip pain, which can be addressed through targeted strengthening and alignment exercises. Understanding leverage, torque, and load distribution helps therapists design safe and effective exercise programs that optimize function while minimizing the risk of further injury.

Kinesiology:

Kinesiology is the scientific study of human movement, combining anatomy, physiology, and biomechanics. It examines how muscles contract, how joints move, and how the nervous system coordinates movement. In physical therapy, kinesiology helps in understanding functional tasks such as walking, lifting, and reaching. By

assessing muscle activation patterns, range of motion, and joint angles, therapists can identify weaknesses or imbalances that may contribute to pain or dysfunction.

Application in Physical Therapy:

Integrating biomechanics and kinesiology allows therapists to create evidence-based interventions tailored to individual patients. Postural assessments, gait analysis, and functional movement screening are practical tools that inform treatment planning. Exercises can then be prescribed to strengthen weak muscles, improve flexibility, correct alignment, and enhance coordination. For athletes, this knowledge supports performance optimization and injury prevention, while for patients recovering from injury, it facilitates safe and efficient rehabilitation.

Preventing Injury and Enhancing Recovery:

Proper understanding of movement mechanics enables therapists to educate patients about body mechanics during daily activities, reducing the risk of strain and overuse injuries. Additionally, kinesiological principles guide the progression of therapeutic exercises, ensuring that rehabilitation is gradual, safe, and effective.

In conclusion, biomechanics and kinesiology provide the foundation for analyzing, understanding, and improving human movement in physical therapy. By applying these principles, therapists can optimize functional performance, correct movement dysfunctions, prevent injuries, and support patients in achieving a full and safe recovery. A strong grasp of these concepts ensures that treatment is not only scientifically grounded but also individualized and effective.

Clinical Assessment and Treatment Planning

Clinical assessment is a cornerstone of effective physical therapy. It involves a systematic evaluation of a patient's anatomical structures, functional abilities, and physiological responses to identify impairments, limitations, and potential risks. A thorough understanding of human anatomy and physiology enables therapists to perform accurate assessments and develop individualized treatment plans that maximize recovery outcomes.

Assessment Techniques:

Physical therapists use a variety of assessment techniques, including manual muscle testing, joint range-of-motion measurement, posture analysis, gait evaluation, and neurological testing. Each technique relies on anatomical knowledge to identify abnormalities in muscles, bones, ligaments, tendons, and nerves. For example, detecting muscle weakness in the quadriceps requires understanding its origin, insertion, and function, which helps determine appropriate strengthening exercises. Similarly, evaluating joint stability involves knowing the anatomy of ligaments and surrounding structures to prevent injury during rehabilitation.

Functional Evaluation:

Beyond anatomical assessment, therapists evaluate functional movement patterns, such as walking, lifting, or reaching. Functional evaluation bridges the gap between structural knowledge and real-world application. Identifying compensatory movements or inefficient patterns allows therapists to target underlying causes rather than merely treating symptoms, ensuring long-term improvements in mobility and strength.

Treatment Planning:

Once the assessment is complete, therapists develop a personalized treatment plan. This plan considers the patient's condition, goals, lifestyle, and limitations. Interventions may include therapeutic exercises, manual therapy, balance and coordination training, posture correction, and patient education. The selection of techniques is guided by anatomical and physiological principles to ensure safety and effectiveness.

Evidence-Based Practice:

Integrating evidence-based guidelines with clinical expertise enhances treatment planning. Therapists may use research on muscle activation, joint loading, or neuromuscular retraining to design interventions that are scientifically supported. Monitoring patient progress through objective measurements, such as strength testing or functional assessments, allows adjustments to the plan as recovery progresses.

Multidisciplinary Collaboration:

In complex cases, collaboration with other healthcare professionals, such as physicians, occupational therapists, or dietitians, ensures comprehensive care. Clear communication about anatomical findings and functional limitations helps coordinate treatment and improve patient outcomes.

In conclusion, clinical assessment and treatment planning are fundamental to physical therapy. By combining detailed anatomical knowledge, functional evaluation, and evidence-based interventions, therapists can design effective, individualized programs that restore mobility, enhance strength, and improve overall quality of life. This systematic approach ensures safe, efficient, and patient-centered rehabilitation.

