



International Cappadocia Academic Studies Congress PROCEEDINGS BOOK

March 6-8, 2026
Göreme, NEVŞEHİR

ISBN

978-625-92452-3-2

DOI

XXXXXXXXXXXX

EDITORS

Prof. Dr. Korhan KARACAOĞLU
Bektaş KOLA



AKAP®

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM





ISBN: 978-625-92452-3-2

INTERNATIONAL CAPPADOCIA ACADEMIC STUDIES CONGRESS
PROCEEDINGS BOOK

2026[©] INTERNATIONAL ACADEMIC PLATFORM

EDITORS

Prof. Dr. Korhan KARACAOĞLU

Bektaş KOLA

Publication Date: March 21, 2026

All Rights Reserved.

No part of this publication may be reproduced, distributed, transmitted, stored in a retrieval system, or translated into any language, in any form or by any means—electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise—without the prior written permission of both the copyright holder and the publisher.

Any unauthorized use, reproduction, or distribution of the material contained in this book is strictly prohibited and may result in civil and/or criminal liability under applicable copyright laws.



GREFF

Publisher Certificate No: 76864

Contact:

Greff Rek. Mat. Org. Tur. Dan. San. ve Tic. Ltd. Şti.

Yıldızevler Mah. 708. Cad. No: 14/3 Çankaya - ANKARA

0312 490 97 94

0536 571 50 33

www.greff.com.tr

info@greff.com.tr



International Cappadocia Academic Studies Congress

March 6-8, 2026
Göreme, NEVŞEHİR

AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM



International Cappadocia Academic Studies Congress

March 6-8, 2026
Göreme, NEVŞEHİR

ORGANIZER

AKAP[®] | INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM

Yıldıztepe Mah. 708. Cad. No: 14/3 Çankaya - ANKARA - 0 312 343 10 33 - 0 501 676 10 33 - <https://akap.tr> - info@akap.tr

PARTICIPANTS COUNTRY



Republic of
Türkiye



Algeria



Azerbaijan



Bulgaria



India



Iraq



Iran



Malaysia



Morocco



Nigeria



Pakistan



Romania



Tunisia



Ukraine



USA

STATISTICS ON ACADEMIC PUBLICATIONS

63

Total Accepted Article

28

Accepted Article (Türkiye)

35

Accepted Article (Other Countries)



Honorary President of the Congress

Ömer Eren / Mayor of Göreme

Organizing Committee

<i>Name</i>	<i>Institution</i>	<i>Country</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Sopio TAVADZE</i>	<i>Batumi State University of Arts</i>	<i>GE</i>
<i>Prof. Dr. Bayram DURBILMEZ</i>	<i>Nevsehir Haci Bektas Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Korhan KARACAOĞLU</i>	<i>Nevsehir Haci Bektas Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Baki HAZER</i>	<i>Cappadocia University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Jasmine TODRI</i>	<i>Catholic University of Murcia San Antonio</i>	<i>ES</i>
<i>Prof. Dr. Odette ARHIP</i>	<i>Bucharest University of Ecology</i>	<i>RO</i>
<i>Prof. Dr. Serdar ÖZTÜRK</i>	<i>Nevsehir Haci Bektas Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Ceren GÜRSELER</i>	<i>Nevsehir Haci Bektas Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZGÜL KATLAV</i>	<i>Nevsehir Haci Bektas Veli University</i>	<i>TR</i>

Scientific and Advisory Board

Name	Institution	Country
Dr. Assistant Professor Solmaz Damla GEDİK ALTUN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Ensar ÇETİN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Gentian VYSHKA	<i>Medical University</i>	<i>AL</i>
Prof. Dr. Şevki ÖZGENER	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Theodore BULBOACĂ	<i>Babeş-Bolyai University</i>	<i>RO</i>
Prof. Dr. Ramazan QAFAROV	<i>Azerbaijan National Academy of Sciences</i>	<i>AZ</i>
Prof. Dr. Taoufiq KADRI	<i>Abdelmalek Essaadi University</i>	<i>MA</i>
Prof. Dr. Aldemir Malveira de OLIVEIRA	<i>Amazonas Education Media Center</i>	<i>BR</i>
Prof. Dr. Serdar ÖZTÜRK	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Mohammad WAHEEB	<i>Hashemite University</i>	<i>JO</i>
Prof. Dr. Odette ARHIP	<i>Bucharest University of Ecology</i>	<i>RO</i>
Prof. Dr. Aslıhan ARDIÇ ÇOBANER	<i>Mersin University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Fahri MADEN	<i>Ankara Hacı Bayram Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Raul Duarte Salgueiral Gomes CAMPILHO	<i>Porto Higher Engineering Institute</i>	<i>PT</i>
Prof. Dr. Jasmine TODRI	<i>Catholic University of Murcia San Antonio</i>	<i>ES</i>
Prof. Dr. Asum SILDAMLI	<i>Bolu Abant İzzet Baysal University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Anjali GANESH	<i>St. Joseph's College of Engineering</i>	<i>IN</i>
Prof. Dr. Andrea BENCSIK	<i>University of Pannonia</i>	<i>HU</i>
Prof. Dr. Ali MAYDAN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Ilirjana BOCI	<i>University of Tirana</i>	<i>AL</i>
Prof. Dr. Fatima Zohra MOSTAFA	<i>USTO-MB University</i>	<i>DZ</i>
Prof. Dr. Danilo Henrique LATTARO	<i>University of São Paulo</i>	<i>BR</i>
Assoc. Prof. Dr. Suzan AKKUŞ MUTLU	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>



<i>Name</i>	<i>Institution</i>	<i>Country</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Başak COŞKUN</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Daniela MATUŠÍKOVÁ</i>	<i>University of Prešov</i>	<i>SK</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Özden TAŞGIN</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Dijana GRACIN</i>	<i>University of Zagreb</i>	<i>HR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Gülbahar BİLGİÇ TÜZEMEN</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Marcela MELE</i>	<i>University of Tirana</i>	<i>AL</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Fatma Ecem CEYLAN</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Zarife HARMLESS</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Seema S. DESAI</i>	<i>Rajarambapu Institute of Technology</i>	<i>IN</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Serhat GÜNDOĞDU</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Naseem AKHTER</i>	<i>Shaheed Benazir Bhutto Women's University</i>	<i>PK</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Murat YÜCEKAYA</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZGÜL KATLAV</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Burcu Gülsevil BELBER</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Elmira ALIYEVA</i>	<i>Khazar University</i>	<i>AZ</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Gaye DENİZ</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Rozina KHATTAK</i>	<i>Shaheed Benazir Bhutto Women's University</i>	<i>PK</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Ömer AKÇAYIR</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Ramila SULEYMANOVA</i>	<i>Azerbaijan State Agricultural University</i>	<i>AZ</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Sevgi GÜNEŞ DURAK</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Georgeta Sorina CORMAN</i>	<i>Lucian Blaga University of Sibiu</i>	<i>RO</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Mustafa ARSLAN</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Mourad DERRA</i>	<i>Ibn Zohr University</i>	<i>MA</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Abdullah ÖZDAĞ</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>

Name	Institution	Country
Assoc. Prof. Dr. Amina YAHIA	<i>Larbi Ben M'hidi University</i>	<i>DZ</i>
Assoc. Prof. Dr. Kübra YILDIZ ALTIN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Assoc. Prof. Dr. Rümeysa KARS	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Assoc. Prof. Dr. Ardita TODRI	<i>Aleksandër Xhuvani University</i>	<i>AL</i>
Assoc. Prof. Dr. Ebru GÜNEREN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Assoc. Prof. Dr. Naseem AKHTER	<i>Martyr Benazir Bhutto Women's University</i>	<i>PK</i>
Assoc. Prof. Dr. Anastasia ROMANOVA	<i>Moldova Academy for Economic Studies</i>	<i>MD</i>
Dr. Assistant Professor Handan YILDIZHAN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Dr. Kamal EDDINE	<i>Lebanese University</i>	<i>LB</i>
Dr. Assistant Professor Abdullah KAYA	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Dr. Assistant Professor Gökhan KEVEN	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Dr. Assistant Professor Ercan KAÇMAZ	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Dr. Mujkan MAMADZADA	<i>Azerbaijan Sports Academy</i>	<i>AZ</i>
Dr. Assistant Professor Aysel KEKILLIOĞLU	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Dr. Muhammad Munib KHALID	<i>Minhaj University</i>	<i>PK</i>
Dr. Mohammad AHSAN	<i>Imam Abdulrahman Bin Faisal University</i>	<i>SA</i>
Dr. Assistant Professor Alime OKKESİM	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Dr. N. JOHNSON	<i>Alagappa University</i>	<i>IN</i>
Assoc. Prof. Dr. Ceren GÜRSELER	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Korhan KARACAOĞLU	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
Prof. Dr. Gül ERKOL BAYRAM	<i>Sinop University</i>	<i>TR</i>

AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM



International Cappadocia Academic Studies Congress

March 06-08, 2026



CONGRESS PROGRAM



ONLINE AND
FACE-TO-FACE PRESENTATIONS

AKAP[®] | INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM

ABOUT THE CONGRESS

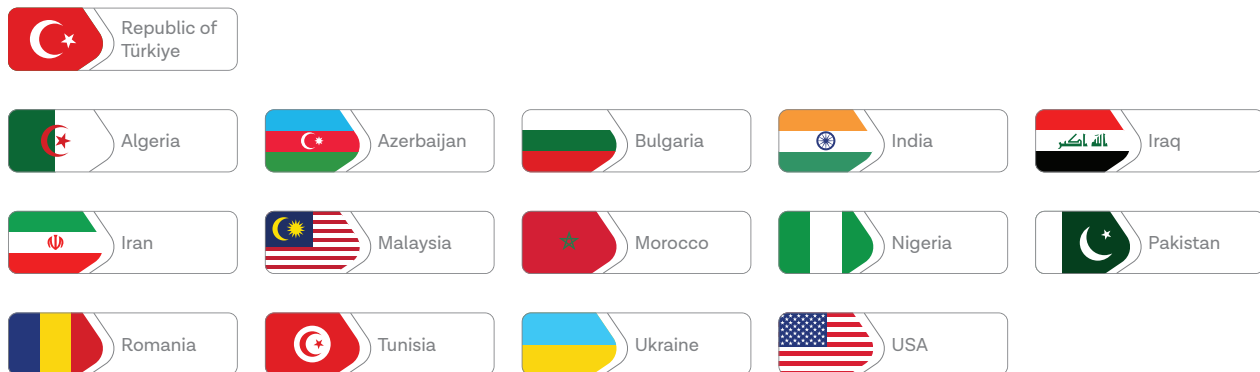
The International Cappadocia Congress on Academic Studies, hosted by Göreme Municipality, is an international scientific event aimed at sharing current, original, and high-quality academic research conducted across various disciplines. The congress seeks to bring together research produced within a broad academic spectrum—ranging from social sciences to science and engineering, from health sciences to education and cultural studies—on a common scientific platform.

Within the scope of the congress, presented studies are discussed through both face-to-face and online sessions, providing participants with the opportunity to engage in scholarly interaction with experts in their respective fields and to receive constructive academic feedback. In this regard, the congress serves not only as a presentation platform but also as a dynamic academic environment that supports professional and scholarly development.

All papers submitted to the congress have been evaluated through a double-blind peer review process in accordance with international academic publishing standards and principles of scientific ethics. During the evaluation process, each study was rigorously assessed in terms of originality, methodological rigor, contribution to the literature, and overall scientific quality. As a result of this comprehensive academic review process, a total of 63 papers from 15 different countries—28 of which are from Türkiye—were accepted.

The accepted papers will be published in the proceedings book, registered with ISBN and DOI numbers, thereby ensuring international accessibility, permanence, and citability as a recognized academic source.

COUNTRIES OF PARTICIPATING ACADEMICIANS



REGARDING IN-PERSON PRESENTATIONS

We kindly request that participants who will deliver their presentations in person carefully observe the following guidelines..



ADDRESS WHERE IN-PERSON PRESENTATIONS WILL BE HELD

Göreme Municipality Conference Hall



Aydınlı Orta Mah. Adnan Menderes Cd.
No:2 Göreme/Nevşehir



Conference Hall



IMPORTANT - PLEASE READ CAREFULLY

- Please wear your name badge visibly for entry to the congress venue.
- Be present in your assigned session room at least 10 minutes before your presentation time.
- Bring your presentation file on a USB drive and submit it to the technical desk in advance.
- Presentations must not exceed the allocated time.
- Follow the instructions of the session chair/moderator.
- It is recommended that your presentation be in PDF or PowerPoint format.
- If you plan to use a video in your presentation, please inform the technical team in advance.
- Keep a backup copy of your presentation in case of any technical issues with the projection or sound system.
- Registration and certificate procedures will be handled at the congress information desk.



REGARDING ONLINE PRESENTATIONS

The online presentations of our congress will be conducted via AKAP MEET, the proprietary platform of the International Academic Platform (AKAP). Detailed information regarding the system is provided below.



TECHNICAL INFORMATION

- The AKAP MEET system is free of charge; no additional membership registration is required.
- Session access links and login details will be sent via email to the authors of accepted papers.
- You must log in to the system using your registered email address, password, and full name.
- The system is accessible via computer, tablet, and mobile devices.
- All congress participants may attend and follow the sessions live within the program schedule.
- You are required to log in to the system at least 15 minutes before your presentation time.
- Presentation duration is limited to the time specified in the program and must not be exceeded.
- Compliance with the moderator's instructions is mandatory.
- The Q&A session will be conducted under the supervision of the moderator.



IMPORTANT - PLEASE READ CAREFULLY

- Please ensure that your microphone is functioning properly.
- You must be able to share your screen during the presentation.
- It is recommended that your presentation file be prepared in PDF or PowerPoint format.
- Please check your internet connection and device in advance to prevent potential technical issues.



REGARDING ONLINE PRESENTATIONS

Below you will find user instructions on how to use the AKAP MEET system and how to conduct your online presentation. We kindly ask that you read the information carefully.

STEP 1

- Please check the information email sent to your registered email address prior to the congress. You will find your username and password in that email.

STEP 2

- Please visit <https://akapkongre.com/5> and click the “ONLINE PRESENTATION” button on the homepage to access the login panel.



STEP 3

- Enter your username and password. In the next step, after entering your name, you will gain access to the session room where you will deliver your presentation.

INFORMATION FOR SESSION CHAIRS

- Session Chairs are authorized to manage and conduct their assigned sessions on behalf of the Organizing Committee.
- At the scheduled start time, you are kindly requested to open the session with a brief introductory remark.
- It is recommended to follow the presentation order stated in the program. However, if deemed necessary, minor adjustments to the sequence may be made in accordance with the session flow.
- Each presentation is allocated 10–12 minutes. Please ensure that presenters adhere to the designated time limits.
- The Q&A session may be conducted either after each presentation or collectively at the end of the session, at your discretion.
- The video recordings of the presentations will be handled by our technical team. Therefore, session chairs are not required to take or manage any recordings themselves.
- Should you require any assistance during the session, please feel free to contact the congress coordination team.

We sincerely appreciate your valuable contribution and wish you a productive and successful session.



March 07, 2026 HALL-1 | SESSION-1

ANKARA TIME
12:30 - 15:00

FACE TO FACE PRESENTATIONS - GÖREME MUNICIPALITY

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Esra KÜÇÜKSAKARYA

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Mina KUŞCUOĞLU Assist. Prof. Dr. Esra KÜÇÜKSAKARYA	Necmettin Erbakan University (Türkiye)	LINGUISTIC INSIGHTS ON SUICIDE NOTES WITHIN THE FRAMEWORK OF FORENSIC STYLISTIC AND SOCIOLOGY/ SOCIOLINGUISTICS
Doç. Dr. Oğuz Güner Gökcan Gürsoy	Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı	COMMUNICATION PREFERENCES OF GENERATIONS X, Y, AND Z IN THE PUBLIC SPHERE
Beyza KILINÇ	Bağımsız Araştırmacı	THE PORTRAYAL OF WOMEN IN TURKISH FOLK QUATRAINS

March 06, 2026 **HALL-1 | SESSION-1****ANKARA TIME**
13:00 - 15:00**ONLINE PRESENTATIONS**HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Onur Emre ÇİFTÇİ

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. İsmayıl MALIKOV	Aksaray University (Türkiye)	CLEAR ALIGNERS AND FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES IN ORTHODONTIC TREATMENT: A CRITICAL APPRAISAL OF CLINICAL EFFECTIVENESS AND BIOMECHANICAL PERFORMANCE IN LIGHT OF CURRENT EVIDENCE
Assist. Prof. Dr. İsmayıl MALIKOV	Aksaray University (Türkiye)	MAXILLARY EXPANSION: THE EVOLUTION OF A PARADIGM
Assoc. Prof. Dr. Fahrettin KALABALIK Assoc. Prof. Dr. Orhan ÇİÇEK Prof. Dr. Şuayip Burak DUMAN Res. Assist. Muhammet Can EREN Res. Assist. Şeyda SAY Res. Assist. Furkan Osman AKARÇAY Assist. Prof. Dr. Emre HAYLAZ Prof. Dr. İsmail GÜMÜŞSOY	Sakarya University (Türkiye)	THREE-DIMENSIONAL QUANTITATIVE ASSESSMENT OF FACIAL SOFT TISSUE THICKNESS BY CBCT IN NORMODIVERGENT INDIVIDUALS WITH DIFFERENT SAGITTAL SKELETAL MALOCCLUSION PATTERNS
Assist. Prof. Dr. Onur Emre ÇİFTÇİ	Aksaray University (Türkiye)	CLINICAL EVALUATION OF THE CIST PROTOCOL IN THE MANAGEMENT OF PERI-IMPLANTITIS

Hall 1 - Continued on the next page

March 06, 2026 **HALL-1 | SESSION-1**ANKARA TIME
13:00 - 15:00**ONLINE PRESENTATIONS**HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Onur Emre ÇİFTÇİ

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Onur Emre ÇİFTÇİ	Aksaray University (Türkiye)	THE EFFECT OF KERATINIZED GINGIVAL TISSUE WIDTH ON PERIODONTAL CLINICAL STABILITY
Res. Assist. Mustafa ÜSTÜN	Necmettin Erbakan University (Türkiye)	PERIOPERATIVE MANAGEMENT OF NOVEL ORAL ANTICOAGULANTS (NOACS) IN DENTAL PRACTICE
Assoc. Prof. Vahid MOLLABASHI Ebrahim YARMOHAMMADI Assist. Prof. Nazli RABIENEJAD Dr. Elahe EZATI	Hamadan University of Medical Science (Iran)	EXAMINING THE PREVALENCE OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND MENTAL HEALTH AMONG DENTISTS

March 06, 2026 HALL-2 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Ayşegül HOŞ

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Gizay ÖLÇÜCÜOĞLU Assist. Prof. Dr. Hesna URAL ULUCAN Prof. Dr. Sema ÇETİN	Kırıkkale University (Türkiye) Ufuk University (Türkiye) Kırıkkale University (Türkiye)	PREPARATION OF A BIOCOMPATIBLE IMPLANT FOR L-CARNITINE RELEASE AND EVALUATION OF THE RELEASE PROFILE
Assist. Prof. Dr. Ayşegül HOŞ Res. Assist. Ayşe İNCİ Kaan YAMAN Shaghayegh SALEHİ Ahmet Vedat YILDIRIM Res. Assist. Fatma SARI Res. Assist. Ayşenur ÖLMEZ Prof. Dr. Ayşegül ÇOPUR ÇİÇEK	İstanbul Medipol University (Türkiye)	ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF OLEA EUROPAEA L. VARIETIES IN THE FLORA OF TÜRKİYE
Betül TAŞ Prof. Dr. Ömer KÜÇÜKBASMACI Prof. Dr. Nevriye GÖNÜLLÜ Prof. Dr. Sevgi ERGİN	Haliç University (Türkiye) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa University (Türkiye) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa University (Türkiye) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa University (Türkiye)	LİMON, SARIMSAK ve ELMA SİRKESİNİN ALBİCANS-DİŞİ CANDİDA TÜRLERİ ÜZERİNDEKİ ANTİFUNGAL ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Bayram Ali GÜR Prof. Dr. Kubilay Kurtulus BASTAS	Selçuk University (Türkiye)	ANTALYA İLİ SERİK İLÇESİ ÖRTÜALTI DOMATES YETİŞTİRME ALANLARINDAKİ BAKTERİYEL PATOJENLERİN TANILANMASI VE YAYGINLIK ORANLARININ BELİRLENMESİ

Hall 2 - Continued on the next page



March 06, 2026 HALL-2 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Ayşegül HOŞ