Technological Advances in Anatomy Education

Advances in technology have transformed the way physical therapists learn, visualize, and apply human anatomy in clinical practice. Traditional methods, such as textbooks, cadaver dissection, and anatomical models, are now supplemented with digital tools, imaging technologies, and simulation platforms, enhancing understanding and improving patient care.

Medical Imaging:

Medical imaging techniques, including MRI, CT scans, X-rays, and ultrasound, provide detailed views of internal structures. Physical therapists can use these images to identify musculoskeletal injuries, monitor healing, and understand the spatial relationships between bones, muscles, and ligaments. For example, MRI scans of a torn rotator cuff allow precise assessment of tendon damage and guide targeted rehabilitation exercises. Understanding anatomy through imaging improves diagnostic accuracy and supports evidence-based treatment decisions.

Virtual Anatomy Platforms:

Virtual anatomy platforms, such as 3D modeling software and interactive anatomy apps, allow therapists to explore the human body in a dynamic, three-dimensional environment. These tools enable detailed visualization of muscles, joints, and neural pathways from multiple angles, which is particularly useful when cadaveric study is not accessible. Interactive simulations also allow manipulation of structures, helping students and therapists understand biomechanics, joint movements, and muscle function in real time.

Simulation and Augmented Reality (AR):

Simulation and AR technologies provide immersive learning experiences. For instance, AR can overlay anatomical structures onto a patient or mannequin, demonstrating muscle activation during specific movements. These technologies enhance practical understanding, support skill development, and reduce learning curves for complex anatomical concepts. Simulation also allows practice of therapeutic techniques, such as joint mobilization or exercise prescription, in a controlled and safe environment.

Impact on Clinical Practice:

Technological advances not only enhance learning but also improve patient outcomes. Therapists can better assess anatomical structures, plan individualized treatment, and communicate findings with patients and other

healthcare professionals. These tools also facilitate continuing education, allowing practitioners to stay updated on anatomy and physiology advancements relevant to clinical practice. Integrating technology into anatomy education has revolutionized physical therapy training and practice. Medical imaging, virtual platforms, and AR provide detailed visualization, interactive learning, and practical application, bridging the gap between theoretical knowledge and clinical skills. By leveraging these technological tools, physical therapists can enhance their understanding of human anatomy, improve treatment accuracy, and deliver more effective, evidence-based patient care.

Case Studies and Practical Applications

Case studies and practical applications demonstrate how anatomical knowledge directly informs physical therapy interventions. By examining real-world scenarios, therapists can understand the importance of precise assessment, treatment planning, and individualized care.

Musculoskeletal Rehabilitation:

Consider a patient recovering from an anterior cruciate ligament (ACL) injury. Understanding the knee's anatomy—including ligaments, tendons, cartilage, and surrounding muscles—is critical. Physical therapists can design a structured rehabilitation program focusing on strengthening the quadriceps and hamstrings, improving joint stability, and restoring functional range of motion. Progress is carefully monitored using anatomical landmarks to measure improvements and adjust exercises as needed.

Neurological Rehabilitation:

In neurological cases, such as stroke, therapists rely on their knowledge of the nervous system to guide recovery. For example, if a patient presents with hemiplegia, the therapist evaluates muscle tone, reflexes, and motor control to determine which neural pathways need retraining. Exercises like task-specific training, balance activities, and proprioceptive stimulation are applied to promote neuroplasticity, enabling the brain to re-establish motor function. Anatomical understanding ensures that interventions target the correct muscles and neural circuits.

Cardiopulmonary Rehabilitation:

Patients recovering from cardiac surgery or chronic respiratory disease benefit from exercises designed with cardiovascular and respiratory anatomy in mind. Therapists develop programs to gradually increase endurance, improve oxygen delivery, and enhance circulation. Monitoring vital signs, such as heart rate and oxygen saturation, ensures patient safety while maximizing functional gains.

Postural and Functional Correction:

Postural abnormalities, such as scoliosis or forward head posture, can lead to pain and dysfunction. By understanding the skeletal and muscular anatomy, therapists apply corrective exercises and manual therapy to restore alignment, improve strength, and enhance daily function. Functional movement assessments identify compensations, guiding targeted interventions to prevent injury and optimize mobility.

Practical Learning for Therapists:

Case studies also serve as educational tools for therapists in training. Analyzing patient scenarios encourages critical thinking, problem-solving, and application of theoretical knowledge to clinical practice. Practical application bridges the gap between classroom learning and real-world patient care, highlighting the value of anatomy in achieving successful rehabilitation outcomes. Case studies and practical applications illustrate the indispensable role of anatomical knowledge in physical therapy. By applying detailed understanding of musculoskeletal, neurological, and cardiopulmonary systems, therapists can design targeted interventions,

enhance functional recovery, and improve patient quality of life. These real-world examples emphasize that mastery of human anatomy is essential for effective, evidence-based practice.

Conclusion

Understanding human anatomy is fundamental to the practice of physical therapy. It forms the foundation for assessing, diagnosing, and treating patients with diverse conditions affecting movement, strength, and overall function. By integrating detailed knowledge of the musculoskeletal, nervous, cardiovascular, and respiratory systems, physical therapists can design individualized, evidence-based interventions that optimize rehabilitation outcomes.

The musculoskeletal system provides the structural framework necessary for movement, while the nervous system coordinates and controls those movements. Awareness of cardiovascular and respiratory anatomy ensures safe and effective exercise prescription, particularly for patients with chronic or post-surgical conditions. Additionally, principles of biomechanics and kinesiology allow therapists to analyze movement patterns, correct postural deviations, and prevent injuries, enhancing both functional recovery and long-term health.

Technological advancements, including medical imaging, virtual anatomy platforms, and augmented reality, have further enriched anatomical understanding. These tools allow therapists to visualize internal structures in detail, practice interventions safely, and apply knowledge directly to clinical scenarios. Coupled with practical applications and case studies, they emphasize the real-world significance of anatomical expertise in improving patient outcomes.

In essence, mastery of human anatomy empowers physical therapists to provide safe, precise, and effective care, fostering patient independence and quality of life. It supports clinical decision-making, enhances interdisciplinary communication, and ensures evidence-based practice. As healthcare continues to evolve, a strong foundation in anatomy remains indispensable, equipping therapists to address complex conditions, adapt to innovative treatments, and deliver optimal rehabilitative care. Ultimately, the integration of anatomical knowledge with clinical practice is what distinguishes competent physical therapists and drives successful rehabilitation outcomes.

References

1. Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2021). Human Anatomy & Physiology (11th ed.). Pearson.

2. Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2020). Principles of Anatomy and Physiology (16th ed.). Wiley.

3. Saladin, K. S. (2021). Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function (9th ed.). McGraw-Hill Education.

4. Kisner, C., & Colby, L. A. (2017). Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques (7th ed.). F.A. Davis.

5. O'Sullivan, S. B., Schmitz, T. J., & Fulk, G. D. (2019). Physical Rehabilitation (7th ed.). F.A. Davis.

6. Moore, K. L., Agur, A. M. R., & Dalley, A. F. (2020). Clinically Oriented Anatomy (9th ed.). Wolters Kluwer.

7. Magee, D. J. (2021). Orthopedic Physical Assessment (7th ed.). Elsevier.

8. American Physical Therapy Association (APTA). (2023). Guidelines for Physical Therapist Practice. https://www.apta.org

9. Hall, S. J. (2018). Basic Biomechanics (8th ed.). McGraw-Hill Education.

10. Netter, F. H. (2021). Atlas of Human Anatomy (7th ed.). Elsevier.

11. Kisner, C., & Colby, L. A. (2018). Therapeutic Exercise for Physical Therapy. F.A. Davis.

12. Brukner, P., & Khan, K. (2019). Clinical Sports Medicine (5th ed.). McGraw-Hill Education.

13. Herring, S. A. (2016). Orthopedic Physical Therapy. Elsevier Health Sciences.

14. Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (2018). Muscles: Testing and Function with Posture and Pain (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

15. Lieber, R. L. (2021). Skeletal Muscle Structure, Function, and Plasticity (4th ed.). Wolters Kluwer.

16. Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). Motor Control: Translating Research into Clinical Practice (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

17. Powers, J. M., & Howley, E. T. (2020). Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance (11th ed.). McGraw-Hill.

18. Bohannon, R. W. (2018). "Muscle Strength and Functional Performance in Rehabilitation," Journal of Physical Therapy Science, 30(3), 327–334.

19. Crosbie, J., & Burns, J. (2017). "The Role of Biomechanics in Injury Prevention and Rehabilitation," Journal of Applied Biomechanics, 33(4), 267–278.

20. Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). "Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function," Calcified Tissue International, 96(3), 183–195.