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Haydar KURT Prof. Dr. Kubilay Kurtulus BASTAS	Selçuk University (Türkiye)	EFFECTS OF SOME MICROALGAE SPECIES ON PLANT DEVELOPMENT AND BACTERIAL SPOT DISEASE (Pseudomonas syringae pv. tomato) in Tomatoes
Res. Assist. Mehmet Zahit AYDIN Res. Assist. Ahmet Hakan EKER Prof. Dr. Özgün KALKIŞIM	Recep Tayyip Erdoğan University (Türkiye)	SELECTION STUDIES ON PEAR (PYRUS SPP.) IN TÜRKİYE: CURRENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES
Res. Assist. Ahmet Hakan EKER Res. Assist. Mehmet Zahit AYDIN Prof. Dr. Özgün KALKIŞIM	Recep Tayyip Erdoğan University (Türkiye)	SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇAY (Camellia sinensis) TARIMINDA BİYOSTİMULANTLARIN KULLANIMI
Konul GAHRAMANOVA Parvin MAMMADOVA İrada EYVAZOVA İnara SADIRZADE Aytaj ISMAILLI	Institute of Chemistry Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan (Azerbaijan)	PREDICTING THE KINETICS OF OIL BIODEGRADATION IN SEAWATER WHEN INOCULATED WITH ACTIVE HYDROCARBON-OXIDISING MICROORGANISMS

March 06, 2026 HALL-3 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Meltem İŞLER SEVİNDİ

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Dr. Mustafa COŞKUNER Lect. Dr. Altan ÇETİN	Anadolu University (Türkiye) Karadeniz Technical University (Türkiye)	GEOPOLITICAL RISK AND TOURISM DEMAND: A LONG-RUN ANALYSIS OF THE TURKISH CASE (1980-2024)
Assoc. Prof. Dr. Gaye DENİZ Res. Assist. Rümeysa UNAT Muhammed Ali ERMAN Lect. Buse BOZKUŞ	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University (Türkiye)	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN TOURISM, OPERATIONS MANAGEMENT, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
Assist. Prof. Dr. Ergün DİLAVEROĞLU	İstanbul Medipol University (Türkiye)	EVALUATION OF WITNESS EVIDENCE IN ADMINISTRATIVE JUDICIAL PROCEDURE
Dr. Meltem İŞLER SEVİNDİ	Marmara University (Türkiye)	SUBSCRIPTION FATIGUE AND “BINGE- AND-CANCEL” BEHAVIOR ON DIGITAL TV SERIES PLATFORMS
Dr. Ömer YAZICI Cemal KURT	Sakarya University of Applied Sciences (Türkiye)	A NEW GROWTH STRATEGY IN A MULTIPOLAR WORLD: TRADE DIPLOMACY AND THE SOFT POWER APPROACH IN MARKET SELECTION THROUGH THE CONCEPT OF NATION- FRIENDLY GLOBALIZATION
Senem ŞEN Prof. Dr. Yasemin BAL	Yıldız Technical University (Türkiye)	THE MEDIATING ROLE OF JOB CRAFTING IN THE EFFECT OF EMPLOYEES' PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ON JOB SATISFACTION
Res. Assist. Dr. Zeynep BUÇUKCU	Aksaray University (Türkiye)	COLOR DECEIVES: ANOTHER DIMENSION OF RENGİN IN DIVAN POETRY
Res. Assist. Beyda Nur YILMAZ Res. Assist. Eren Deniz KAHRAMAN Assist. Prof. Dr. Aslı VURAL Assoc. Prof. Dr. Burçak KIZILTAN IŞIK	Başkent University (Türkiye)	INTEGRATION OF ACCOUNTING AND INSURANCE DISCIPLINES IN THE DIGITAL TRANSFORMATION PROCESS

March 06, 2026 HALL-4 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assoc. Prof. Dr. Tuğçe TEZEL

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Lect. Dr. Elif ÇAM Assist. Prof. Dr. Gamze ÇOBAN Lect. Dr. Şule Sinem SÜRDEM	Karamanoğlu Mehmetbey University (Türkiye) Afyon Kocatepe University (Türkiye) Gümüşhane University (Türkiye)	MAPPING THE LITERATURE ON SPATIAL SECURITY ON ARCHITECTURE
Lect. Dr. Şule Sinem SÜRDEM Assist. Prof. Dr. Gamze ÇOBAN Lect. Dr. Elif ÇAM	Gümüşhane University (Türkiye) Afyon Kocatepe University (Türkiye) Karamanoğlu Mehmetbey University (Türkiye)	AN ANALYSIS OF THE CAPPADOCIA CULTURE ROUTE IN THE CONTEXT OF CULTURAL HERITAGE AND FAITH TOURISM: A STUDY ON THE FOUR-DAY ROUTE
Assoc. Prof. Dr. Tuğçe TEZEL Prof. Dr. Volkan KOVAN	Akdeniz University (Türkiye)	INDOOR AIR QUALITY AND OCCUPATIONAL HEALTH IMPLICATIONS OF EMISSIONS DURING STEREOLITHOGRAPHY PRINTING
Assoc. Prof. Dr. Tuğçe TEZEL Prof. Dr. Volkan KOVAN	Akdeniz University (Türkiye)	ENERGY-DRIVEN COMPUTATIONAL MODELING OF INDUSTRIAL CO ₂ EMISSIONS UNDER ALTERNATIVE ENERGY SCENARIOS
Dr. Dilek Cansu BOZACIOĞLU Dr. Ömer Faruk ÇAPAR	Zonguldak Bülent Ecevit University (Türkiye) Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University (Türkiye)	LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS BASED ON SPT RESULTS: A THEORETICAL AND NUMERICAL STUDY
Assoc. Prof. Dr. Kemal ŞAHBUDAK Lect. Birol YAZARLI	Sivas Cumhuriyet University (Türkiye) Yozgat Bozok University (Türkiye)	COMPARATIVE EVALUATION OF FLY ASH GEOPOLYMERS USING A FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN UNDER CONSTANT L/S RATIO
Natiga SULEYMANLI Afsun SUJAYEV Yusif ABDULLAYEV Ibadulla MAHMUDOV	Baku Engineering University (Azerbaijan) Academician A.M. Guliyev Institute of Chemistry of Additives (Azerbaijan) The University of Texas at Austin (USA) Academician A.M. Guliyev Institute of Chemistry of Additives (Azerbaijan)	DESIGN, PREPARATION, AND VIBRATIONAL SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF A NEWLY FORMED ALLANTOIN-DICYANDIAMIDE CONDENSATION PRODUCT (LG-7)

March 06, 2026 HALL-5 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Gulnar ATAISHIYEVA

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Sabi'u SHITU Nabeela Bello UMAR Amira ALIYU	Ahmadu Bello University (Nigeria)	MICROBIAL LOAD PROFILING AND DETERMINATION OF AFLATOXIN B ₁ IN PALM WINE FROM SELECTED MARKETS IN KADUNA SOUTH AND CHIKUN LOCAL GOVERNMENT AREAS, NIGERIA
Sabi'u SHITU Dungus Falmata Bashir MAINA Maryam Garba ABDULLAHI	Ahmadu Bello University (Nigeria)	ASSESSMENT OF AFLATOXIN B ₁ LEVELS IN READY-TO-EAT SNACKS FROM KADUNA, NIGERIA
Khalid SBAI Latifa TAHRI Amal SAIDI Mohammed ACHAB Oumaima IBEN HALIMA Rim BOUGASSA H'maida KHALIHANA Mohammed FEKHAOU	University Mohammed V (Morocco)	EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL QUALITY AND THE CONTRIBUTION OF GIS IN THE MAPPING OF GROUNDWATER IN THE TIFLET REGION (MOROCCO)
Isaac JATO Pyokpang Adamu GYENVWOT Kabir GARBA Maryam IBRAHIM Babatunde M. O. Ugoh Ijeoma OGECHI Lawal Jibril IMAM	Abubakar Tafawa Balewa University (Nigeria)	BIOMASS PYROLYSIS FOR RENEWABLE ENERGY PRODUCTION IN SHENDAM LOCAL GOVERNMENT USING ASPEN-PLUS AND MONTE-CARLO

Hall 5 - Continued on the next page



March 06, 2026 HALL-5 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Gulnar ATAISHIYEVA

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
M.S. Mohamed Sathak AFFAN Dr. R. DEVI Dr. R. SRINIVASAN	Bharath Institute of Higher Education and Research (India)	DESIGN AND DEVELOPMENT OF CURCUMIN NANOPARTICLES USING NATURAL TURMERIC EXTRACT
Dr. Gulnar ATAISHIYEVA Dr. Sevinc MUKHTAROVA Assoc. Prof. Dr. Sima MUSAYEVA Assoc. Prof. Dr. Ilhama HAMDULLAYEVA Assoc. Prof. Dr. Shukufa EYVAZOVA Assoc. Prof. Dr. Naila VEYSOVA Dr. Namiq SHIKHALIYEV	Baku State University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Baku State University (Azerbaijan)	DRUG-LIKENESS EVALUATION OF A NOVEL MOLECULE BASED ON LIPINSKI AND VEBER RULES
Saira MALIK Syed Mohsan Raza SHAH Muhammad JAVED	University of Education (Pakistan)	ROLE OF EXOGENOUS CuO NANOPARTICLES IN MODULATING WHEAT MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY UNDER DROUGHT STRESS
Tasawar IQBAL Sidra ALTAF	University of Agriculture (Pakistan)	EXPLORING THE ANTICANCER POTENTIAL OF GREEN CHILI SEEDS: MECHANISMS AND THERAPEUTIC INSIGHTS
Dr. Shagufta KAMAL Sumble MALIK	Government College University (Pakistan)	BIOREMEDIATION OF ENDOCRINE DISRUPTING CHEMICALS USING MANGANESE PEROXIDASE: A CASE STUDY ON ERYTHROMYCIN AND PROPRANOLOL DEGRADATION
Dr. Saima SHAHEEN Prof. Dr. Nabila SHER	Khyber Girls Medical College (Pakistan)	THYROID HORMONE LEVELS AND THEIR ASSOCIATION WITH PLASMA ZINC LEVELS AMONG ADOLESCENT AFGHAN REFUGEES; A CROSS-SECTIONAL STUDY

March 06, 2026 **HALL-6 | SESSION-1**

**ANKARA TIME
13:00 - 15:00**

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assoc. Prof. Dr. Polya YORDANOVA

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Komolafe, A. F. AyanfeOluwa, O. E. Kayode, C. O. Samuel, E. A.	Federal College of Agriculture (Nigeria)	RESPONSE OF CAULIFLOWER (Brassica oleracea var. botrytis) TO DIFFERENT VOLUMES OF SOIL AND RATES OF COMPOST
Karima ALAOUI	Mohammed Premier University (Morocco)	POTATO LATE BLIGHT (PHYTOPHTHORA INFESTANS): HISTORICAL, BIOLOGICAL, CULTURAL OVERVIEW FOR AN INTEGRATED PEST MANAGEMENT PERSPECTIVE
Mammadova Zulfiyya JALAL QIZI Gurbanov Elshad MAJNUN OGLU Rzayeva Afaq AYDIN QIZI	Baku State University (Azerbaijan)	SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF JUNIPERUSETA-ELYTRIGIASETUM-TRIFOLIOSUM FORMATION IN THE MOUNTAIN XEROPHYTE (FRIGANA) VEGETATION OF AZERBAIJAN
Ijiyokun, A. O. A. Fasanu, O. A. Komolehin, F.	Federal College of Education (Nigeria)	INFLUENCE OF PLANT MATERIALS ON SOIL SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY, BULK DENSITY AND MAIZE YIELD IN A RAINFOREST AGRO ECOLOGICAL ZONE OF NIGERIA
Ijiyokun, A. O. A. Fasanu, O. A. Komolehin, F.	Federal College of Education (Nigeria)	EFFECT OF PLANT MATERIALS ON SOIL SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY, BULK DENSITY AND MAIZE YIELD IN A RAINFOREST AGRO ECOLOGICAL ZONE OF NIGERIA

Hall 6 – Continued on the next page



March 06, 2026 HALL-6 | SESSION-1

ANKARA TIME
13:00 - 15:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assoc. Prof. Dr. Polya YORDANOVA

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Meherzi E FARJALLAH	University of Tunis El Manar (Tunisia)	INTEGRATIVE MORPHOLOGICAL AND MULTILOCUS MOLECULAR CHARACTERIZATION OF Microcotyle ISYEBI INFECTING BOOPS BOOPS FROM TUNISIAN
Meherzi E FARJALLAH	University of Tunis El Manar (Tunisia)	MORPHOLOGICAL AND MULTILOCUS MOLECULAR CHARACTERIZATION OF Pseudaxine trachuri INFECTING Boops boops FROM TUNISIA
Ruksana Assoc. Prof. Vinod KUMAR	G D Goenka University (India)	ROLE OF MEDICINAL HERBS IN THE PREVENTION AND MANAGEMENT OF HEAVY METAL-INDUCED TOXICITY
Deghiche DIAB N Boucif A Abbas S Ouamene T. A. Roumani M	Mohamed Khider University (Algeria)	POISONOUS SPONTANEOUS PLANTS AS SOURCES OF TRADITIONAL AND MODERN MEDICINES IN SOUTH ALGERIA
Assoc. Prof. Dr. Polya YORDANOVA	University of Veliko Tarnovo "St. Cyril and Methodius" (Bulgaria)	TOWARDS SUSTAINABLE BIOAGRICULTURE IN CYPRUS: GROWTH, ECONOMIC DIMENSIONS AND CHALLENGES
Dr. Oksana BIHUN	Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsk (Ukraine)	PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE SOILS IN UKRAINE: AGROGENIC AND MILITARY-TECHNOGENIC FACTORS

March 06, 2026 **HALL-7 | SESSION-1****ANKARA TIME**
13:00 - 15:00**ONLINE PRESENTATIONS**HEAD OF SESSION:
Drd. Vasile-Bogdan MARDARI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Dr. Zabouri ABDELHAMID Dr. Assia HAMZA Dr. Bendjeddou YACINE Dr. Abdallah BELABBES Dr. Farida DJELGHOUM Dr. Benabed KHADIDJA	Automation Laboratory and Systems Analysis (Algeria) Automation Laboratory and Systems Analysis (Algeria) Laboratory Of Electrical and Materials Engineering (Algeria) University Of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed (Algeria) Naama Ahmed Salhi University Center (Algeria) University Of Science and Technology of Oran Mohamed Boudiaf (Algeria)	IMPROVED CONTROL METHODS FOR ISOLATED SEIG SYSTEMS
Osamah Ihsan ALI	University of Babylon (Iraq)	ENHANCEMENT OF ADHESION AND WEAR RESISTANCE OF HIGH-SPEED STEEL TOOLS VIA CVD-HARD COATINGS
Faisal NAZIR	The University of Agriculture (Pakistan)	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION
Bashir Alabi ALI Kutama Ahmad SHEHU Mohammed Isa AUYO Aisha IDRIS Maryam MUHAMMED Adeniyi Kamoru ABDULAZEEZ Ndah Abigeal FATIMA	Abubakar Audu University (Nigeria) Federal University Dutse (Nigeria) Federal University Dutse (Nigeria) Federal University Dutse (Nigeria) Federal University Dutse (Nigeria) Federal University Dutse (Nigeria) North Carolina State University (USA)	MECHANISM OF FUNGAL DISEASE MANAGEMENT USING BIOEXTRACTED CHITIN MOLECULES: A REVIEW

Hall 7 - Continued on the next page

March 06, 2026 **HALL-7 | SESSION-1****ANKARA TIME**
13:00 - 15:00**ONLINE PRESENTATIONS**HEAD OF SESSION:
Drd. Vasile-Bogdan MARDARI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Thenmozhi M.	Institute of Science Technology and Advanced Studies (India)	ENHANCED PRODUCTION OF FUNGAL ALPHA AMYLASE BY SOLID STATE FERMENTATION USING AGRO- INDUSTRIAL SUBSTRATES
Faiza BAGHIDA Pr. Mourad BOUGHRARA	Moulay Ismail University (Morocco)	A MULTISCALE COMPUTATIONAL APPROACH TO THE THERMOELECTRIC OF $\text{Pb-Cu}_2\text{Se}$: COMBINING DFT+U AND MOLECULAR DYNAMICS
Dr. Emmanuel Ugochukwu ANASO	Federal University of Agriculture (Nigeria)	IMMUNE COMPETENCE AND OXIDATIVE STRESS ADAPTIVE MECHANISMS IN SAHEL DESERT GOATS FED DIETS SUPPLEMENTED WITH FUNGAL- BIODEGRADED <i>Saccharum officinarum</i> SCRAPINGS
Nneoma Lydia DORBOR Success DAIKWO	Federal University Lokoja (Nigeria)	EVALUATING THE EFFICIENCY OF BIOPHARMACEUTICALS IN PID TREATMENT
Nneoma Lydia DORBOR Success DAIKWO	Federal University Lokoja (Nigeria)	MITIGATING OIL AND GAS IMPACTS : HEALTH PROMOTION STRATEGIES FOR COMMUNITY WELL-BEING
Drd. Vasile-Bogdan MARDARI Dr. Raluca Marinica ALBU Dr. Andreea Irina COSUTCHI	"Petru Poni" Institute of Macromolecular Chemistry (Romania)	RHEOLOGICAL INVESTIGATION OF DISPERSIONS PREPARED FROM POLYVINYL ALCOHOL AND VARIABLE CONTENTS OF METAL OXIDE PARTICLES
Hameed Adavize MOMOH Nurul Ab Aziz HASHIKIN Muhammad Fahmi Rizal ABDUL HADI Bello Ayodeji IBRAHIM Ahmed Kehinde USMAN	Universiti Sains Malaysia (Malaysia) Confluence University of Science and Technology (Nigeria) Confluence University of Science and Technology (Nigeria) Confluence University of Science and Technology (Nigeria) Ahmadu Bello University (Nigeria)	QUANTITATIVE ANALYSIS OF TUMOR BURDEN AND LOBAR DYNAMICS TO PREDICT LUNG SHUNT FRACTION IN Y-90 RADIOEMBOLIZATION FOR HEPATOCELLULAR CARCINOMA



International Cappadocia Academic Studies Congress

PHOTO GALLERY











International Cappadocia Academic Studies Congress

AKAP MEET
SESSION-1 HALL-2 English Katılımcı Sayısı (7)

13

Hastalık belirtisi gösteren domates bitkilerinden hastalıklı ve sağlıklı dokuyu içeren 1-2 mm'lik parçalar alınmış, önce çeşme suyunda yıkanmış, ardından %70 alkol ile yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Ardından steril saf suda 20 dk bekletildikten sonra 100 µL alınarak nutrient agar (NA) besiyerine yayılmıştır. 25 °C'de 48 saatlik inkübasyondan sonra referans kültürlerle benzeyen izolatlar saflaştırılmıştır.