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES IN VACCINE DEVELOPMENT

Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73

Abstract

Vaccination remains the most effective strategy for preventing infectious diseases. Advances in biotechnology have transformed vaccine development, enabling precision-targeted, safe, and effective formulations. This study reviews biotechnological innovations in recombinant DNA technology, mRNA vaccines, and vector-based platforms. Recombinant subunit vaccines reduce adverse effects while maintaining immunogenicity. The recent success of mRNA vaccines against COVID-19 has highlighted their potential in rapid response to emerging pathogens. Genetic engineering allows antigen expression in bacterial, yeast, or mammalian systems, facilitating large-scale production. Additionally, adjuvant research has improved immune responses, while nanocarrier systems ensure stability and targeted delivery. The challenges include cold-chain dependency, manufacturing costs, and regulatory hurdles. Future perspectives involve personalized vaccines and pan-pathogen platforms using synthetic biology. The study concludes that biotechnology is driving the next generation of vaccines, offering hope against infectious diseases and emerging health threats. Integration of genomics, proteomics, and bioinformatics will further accelerate vaccine innovation.

Keywords: Vaccine development, Biotechnology, mRNA vaccines, Recombinant technology, Immunization

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING MEDICINAL PLANT EXTRACTS

Mrs.E.Elavarasi, Yuvaraj AR, J.Jayadurka, Dr.R.Srinivasan

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research,Chennai-73

Abstract:
Green nanotechnology emphasizes eco-friendly approaches to nanoparticle synthesis, reducing the use of toxic chemicals. This study demonstrates the green synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using aqueous leaf extract of *Azadirachta indica* (neem). The phytochemicals in the extract acted as reducing and stabilizing agents. UV–visible spectroscopy confirmed the characteristic absorption peak at 430 nm, while FTIR analysis identified functional groups involved in nanoparticle formation. SEM and TEM revealed spherical nanoparticles with an average size of 25–40 nm. The synthesized AgNPs exhibited potent antimicrobial activity against multidrug-resistant *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Minimum inhibitory concentration (MIC) values indicated superior efficacy compared to conventional antibiotics. Furthermore, antioxidant assays confirmed free radical scavenging activity, suggesting additional therapeutic benefits. The green synthesis method offers advantages of simplicity, cost-effectiveness, and biocompatibility. This approach can be scaled for biomedical and pharmaceutical applications, particularly in antimicrobial formulations. The findings reinforce the potential of medicinal plants in sustainable nanotechnology, bridging traditional knowledge with modern innovations. Future research should focus on in vivo evaluations and toxicity studies for clinical translation.

Keywords: Green synthesis, Silver nanoparticles, *Azadirachta indica*, Antimicrobial activity, Phytochemistry

"ASSESSMENT OF QUALITY INDICATORS IN HEALTHCARE SERVICES FOR VULNERABLE POPULATIONS: CHILDREN, WOMEN, AND VICTIMS OF DOMESTIC VIOLENCE IN ALBANIA"

By Msc. Tanita DACI
PhD Candidate in Public Health
Assistant Lecturer
Epidemiologist, University Dental Clinic, Tirana
E-mail: tanitaduro@outlook.com
ORCID: 0009-0003-7067-3745

Prof. Assoc. Dr. Loreta KUNESHKA
Dermatologist, "Mother Teresa" University Hospital Center
E-mail: l_kuneshka@yahoo.com

Introduction

Albanian society, like all modern societies, is experiencing a noticeable increase in violence overall, particularly domestic violence. Currently, the healthcare system remains unprepared in terms of available human resources, their management, geographical distribution, and the specialized knowledge required to handle such cases.

Objective

This study aims to identify and evaluate quality indicators in healthcare services provided to children, women, and other victims of domestic violence, with the goal of ensuring effective, accessible, and patient-centered care.

Methodology

A comparative literature review was conducted to identify and synthesize international quality indicators used in healthcare services for victims of domestic violence. The review focused on training staff, confidentiality, referral mechanisms, accessibility, and patient satisfaction to identify areas for quality improvement in handling domestic violence cases. Best practices and transferable lessons were highlighted, with an emphasis on adaptability to healthcare systems with limited resources.

Results

The study revealed that the current healthcare service structure and its geographical distribution are inadequate both qualitatively and quantitatively in meeting the demand for quality healthcare services. This is in contrast to the most frequently cited and widely adopted international practices, while also considering adaptability to the local context. Furthermore, medical personnel lack the necessary qualifications to properly treat this patient category.

Conclusions

The findings highlight the urgent need to reassess the geographical distribution, management, and organization of medical services. There is also a necessity to update the national curriculum for training medical personnel in handling, detecting, preventing, and reporting all acts of domestic violence. Additionally, aligning national quality indicators with those of developed countries is recommended.

Keywords Quality indicators in healthcare, vulnerable populations, healthcare system in Albania, medical personnel training curriculum, best practices, comparative literature review.

References:

1. Home Office. *"Violence Against Women and Girls (VAWG) strategy 2021-2024: call for evidence"*. Last updated 8 January 2021. Uk. A*s cited by* Melissa Macdonald ne: "The role of healthcare services in addressing domestic abuse.
2. Melissa Macdonald. *"The role of healthcare services in addressing domestic abuse"*, BRIEFING PAPER, number 9233, May 2021
3. Council of Europe, Council of Europe. *"Convention on preventing and combating violence against women and domestic violence"*, Council of Europe Treaty Series – No.210, Istanbul, 11.V.201
4. Department of Health. *"Responding to domestic abuse: A resource for health professionals"*. 8 March 2017
5. NHS Digital, National Clinical Coding Standards ICD-10 5th Edition, April 2021, p187.
6. ONS, *"Partner abuse in detail, England and Wales: year ending"*. March 2018, 25 November 2020.
7. Galop "*Recognise & Respond: Strengthening advocacy for LGBT+ survivors of domestic abuse*". October 2019.

ADVANCED MATERNAL AGE AND ADVERSE PREGNANCY OUTCOMES: EXPERIENCE FROM THE CLINICAL HOSPITAL OF TETOVO, NORTH MACEDONIA

Doc.Dr Meral Rexhepi, Prof.Dr Sani Bajrami, Doc.Dr Nagip Rufati, Ass.Dr Luljeta Mulaki, Ass. Dr Majlinda Azemi, Ass.Dr Eldiar Zylbeari

1. **Department of Obstetrics and Gynecology, Clinical Hospital in Tetovo, North Macedonia**
2. **Tetova University, Faculty of Medical Sciences, Tetova University, North Macedonia**

Corresponding Author: E-mail: dr.meralrexhepi@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-6923-0387

Abstract

Background: Advanced maternal age (AMA), commonly defined as pregnancy at age ≥35 years, is increasingly common worldwide. Numerous studies have linked AMA to higher maternal and perinatal risks.

Objective: To analyze maternal and neonatal outcomes among women of AMA who delivered at the Clinical Hospital of Tetovo, North Macedonia.

Methods: A retrospective descriptive study was conducted between January 1 and August 26, 2025. Data were collected from hospital records on all women ≥35 years of age who gave birth during this period. Maternal age, parity, delivery mode, neonatal outcomes, and pregnancy complications were analyzed.

Results: Of 674 total deliveries, 90 (13.3%) occurred in women ≥35 years. Among them, 50 (55.5%) had spontaneous vaginal delivery, 39 (43.3%) underwent cesarean section, and 1 (1.1%) delivered via vacuum extraction. Cesarean sections included 12 primary, 18 secondary, 8 tertiary, and 1 quaternary cesarean. Regarding parity, 15 were primiparas, 59 second births, 13 third births, 2 fourth births, and 1 fifth birth. Neonates included 47 males and 43 females. Macrosomia occurred in 15 (16.6%), small-for-gestational-age in 7 (7.7%), and prematurity in 3 (3.3%). Maternal complications included 2 abruptions, 3 manual lysis, 4 cases of intrauterine growth restriction (IUGR), 6 pregnancy-induced hypertension (PIH), 1 in vitro fertilization pregnancy, 3 intrauterine fetal demises, 3 gestational diabetes mellitus (GDM), 1 twin pregnancy, and 1 neonatal cephalhematoma.

Conclusion: AMA accounted for 13.3% of all deliveries and was associated with increased cesarean delivery, macrosomia, hypertensive disorders, and perinatal complications. These findings emphasize the importance of enhanced antenatal surveillance and individualized management for women of advanced maternal age.