100 µL

20 dk

dH₂O

NA besiyeri

1. Haceri KURT 2. Mehmet Zeki AYDIN 3. Ahmet Hakan OKUR 4. Ayşe İnci İLİ 5. Moderatör 6. Moderatör

AKAP MEET

AKAP MEET
SESSION-1 HALL-2 English Katılımcı Sayısı (8)

1

2

3

4

PROBLEM

1. *Albicans*-dışı *Candida* enfeksiyonlarının görülme sıklığı giderek artmaktadır

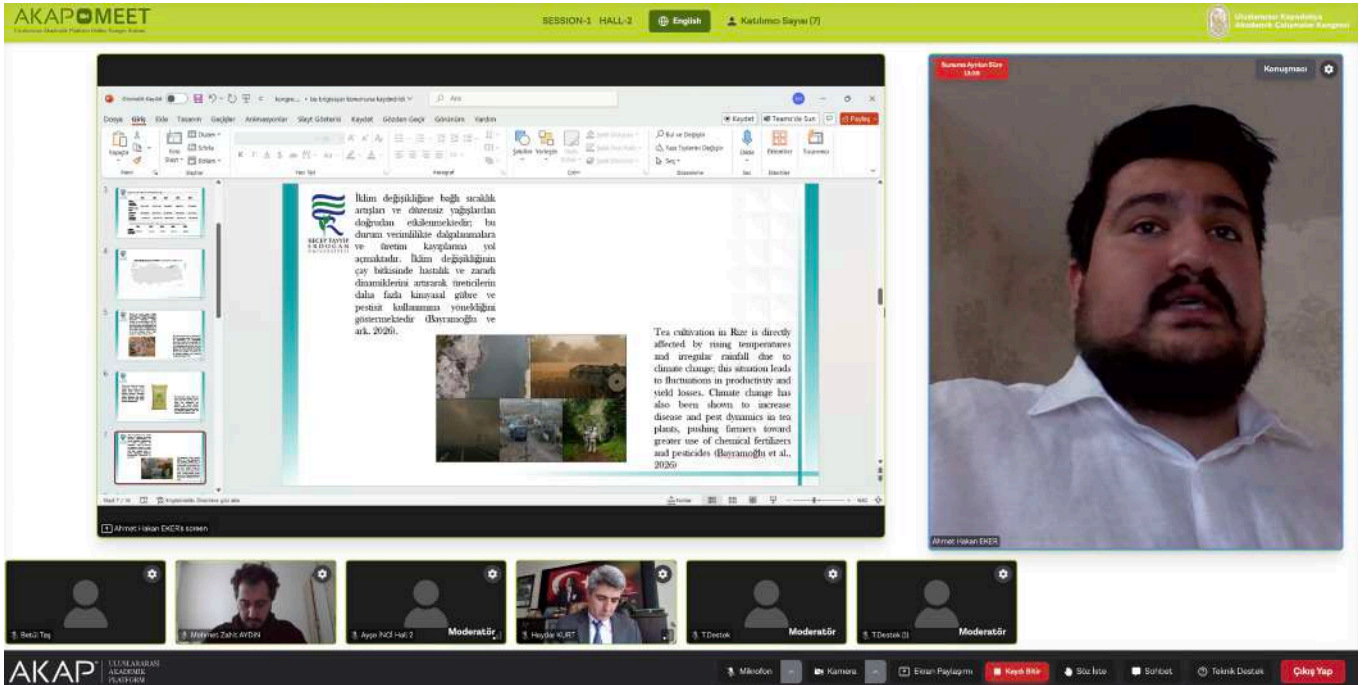
2. Standart antifungal ajanların etkinliği, *albicans*-dışı türlerde sınırlı veya değişken olabilmektedir

3. Tedavi seçenekleri sınırlıdır ve alternatif yaklaşımlara ihtiyaç vardır

4. Doğal ürünlerin antifungal potansiyeline ilişkin veriler mevcut olmakla birlikte, *albicans*-dışı *Candida* türleri için yeterince standartlaştırılmış çalışma bulunmamaktadır

1. Haceri KURT 2. Mehmet Zeki AYDIN 3. Ahmet Hakan OKUR 4. Ayşe İnci İLİ 5. Moderatör 6. Moderatör 7. Moderatör 8. Moderatör

AKAP MEET



[illegible]

AKAPMEET
Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

SESSION-1 HALL-2 English Katılımcı Sayısı (10)

Uluslararası Kapatokya Akademik Çalışmalar Kongresi

Content

- Aim
- Material Method
- Results
- Conclusion

AKAPMEET

Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

Mikrofon Kamera Ekran Paylaşımı Kayıt Bırak Söz İste Sohbet Teknik Destek Çıkış Yap

AKAPMEET
Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

SESSION-1 HALL-3 English Katılımcı Sayısı (9)

Uluslararası Kapatokya Akademik Çalışmalar Kongresi

06.03.2026

Uluslararası Kapatokya Akademik Çalışmalar Kongresi

TURİZM, OPERASYONEL YÖNETİM VE YAPAY ZEKÂ İLİŞKİSİNE YÖNELİK ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Doç. Dr. Gaye Deniz
Arş. Gör. Rümeysa UNAT
Muhammed Ali ERMAN
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Öğr. Gör. Buse BOZKUŞ
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
buse.bozkus@yeniyyuzyl.edu.tr

AKAPMEET

Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

Mikrofon Kamera Ekran Paylaşımı Kayıt Bırak Söz İste Sohbet Teknik Destek Çıkış Yap



Content

Author	Title	P. No
Mina KUŞCUOĞLU Esra KÜÇÜKSAKARYA	LINGUISTIC INSIGHTS ON SUICIDE NOTES WITHIN THE FRAMEWORK OF FORENSIC STYLISTIC AND SOCIOLOGY/ SOCIOLINGUISTICS	1
Ismayıl MALIKOV	MAXILLARY EXPANSION: THE EVOLUTION OF A PARADIGM	3
Ismayıl MALIKOV	CLEAR ALIGNERS AND FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES IN ORTHODONTIC TREATMENT: A CRITICAL APPRAISAL OF CLINICAL EFFECTIVENESS AND BIOMECHANICAL PERFORMANCE IN LIGHT OF CURRENT EVIDENCE	5
Fahrettin KALABALIK Orhan ÇİÇEK Şuayip Burak DUMAN Muhammet Can EREN Şeyda SAY Furkan Osman AKARÇAY Emre HAYLAZ İsmail GÜMÜŞSOY	THREE-DIMENSIONAL QUANTITATIVE ASSESSMENT OF FACIAL SOFT TISSUE THICKNESS BY CBCT IN NORMODIVERGENT INDIVIDUALS WITH DIFFERENT SAGITTAL SKELETAL MALOCCLUSION PATTERNS	7
Onur Emre ÇİFTÇİ	CLINICAL EVALUATION OF THE CIST PROTOCOL IN THE MANAGEMENT OF PERIIMPLANTITIS	10
Onur Emre ÇİFTÇİ	THE EFFECT OF KERATINIZED GINGIVAL TISSUE WIDTH ON PERIODONTAL CLINICAL STABILITY	12
Mustafa ÜSTÜN	PERIOPERATIVE MANAGEMENT OF NOVEL ORAL ANTICOAGULANTS (NOACS) IN DENTAL PRACTICE	14
Vahid MOLLABASHI Ebrahim YARMOHAMMADI Nazli RABIENEJAD Elahe EZATI	EXAMINING THE PREVALENCE OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND MENTAL HEALTH AMONG DENTISTS	24
Gizay ÖLÇÜOĞLU Hesna URAL ULUCAN Sema ÇETİN	PREPARATION OF A BIOCOMPATIBLE IMPLANT FOR L-CARNITINE RELEASE AND EVALUATION OF THE RELEASE PROFILE	25
Ayşegül HOŞ Ayşe İNCİ Kaan YAMAN Shaghayegh SALEHI Ahmet Vedat YILDIRIM Fatma SARI Ayşenur ÖLMEZ Ayşegül ÇOPUR ÇİÇEK	ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF OLEA EUROPAEA L. VARIETIES IN THE FLORA OF TÜRKİYE	42

Author	Title	P. No
Betül TAŞ Ömer KÜÇÜKBASMACI Nevriye GÖNÜLLÜ Sevgi ERGİN	INVESTIGATION OF THE ANTIFUNGAL EFFECTIVENESS OF LEMON, GARLIC, and APPLE CIDER VINEGAR ON NON ALBICANS CANDIDA SPECIES	43
Bayram Ali GÜR Kubilay Kurtulus BASTAS	IDENTIFICATION OF BACTERIAL PATHOGENS AND DETERMINATION OF PREVALENCE RATES IN GREENHOUSE TOMATO CULTIVATION AREAS IN SERİK DISTRICT OF ANTALYA PROVINCE	55
Haydar KURT Kubilay Kurtulus BASTAS	EFFECTS OF SOME MICROALGAE SPECIES ON PLANT DEVELOPMENT AND BACTERIAL SPOT DISEASE (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>) IN TOMATOES	56
Ahmet Hakan EKER Mehmet Zahit AYDIN Özgün KALKIŞIM	SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇAY (<i>Camellia sinensis</i>) TARIMINDA BİYOSTIMULANTLARIN KULLANIMI	57
Mehmet Zahit AYDIN Ahmet Hakan EKER Özgün KALKIŞIM	SELECTION STUDIES ON PEAR (<i>PYRUS</i> SPP.) IN TÜRKİYE: CURRENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES	59
Konul GAHRAMANOVA Parvin MAMMADOVA Irada EYVAZOVA Inara SADIRZADE Aytaj ISMAILLI	PREDICTING THE KINETICS OF OIL BIODEGRADATION IN SEAWATER WHEN INOCULATED WITH ACTIVE HYDROCARBON-OXIDISING MICROORGANISMS	61
Altan ÇETİN Mustafa COŞKUNER	GEOPOLITICAL RISK AND TOURISM DEMAND: AN EMPIRICAL AND THEORETICAL ANALYSIS ON THE CASE OF TURKEY (1980–2024)	62
Gaye DENİZ Rümeysa UNAT Muhammed Ali ERMAN Buse BOZKUŞ	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN TOURISM, OPERATIONS MANAGEMENT, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE	76
Ergün DİLAVEROĞLU	EVALUATION OF WITNESS EVIDENCE IN ADMINISTRATIVE JUDICIAL PROCEDURE	94
Meltem İŞLER SEVİNDİ	SUBSCRIPTION FATIGUE AND “BINGE-AND-CANCEL” BEHAVIOR ON DIGITAL TV SERIES PLATFORMS	96
Ömer YAZICI Cemal KURT	A NEW GROWTH STRATEGY IN A MULTIPOLAR WORLD: TRADE DIPLOMACY AND THE SOFT POWER APPROACH IN MARKET SELECTION THROUGH THE CONCEPT OF NATIONFRIENDLY GLOBALIZATION	98
Senem ŞEN Yasemin BAL	THE MEDIATING ROLE OF JOB CRAFTING IN THE EFFECT OF EMPLOYEES’ PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ON JOB SATISFACTION	125



Author	Title	P. No
Zeynep BUÇUKCU	<i>COLOR DECEIVES: ANOTHER DIMENSION OF RENG.N IN DIVAN POETRY</i>	136
Beyda Nur YILMAZ Eren Deniz KAHRAMAN Aslı VURAL Burçak KIZILTAN IŞIK	<i>INTEGRATION OF ACCOUNTING AND INSURANCE DISCIPLINES IN THE DIGITAL TRANSFORMATION PROCESS</i>	147
Şule Sinem SÜRDEM Gamze ÇOBAN Elif ÇAM	<i>AN ANALYSIS OF THE CAPPADOCIA CULTURE ROUTE IN THE CONTEXT OF CULTURAL HERITAGE AND FAITH TOURISM: A STUDY ON THE FOUR-DAY ROUTE</i>	160
Elif ÇAM Gamze ÇOBAN Şule Sinem SÜRDEM	<i>MAPPING THE LITERATURE ON SPATIAL SECURITY ON ARCHITECTURE</i>	162
Tuğçe TEZEL Volkan KOVAN	<i>INDOOR AIR QUALITY AND OCCUPATIONAL HEALTH IMPLICATIONS OF EMISSIONS DURING STEREOLITHOGRAPHY PRINTING</i>	164
Tuğçe TEZEL Volkan KOVAN	<i>ENERGY-DRIVEN COMPUTATIONAL MODELING OF INDUSTRIAL CO₂ EMISSIONS UNDER ALTERNATIVE ENERGY SCENARIOS</i>	175
Dilek Cansu BOZACIOĞLU Ömer Faruk ÇAPAR	<i>LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS BASED ON SPT RESULTS: A THEORETICAL AND NUMERICAL STUDY</i>	182
Kemal ŞAHBUDAK Birol YAZARLI	<i>COMPARATIVE EVALUATION OF FLY ASH GEOPOLYMERS USING A FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN UNDER CONSTANT L/S RATIO</i>	196
Natiga SULEYMANLI Afsun SUJAYEV Yusif ABDULLAYEV Ibadulla MAHMUDOV	<i>DESIGN, PREPARATION, AND VIBRATIONAL SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF A NEWLY FORMED ALLANTOIN-DICYANDIAMIDE CONDENSATION PRODUCT (LG-7)</i>	204
Sabi'u SHITU Nabeela Bello UMAR Amira ALIYU	<i>MICROBIAL LOAD PROFILING AND DETERMINATION OF AFLATOXIN B₁ IN PALM WINE FROM SELECTED MARKETS IN KADUNA SOUTH AND CHIKUN LOCAL GOVERNMENT AREAS, NIGERIA</i>	205
Sabi'u SHITU Dungus Falmata Bashir MAINA Maryam Garba ABDULLAHI	<i>ASSESSMENT OF AFLATOXIN B₁ LEVELS IN READY-TO-EAT SNACKS FROM KADUNA, NIGERIA</i>	210
Khalid SBAI Latifa TAHRI Amal SAIDI Mohammed ACHAB Oumaima IBEN HALIMA Rim BOUGASSA H'maida KHALIHANA Mohammed FEKHAOU	<i>EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL QUALITY AND THE CONTRIBUTION OF GIS IN THE MAPPING OF GROUNDWATER IN THE TIFLET REGION (MOROCCO)</i>	211

Author	Title	P. No
Isaac JATO Pyokpang Adamu GYENVWOT Kabir GARBA Maryam IBRAHIM Babatunde M. O. Ugoh Ijeoma OGECHI Lawal Jibril IMAM	BIOMASS PYROLYSIS FOR RENEWABLE ENERGY PRODUCTION IN SHENDAM LOCAL GOVERNMENT USING ASPEN-PLUS AND MONTE-CARLO	212
Mohamed Sathak AFFAN R. DEVI R. SRINIVASAN	DESIGN AND DEVELOPMENT OF CURCUMIN NANOPARTICLES USING NATURAL TURMERIC EXTRACT	213
Gulnar ATAKISHIYEVA Sevinc MUKHTAROVA Sima MUSAYEVA Ilhama HAMDULLAYEVA Shukufa EYVAZOVA Naila VEYSOVA Namiq SHIKHALIYEV	DRUG-LIKENESS EVALUATION OF A NOVEL MOLECULE BASED ON LIPINSKI AND VEBER RULES	214
Saira MALIK Syed Mohsan Raza SHAH Muhammad JAVED	ROLE OF EXOGENOUS CuO NANOPARTICLES IN MODULATING WHEAT MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY UNDER DROUGHT STRESS	216
Tasawar IQBAL Sidra ALTAF	EXPLORING THE ANTICANCER POTENTIAL OF GREEN CHILI SEEDS: MECHANISMS AND THERAPEUTIC INSIGHTS	217
Shagufta KAMAL Sumble MALIK	BIOREMEDIATION OF ENDOCRINE DISRUPTING CHEMICALS USING MANGANESE PEROXIDASE: A CASE STUDY ON ERYTHROMYCIN AND PROPRANOLOL DEGRADATION	218
Saima SHAHEEN Nabila SHER	THYROID HORMONE LEVELS AND THEIR ASSOCIATION WITH PLASMA ZINC LEVELS AMONG ADOLESCENT AFGHAN REFUGEES; A CROSS-SECTIONAL STUDY	219
Komolafe, A. F. AyanfeOluwa, O. E. Kayode, C. O. Samuel, E. A.	RESPONSE OF CAULIFLOWER (<i>Brassica oleracea</i> <i>var. botrytis</i>) TO DIFFERENT VOLUMES OF SOIL AND RATES OF COMPOST	221
Karima ALAOUI	POTATO LATE BLIGHT (PHYTOPHTHORA INFESTANS); HISTORICAL, BIOLOGICAL, CULTURAL OVERVIEW FOR AN INTEGRATED PEST MANAGEMENT PERSPECTIVE	222
Mammadova Zulfiyya JALAL QIZI Gurbanov Elshad MAJNUN OGLU Rzayeve Afaq AYDIN QIZI	SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF JUNIPERUSETAEALYTRIGIASSETUM- TRIFOLIOSUM FORMATION IN THE MOUNTAIN XEROPHYTE (FRIGANA) VEGETATION OF AZERBAIJAN	223



Author	Title	P. No
Ijiyokun, A. O. A. Fasanu, O. A. Komolehin, F.	EFFECT OF PLANT MATERIALS ON SOIL SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY, BULK DENSITY AND MAIZE YIELD IN A RAINFOREST AGRO ECOLOGICAL ZONE OF NIGERIA	224
Ijiyokun, A. O. A. Fasanu, O. A. Komolehin, F.	INFLUENCE OF PLANT MATERIALS ON SOIL SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY, BULK DENSITY AND MAIZE YIELD IN A RAINFOREST AGRO ECOLOGICAL ZONE OF NIGERIA	225
Meherzi E FARJALLAH	INTEGRATIVE MORPHOLOGICAL AND MULTILOCUS MOLECULAR CHARACTERIZATION OF MICROCOTYLE ISYEBI INFECTING BOOPS BOOPS FROM TUNISIAN	226
Meherzi E FARJALLAH	MORPHOLOGICAL AND MULTILOCUS MOLECULAR CHARACTERIZATION OF PSEUDAXINE TRACHURI INFECTING BOOPS BOOPS FROM TUNISIA	227
Ruksana Vinod KUMAR	ROLE OF MEDICINAL HERBS IN THE PREVENTION AND MANAGEMENT OF HEAVY METAL-INDUCED TOXICITY	228
Deghiche DIAB N Boucif A Abbas S Ouamene T. A. Roumani M	POISONOUS SPONTANEOUS PLANTS AS SOURCES OF TRADITIONAL AND MODERN MEDICINES IN SOUTH ALGERIA	229
Polya YORDANOVA	TOWARDS SUSTAINABLE BIOAGRICULTURE IN CYPRUS: GROWTH, ECONOMIC DIMENSIONS AND CHALLENGES	230
Oksana BIHUN	PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE SOILS IN UKRAINE: AGROGENIC AND MILITARY-TECHNOGENIC FACTORS	240
Zabouri ABDELHAMID Assia HAMZA Bendjeddou YACINE Abdallah BELABBES Farida DJELGHOUM Benabed KHADIDJA	IMPROVED CONTROL METHODS FOR ISOLATED SEIG SYSTEMS	241
Osamah Ihsan ALI	ENHANCEMENT OF ADHESION AND WEAR RESISTANCE OF HIGH-SPEED STEEL TOOLS VIA CVD-HARD COATINGS	242
Faisal NAZIR	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION	243

Bashir Alabi ALI Kutama Ahmad SHEHU Mohammed Isa AUYO Aisha IDRIS Maryam MUHAMMED Adeniyi Kamoru ABDULAZEEZ Ndah Abigeal FATIMA	MECHANISM OF FUNGAL DISEASE MANAGEMENT USING BIOEXTRACTED CHITIN MOLECULES: A REVIEW	244
Thenmozhi . M	ENHANCED PRODUCTION OF FUNGAL ALPHA AMYLASE BY SOLID STATE FERMENTATION USING AGRO- INDUSTRIAL SUBSTRATES	245
Faiza BAGHIDA Mourad BOUGHRARA	A MULTISCALE COMPUTATIONAL APPROACH TO THE THERMOELECTRIC OF β -Cu ₂ Se: COMBINING DFT+U AND MOLECULAR DYNAMICS	252
Emmanuel Ugochukwu ANASO	IMMUNE COMPETENCE AND OXIDATIVE STRESS ADAPTIVE MECHANISMS IN SAHEL DESERT GOATS FED DIETS SUPPLEMENTED WITH FUNGAL-BIODEGRADED SACCHARUM OFFICINARUM SCRAPINGS	253
Nneoma Lydia DORBOR Success DAIKWO	MITIGATING OIL AND GAS IMPACTS: HEALTH PROMOTION STRATEGIES FOR COMMUNITY WELL-BEING	254
Nneoma Lydia DORBOR Success DAIKWO	EVALUATING THE EFFICIENCY OF BIOPHARMACEUTICALS IN PID TREATMENT	255
Vasile-Bogdan MARDARI Raluca Marinica ALBU Andreea Irina COSUTCHI	RHEOLOGICAL INVESTIGATION OF DISPERSIONS PREPARED FROM POLYVINYL ALCOHOL AND VARIABLE CONTENTS OF METAL OXIDE PARTICLES	256
Hameed Adavize MOMOH Nurul Ab Aziz HASHIKIN Muhammad Fahmi Rizal ABDUL HADI Bello Ayodeji IBRAHIM Ahmed Kehinde USMAN	QUANTITATIVE ANALYSIS OF TUMOR BURDEN AND LOBAR DYNAMICS TO PREDICT LUNG SHUNT FRACTION IN Y-90 RADIOEMBOLIZATION FOR HEPATOCELLULAR CARCINOMA	257

**ADLİ BİÇEMBİLİM VE TOPLUM(DİL)BİLİM ÇERÇEVESİNDE İNTİHAR
NOTLARINA YÖNELİK DİLBİLİMSEL GÖZLEMLER**
LINGUISTIC INSIGHTS ON SUICIDE NOTES WITHIN THE FRAMEWORK OF FORENSIC
STYLISTIC AND SOCIOLOGY/SOCIOLINGUISTICS

Lisans Öğrencisi Mina KUŞCUOĞLU

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi, Dilbilimi Bölümü, Konya,
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0009-1082-0276

Dr. Öğretim Üyesi Esra KÜÇÜKSAKARYA

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi, Dilbilimi Bölümü, Konya,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-3103-9608

ÖZET

Araştırma kapsamında, disiplinlerarası bir yapılanma ile adli biçembilim ve toplum(dil)bilim alanlarının kesiştiği adli dilbilim çerçevesinde intihar notlarındaki dil kullanımlarını farklı bakış açılarıyla değerlendirmek ve örüntüleri tespit etmek; böylelikle, intihar konusuna ilişkin toplumsal (ön)yargılara yönelik bir farkındalık oluşturmak hedeflenmiştir. Araştırmanın temel amacı, metinlerdeki dilsel örüntüleri adli biçembilim ve toplum(dil)bilim alanlarının yöntemlerini kullanarak adli dilbilim kapsamında kuramsal bir bakış açısıyla incelemektir. Bu doğrultuda, gerekli savcılık izni alınarak Kayseri ilinde gerçekleşen 2 intihar notu örneklem seçilerek vaka incelemesi yapılmıştır. Çalışmada Leech ve Short'un (2007) modeli kullanılarak sözcük tercihleri, tümce yapıları ve dilsel sapmalar biçembilim kapsamında değerlendirilmiştir. Tümce yapılarının incelenmesiyle beraber kişinin eğitim durumu, dine ve aileye olan bağlılığı, gerçekleştirdiği eylemin farkındalığı gibi durumları tespit etmemize olanak tanımıştır. İncelenen dilsel anlatımların, toplumdaki kimlik ayırt ediciliği, toplumsal konum, bireyselleşme gibi temaları yansıttığı bulgulanmıştır. Vakalarda bulunan notların karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan farklılıkların bir vasiyet niteliğinde mi yoksa intiharı gerçekleştiren kişinin bulunduğu ruh halinin bir dışavurumu olup olmadığı konusu adli biçembilimin metindeki sözcüksel ve sözdizimsel tercihler üzerinden yazarın toplumsal bütünleşme kaybının düzeyini göstermektedir. Araştırmanın toplumsal açıdan incelenmesinin temel dayanağını ise Durkheim'in (1897) "Egoistik İntihar" Kuramı oluşturmaktadır. Bireyin toplumsal bütünleşmesinin zayıflamasıyla ortaya çıkan bu intihar tipinin, notlardaki "ben" odaklı anlatım, toplumsal geriçekilme/inziva göstergeleri açısından incelenmiştir. Sözü geçen iki kuramsal yaklaşım, intihar notlarının adli geçerliliğini değerlendirmenin yanı sıra, yazarın toplumsal konumu ve psikososyal dünyasına ilişkin bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır. Araştırmanın, adli dilbilim alanyazınına kuramsal bir katkı sağlaması ve intihar vakalarının dilsel göstergeler üzerinden tanımlanmasına yardımcı olması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adli Dilbilim, Adli Biçembilim, Dilbilim, Toplumbilim, Toplumdilbilim

ABSTRACT

Within the scope of the research, the aim is to evaluate the language usage in suicide notes from different perspectives and identify patterns within the framework of forensic linguistics, which intersects the fields of forensic stylistics and sociolinguistics through an interdisciplinary approach. This is intended to raise awareness regarding societal (pre)judgments related to suicide. Thus, the goal is to raise awareness regarding social (pre)judgments related to suicide. The main objective of the research is to examine linguistic patterns in texts from a theoretical perspective within the scope of forensic linguistics, using methods from the fields of forensic stylistics and sociolinguistics. In this regard, a case study was conducted by selecting two suicide note samples from Kayseri province, with the necessary permission from the prosecutor's office. Using Leech and Short's (2007) model, word choices, sentence structures, and linguistic deviations were evaluated within the scope of stylistics. The analysis of sentence structures has enabled us to identify factors such as the individual's educational background, commitment to religion and family, and awareness of the action performed. Findings indicate that the linguistic expressions examined reflect themes such as identity differentiation, social status, and individualization within society. The question of whether the differences revealed by comparing the notes found in the cases constitute a will or an expression of the mental state of the person who committed suicide is demonstrated by forensic linguistics through the lexical and syntactic choices in the text, indicating the level of the author's loss of social integration. The theoretical basis for the social analysis of the research is Durkheim's (1897) Theory of Egoistic Suicide. This type of suicide, which arises from the weakening of an individual's social integration, has been examined in terms of the "self"-centered narrative in the notes and indicators of social withdrawal/isolation. The two theoretical approaches mentioned above provide a comprehensive perspective on the author's social position and psychosocial world, in addition to evaluating the legal validity of suicide notes. The study is expected to contribute theoretically to the field of forensic linguistics and to assist in defining suicide cases through linguistic indicators.

Keywords: Forensic Linguistics, Forensic Stylistics, Linguistics, Sociology, Sociolinguistics

MAKSİLLER GENİŞLETME: BİR PARADİGMANIN EVRİMİ**MAXILLARY EXPANSION: THE EVOLUTION OF A PARADIGM****Dr. Öğr. Üyesi İsmayıl MALIKOV**

Aksaray Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

ORCIDİ: 0000-0001-7013-1573

ÖZET

Maksiller transversal darlık, kraniyofasiyal gelişim anomalileri arasında sık karşılaşılan bir iskeletsel uyumsuzluk olup posterior çapraz kapanış, ark uzunluğu yetersizliği ve hava yolu soruları ile ilişkilendirilmektedir. Hızlı üst çene genişletmesi, Angle döneminden bu yana transversal maksiller yetersizliklerin tedavisinde temel ortopedik yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Yöntemin biyolojik temeli, midpalatal süturun ortopedik kuvvetlerle ayrılması ve kraniyomaksiller kompleks boyunca kemik remodelling sürecinin uyarılmasına dayanmaktadır.

Konvansiyonel diş destekli genişletme apareyleri, büyüme potansiyeli devam eden bireylerde etkili iskeletsel genişleme sağlayabilmekle birlikte, dentoalveoler devrilme, bukkal alveoler kemik kalınlığında azalma ve periodontal stres artışı gibi yan etkilerle ilişkilendirilmektedir. Posterior direnç bölgelerinde sınırlı açılma ve relaps potansiyeli de literatürde tartışılan başlıca sınırlılıklar arasındadır. Sütür maturasyonunun ilerlemesiyle ortopedik etkinliğin azalması, geç adölesan ve erişkin hastalarda alternatif biyomekanik yaklaşımların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.

İskeletsel ankrajın ortodontiye entegrasyonu ile mini-vida destekli genişletme protokolleri geliştirilmiş; kuvvet iletiminin doğrudan bazal kemik üzerinden sağlanması hedeflenmiştir. Bu yaklaşımın az dentoalveoler etki; daha homojen bir iskeletsel ekspansiyon sağladığı bildirilmektedir. Üç boyutlu görüntüleme teknikleri, özellikle konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, genişletmenin zigomatik, pterigomaksiller ve nazal kompleks üzerinde de etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Nazal hacimde artış ve hava yolu direncinde azalma olasılığı, genişletmenin fonksiyonel boyutuna ilişkin tartışmaları güçlendirmiştir.

Bu derleme, maksiller genişletme tedavisindeki biyomekanik ve klinik paradigma değişimini kavramsal bir çerçevede ele almaktadır. Günümüzde maksiller genişletme, diş destekli ortopedik müdahaleden iskeletsel ankraj temelli kontrollü biyomekanik stratejiye evrilen çok boyutlu bir tedavi anlayışını temsil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: maksiller genişletme, mini-vida destekli hızlı üst çene genişletmesi, ortodonti, ortodontik tedavi

ABSTRACT

Maxillary transverse deficiency represents one of the most prevalent skeletal discrepancies within craniofacial developmental anomalies and is commonly associated with posterior crossbite, arch length deficiency, and alterations in nasal airway morphology. Rapid maxillary expansion, since its early description in the Angle era, has been regarded as the principal orthopedic approach for the correction of transverse maxillary insufficiency. Its biological foundation relies on the separation of the midpalatal suture through orthopedic forces, thereby initiating bone remodeling throughout the craniofacial complex.

Conventional tooth-borne expanders are capable of producing effective skeletal widening in growing individuals; however, they are also associated with dentoalveolar tipping, reduction in alveolar bone thickness, and increased periodontal stress. Limited posterior skeletal opening and the potential for relapse have likewise been discussed as inherent limitations. As sutural maturation progresses, the orthopedic response diminishes, prompting the development of alternative biomechanical strategies for late adolescents and adults.

The integration of skeletal anchorage into orthodontics has led to the introduction of mini-implant–assisted expansion protocols, designed to deliver forces directly to the basal bone. This paradigm shift aims to reduce dentoalveolar compensation and promote a more homogeneous skeletal expansion pattern. Advances in three-dimensional imaging—particularly cone-beam computed tomography—have demonstrated that expansion effects are not confined to the midpalatal suture but also involve the zygomatic, pterygomaxillary, and nasal complexes. Increases in nasal cavity volume and potential reductions in airway resistance have further expanded the functional implications of maxillary expansion.

This review conceptually examines the biomechanical and clinical evolution of maxillary expansion. Contemporary practice reflects a transition from tooth-borne orthopedic intervention toward skeletal anchorage–based controlled biomechanical strategies, representing a multidimensional therapeutic paradigm.

Keywords: maxillary expansion, mini-screw assisted rapid palatal expansion, orthodontics, orthodontic treatment

**ORTODONTİK TEDAVİDE ŞEFFAF PLAKLAR VE SABİT ORTODONTİK APAREYLER:
KLİNİK ETKİNLİK VE BİYOMEKANİK PERFORMANSININ GÜNCEL KANITLAR
IŞIĞINDA ELEŞTİREL DEĞERLENDİRİLMESİ**

CLEAR ALIGNERS AND FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES IN ORTHODONTIC
TREATMENT: A CRITICAL APPRAISAL OF CLINICAL EFFECTIVENESS AND
BIOMECHANICAL PERFORMANCE IN LIGHT OF CURRENT EVIDENCE

Dr. Öğr. Üyesi İsmayıl MALIKOV

Aksaray Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

ORCIDİ: 0000-0001-7013-1573

ÖZET

Şeffaf plak tedavisi, dijital ortodontik planlamanın gelişimi ve artan estetik beklentiler doğrultusunda çağdaş klinik pratiğin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Bununla birlikte, bu sistemlerin sabit ortodontik apareylerle biyomekanik kontrol kapasitesi ve oklüzal bitim kalitesi açısından eşdeğerliği halen tartışmalıdır. Bu çalışma, şeffaf plaklar ile sabit ortodontik apareylerin klinik etkinliği ve tedavi çıktıları üzerine yayımlanmış güncel literatürün eleştirel bir değerlendirmesini sunmayı amaçlamaktadır.

Mevcut klinik çalışmalar, hafif ve orta şiddetteki maloklüzyonlarda genel tedavi başarısı açısından iki sistem arasında belirgin bir fark olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte alt analizler, özellikle kompleks vakalarda sabit ortodontik sistemlerin tork kontrolü, kök paralelliğinin sağlanması ve oklüzal temasların oluşturulması bakımından daha öngörülebilir ve tutarlı sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Şeffaf plak tedavisinin segmental diş hareketlerinde etkili olduğu; ancak rotasyon kontrolü, vertikal düzenleme ve detaylandırma aşamalarında ek düzeltme aşamasına gereksiniminin artabildiği bildirilmektedir.

Hasta merkezli sonuçlar açısından şeffaf plaklar estetik memnuniyet ve erken dönem konfor bakımından avantaj sağlamakta; ancak uzun dönem klinik başarı ve stabilite verileri vaka seçimine duyarlı ve heterojen görünmektedir. Bu durum, aparey seçiminin yalnızca estetik tercihlere değil, biyomekanik gereksinimlere ve tedavi hedeflerine dayandırılması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, şeffaf plaklar uygun vakalarda öngörülebilir klinik sonuçlar sunabilen etkili bir seçenek olmakla birlikte, kompleks biyomekanik gereksinimlerde sabit ortodontik sistemler daha yüksek kontrol kapasitesi ve oklüzal bitim kalitesi sağlamaktadır. Klinik karar süreci, hasta beklentileri ile biyomekanik gerçekler arasında dengeli bir değerlendirme gerektirir.

Anahtar Kelimeler: ortodonti, ortodontik tedavi, sabit ortodontik apareyler, şeffaf plaklar

ABSTRACT

Clear aligner therapy has emerged as a fundamental component of contemporary orthodontic practice, driven by advances in digital treatment planning and increasing esthetic expectations. Nevertheless, whether these systems are truly equivalent to fixed orthodontic appliances in terms of biomechanical control and quality of occlusal finishing remains a matter of ongoing debate. The present study provides a critical appraisal of the contemporary literature addressing the clinical effectiveness and treatment outcomes of clear aligners compared with fixed orthodontic appliances.

Available clinical evidence indicates that, in mild-to-moderate malocclusions, overall treatment success does not differ substantially between the two modalities. However, subgroup analyses suggest that fixed orthodontic systems yield more predictable and consistent outcomes in complex cases, particularly with respect to torque expression, root parallelism, and the establishment of optimal occlusal contacts. Clear aligner therapy appears effective in achieving segmental tooth movements; nonetheless, challenges have been reported in rotational control, vertical correction, and finishing stages, where the need for additional corrective phases may increase.

From a patient-centered perspective, clear aligners offer advantages in esthetic satisfaction and early treatment comfort. However, long-term clinical success and stability outcomes appear heterogeneous and highly dependent on case selection. These findings underscore that appliance selection should not be guided solely by esthetic preference but rather by biomechanical demands and clearly defined treatment objectives.

In conclusion, clear aligners represent an effective and predictable treatment option in appropriately selected cases. However, in malocclusions requiring complex biomechanical management, fixed orthodontic appliances continue to demonstrate superior control capacity and finishing precision. Clinical decision-making therefore requires a balanced integration of patient expectations and biomechanical realities.

Keywords: clear aligners, fixed orthodontic appliances, orthodontics, orthodontic treatment

**FARKLI SAGİTTAL İSKELETSEL MALOKLÜZYONLARA SAHİP
NORMODİVERJAN BİREYLERDE YÜZ YUMUŞAK DOKU KALINLIĞININ KİBT
KULLANILARAK ÜÇ BOYUTLU KANTİTATİF DEĞERLENDİRİLMESİ**

THREE-DIMENSIONAL QUANTITATIVE ASSESSMENT OF FACIAL SOFT TISSUE
THICKNESS BY CBCT IN NORMODIVERGENT INDIVIDUALS WITH DIFFERENT
SAGITTAL SKELETAL MALOCCLUSION PATTERNS

Doç. Dr. Fahrettin KALABALIK

Sakarya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Sakarya, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-7084-4995

Doç. Dr. Orhan ÇİÇEK

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı,
Zonguldak, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-8172-6043

Prof. Dr. Şuayip Burak DUMAN

İnönü Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Malatya, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-2552-0187

Araş. Gör. Muhammet Can EREN

Sakarya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Sakarya, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0001-0748-1594

Araş. Gör. Şeyda SAY

Sakarya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Sakarya, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0007-8691-619X

Araş. Gör. Furkan Osman AKARÇAY

Sakarya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Sakarya, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0002-8118-3197

Dr. Öğr. Üyesi Emre HAYLAZ

Sakarya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Sakarya, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-7330-9525

Prof. Dr. İsmail GÜMÜŞSOY

Sakarya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Sakarya, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-2725-3273

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, normodiverjan bireylerde farklı sagittal iskelet sınıflarının yüz yumuşak doku kalınlığı (YYDK) üzerindeki etkilerini konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanarak değerlendirmek ve kesici dişlerin sagittal konumu ile eğiminin dudak yumuşak doku kalınlığı ile ilişkisini incelemektir. Katılımcılar ANB açılarına göre her grupta 32 birey olacak şekilde üç iskelet sınıfına ayrılmıştır. YYDK ölçümleri midsagittal düzlemde belirlenen dokuz anatomik referans noktasında gerçekleştirilmiştir. Üst ve alt kesici dişlerin sagittal konum ve eğimleri ise NA ve NB açıları ile mesafeleri ve IMPA ölçümleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, erkeklerde tüm ölçüm noktalarında YYDK değerlerinin kadınlara kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. N, Rh, Sn, Ls, Li, Lm ve Gn noktalarında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p < 0,05$), Gb ve Pg noktalarında anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). İskelet sınıfları karşılaştırıldığında, Sınıf II bireylerde Li ($p < 0,001$) ve Lm ($p = 0,025$) noktalarındaki YYDK değerlerinin diğer gruplara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, NA ve NB açıları ile mesafeleri açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Ayrıca, Sınıf II grubunda alt kesici diş konumu ile IMPA arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir ($r = 0,381$, $p = 0,031$). Bu bulgular, normodiverjan bireylerde sagittal iskelet sınıfının YYDK üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu ve anlamlı farklılıkların yalnızca alt dudak ve labiomenta bölgeyi temsil eden Li ve Lm noktalarında ortaya çıktığını göstermektedir. Kesici dişlerin sagittal konumunun iskelet sınıfları arasında belirgin farklılık göstermemesi, ancak Sınıf II bireylerde IMPA ile ilişki bulunması, özellikle bu grupta yumuşak doku-diş ilişkilerinin daha dikkatli değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Klinik açıdan, KIBT ile YYDK değerlendirmesi ortodontik tanı, tedavi planlaması ve ortognatik cerrahi öngörülerinde önemli katkı sağlamaktadır. Cinsiyete bağlı farklılıkların ve alt dudak ile labiomenta bölgedeki değişkenliklerin dikkate alınması, daha doğru yumuşak doku tahminleri yapılmasına ve daha estetik, öngörülebilir tedavi sonuçlarının elde edilmesine yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi; Yüz Yumuşak Doku Kalınlığı; Dudak Kalınlığı; Normodiverjan Bireyler; Sagittal İskeletsel Maloklüzyon.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of different sagittal skeletal classes on facial soft tissue thickness (FSTT) in normodivergent individuals using cone-beam computed tomography (CBCT) and to investigate the relationship between the sagittal position and inclination of the incisors and lip soft tissue thickness. Participants were divided into three skeletal classes according to their ANB angles, with 32 individuals in each group. FSTT measurements were performed at nine anatomical reference points determined on the midsagittal plane. The sagittal position and inclination of the maxillary and mandibular incisors were assessed using NA and NB angles and linear measurements, as well as the IMPA value. The results showed that FSTT values were higher in males than in females at all measurement points. Statistically significant sex differences were found at the N, Rh, Sn, Ls, Li, Lm, and Gn points ($p < 0.05$), whereas no significant differences were observed at the Gb and Pg points ($p > 0.05$). When skeletal classes were compared, individuals with Class II malocclusion demonstrated significantly greater FSTT values at the Li ($p < 0.001$) and Lm ($p = 0.025$) points compared to the other groups. However, no significant differences were found among the groups in terms of NA and NB angles or linear measurements ($p > 0.05$). In addition, a positive and statistically significant correlation was identified between mandibular incisor position and IMPA in the Class II group ($r = 0.381$, $p = 0.031$). These findings indicate that the effect of sagittal skeletal class on FSTT in normodivergent individuals is limited, and significant differences are observed only at the Li and Lm points, which represent the lower lip and labiomental region. Although the sagittal position of the incisors did not differ significantly among skeletal classes, the presence of a relationship with IMPA in Class II individuals suggests that soft tissue-tooth relationships should be evaluated more carefully in this group. Clinically, CBCT-based assessment of FSTT provides valuable information for orthodontic diagnosis, treatment planning, and orthognathic surgical prediction. Considering sex-related differences and variability in the lower lip and labiomental region may contribute to more accurate soft tissue predictions and to achieving more aesthetic and predictable treatment outcomes.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography; Facial Soft Tissue Thickness; Lip Thickness; Normodivergent Individuals; Sagittal Skeletal Malocclusion.

PERİ-İMLANTİTİS YÖNETİMİNDE CIST PROTOKOLÜNÜN KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

CLINICAL EVALUATION OF THE CIST PROTOCOL IN THE MANAGEMENT OF PERI- İMLANTİTİS

Dr. Öğretim Üyesi Onur Emre ÇİFTÇİ

Aksaray Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Bölümü, Aksaray, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0002-2327-2669

ÖZET

Bu çalışmanın amacı peri-implantitis tedavisinde CIST (Cumulative Interceptive Supportive Therapy) protokolünün klinik yaklaşımını güncel literatürde yer alan klinik çalışmalar doğrultusunda değerlendirmektir. Peri-implantitis implant çevresi dokularda inflamasyon ve progresif kemik kaybı ile karakterize olup uzun dönem implant başarısını olumsuz etkileyen önemli bir biyolojik komplikasyondur. CIST protokolü peri-implant hastalıkların şiddetine göre basamaklandırılmış bir tedavi algoritması sunmakta ve mekanik debridman, antiseptik uygulamalar, lokal veya sistemik antibiyotik kullanımı ile cerrahi müdahaleleri kademeli biçimde içermektedir. CIST protokolü kapsamında cerrahi ve cerrahisiz tedavi basamaklarının klinik parametreler üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Literatürde bildirilen klinik çalışmalar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş cep derinliği miktarında değişim, sondlamada kanama ve kemik kaybının progresyonu gibi temel göstergeler bütüncül bir yaklaşımla incelenmiştir. Erken evre peri-implant lezyonlarda mekanik ve antiseptik uygulamaların inflamasyon kontrolünde etkili olabileceğini ancak ileri kemik kaybı bulunan olgularda cerrahi ve rejeneratif yaklaşımların sıklıkla gerekli olduğunu göstermektedir. İmplant yüzey dekontaminasyonunda kullanılan tedavi yöntemlerinin (air-polishing, lazer ve kimyasal ajanlar) etkinliği değişken olup seçimin lezyon şiddeti, implant yüzeyi ve defekt morfolojisine göre yapılması gerektiği bildirilmektedir. Tedavi başarısının uzun dönem sürdürülebilirliği açısından destekleyici periodontal bakımın düzenli uygulanması ve profesyonel biyofilm kontrolünün sağlanması kritik öneme sahiptir. İdame fazında tedaviye uyum göstermeyen olgularda hastalığın rekürrens riskinin artabileceği bildirilmektedir. Sonuç olarak CIST protokolü peri-implantitis tedavisinde sistematik ve basamaklı bir yaklaşım sunmakta olup klinik karar sürecinde hastaya özgü risk değerlendirmesi yapılması ve tedavi planının destekleyici peri-implant tedavi programı ile yapılandırılması uzun dönem klinik stabilitenin sağlanması açısından kritik önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Peri-implantitis, CIST Protokolü, Peri-implant Tedavi, Yüzey Dekontaminasyonu, Destekleyici Peri-implant Tedavi

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the clinical approach of the CIST (Cumulative Interceptive Supportive Therapy) protocol in the treatment of peri-implantitis in accordance with clinical studies reported in the current literature. Peri-implantitis is characterized by inflammation and progressive bone loss in peri-implant tissues and represents a significant biological complication that adversely affects long-term implant success. The CIST protocol provides a staged treatment algorithm according to the severity of peri-implant diseases and includes mechanical debridement, antiseptic applications, local or systemic antibiotic use and surgical interventions in a cumulative manner. Within the scope of the CIST protocol the effects of surgical and non-surgical treatment phases on clinical parameters were analyzed. Clinical studies reported in the literature were comparatively evaluated and fundamental indicators such as changes in probing depth, bleeding on probing and progression of bone loss were examined through a comprehensive approach. Mechanical and antiseptic applications may be effective in controlling inflammation in early peri-implant lesions however surgical and regenerative approaches are frequently required in cases with advanced bone loss. The effectiveness of treatment methods used for implant surface decontamination (air-polishing, lasers, and chemical agents) is variable and selection should be made according to lesion severity, implant surface characteristics and defect morphology. For the long-term sustainability of treatment success regular supportive periodontal care and professional biofilm control are of critical importance. In cases showing non-compliance during the maintenance phase the risk of disease recurrence may increase. In conclusion the CIST protocol offers a systematic and staged approach in the treatment of peri-implantitis and performing patient-specific risk assessment during clinical decision-making and structuring the treatment plan within a supportive peri-implant therapy program are of critical importance for achieving long-term clinical stability.