Keywords: advanced maternal age, pregnancy outcomes, cesarean section, macrosomia, complications, Tetovo

Introduction

In recent decades, the average maternal age at first birth has increased globally due to educational, professional, and social changes, as well as the availability of assisted reproductive technologies (ART). Advanced maternal age (AMA), defined as pregnancy at age ≥35 years, is now a growing obstetric reality.[1,2]

Numerous studies have demonstrated that AMA is associated with increased risks of infertility, miscarriage, chromosomal abnormalities, hypertensive disorders, gestational diabetes, and cesarean delivery. Neonatal risks include macrosomia, intrauterine growth restriction (IUGR), preterm birth, stillbirth, and neonatal morbidity[3,4]. Studies have examined associations between AMA and adverse perinatal outcomes, including stillbirth, pre-eclampsia, gestational hypertension, gestational diabetes mellitus (DM), preterm birth, delivery of a small for gestational age (SGA) neonate, and elective or emergency caesarean section[5,6]. The correlation of advanced maternal age with placental dysfunction such as placenta previa or premature placental abruption has also been frequently reported.[7]However, many women of AMA also achieve successful pregnancies with appropriate monitoring and care.

In North Macedonia and the Balkan region, local data on AMA remain limited. This study aimed to evaluate maternal and perinatal outcomes among AMA pregnancies at the Clinical Hospital of Tetovo, using data from January to August 2025.

Materials and Methods

Study design and setting: A retrospective descriptive study was conducted at the Clinical Hospital of Tetovo, North Macedonia, a secondary referral maternity hospital.

Study period: January 1 to August 22, 2025.

Study population: All women aged ≥35 years who delivered during the study period were included. Women <35 years were excluded.

Data collection: Hospital birth records were reviewed for maternal demographics, parity, delivery mode, neonatal sex, and outcomes (birthweight, macrosomia, SGA, prematurity). Maternal and perinatal complications (PIH, GDM, abruption, IUGR, intrauterine fetal death, etc.) were also recorded.

Definitions:

- **AMA:** maternal age ≥35 years.
- **Macrosomia:** birthweight ≥4000 g.
- **SGA:** birthweight <10th percentile for gestational age.
- **Prematurity:** delivery <37 weeks of gestation.

Analysis: Descriptive statistics (frequency and percentage) were calculated.

Results

Total deliveries

- 674 births during study period.
- 90 (13.3%) were AMA pregnancies.

Mode of delivery

- Spontaneous vaginal delivery: 50 (55.5%)

- Cesarean section: 39 (43.3%)
    - Primary: 12
    - Secondary: 18
    - Tertiary: 8
    - Quaternary: 1
- Vacuum extraction: 1 (1.1%)

Parity distribution

- Primiparas: 15 (16.6%)
- Second birth: 59 (65.5%)
- Third birth: 13 (14.4%)
- Fourth birth: 2 (2.2%)
- Fifth birth: 1 (1.1%)

Neonatal outcomes

- Male: 47 (52.2%)
- Female: 43 (47.8%)
- Macrosomia: 15 (16.6%)
- SGA: 7 (7.7%)
- Prematurity: 3 (3.3%)
- Cephalhematoma: 1 (1.1%)

Maternal and pregnancy complications

- Abruption: 2 (2.2%)
- Manual lysis of placenta: 3 (3.3%)
- IUGR: 4 (4.4%)
- PIH: 6 (6.6%)
- IVF pregnancies: 1 (1.1%)
- Intrauterine fetal demise: 3 (3.3%)
- GDM: 3 (3.3%)
- Twin pregnancy: 1 (1.1%)

Discussion

This study highlights that AMA accounted for 13.3% of deliveries at the Clinical Hospital of Tetovo. The cesarean section rate (43.3%) was markedly higher than the general obstetric population, consistent with global reports linking AMA with operative delivery. Studies by Lean et al. (2017) and ACOG (2022) also confirm

higher cesarean risk due to obstetric complications and patient preference. Due to contradictory results and heterogeneous populations from various studies it is not yet clear which factors are correlated with planned and unplanned cesarean sections. It has been proposed that the higher risk of cesarean section was related to the high rate of comorbidities and pregnancy complications reported for advanced maternal age or possibly it was reflective of perceived higher risk by both patients and physicians[8].

Mothers with AMA are liable to have diabetes mellitus versus younger women[9]. With increasing age, pancreatic B-cell function and insulin sensitivity decline, and up to 16% of AMA women had an abnormal glucose tolerance test. This could be related to a link between aging and progressive arterial endothelial destruction, or it could be owing to rising prevalence of obesity as people become older, which is linked to decreased insulin sensitivity[10]. In our study 3.3% of advanced age mothers were with diabetes mellitus.