Keywords: Peri-implantitis, CIST Protocol, Peri-implant Treatment, Surface Decontamination, Supportive Peri-implant Therapy

KERATİNİZE DİŞ ETİ GENİŞLİĞİNİN PERIODONTAL KLİNİK STABİLİTEYE ETKİSİ

THE EFFECT OF KERATINIZED GINGIVAL TISSUE WIDTH ON PERIODONTAL CLINICAL STABILITY

Dr. Öğretim Üyesi Onur Emre ÇİFTÇİ

Aksaray Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Bölümü, Aksaray, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0002-2327-2669

ÖZET

Bu çalışmanın amacı keratinize diş eti genişliğinin periodontal klinik stabilite üzerindeki etkisini güncel literatür bulguları doğrultusunda değerlendirmektir. Keratinize diş eti genişliği periodontal dokuların biyolojik dayanıklılığı ve uzun dönem klinik stabilitesi açısından önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir bununla birlikte gerekli minimum genişliğe ilişkin literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Geleneksel yaklaşım periodontal sağlığın sürdürülebilmesi için belirli bir minimum keratinize diş eti genişliğinin gerekli olduğunu savunurken güncel çalışmalar bu gerekliliğin bireysel plak kontrol düzeyi ve periodontal fenotip özelliklerine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Bu kapsamda keratinize diş eti genişliğinin plak kontrolü, diş eti inflamasyonu, marjinal doku stabilitesi, klinik ataçman düzeyi ve diş eti çekilmesi gelişimi üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Literatürde yer alan klinik ve gözlemsel çalışmaların sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve farklı hasta gruplarında bildirilen periodontal parametreler bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Mevcut kanıtlar yetersiz keratinize diş eti varlığında özellikle oral hijyenin yetersiz olduğu bireylerde inflamasyon ve marjinal doku instabilitesinin daha sık gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Etkili plak kontrolü sağlanan olgularda yetersiz keratinize diş eti genişliğinin her zaman klinik ataçman kaybı ile sonuçlanmadığı bildirilmektedir. İnce periodontal fenotipe sahip bireylerde keratinize diş eti yetersizliğinin çekilme riskini artırabileceği ve mekanik travmaya karşı dokusal direncin azalabileceği belirtilmektedir. Sonuç olarak keratinize diş eti genişliğinin periodontal klinik stabilite üzerindeki etkisi tek başına değerlendirilmemeli bireysel plak kontrol kapasitesi, fenotip özellikleri ve travmatik faktörler ile birlikte ele alınmalıdır. Klinik karar sürecinde mukogingival cerrahi gereksinimi hasta bazlı risk analizi doğrultusunda belirlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Keratinize Diş Eti, Periodontal Stabilite, Diş Eti Çekilmesi, Periodontal Fenotip, Mukogingival Cerrahi

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the effect of keratinized gingival tissue width on periodontal clinical stability in accordance with current literature findings. Keratinized gingival tissue width is accepted as an important parameter in terms of the biological resilience and long-term clinical stability of periodontal tissues however there are differing views in the literature regarding the required minimum width. While the traditional approach argues that a certain minimum width of keratinized gingival tissue is necessary for the maintenance of periodontal health, contemporary studies show that this requirement may vary depending on individual plaque control levels and periodontal phenotype characteristics. In this context the effects of keratinized gingival tissue width on plaque control, gingival inflammation, marginal tissue stability, clinical attachment level, and the development of gingival recession were analyzed. The results of clinical and observational studies in the literature were comparatively evaluated and periodontal parameters reported in different patient groups were assessed using a comprehensive approach. Current evidence indicates that in the presence of insufficient keratinized gingival tissue, inflammation and marginal tissue instability are observed more frequently particularly in individuals with inadequate oral hygiene. In cases where effective plaque control is achieved insufficient keratinized gingival tissue width does not always result in clinical attachment loss. In individuals with a thin periodontal phenotype insufficient keratinized gingival tissue may increase the risk of recession and decrease tissue resistance to mechanical trauma. In conclusion the effect of keratinized gingival tissue width on periodontal clinical stability should not be evaluated alone but together with individual plaque control capacity, phenotype characteristics, and traumatic factors. The need for mucogingival surgical intervention should be determined according to patient-specific risk analysis in the clinical decision-making process.

Keywords: Keratinized Gingival Tissue, Periodontal Stability, Gingival Recession, Periodontal Phenotype, Mucogingival Surgery

PERIOPERATIVE MANAGEMENT OF NOVEL ORAL ANTICOAGULANTS (NOACS) IN DENTAL PRACTICE

Res. Assist. Mustafa ÜSTÜN

Necmettin Erbakan University Dentistry Faculty,

Oral and Maxillofacial Surgery Department

ORCID: 0009-0006-3778-180X

ABSTRACT

The increasing prevalence of cardiovascular diseases has led to a significant rise in patients taking novel or direct oral anticoagulants (NOACs/DOACs), such as dabigatran, rivaroxaban, apixaban, and edoxaban. While these new-generation drugs offer substantial advantages over traditional vitamin K antagonists—including predictable pharmacokinetics, the absence of routine INR monitoring, and fewer drug interactions—they present a unique clinical challenge in daily dental practice. Practitioners must carefully balance the risk of perioperative bleeding against the potentially severe risk of thromboembolic events if the medication is inappropriately interrupted. Current evidence and clinical guidelines strongly indicate that for low- to moderate-risk dental procedures—such as simple extractions of up to three teeth, subgingival scaling, and restorative work—NOAC therapy should not be discontinued. The risk of a thrombotic event from withholding the drug far outweighs the risk of localized oral hemorrhage. Instead, clinicians should manage potential bleeding using robust local hemostatic measures. Techniques such as applying absorbable gelatin sponges, oxidized cellulose, primary wound closure (suturing), and topical tranexamic acid mouthwashes are highly effective in controlling postoperative oozing. Conversely, for high-risk and extensive surgical interventions (e.g., multiple extractions of more than three teeth, extensive flap surgeries, or osteotomies), a brief, timed interruption of the NOAC may be required. This typically involves missing one or two doses timed to pharmacokinetic troughs, strictly guided by the specific agent's half-life, the patient's renal function, and medical consultation. This study will review the pharmacological profiles of new-generation anticoagulants, stratify dental procedures based on bleeding risk, and provide an evidence-based clinical algorithm. By integrating pharmacokinetic awareness with meticulous local hemostatic techniques, dental professionals can ensure safe and effective patient care without compromising systemic thromboprophylaxis.

Keywords: Novel oral anticoagulants, Perioperative management, Bleeding risk, Oral surgery, Local hemostatic agents

INTRODUCTION

Cardiovascular diseases, particularly conditions like atrial fibrillation, significantly increase the risk of stroke and systemic embolism, making long-term anticoagulant prophylaxis essential for many patients (Oğuz & Fenercioğlu, 2015). For decades, traditional Vitamin K antagonists (VKAs) such as warfarin have been the primary choice for oral anticoagulation (Bulut et al., 2013). However, VKAs present numerous clinical challenges, including a narrow therapeutic window, highly variable dose-response relationships among individuals, susceptibility to numerous drug and food interactions, and the strict requirement for routine laboratory monitoring via the International Normalized Ratio (INR) (Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme [SDCEP], 2022). To overcome these limitations, a new generation of drugs known as direct oral anticoagulants (DOACs) or novel oral anticoagulants (NOACs) was developed and has since become widely integrated into clinical practice guidelines (Tran et al., 2025).

Unlike traditional VKAs that broadly inhibit the synthesis of multiple vitamin K-dependent clotting factors (Factors II, VII, IX, and X) in the liver, DOACs selectively and directly target specific active factors within the coagulation cascade (Inchingolo et al., 2024). This novel group of medications is primarily categorized into two classes based on their specific mechanism of action: direct thrombin (Factor IIa) inhibitors, represented by dabigatran, and direct Factor Xa inhibitors, which include rivaroxaban, apixaban, and edoxaban (Tran et al., 2025). By specifically blocking these critical steps in fibrin formation, DOACs provide a more predictable and stable level of anticoagulation compared to their predecessors (SDCEP, 2022).

The pharmacological profiles of DOACs offer substantial advantages in daily medical and dental practice, including a rapid onset of action, predictable pharmacokinetics, short half-lives, fixed-dose regimens, and the elimination of routine coagulation monitoring (Costantinides et al., 2016; Curto et al., 2017). Despite these benefits, the increasing number of patients presenting to dental clinics on DOAC therapy introduces a unique clinical challenge for practitioners (SDCEP, 2022). Dental professionals must navigate the perioperative management of these medications, constantly balancing the risk of procedure-related localized bleeding against the severe, potentially life-threatening risk of thromboembolic events if the anticoagulant is inappropriately interrupted (Choudhary et al., 2025). Consequently, older paradigms of automatically discontinuing blood thinners before dental surgery have been replaced with nuanced, evidence-based management protocols that heavily rely on local hemostatic measures rather than interrupting life-saving drug therapies (Choudhary et al., 2025).

LITERATURE REVIEW

The landscape of antithrombotic therapy has been transformed by the introduction of novel or direct oral anticoagulants (NOACs/DOACs), such as dabigatran, rivaroxaban, apixaban, and edoxaban, which are now frequently prescribed to prevent systemic embolism and stroke (Inchingolo et al., 2024). Compared to traditional vitamin K antagonists (VKAs) like warfarin, NOACs offer significant advantages, including predictable pharmacokinetics, fewer drug-food interactions, rapid onset, and the elimination of routine coagulation monitoring (Choudhary et al., 2025). However, the increasing prevalence of NOAC therapy presents a critical clinical dilemma in dentistry: balancing the risk of perioperative hemorrhage against the severe, potentially fatal risk of thromboembolic events if the medication is unnecessarily interrupted (Tran et al., 2025). Consequently, older paradigms of automatically discontinuing these blood thinners before dental surgery have been largely replaced by evidence-based management strategies focused on risk stratification and local hemostasis (Yefet et al., 2025).

Current evidence robustly supports the continuation of NOAC therapy for dental procedures associated with a low to moderate risk of bleeding, such as simple extractions and supragingival scaling (Choudhary et al., 2025). A recent comprehensive meta-analysis of 29 studies encompassing over 29,000 patients demonstrated that uninterrupted DOAC therapy during dentoalveolar surgery actually resulted in a statistically significant 21% reduction in bleeding risk compared to uninterrupted VKA therapy (Dou et al., 2025). Clinical guidelines consistently advise that for low-risk procedures, the risk of a thrombotic event from withholding the drug far outweighs the risk of localized oral bleeding, which can typically be safely managed without altering the patient's systemic medication regimen (Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme [SDCEP], 2022).

For procedures carrying a high risk of bleeding, such as extensive flap surgeries or multiple extractions, a tailored and timed interruption of NOAC therapy may be warranted. In these scenarios,

interventions are typically planned around the drug's pharmacokinetic trough, which may involve skipping one or two doses strictly guided by the specific agent's half-life and the patient's renal function (Choudhary et al., 2025). Furthermore, practitioners must be highly vigilant regarding concurrent medications that can exacerbate bleeding risks (Mameli et al., 2026). The literature highlights that co-administering NOACs with nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) or selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) significantly increases the risk of both gastrointestinal and postoperative bleeding due to synergistic pharmacodynamic effects on platelet function (Lee et al., 2020; Mameli et al., 2026). Therefore, alternative analgesics like paracetamol are often recommended postoperatively to minimize hemorrhagic complications (SDCEP, 2022).

To safely facilitate dental surgeries without interrupting NOAC therapy, clinicians heavily rely on robust local hemostatic measures. Traditional approaches—such as primary wound closure with sutures, the application of absorbable gelatin sponges, oxidized cellulose, and topical tranexamic acid mouthwashes—have proven highly effective in containing postoperative oozing (Choudhary et al., 2025). More recently, the use of autologous platelet concentrates (APCs), including platelet-rich plasma (PRP) and leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF), has gained significant traction (Dinkova et al., 2025). Systematic reviews of randomized controlled trials indicate that applying APCs into extraction sockets not only reduces bleeding time by 30% to 50% but also significantly accelerates soft tissue healing and reduces postoperative pain in anticoagulated patients (Campana et al., 2023; Dinkova et al., 2025). By integrating these advanced local hemostatic techniques with meticulous surgical planning, dental professionals can ensure optimal hemostasis without compromising the patient's critical thromboprophylaxis (Yefet et al., 2025).

METHODOLOGY

This study is based on a comprehensive narrative synthesis of the current literature regarding the perioperative dental management of patients receiving novel oral anticoagulants (NOACs). To construct the six core subtopics, a structured literature search was conducted across major electronic databases, including PubMed/MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, and the Cochrane Library, capturing relevant articles and clinical trials published up to 2025. The search strategy utilized a combination of Medical Subject Headings (MeSH) and free-text keywords such as "direct oral anticoagulants," "NOAC," "DOAC," "dabigatran," "rivaroxaban," "apixaban," and "edoxaban," combined with dental-specific terms like "dentistry," "oral surgery," "bleeding risk," and "local hemostatic agents". Furthermore, manual searches of clinical practice guidelines from recognized professional bodies, such as the Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme (SDCEP), were integrated to ensure the inclusion of the most up-to-date, evidence-based protocols.

The selection criteria prioritized high-quality evidence, specifically including randomized controlled trials, prospective and retrospective cohort studies, systematic reviews, meta-analyses, and expert consensus documents, while generally excluding isolated case reports and *in vitro* studies lacking direct clinical relevance. Selected articles were critically appraised to extract data pertinent to the pharmacological profiles of NOACs, procedure-specific bleeding risk stratification, and the clinical efficacy of various local hemostatic modalities, such as autologous platelet concentrates and tranexamic acid. By synthesizing this robust pool of data, the methodology ensures that the clinical algorithms presented for both low-to-moderate and high-risk dental procedures reflect the current international consensus on safely balancing thromboembolic and hemorrhagic risks without making unnecessary medication interruptions.

FINDINGS

1. The Clinical Dilemma: Balancing Bleeding and Thrombosis Risks

The clinical management of dental patients receiving novel oral anticoagulants (NOACs) presents a significant challenge, requiring practitioners to carefully balance the competing risks of procedure-related hemorrhage and thromboembolism (Cavallari, 2015). Whenever a patient treated with an oral anticoagulant undergoes an invasive diagnostic or surgical procedure, the decision of whether to alter the medication regimen requires weighing the bleeding risk of the specific intervention against the severe thrombotic risk that arises if the drug is discontinued (Campana et al., 2023; Dézsi et al., 2017). Both excessive perioperative bleeding and thromboembolic events, such as stroke or myocardial infarction, can severely impact patient morbidity and mortality, making this a critical clinical dilemma (Cavallari, 2015).

In resolving this dilemma, current evidence strongly indicates that the risk of a severe thrombotic event from withholding the anticoagulant far outweighs the consequences of localized oral hemorrhage (American Dental Association [ADA], 2020; Dézsi et al., 2017). Although dentoalveolar surgeries inherently disrupt vascular integrity, the resulting postoperative bleeding is typically manageable and rarely leads to severe complications requiring hospitalization (Dou et al., 2025). Conversely, the temporary cessation of NOACs can trigger rebound hypercoagulability, with some studies demonstrating up to a 20-fold increase in the short-term risk of thromboembolic events when drugs like dabigatran or rivaroxaban are interrupted (Dou et al., 2025). Therefore, postoperative thromboembolism is widely considered a much more severe and unacceptable complication compared to localized oral bleeding (Dou et al., 2025).

This risk-benefit analysis has prompted a major paradigm shift away from historical practices, such as routine drug discontinuation or the use of "bridging" therapies. Previously, patients pausing oral anticoagulants were often bridged with parenterally administered low-molecular-weight heparin to minimize thromboembolic risk (Statman, 2023). However, recent clinical trials have demonstrated that perioperative bridging significantly increases the risk of major bleeding without providing any actual reduction in thromboembolic events (Cavallari, 2015; Statman, 2023). As a result, modern protocols dictate that for the vast majority of dental procedures, NOAC therapy should remain uninterrupted, relying instead on local hemostatic measures to safely control bleeding while maintaining essential systemic thromboprophylaxis (ADA, 2020; Dou et al., 2025).

2. Risk Stratification of Dental Procedures

Before initiating any dental treatment on a patient taking novel oral anticoagulants (NOACs), clinicians must conduct a thorough assessment of the procedure-specific bleeding risk (Choudhary et al., 2025; Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme [SDCEP], 2022). This risk stratification serves as the foundational framework for determining whether to safely continue the anticoagulant therapy or if a temporary interruption is warranted (Choudhary et al., 2025; SDCEP, 2022). Because dental procedures inherently disrupt vascular integrity to varying degrees, interventions are broadly categorized based on their potential to cause post-operative hemorrhagic complications (Choudhary et al., 2025; SDCEP, 2022). Modern clinical guidelines emphasize that the vast majority of routine dental treatments carry a minimal to low risk of significant bleeding, allowing for the uninterrupted continuation of NOACs (Choudhary et al., 2025; SDCEP, 2022).

Procedures classified as having a minimal or low risk of bleeding complications encompass most daily dental interventions. Minimal risk procedures typically include the administration of local anesthesia (such as infiltrations or intraligamentary injections), basic periodontal examinations, supragingival scaling, simple restorative work, and standard orthograde endodontic therapies (SDCEP, 2022; Statman, 2023). The low-risk category also encompasses minor surgical interventions, such as simple extractions of up to three teeth, root surface debridement, subgingival scaling, and the incision and drainage of intraoral swellings (Curto et al., 2017; SDCEP, 2022). Clinical evidence indicates that for these low-risk procedures, the resultant bleeding is typically self-limiting and can be effectively managed using standard local hemostatic measures without the need to alter the patient's systemic NOAC regimen (Curto et al., 2017; SDCEP, 2022).

Conversely, procedures associated with a higher risk of bleeding complications require meticulous perioperative planning and may necessitate a timed interruption of the NOAC. Higher-risk dental interventions include complex surgical extractions, the simultaneous extraction of more than three teeth, and adjacent extractions that leave a large wound (Costantinides et al., 2016; SDCEP, 2022). Furthermore, any surgeries requiring the elevation of a mucoperiosteal flap—such as extensive periodontal surgery, preprosthetic surgery, biopsies, periradicular surgery, and the placement of multiple dental implants—significantly elevate the hemorrhagic risk due to greater tissue trauma and vascular exposure (Choudhary et al., 2025; SDCEP, 2022). Maxillofacial interventions, including orthognathic surgery, excision of large bony or soft tissue pathologies, and extensive trauma repair, are also classified as high risk (Statman, 2023). For patients undergoing these extensive procedures, clinicians must carefully balance the bleeding risk against the patient's thromboembolic risk, often coordinating with the managing physician to schedule the surgery at the drug's pharmacokinetic trough or safely skip a dose (Choudhary et al., 2025; Costantinides et al., 2016).

3. Clinical Protocol for Low-to-Moderate Risk Procedures

For the vast majority of routine dental treatments categorized as having a low-to-moderate bleeding risk, current evidence and clinical guidelines strongly recommend continuing novel oral anticoagulant (NOAC) therapy without interruption (Choudhary et al., 2025; Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme [SDCEP], 2022). The potential for a severe thromboembolic event following the cessation of NOACs significantly outweighs the risk of localized oral hemorrhage (Yefet et al., 2025). Clinical trials and systematic reviews consistently demonstrate that procedures such as simple extractions of up to three teeth, supragingival scaling, and standard restorative work can be safely performed while the patient remains fully anticoagulated without altering their systemic drug regimen (Choudhary et al., 2025; SDCEP, 2022).

Although the medication is not interrupted, meticulous perioperative planning is essential to ensure patient safety and to effectively manage any minor oozing (SDCEP, 2022). Guidelines advise scheduling these dental procedures early in the day and ideally early in the week; this strategy affords ample time for the clinician to monitor the patient postoperatively and address any delayed bleeding during normal clinic operating hours (SDCEP, 2022; Statman, 2023). Furthermore, clinicians are encouraged to limit the initial treatment area—such as performing a single extraction or scaling only a few teeth at a time—to carefully assess the patient's individual bleeding tendency before proceeding with more extensive treatments at subsequent visits (SDCEP, 2022).

Because systemic anticoagulation is maintained, the management of potential bleeding relies entirely on the robust application of local hemostatic measures (Choudhary et al., 2025). Following the

procedure, the practitioner should actively employ mechanical pressure, place resorbable hemostatic agents like oxidized cellulose or gelatin sponges into the surgical site, and achieve primary wound closure with sutures (Choudhary et al., 2025; SDCEP, 2022). The adjunctive use of topical antifibrinolytics, such as tranexamic acid mouthwashes, is also highly effective in stabilizing the clot (SDCEP, 2022). Postoperatively, if analgesics are required, paracetamol is strictly preferred over nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) like ibuprofen or naproxen, as the concurrent use of NOACs and NSAIDs synergistically increases the risk of bleeding complications (Mameli et al., 2026; SDCEP, 2022).

4. Clinical Protocol for High-Risk Procedures

For dental procedures classified as carrying a high risk of bleeding—such as the simultaneous extraction of more than three teeth, extensive flap elevations, preprosthetic surgery, multiple implant placements, or complex maxillofacial interventions—a tailored interruption of novel oral anticoagulant (NOAC) therapy is generally required (Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme [SDCEP], 2022; Statman, 2023). Because these surgeries involve significant vascular exposure and tissue trauma, the risk of severe intraoperative and postoperative hemorrhage necessitates a reduction in systemic anticoagulant levels. Consequently, managing these complex cases mandates multidisciplinary collaboration; dental practitioners should actively consult with the patient's prescribing physician or cardiologist to formulate an individualized perioperative plan that precisely balances the patient's thromboembolic vulnerability against the surgical bleeding risk (Choudhary et al., 2025).

The exact protocol for withholding the medication depends on the specific NOAC being used, its half-life, and the patient's renal function (creatinine clearance). For moderately high-risk dental interventions, guidelines often recommend simply advising the patient to miss or delay their morning dose on the day of the surgery (SDCEP, 2022). However, for major oral and maxillofacial surgeries with substantial bleeding risk, a longer pause is necessary. Typically, factor Xa inhibitors (rivaroxaban, apixaban, and edoxaban) are withheld for 48 hours (approximately two days) prior to the procedure (Tran et al., 2025). For dabigatran, which is highly dependent on renal clearance, the interruption period is 48 hours for patients with normal kidney function, but this must be extended to 96 hours (four days) if the patient has impaired renal function (creatinine clearance <50 mL/min) (Tran et al., 2025). Crucially, modern guidelines emphasize that perioperative "bridging" therapy with low-molecular-weight heparin (LMWH) is **not indicated** for patients on NOACs, as their rapid onset and short half-lives render bridging unnecessary and potentially harmful by significantly increasing major bleeding without reducing thrombotic events (Statman, 2023; Tran et al., 2025).

Following the high-risk procedure, the safe resumption of NOAC therapy is critical and must only occur once a stable clot has formed and complete hemostasis is clinically confirmed (Choudhary et al., 2025). Therapeutic doses of NOACs are typically resumed 24 to 48 hours postoperatively, and in some cases up to 72 hours if the bleeding risk remains elevated (Statman, 2023; Tran et al., 2025). To safely navigate the perioperative and postoperative periods, clinicians must schedule these complex surgeries early in the day and early in the week to allow for optimal patient monitoring (SDCEP, 2022). Furthermore, practitioners must be prepared to employ aggressive local hemostatic measures—such as placing oxidized cellulose or gelatin sponges, suturing for primary closure, and utilizing tranexamic acid mouthwashes—to secure the surgical site before the patient returns to full systemic anticoagulation (SDCEP, 2022).

5. Local Hemostatic Agents and Advanced Techniques

When performing dental procedures without interrupting novel oral anticoagulant (NOAC) therapy, the successful control of perioperative bleeding relies heavily on the meticulous application of local hemostatic measures. The first line of defense consists of traditional mechanical approaches, including the application of sustained pressure with sterile gauze and the achievement of primary wound closure using suturing techniques. Sutures, such as the figure-of-eight or horizontal mattress configurations, are highly effective in stabilizing the clot and securing the wound margins. To reinforce mechanical stability, clinicians frequently place resorbable hemostatic biomaterials directly into the surgical defect. Agents such as oxidized regenerated cellulose and absorbable gelatin sponges provide a structural matrix that absorbs blood, facilitates platelet activation, and physically expands to tamponade bleeding vessels.

In addition to mechanical barriers, chemical and pharmacological adjuncts play a critical role in stabilizing the coagulum. Topical antifibrinolytics, notably tranexamic acid (TXA), are highly effective and widely recommended for anticoagulated patients. TXA competitively inhibits the activation of plasminogen to plasmin, thereby preventing the premature degradation of the fibrin network and stabilizing the clot. Administered as a 4.8% or 5% mouthwash, or applied directly via soaked gauze, TXA significantly decreases postoperative oral hemorrhagic events without increasing systemic thromboembolic risks. Furthermore, alternative agents such as fibrin sealants, which combine human fibrinogen and thrombin to mimic the final stages of coagulation, and cyanoacrylate glues can be utilized to rapidly form a biological adhesive and stable clot at the surgical site.

More recently, advanced biological agents—specifically autologous platelet concentrates (APCs)—have emerged as highly effective, dual-purpose materials for managing hemostasis in patients on NOACs. Derived from the patient's own centrifuged blood, APCs such as platelet-rich plasma (PRP) and leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) deliver a highly concentrated dose of platelets, leukocytes, and essential growth factors (e.g., PDGF, TGF- β , and VEGF) directly into the wound. The application of APCs to an extraction socket not only promotes rapid fibrin clot formation but also significantly enhances soft tissue healing, stimulates angiogenesis, and reduces postoperative pain. Clinical studies indicate that utilizing APCs in anticoagulated patients can reduce overall bleeding time by 30% to 50% compared to traditional agents, making them a superior option for accelerating tissue regeneration while maintaining strict hemostasis.

DISCUSSION

The perioperative management of dental patients receiving novel oral anticoagulants (NOACs) represents a critical paradigm shift in modern dentistry. Historically, practitioners leaned towards interrupting anticoagulant therapy to prevent intraoperative and postoperative hemorrhage. However, current evidence robustly demonstrates that the risk of a severe, potentially life-threatening thromboembolic event resulting from medication withdrawal far outweighs the consequences of localized oral bleeding (Choudhary et al., 2025; Yefet et al., 2025). Systematic reviews and meta-analyses consistently confirm that dentoalveolar surgeries, including simple extractions, can be safely performed without interrupting NOAC therapy. In fact, uninterrupted NOAC therapy during oral surgery often results in bleeding complication rates that are similar to, or even lower than, those seen with uninterrupted vitamin K antagonists like warfarin (Dou et al., 2025).

The predictable pharmacokinetic profiles of NOACs—characterized by rapid onset, short half-lives, and the absence of routine laboratory monitoring—significantly simplify patient management compared to traditional therapies (Costantinides et al., 2016). When continuing NOAC therapy during

low-to-moderate risk procedures, the cornerstone of safe clinical practice is the diligent application of local hemostatic measures. Traditional techniques such as primary closure with sutures, oxidized cellulose, and topical tranexamic acid mouthwashes are highly effective in managing localized oozing (Choudhary et al., 2025). Furthermore, the integration of advanced biological agents, such as autologous platelet concentrates (e.g., platelet-rich fibrin or PRF), offers a dual advantage. These concentrates significantly reduce the time to hemostasis while simultaneously accelerating soft tissue regeneration and reducing postoperative pain, proving superior to traditional hemostatic plugs alone (Campana et al., 2023; Dinkova et al., 2025).

Despite the safety of uninterrupted therapy for minor procedures, high-risk surgical interventions and complex patient profiles mandate a tailored, multidisciplinary approach. Procedures involving extensive flap elevation, multiple extractions, or patients with compromised renal clearance may require a brief, timed interruption of the NOAC (Tran et al., 2025). This interruption must be strictly guided by the specific drug's half-life rather than relying on outdated heparin "bridging" strategies, which have been shown to increase bleeding without reducing thrombotic events (Tran et al., 2025). Additionally, clinicians must exercise extreme caution when prescribing postoperative medications. The concurrent use of NOACs with nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) or selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) synergistically increases the risk of major bleeding complications through compounded effects on platelet function and the gastrointestinal mucosa (Lee et al., 2020; Mameli et al., 2026). Consequently, safe analgesic management typically favors paracetamol over NSAIDs to mitigate these interactive hemorrhagic risks.

While current observational data and consensus guidelines provide a strong foundation for managing NOACs in dentistry, significant gaps in the literature remain. Many existing studies are limited by small sample sizes, heterogeneity in bleeding definitions, and a lack of direct, head-to-head randomized controlled trials comparing specific NOAC agents against one another in oral surgery settings (Campana et al., 2023; Yefet et al., 2025). Furthermore, the long-term thromboembolic consequences of brief therapy interruptions are often underexplored in dental-specific literature (Choudhary et al., 2025). Future research must prioritize large-scale, prospective registries and standardized clinical trials to refine interruption thresholds and definitively establish standardized protocols for the use of advanced hemostatic adjuncts like platelet concentrates (Dinkova et al., 2025).

CONCLUSION

The introduction of novel oral anticoagulants has fundamentally shifted the paradigm in dental surgery, moving practitioners away from the historical practice of routinely interrupting antithrombotic medications. Modern clinical consensus firmly establishes that for the vast majority of routine, low-to-moderate risk dental procedures, NOAC therapy should be maintained without interruption. The severe, potentially life-threatening risks associated with a thromboembolic event following the cessation of these drugs far outweigh the highly manageable risks of localized oral bleeding. By relying on meticulous surgical planning and robust local hemostatic measures—such as primary closure, absorbable sponges, and topical tranexamic acid—clinicians can safely and effectively manage postoperative oozing while ensuring the patient's systemic thromboprophylaxis remains completely intact.

Conversely, when managing high-risk surgical interventions, such as multiple complex extractions or extensive flap surgeries, a more tailored approach is necessary. In these scenarios, safe management dictates multidisciplinary collaboration with the patient's prescribing physician to carefully

time brief therapy interruptions based on the drug's specific pharmacokinetics and the patient's renal function, deliberately avoiding outdated and risky heparin bridging strategies. Furthermore, the integration of advanced biological agents like autologous platelet concentrates continues to elevate the standard of care by offering rapid hemostasis and accelerated tissue healing. Ultimately, successfully navigating the clinical dilemma of bleeding versus thrombosis relies on a profound understanding of these new-generation medications, accurate procedure-specific risk stratification, and vigilant hemostatic control, ensuring safe and optimal healthcare for a medically complex patient population.

REFERENCES

- American Dental Association. (2020). *Oral anticoagulant and antiplatelet medications and dental procedures*. <https://www.ada.org/resources/research/science-and-research-institute/oral-health-topics/oral-anticoagulant-and-antiplatelet-medications-and-dental-procedures>
- Bulut, A., Bulut, Ö. E., & Erbaş, D. (2013). Dişhekimliği hastalarında yeni nesil oral antikoagülan kullanım prensipleri [The principles of taking new generation oral anticoagulants in dental patients]. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*, 7(2), 1485–1500.
- Campana, M. D., Aliberti, A., Acerra, A., Sammartino, P., Dolce, P., Sammartino, G., & Gasparro, R. (2023). The effectiveness and safety of autologous platelet concentrates as hemostatic agents after tooth extraction in patients on anticoagulant therapy: A systematic review of randomized, controlled trials. *Journal of Clinical Medicine*, 12(16), 5342. <https://doi.org/10.3390/jcm12165342>
- Cavallari, I. (2015). *Perioperative management of patients receiving novel oral anticoagulants*. American College of Cardiology.
- Choudhary, R. S., Kumar, N., Dubey, M., & Kiran, B. S. R. (2025). Balancing bleeding and thrombosis in dental management of patients on novel oral anticoagulants: A narrative evidence synthesis. *Cureus*, 17(12), e98373. <https://doi.org/10.7759/cureus.98373>
- Costantinides, F., Rizzo, R., Pascazio, L., & Maglione, M. (2016). Managing patients taking novel oral anticoagulants (NOAs) in dentistry: A discussion paper on clinical implications. *BMC Oral Health*, 16, 5. <https://doi.org/10.1186/s12903-016-0170-7>
- Curto, A., Curto, D., & Sanchez, J. (2017). Managing patients taking edoxaban in dentistry. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(2), e308–e311. <https://doi.org/10.4317/jced.53431>
- Dézsai, C. A., Dézsai, B. B., & Dézsai, A. D. (2017). Management of dental patients receiving antiplatelet therapy or chronic oral anticoagulation: A review of the latest evidence. *European Journal of General Practice*, 23(1), 196–201. <https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1350645>
- Dinkova, A., Petrov, P., Shopova, D., Daskalov, H., & Harizanova, S. (2025). Biomaterial-based and surgical approaches to local hemostasis in contemporary oral surgery: A narrative review. *Journal of Functional Biomaterials*, 16(5), 190. <https://doi.org/10.3390/jfb16050190>

- Dou, K., Shi, Y., Yang, B., & Zhao, Z. (2025). Risk of bleeding with dentoalveolar surgery in patients taking direct oral anticoagulants or vitamin K antagonists: A systematic review and meta-analysis. *Japanese Dental Science Review*, 61, 188–199. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2025.08.002>
- Inchingolo, F., Inchingolo, A. M., Piras, F., Ferrante, L., Mancini, A., Palermo, A., Inchingolo, A. D., & Dipalma, G. (2024). Management of patients receiving anticoagulation therapy in dental practice: A systematic review. *Healthcare*, 12(15), 1537. <https://doi.org/10.3390/healthcare12151537>
- Kiruthika, P., Dhanraj, M., & Jain, A. R. (2017). Effectiveness of local hemostatic agents following dental extraction: A systematic review. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research*, 7(1), 5–8.
- Lee, M. T., Park, K. Y., Kim, M. S., You, S. H., Kang, Y. J., & Jung, S. Y. (2020). Concomitant use of NSAIDs or SSRIs with NOACs requires monitoring for bleeding. *Yonsei Medical Journal*, 61(9), 741–749. <https://doi.org/10.3349/ymj.2020.61.9.741>
- Mameli, A., Marongiu, F., & Barcellona, D. (2026). Drug interactions between direct oral anticoagulants and nonsteroidal anti-inflammatory drugs: A clinical risk-benefit analysis with focus on special populations. *American Journal of Therapeutics*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1097/MJT.0000000000002105>
- Oğuz, D., & Fenercioğlu, A. K. (2015). Yeni nesil oral antikoagülanların birinci basamakta kullanımı [The use of new generation oral anticoagulants in primary care]. *Turkish Family Physician*, 6(1).
- Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme. (2022). *Management of dental patients taking anticoagulants or antiplatelet drugs: Dental clinical guidance* (2nd ed.). NHS Education for Scotland.
- Statman, B. J. (2023). Perioperative management of oral antithrombotics in dentistry and oral surgery: Part 2. *Anesthesia Progress*, 70(1), 37–48. <https://doi.org/10.2344/anpr-70-01-06>
- Tran, H. A., Merriman, E., Baker, R., Curnow, J., Young, L., Tan, C. W., McRae, S., & Chunilal, S. D. (2025). 2025 guidelines for direct oral anticoagulants: A practical guidance on the prescription, laboratory testing, peri-operative and bleeding management. *Internal Medicine Journal*, 55(7), 1174–1183. <https://doi.org/10.1111/imj.70103>
- Yefet, E., Givol, N., & Pesis, M. (2025). Direct oral anticoagulant use in oral surgery: Insights from a systematic review. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 29(1), 51. <https://doi.org/10.1007/s10006-025-01348-0>

EXAMINING THE PREVALENCE OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND MENTAL HEALTH AMONG DENTISTS

Vahid MOLLABASHI

Associate Professor of Orthodontics, Hamadan university of medical science , Hamadan , Iran.

Ebrahim YARMOHAMMADI

Department of Restorative Dentistry, Dental School, Hamadan university of medical science
Hamadan

Nazli RABIENEJAD

Assistant Professor of Periodontics department , Hamadan university of medical science ,
Hamadan , Iran

Elahe EZATI

PhD, Department of Community Oral Health, School of Dentistry, Hamadan university of
medical science , Hamadan

Corresponding Author's elahe.ezati, Institution, Faculty and/or Department, Postal address, City,
Country

ORCID: 0000-0002-6590-3249

ABSTRACT

Purpose: Given that the reduction and prevention of musculoskeletal disorders and health issues are a priority for the dental profession, and considering the importance of early treatment of musculoskeletal disorders among dentists and the provision of appropriate strategies for their prevention, this study was conducted among dentists.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 100 dentists with an average age of 36.9 years participated. The Nordic Musculoskeletal Questionnaire was used to assess work-related musculoskeletal disorders, and the Goldberg Mental Health Questionnaire was utilized.

Results: The results of the analysis showed that 48.9% of dentists complain of neck pain, 47.1% have pain in the wrist area, and pain in the shoulder area is also reported by 42.2%. On the other hand, the average anxiety and insomnia among the participants was 7.2, and there is a significant relationship between neck pain, wrist pain, back pain, and age.

Conclusion: Designing and innovating interventions to reduce the prevalence of musculoskeletal disorders and promote mental health is necessary, which can be implemented in the dental sector with its distinct organizational and service characteristics.

Keywords: Musculoskeletal , disorders, Mental Health, Dentists

L-KARNİTİNİN SALIMI İÇİN BİYOUYUMLU İMPLANTIN HAZIRLANMASI VE SALIM PROFİLİNİN ÇIKARTILMASI

PREPARATION OF A BIOCOMPATIBLE IMPLANT FOR L-CARNITINE RELEASE AND EVALUATION OF THE RELEASE PROFILE

Araştırmacı Gizay ÖLÇÜCÜOĞLU

Kırıkkale Üniversitesi/Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi/Biyoloji Bölümü (Yüksek Lisans),
Yahşihan, Kırıkkale, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0004-0954-7552

Dr. Öğr. Üyesi Hesna URAL ULUCAN

Ufuk Üniversitesi/Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu/Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,
Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0003-1885-6766

Prof. Dr. Sema ÇETİN

Kırıkkale Üniversitesi/Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi/Biyoloji Bölümü, Yahşihan,
Kırıkkale, Türkiye

ORCID: 0000-0001-8442-4019

ÖZET

Bu çalışmada, L-karnitin'in kontrollü, uzun süreli ve öngörülebilir biçimde salımını sağlayabilecek biyoyumlu bir hidrojel implant sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, su alarak şişme özelliğine sahip poli(2-hidroksietil metakrilat-metil metakrilat) [p(HEMA-MMA)] kopolimeri, UV-başlatıcılı fotopolimerizasyon yöntemi kullanılarak silindirik implant formunda sentezlenmiştir. Farklı HEMA/MMA monomer oranlarına sahip hidrojel kompozisyonları hazırlanarak, monomer oranının yapı-özellik-salım ilişkisi üzerindeki etkisi sistematik olarak incelenmiştir.

Sentezlenen taşıyıcı implantların yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskobu (SEM), termal davranışları diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) ve kimyasal yapıları Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ile karakterize edilmiştir. Hidrojellerin fizyolojik fosfat tamponu ortamındaki şişme davranışları gravimetrik yöntemle belirlenmiş ve denge su içerikleri hesaplanmıştır. L-karnitin yükleme işlemi matriks içi tutuklama yöntemiyle gerçekleştirilmiş; in vitro salım çalışmaları sürekli akış sistemi kullanılarak yürütülmüş ve salınan L-karnitin miktarı UV-Vis spektrofotometrik yöntemle nicel olarak tayin edilmiştir. Salım kinetiği sıfıncı derece, Higuchi ve Korsmeyer-Peppas modelleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, hidrojel kompozisyonunun mekanik dayanım, şişme oranı ve salım profili üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymuştur. Optimum monomer oranında hazırlanan p(HEMA-MMA) hidrojel implantın, L-karnitin'in kontrollü ve sürdürülebilir salımı açısından en uygun performansı sergilediği belirlenmiştir. Salım mekanizmasının ağırlıklı olarak Fick olmayan (anormal) taşınım karakteri gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen p(HEMA-MMA) tabanlı hidrojel implant sisteminin, L-karnitin'in uzun süreli terapötik uygulamalarında potansiyel bir biyoyumlu taşıyıcı platform olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeleri

L-Karnitin, kontrollü salım hidrojel biyomateryal poli(HEMA-MMA) salım kinetiği, taşıyıcı implant, biyoyumluluk karakterizasyonu

ABSTRACT

In this study, the development of a biocompatible hydrogel implant system capable of providing controlled, sustained, and predictable release of L-carnitine was investigated. For this purpose, a water-swollen poly(2-hydroxyethyl methacrylate-methyl methacrylate) [p(HEMA-MMA)] copolymer was synthesized in cylindrical implant form using a UV-initiated photopolymerization method. Hydrogel formulations with different HEMA/MMA monomer ratios were prepared to systematically evaluate the effect of copolymer composition on structural properties, swelling behavior, and release performance. The surface morphology, thermal properties, and chemical structure of the synthesized carrier implants were characterized by scanning electron microscopy (SEM), differential scanning calorimetry (DSC), and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), respectively. The swelling behavior of the hydrogels in physiological phosphate buffer solution was determined using a gravimetric method, and equilibrium water content values were calculated. L-carnitine loading was achieved by the matrix entrapment technique, and in vitro release studies were carried out in a continuous flow system. The amount of released L-carnitine was quantitatively determined by UV-Vis spectrophotometric analysis. Release kinetics were evaluated using zero-order, Higuchi, and Korsmeyer-Peppas kinetic models. The results demonstrated that the monomer composition significantly influenced the mechanical stability, swelling characteristics, and release profile of the hydrogel implants. Among the tested formulations, the p(HEMA-MMA) hydrogel prepared with the optimal monomer ratio exhibited the most favorable performance for controlled and sustained L-carnitine release. The release mechanism was predominantly governed by non-Fickian (anomalous) transport behavior. Overall, the findings indicate that the developed p(HEMA-MMA)-based hydrogel implant system represents a promising biocompatible carrier platform for long-term therapeutic applications of L-carnitine.