Macrosomia (16.6%) and SGA (7.7%) illustrate the dual risk of metabolic dysfunction and placental insufficiency associated with AMA. Similarly, the presence of PIH (6.6%) and GDM (3.3%) reinforces AMA as a risk factor for maternal comorbidities[7].

Perinatal risks were evident, with three cases of intrauterine fetal demise (3.3%). International data show that AMA is linked to increased stillbirth risk, especially beyond 40 weeks of gestation[5].

The study also observed rare but serious complications such as abruption and IVF conception, further highlighting the need for vigilant antenatal monitoring.

Strengths: This is one of the first reports from Tetovo focusing on AMA pregnancies, providing locally relevant data.
Limitations: Small sample size, short study period, and absence of a control group (<35 years). Further multicenter and prospective studies are needed.

Conclusion

Advanced maternal age contributed to 13.3% of deliveries and was associated with increased cesarean rate, macrosomia, hypertensive disorders, and adverse perinatal outcomes. Early identification of high-risk pregnancies, tailored antenatal surveillance, and timely obstetric interventions are crucial to improving maternal and neonatal outcomes in AMA pregnancies.

References

1. Frick AP. Advanced maternal age and adverse pregnancy outcomes. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol. 2021 Jan;70:92-100. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2020.07.005. Epub 2020 Jul 15. PMID: 32741623.
2. Lean SC, Derricott H, Jones RL, Heazell AEP. Advanced maternal age and adverse pregnancy outcomes: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(10):e0186287.
3. Sparić R, Stojković M, Plešinac J, Pecorella G, Malvasi A, Tinelli A. Advanced maternal age (AMA) and pregnancy: a feasible but problematic event. Arch Gynecol Obstet. 2024 Sep;310(3):1365-1376. doi: 10.1007/s00404-024-07678-w. Epub 2024 Aug 9. PMID: 39120753.
4. Correa-de-Araujo R, Yoon SSS. Clinical Outcomes in High-Risk Pregnancies Due to Advanced Maternal Age. J Womens Health (Larchmt). 2021 Feb;30(2):160-167. doi: 10.1089/jwh.2020.8860. Epub 2020 Nov 13. PMID: 33185505; PMCID: PMC8020515.
5. American College of Obstetricians and Gynecologists. Pregnancy at age 35 years or older. *Obstetric Care Consensus No. 11*. *Obstet Gynecol*. 2022;140(5):e179-e190.
6. Guarga Montori M, Álvarez Martínez A, Luna Álvarez C, Abadía Cuchí N, Mateo Alcalá P, Ruiz-Martínez S. Advanced maternal age and adverse pregnancy outcomes: A cohort study. Taiwan J Obstet Gynecol. 2021 Jan;60(1):119-124. doi: 10.1016/j.tjog.2020.11.018. PMID: 33494983.
7. Ratiu D, Sauter F, Gilman E, Ludwig S, Ratiu J, Mallmann-Gottschalk N, Mallmann P, Gruttner B, Baek S. Impact of Advanced Maternal Age on Maternal and Neonatal Outcomes. In Vivo. 2023 Jul-Aug;37(4):1694-1702. doi: 10.21873/invivo.13256. PMID: 37369496; PMCID: PMC10347939.
8. Veenstra J, Cohen Z, Korteweg FJ, van der Ham DP, Kuppens SM, Kroese JA, Hermsen BB, Kamphuis MM, Vanhommerig JW, van Pampus MG. Unplanned cesarean sections in advanced maternal age: A predictive model. Acta Obstet Gynecol Scand. 2024 May;103(5):927-937. doi: 10.1111/aogs.14765. Epub 2024 Jan 12. PMID: 38217302; PMCID: PMC11019528.
9. Correa-de-Araujo R, Yoon SSS.. Clinical outcomes in high-risk pregnancies due to advanced maternal age. J Womens Health (Larchmt) 2021; 30: 160–167.
10. AlJahdali EA, AlSinani NS. Pregnancy outcomes at advanced maternal age in a tertiary Hospital, Jeddah, Saudi Arabia. Saudi Med J. 2022 May;43(5):491-499. doi: 10.15537/smj.2022.43.5.20220023. PMID: 35537719; PMCID: PMC9280590.