Keywords

L-carnitine; controlled release; hydrogel biomaterial; poly(HEMA-MMA); release kinetics; carrier implant; biocompatibility; characterization

GİRİŞ

L-karnitin (3-hidroksi-4-trimetilaminobütirat), uzun zincirli yağ asitlerinin mitokondriyal matrikse taşınmasında görev alan ve hücrel enerji metabolizmasının düzenlenmesinde kritik öneme sahip biyolojik olarak aktif bir kuaterner amin bileşiğidir. Beta-oksidasyon sürecindeki vazgeçilmez rolü sayesinde asetil-CoA/CoA dengesinin korunması, toksik asil gruplarının uzaklaştırılması ve mitokondriyal homeostazın sürdürülmesi gibi temel biyokimyasal süreçlere doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu özgün metabolik işlevleri nedeniyle L-karnitin; kardiyovasküler hastalıklar, kas metabolizması bozuklukları, kronik böbrek yetmezliği ve çeşitli nörodejeneratif tablolar başta olmak üzere birçok klinik durumda destekleyici tedavi ajanı olarak önem kazanmaktadır [1].

Bununla birlikte, L-karnitin geleneksel uygulama biçimleri düşük biyoyararlanım, hızlı sistemik eliminasyon ve kısa biyolojik yarı ömür gibi belirgin farmakokinetik dezavantajlar içermektedir. Söz konusu sınırlılıklar, plazma ilaç düzeylerinde istenmeyen dalgalanmalara yol açmakta; bu durum ise terapötik etkinliğin azalmasına, doz sıklığının artmasına ve hasta uyuncunun olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Özellikle kronik hastalıkların uzun süreli tedavisinde, etkin maddenin biyolojik ortamda kontrollü, kararlı ve öngörülebilir bir kinetikle salınmasını sağlayabilecek gelişmiş ilaç taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır [2].

Kontrollü ilaç salım sistemleri, etkin maddenin hedeflenen hız ve miktarda salınmasını mümkün kılarak terapötik etkinliğin sürekliliğini sağlamakta, dozlama aralıklarını uzatmakta ve sistemik yan etkileri en aza indirmektedir. Bunun yanı sıra, hasta konforunu ve tedaviye uyumu artırmaları nedeniyle modern farmasötik teknoloji alanında stratejik bir yer tutmaktadırlar. Bu sistemlerde kullanılan polimerik matrisler, ilacın yapı içerisinde fiziksel ya da kimyasal olarak tutulmasına olanak tanımakta; difüzyon, şişme ve/veya degradasyon kontrollü mekanizmalar aracılığıyla salım profilinin hassas biçimde düzenlenmesini mümkün hale getirmektedir. Bu bağlamda hidrojel tabanlı taşıyıcı sistemler, yüksek su tutma kapasiteleri, ayarlanabilir ağ yapıları ve biyolojik dokulara benzer mekanik özellikleri sayesinde biyomedikal uygulamalarda dikkat çekici bir potansiyel sergilemektedir [3].

Hidrojeller, çapraz bağlı üç boyutlu hidrofilik polimer ağlarından oluşan, fizyolojik ortamda su absorbe ederek şişebilen ve bu özellikleri sayesinde etkin maddelerin kontrollü salımına uygun mikroçevre

sağlayan biyomateryallerdir. Biyomedikal uygulamalarda yaygın olarak kullanılan poli(2-hidroksietil metakrilat) (pHEMA), yüksek biyouyumluluğu, kimyasal kararlılığı ve yapısal bütünlüğü ile implant tasarımlarında öne çıkan polimerlerden biridir. pHEMA'nın metil metakrilat (MMA) ile kopolimerizasyonu ise hidrojel ağ yoğunluğu, mekanik dayanımı ve difüzyon özellikleri üzerinde düzenleyici etki oluşturarak salım kinetiğinin daha kontrollü biçimde optimize edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle p(HEMA-MMA) tabanlı kopolimer sistemler, hem mekanik stabilite hem de hedefe yönelik salım performansı bakımından dikkat çekici avantajlar sunmaktadır [4].

Literatürde hidrojel bazlı kontrollü ilaç salım sistemlerine ilişkin çok sayıda çalışma yer almakla birlikte, L-karnitin gibi yüksek derecede hidrofilik, biyolojik ortamda hızla dağılan ve kısa sürede elimine edilen moleküllerin implant formunda uzun süreli salımına odaklanan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir [5,6]. Bu bilgi boşluğu, L-karnitinin terapötik potansiyelinin daha etkin, daha sürdürülebilir ve daha kontrollü biçimde değerlendirilebilmesi açısından yeni nesil taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde ilaç kullanımına bağlı farmakolojik sorunların azaltılması amacıyla geliştirilen ileri ilaç taşıma teknolojileri, etkin maddelerin hedef bölgeye daha güvenli, daha etkin ve daha kontrollü biçimde ulaştırılmasına olanak tanımaktadır [7]. Geleneksel dozaj formlarında gözlenen subterapötik düzeyler veya toksik eşik üzeri konsantrasyon dalgalanmaları, tedavi başarısını sınırlayan temel sorunlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, doz miktarını optimize eden, uygulama sıklığını azaltan ve etkin maddeyi kontrollü biçimde salan sistemlerin geliştirilmesi farmasötik araştırmalarda öncelikli hedeflerden biri haline gelmiştir [8].

Bu çalışmanın temel amacı, biyouyumlu p(HEMA-MMA) tabanlı hidrojel implant sistemlerinin geliştirilmesi, yapısal ve fizikokimyasal özelliklerinin ayrıntılı biçimde karakterize edilmesi ve L-karnitinin in vitro salım profilinin kapsamlı olarak değerlendirilmesidir. Farklı monomer oranlarıyla hazırlanan hidrojel kompozisyonları; mekanik dayanım, şişme davranışı ve salım parametreleri açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiş, böylece kontrollü salım performansı bakımından en uygun formülasyon belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda geliştirilen bu implant sisteminin, L-karnitinin uzun süreli ve kontrollü uygulanmasına yönelik yenilikçi, etkili ve biyouyumlu bir taşıyıcı platform olarak literatüre katkı sunacağı öngörülmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kullanılan Materyaller ve Kimyasal Reaktifler

Deneyssel çalışmalarda ana monomer olarak kullanılan 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), kopolimerizasyon bileşeni metil metakrilat (MMA), çapraz bağlayıcı ajan N,N'-metilenbisakrilamit (BA) ve yapısal modifikatör polietilen glikol (PEG), Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Almanya) firmasından yüksek saflıkta temin edilmiştir. Serbest radikal polimerizasyonunu başlatmak amacıyla kullanılan amonyum persülfat (APS) yine Sigma-Aldrich'ten tedarik edilmiştir. Reaksiyon ve analiz süreçlerinde kullanılan diğer tüm yardımcı kimyasallar analitik saflık derecesine sahip olup Merck AG (Darmstadt, Almanya) firmasından sağlanmıştır.

Ayrıca bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından [2025/072] numaralı proje desteği ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. Biyomateryallerin Sentez Prosedürü

Çalışma kapsamında, kontrollü ilaç salım sistemlerinde taşıyıcı matris görevini üstlenmek üzere pHEMA ve p(HEMA-MMA) esaslı hidrojel implant sistemleri sentezlenmiştir. Polimerizasyon karışımları oluşturulurken, HEMA ve MMA monomerleri 1:0 ile 0:1 (v/v) arasında değişen farklı hacimsel oranlarda kullanılmıştır. Sistemin üç boyutlu ağ yapısını oluşturmak için çapraz bağlayıcı olarak N,N'-metilenbisakrilamit (BA, 10 mg) ve reaksiyonu tetiklemek üzere başlatıcı olarak amonyum persülfat (APS, 5 mg) ortama ilave edilmiştir. Hidrojel matrisinin gözenek mimarisini düzenlemek ve fiziksel özelliklerini optimize etmek amacıyla polimerizasyon fazına belirli miktarda polietilen glikol (PEG) eklenmiştir.

Polimerizasyon reaksiyonu öncesinde, serbest radikal mekanizmasını inhibe edebilecek çözünmüş oksijenin uzaklaştırılması amacıyla karışımdan 2 dakika boyunca azot gazı geçirilerek deoksijenasyon

işlemi uygulanmıştır. Reaksiyon hızlandırıcısı olarak %10'luk tetrametiletilendiamin (TEMED) ilavesini takiben 1 dakika daha azot gazı verilmiştir. Hazırlanan homojen karışım, 0.3 cm çapında ve 5.0 cm uzunluğundaki silindirik cam kalıplara aktararak oda sıcaklığında, UV ışığı eşliğinde fotopolimerizasyon yöntemiyle polimerleştirilmiştir.

İlaç salım testleri için kullanılacak L-karnitin yüklü implantlar, etken maddenin polimerizasyon karışımına doğrudan eklendiği "matris içi tutuklama" yöntemiyle sentezlenmiştir. Sentez işlemi tamamlanan silindirik hidrojeller, yüzeydeki reaksiyon artıkları ve serbest monomerlerin eliminasyonu amacıyla saf su ile titizlikle yıkanmış ve analiz aşamasına kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir [9].

2.3. Biyomateriyalin Fizikokimyasal Karakterizasyonu

Aktif moleküllerin kontrollü salımı için tasarlanan taşıyıcıların yüzey morfolojisi, salım kinetiğini tayin eden en kritik parametrelerden biridir. Gözeneksiz yapılarda salım hızı kısıtlı olduğundan, bu çalışmada gözenekli matrislerin sentezine odaklanılmıştır [10]. İmplantların yüzey mikroyapısı JEOL marka Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ile görüntülenmiş, fiziksel boyutlar ise dijital kumpas ile doğrulanmıştır. Hidrojellerin yoğunluk tayini, yapısal bütünlüğü değerlendirmek amacıyla n-dekan sıvısı kullanılarak piknometre yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

Sistemlerin termal stabilitesi, camsı geçiş sıcaklıkları (T_g) ve polimer zincir hareketliliği, Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC; Model DSC-60, Shimadzu, Japonya) analizleri ile belirlenmiştir. Hidrojellerin dinamik şişme davranışları, fizyolojik koşulları simüle eden %0.85 NaCl çözeltisinde ve pH 2.5–7.5 aralığındaki farklı tampon ortamlarında gravimetrik olarak takip edilmiştir. Örneklerin denge su içeriği (DSİ) hesaplanırken aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$\% \text{ Denge su içeriği (w/w)} = [(W_d - W_k) / W_k] \times 100$$

Bu formülde W_k kuru polimer ağırlığını, W_d ise dengeye ulaşmış şişmiş hidrojel ağırlığını temsil etmektedir.

2.4. Yüzey Enerjisi ve Islanabilirlik Analizleri

Biyomateriyal-çevre etkileşimini anlamak adına yüzey serbest enerjisi ve polarite değerleri, temas açısı ölçümleri yoluyla saptanmıştır. Young denklemi temel alınarak gerçekleştirilen ölçümlerde [11], polimer yüzeyine damlatılan sıvının geometrik parametreleri dijital görüntü analiz sistemiyle hesaplanmıştır. Tek bir standart yöntemin bulunmaması nedeniyle yüzey serbest enerjisi; Zisman, Fowkes, Wu ve van Oss–Chaudhury–Good gibi farklı teorik modeller (asit-baz yaklaşımları) kullanılarak kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir [12, 13, 14].

2.5. Kan Uyumluluğu ve Protein Adsorpsiyon Çalışmaları

İmplantların biyouyumluluğunu değerlendirmek adına serum protein adsorpsiyonu kesikli (batch) sistemde incelenmiştir. Numuneler, insan kan serumu içeren fosfat tamponu (pH 7.4) içerisinde 37 °C'de 120 dakika boyunca inkübe edilmiştir. Adsorplanan protein miktarı floresans spektrofotometre (Jasco FP-750) ile tayin edilmiştir [15]. Kan uyumluluk testleri kapsamında ise antikoagüle edilmiş insan kanından ayrıştırılan plazma fraksiyonu polimerlerle temas ettirilmiş ve kontrol grubuyla karşılaştırmalı analizler yapılmıştır [16].

2.6. İn Vitro Salım Testleri ve Kinetik Modelleme

Etkin maddenin şişme davranışı gösteren hidrojellerden difüzyon ile salımı, en iyi şekilde Stefan-Maxwell^[17] veya Fick^[18] yasası ile tanımlanmaktadır.

$J = -D \frac{dC_m}{dx}$ Eşitlikte J, etkin maddenin azalan konsantrasyon yönünde membrandan salımını g.cm⁻² / sn (miktar/yüzey. Zaman); D, membrandan difüze olan etkin maddenin difüzyon katsayısını cm² / sn (alan/zaman) ve dC_m / dx ise membran içindeki ilaç konsantrasyonunun x uzaklığındaki değişimini göstermektedir. Kontrollü salım sistemlerinde salım mekanizmasının açıklanmasında kullanılan bir diğer ampirik eşitlik ise Peppas ve arkadaşları tarafından fonksiyonun zamana bağlı olduğu varsayılarak

geliştirilen eşitlikler^[19]. $M_t / M_\infty = k t^n$ bu eşitlikte, M_t t süresinde salınan molekülün miktarını, M_∞ salınan molekülün ortamdaki bakiye miktarı, k belirli bir system için yapısal/geometrik sabiti ve n ise salım mekanizmasını gösteren üstel büyüktür.

Başlangıçta etken madde taşıyıcı implant içerisinde dağılmış ve çözünmüş olarak bulunur. Kontrollü ilaç salınım sistemlerinde taşıyıcı implant olarak kullanılan polimerik materyallerdeki etkili salınım, sistemin sıcaklığına ve termodinamik davranışına bağlı olarak; Fick, Fick olmayan (anormal), Durum II veya Süper Durum II ile karakterize edilebilmektedir.

Kontrollü ilaç salınım sistemlerinde ilacın salınım kinetiğinin araştırılmasında yaygın olarak kullanılan matematiksel modelleme birinci derece eşitliğidir ($D_t = k_o t$)^[19]. Bu eşitlikte D_t , t anında salınan ilacın kütlesini; k_o , birinci derece salım hız sabitin göstermektedir.

Kontrollü İlaç salınım sistemlerinde salınım mekanizmasının aydınlatılmasında kullanılan bir diğer kinetik eşitlik Kuvvet Yasasıdır ($M_t = M_a k_p t^n$)^[20,21]. Eşitlikte M_t , salınan ilacın kütlesini; M_a , denge ye ulaşılan zamanda salınan ilacın kütlesini; k_p , yasanın kinetik sabitini ve n , salınım bileşenini oluşturmaktadır. Çözünmeyen ve biyolojik olarak bozunmayan matrislerden ilaçların difüzyon kontrollü salınımı için Higuchi Eşitliği kullanılmaktadır. Matrisin homojen veya heterojen oluşu ve matrisin geometrisi gibi koşullara bağlı olarak Higuchi Eşitliğinin farklı formülasyonları kullanılmaktadır^[22].

$$Q = (DC (2A-C)t)^{1/2} \Rightarrow Q = k_H t^{1/2}$$

Eşitlikte yer alan Q , t anında birim yüzey alanı başına salınan ilaç miktarı (mg cm^{-2}); D , matrisdeki maddenin difüzyon katsayısı (cm^2/zaman); C , matrisdeki maddenin çözünürlüğü (mg cm^{-3}); A , birim hacim başına başlangıçta yüklenen madde miktarı (mg); t , zaman (gün); k_H , Higuchi salınım hız sabitidir ($\text{mg cm}^{-2} t^{1/2}$).

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel ve Morfolojik Karakterizasyon

Sentezlenen p(HEMA-MMA) kopolimerlerinin mekanik dayanım performansının, yapıdaki komonomer oranına bağlı olarak değişim sergilediği saptanmıştır (Tablo I). Yapılan ön testler sonucunda, 1:1 monomer oranına sahip p(HEMA-MMA) hidrojel kompozisyonunun ideal mekanik stabilite göstermesi nedeniyle, çalışmanın ileri aşamalarında bu spesifik formülasyonun kullanılması kararlaştırılmıştır.

Hazırlanan hidrojel implantların hidrate (ıslak) durumdaki kalınlıkları dijital kumpas ile analiz edilmiş ve ortalama değer 2.63 mm olarak kaydedilmiştir. Materyallerin yoğunluk tayini, Gay-Lussac piknometresi ve n-dekan sıvısı kullanılarak gerçekleştirilmiş; hesaplamalar sonucunda biyomateriyalin yoğunluğu 1.06 g/cm^3 olarak belirlenmiştir.

Hidrojel numunelerinin yüzey mikroyapısını incelemek amacıyla gerçekleştirilen SEM analizleri, matrisin yapısal bütünlüğünü ortaya koymuştur. 30°C 'de vakum altında kurutulan ve altın ile kaplanan örneklerin SEM görüntülerinde, hidrojel yüzeyinin düzgün, pürüzsüz ve homojen bir morfolojik dağılım sergilediği müşahade edilmiştir (Şekil 1).

3.2. Şişme Davranışı ve Termal Analiz Sonuçları

L-karnitin salım performansını doğrudan etkileyen pHEMA ve p(HEMA-MMA) hidrojellerinin şişme kapasiteleri, 25°C 'de farklı pH değerlerine sahip tampon sistemleri içerisinde incelenmiştir. Elde edilen denge şişme yüzdeleri ve matrislerin dinamik şişme davranışlarına ait veriler Şekil 2 ve Şekil 3'te sunulmuştur.

Polimerik ağ yapısının zincir hareketliliği ve salım kinetiği üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülen DSC analizleri, azot atmosferinde 10°C/dk ısıtma hızıyla gerçekleştirilmiştir. Hidrojellerin camsı geçiş sıcaklıklarını (T_g) ve termal davranışlarını yansıtan termogramlar Şekil 4'te yer almaktadır. Bulgular, matrislerin fizyolojik koşullarda yapısal kararlılığını koruduğunu göstermektedir.

3.3. FTIR Analiz Sonuçları

p(HEMA-MMA) ve L-karnitin yüklü p(HEMA-MMA) örneklerinin kimyasal yapısını değerlendirmek amacıyla FTIR analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen spektrumlarda polimerik yapıya ait karakteristik fonksiyonel grup bantlarının korunduğu ve L-karnitin'in taşıyıcı matrisi içerisine başarıyla dahil edildiği gözlenmiştir (Şekil 5). FTIR bulguları, kopolimerizasyon sürecinin gerçekleştiğini ve etkin maddenin kimyasal bütünlüğünün sistem içerisinde korunduğunu desteklemektedir.

3.4. Yüzey Islanabilirliği ve Serbest Enerji Parametreleri

Taşıyıcı sistemlerin yüzey karakteristiklerini belirlemek amacıyla su, gliserol ve diiyodometan test sıvıları kullanılarak durgun damla yöntemiyle temas açısı ölçümleri yapılmıştır (Tablo II). Young denklemi uyarınca yapılan değerlendirmelerde, düşük yüzey gerilimli sıvılarla elde edilen temas açılarının daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Ölçülen temas açısı verileri kullanılarak polimerik yüzeylerin serbest enerji parametreleri hesaplanmıştır. Toplam yüzey serbest enerjisi van Oss yaklaşımı ile belirlenmiş; membranlara ait spesifik yüzey enerjisi bileşenleri Tablo III'te özetlenmiştir. Ayrıca, implantların biyolojik sistemlerle etkileşim potansiyelini değerlendirmek amacıyla yürütülen serum protein adsorpsiyonu testleri, hidrojel kompozisyonuna bağlı olarak protein tutulum kapasitelerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır (Tablo IV).

3.5. İn vitro L-Karnitin Salım Kinetiği

pHEMA ve p(HEMA-MMA) matrislerine yüklenen L-karnitin'in salım davranışı, sürekli akış reaktöründe 21 gün boyunca takip edilmiştir. Belirli periyotlarda alınan örneklerin analizi sonucunda elde edilen zamana bağlı salım profilleri Şekil 6 ve Şekil 7'de; kümülatif salım yüzdeleri ise Şekil 8 ve Şekil 9'da grafiksel olarak gösterilmiştir.

Salım mekanizmasını matematiksel olarak tanımlamak amacıyla deneysel veriler Korsmeyer–Peppas yarı-logaritmik modeline uygulanmıştır. Silindirik geometriye sahip hidrojeller için hesaplanan n (salım üsteli) ve k (hız sabiti) değerleri Tablo V'te sunulmuştur. Analizler sonucunda n değerlerinin 0.49–0.69 aralığında bulunması, L-karnitin salımının Fick olmayan (anormal) taşınım mekanizması ile gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum, salım hızının hem difüzyona hem de polimer zincirlerinin gevşeme hareketine bağlı olduğunu düşündürmektedir.

Ayrıca, salım davranışının difüzyon kontrollü mekanizma ile uyumunu değerlendirmek amacıyla L-karnitin salımının zamanın karekökü ile değişimi incelenmiş ve elde edilen doğrusal grafik Şekil 10'da sunulmuştur. Bu doğrusal ilişki, salım davranışının Higuchi modeli ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Salım profillerinin sıfırıncı derece kinetik ve Higuchi modelleri ile olan korelasyonuna ait parametreler de Tablo V'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

4. TARTIŞMA

Kontrollü ilaç salım sistemlerinin tasarımında, aktif bileşenin fizikokimyasal özellikleri, uygulama yolu, hedef dokunun fizyolojik yapısı ve tedavi süresi gibi parametreler temel belirleyici unsurlar olarak kabul edilmektedir. Konvansiyonel tedavi yöntemlerinde sık dozlama gerektiren ve plazma konsantrasyonunda dalgalanmalara yol açan ajanlar için, etken maddenin sürdürülebilir salımını mümkün kılan polimerik taşıyıcı implantlar giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çerçevede hidrojel temelli platformlar, yüksek su tutma kapasiteleri, biyolojik dokularla sergiledikleri yapısal benzerlik ve modifiye edilebilir ağ yapıları sayesinde farmasötik araştırmalarda ön plana çıkmaktadır.

Hidrojel tabanlı implant sistemlerinin morfolojik, termal ve yüzey karakterizasyonunun biyolojik uyumluluk verileriyle birlikte değerlendirilmesi, sistemin salım performansının tam olarak anlaşılabilirliği açısından önemlidir. Matrisin sahip olduğu gözenekli yapı, etkin maddenin difüzyon hızını belirlerken; şişme kinetiği, termal stabilite ve yüzey enerjisi gibi faktörler sistemin biyolojik ortamdaki uzun vadeli kararlılığını doğrudan etkilemektedir. pHEMA ve p(HEMA-MMA) esaslı hidrojeller, özellikle L-karnitin gibi hidrofilik karakterdeki moleküllerin taşınmasında, sundukları biyoyumlu ortam ve ayarlanabilir çapraz bağ yoğunluğu nedeniyle uygun taşıyıcı platformlar olarak değerlendirilmektedir [23].

Gerçekleştirilen FTIR analizleri, sentezlenen implantlarda polimerizasyon reaksiyonunun hedeflenen biçimde gerçekleştiğini ve L-karnitin'in kimyasal yapısının polimerik ağ içerisinde korunduğunu göstermektedir [24]. Etkin maddenin polimer matrisi içerisinde fiziksel etkileşimler ve matris içi tutuklama yoluyla tutulması, kontrollü salım sürecinin temelini oluşturmaktadır.

SEM analizlerinde gözlenen mikro yapının, hidrojel matrisi içerisinde gerçekleşen kütle transferi ve difüzyon kontrollü salım açısından uygun bir ortam sunduğu düşünülmektedir [25]. Gözenek boyutu ve dağılımının salım hızı üzerindeki belirleyici etkisi göz önünde bulundurulduğunda, elde edilen morfolojinin dengeli bir salım profili için uygun olduğu değerlendirilmektedir. Öte yandan, DSC analizleri sistemin fizyolojik sıcaklık aralıklarında yapısal bütünlüğünü ve termal stabilitesini koruduğunu göstermektedir [26]. Bu durum, implantın vücut sıcaklığında işlevsel kalabileceğini desteklemektedir.

Protein adsorpsiyonu ve kan uyumluluğuna ilişkin bulgular, implant materyalinin biyolojik ortamlarla uyumlu bir etkileşim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu veriler, PHEMA türevlerinin biyomedikal cihaz ve implant materyali olarak kullanılabilirliğine ilişkin literatür bilgisi ile uyumludur.[27].

L-karnitin salım profilleri değerlendirildiğinde, hidrojel sisteminin etkin maddeyi geleneksel uygulamalardaki hızlı eliminasyona kıyasla daha kontrollü ve daha uzun süreli bir hızla saldırdığı görülmektedir. Bu sürdürülebilir salım davranışı, L-karnitin'in klinik kullanımındaki kısa yarı ömür ve buna bağlı sık dozlama gereksiniminin azaltılmasına katkı sağlayabilir [28]. Elde edilen bulgular, hidrojel tabanlı ilaç taşıyıcı sistemler üzerine yapılan önceki çalışmalarla genel olarak uyum göstermektedir [29].

Hidrojel yapıların biyolojik dokuların su içeriğine benzer bir mikroçevre sunabilmesi, terapötik etkinliğin doku dostu bir yaklaşımla sürdürülmesine olanak tanımaktadır [30]. Literatürde belirtildiği üzere, doğal polimer katkılarının sisteme entegrasyonu mekanik performansı ve biyolojik yanıtı daha da iyileştirebilmektedir [31]. Bununla birlikte, sentez aşamasında kullanılan monomerlerin ve çapraz bağlayıcıların tam olarak polimerleşmemesi durumunda ortaya çıkabilecek artık monomer riski, biyoyumlu sistemlerde dikkatle izlenmesi gereken bir sınırlılıktır [32].

Kontrollü salım sağlayan implant sistemleri, hasta uyuncunu artırarak tedavi kalitesini yükseltse de [33], cerrahi müdahale gerektiren uygulama şekli klinik bir dezavantaj olarak değerlendirilmelidir [34]. Ayrıca yüksek su içeriği, sistemin uzun vadeli mekanik dayanımı üzerinde sınırlayıcı bir faktör olabilir [35]. Biyolojik ortamdaki enzimatik faaliyetler ve mekanik streslerin zamanla hidrojel ağında meydana getirebileceği yapısal değişimlerin, uzun dönemli salım kinetiğini etkileyebileceği literatürde bildirilmiştir [36,37]. Son olarak, bu tür ileri teknoloji ürünlerin laboratuvar ölçeğinden endüstriyel üretim aşamasına geçişindeki teknik ve ekonomik gereklilikler de göz önünde bulundurulmalıdır [38].

5. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda, L-karnitin'in kontrollü ve uzun süreli salımını gerçekleştirmek amacıyla biyoyumlu p(HEMA-MMA) kopolimer yapısındaki hidrojel implant sistemi başarıyla sentezlenmiş ve karakterize edilmiştir. FTIR, DSC ve SEM analizleri, sentezlenen kopolimerlerin homojen bir yapıya sahip olduğunu ve implant uygulamaları için gerekli yapısal ve termal stabiliteyi sağladığını göstermiştir. Farklı monomer kompozisyonlarının şişme davranışları ve salım profilleri üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak ortaya konmuştur.

İn vitro salım testleri, L-karnitin'in matris yapısından zamana bağlı olarak kontrollü ve kararlı bir şekilde salındığını göstermiştir. Kopolimer bileşimindeki değişimlerin salım kinetiği üzerindeki etkisi, p(HEMA-MMA) esaslı sistemlerin spesifik tedavi ihtiyaçlarına göre uyarlanabilir bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, geliştirilen bu biyoyumlu hidrojel platformu, L-karnitin gibi sürekli replasman gerektiren etkin maddelerin taşınması için etkili bir alternatif sunmaktadır. Bu sistemin, hasta yaşam kalitesini artırabilecek ve uzun süreli tedavilerde karşılaşılan farmakolojik güçlüklerin azaltılmasına katkı sağlayabilecek bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. Gelecekte yapılacak in vivo biyoetkinlik ve biyodağılım çalışmaları ile sistemin klinik uygulanabilirliğinin daha kapsamlı biçimde ortaya konması hedeflenmektedir.

ŞEKİLLER:

Şekil-1: Kontrollü salınım sisteminde kullanılan taşıyıcı implantın SEM görüntüsü.

Şekil-2: PHEMA hidrojelinin farklı tampon sistemlerindeki şişme davranışı.

Şekil-3: PHEMA-MMA hidrojelinin farklı tampon sistemlerindeki şişme davranışı.

Şekil-4: PHEMA (A) ve p(HEMA-MMA) (B) hidrojellerinin DSC grafiği.

Şekil-5: p(HEMA-MMA) ve L-karnitin yüklü p(HEMA-MMA) örneklerine ait FTIR spektrumları.

Şekil-6: PHEMA-MMA hidrojelinden l karnitin salınım profili.

Şekil-7: PHEMA hidrojelinden yüklenen l karnitin zamana karşı % kümülatif salınım grafiği.

Şekil- 8. p(HEMA-MMA) hidrojelinden l karnitin zamana karşı % kümülatif salınım grafiği

Şekil-9: PHEMA-MMA hidrojelinden l karnitin salınımının zamanın k karekökü ile değişimi.

Şekil-10: p(HEMA-MMA) hidrojelinden salınımının zamanın karekökü ile değişimi.

TABLolar:

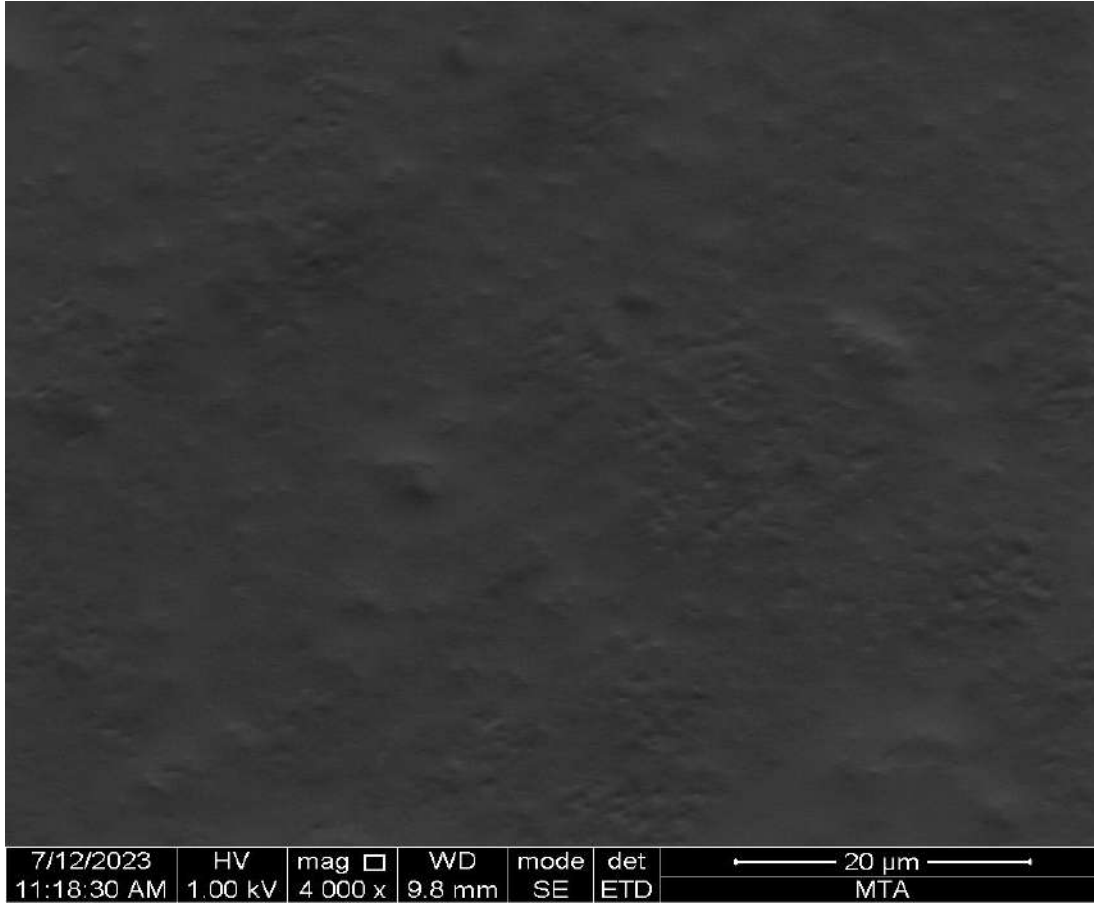
Tablo-1: Farklı HEMA: MMA oranlarında sentezlenen kompozit hidrojellerin mekanik dayanıklılık açısından değerlendirilmesi.

Tablo-2: PHEMA ve p(HEMA-MMA) taşıyıcı implantlarına ait temas açısı ölçüm sonuçları (*γ*: test sıvılarının yüzey gerilimi).

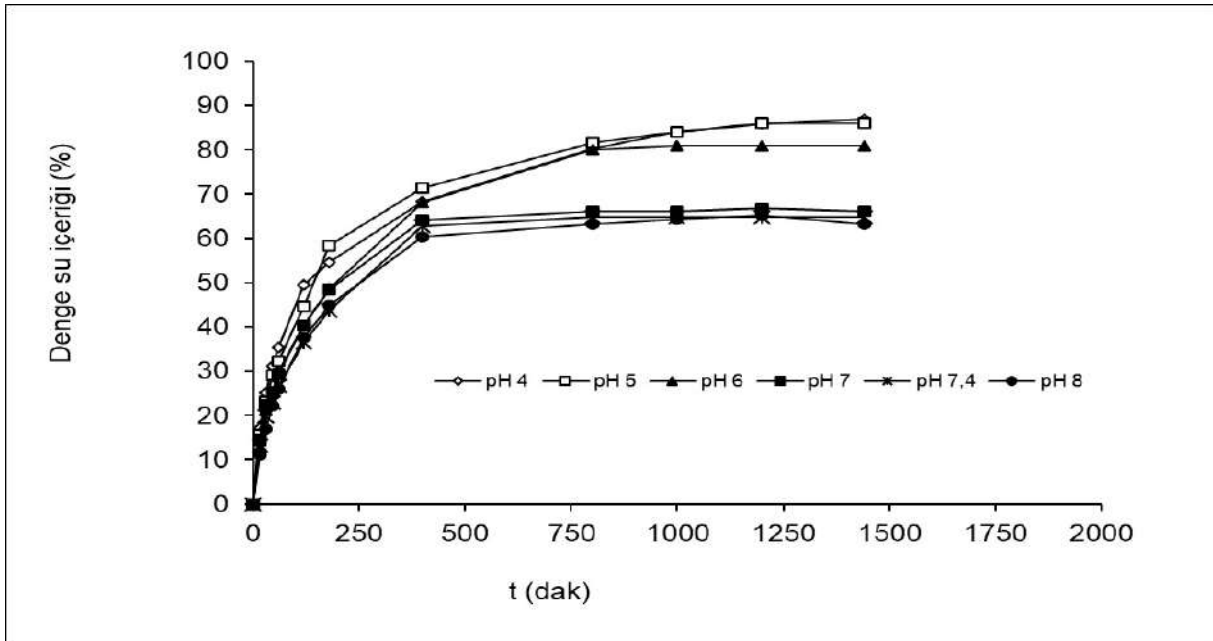
Tablo-3: van Oss yaklaşımına göre PHEMA ve p(HEMA-MMA) membranlarının yüzey serbest enerjisi parametreleri (*mJ/m²*).

Tablo-4: PHEMA ve p(HEMA-MMA) yapılarına adsorplanan serum protein miktarları.

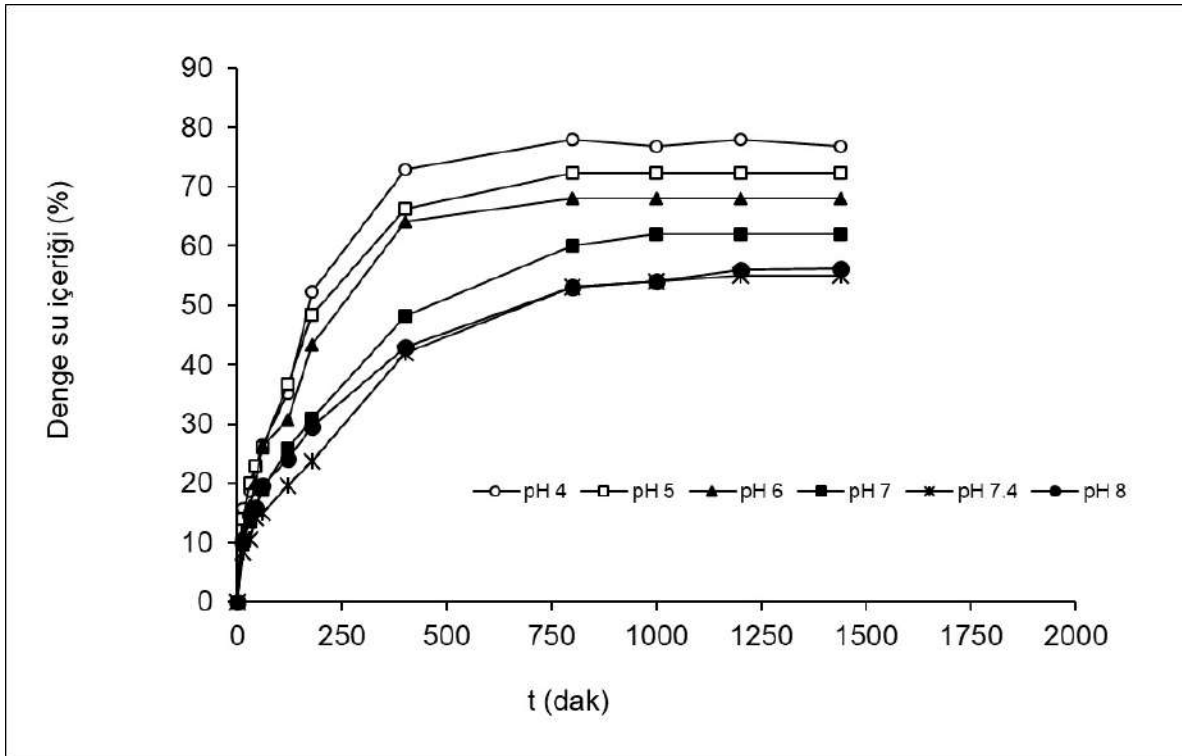
Tablo-5: PHEMA ve p(HEMA-MMA) hidrojellerinden L-karnitin salınımına ait kinetik parametreler.



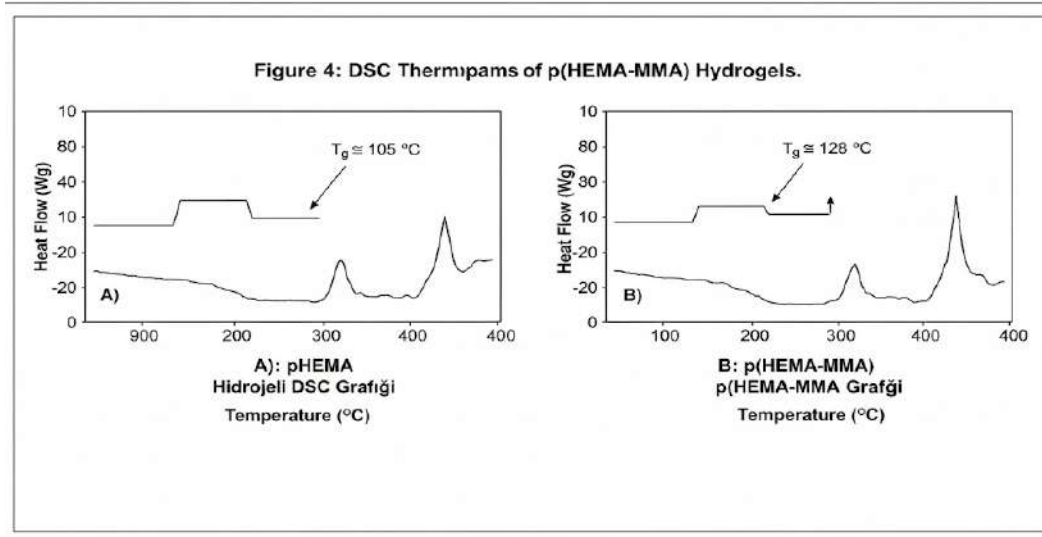
Şekil-1: Kontrollü salınım sisteminde kullanılan taşıyıcı implantın SEM görüntüsü.



Şekil-2: pHEMA hidrojelinin farklı tampon sistemlerindeki şişme davranışı.

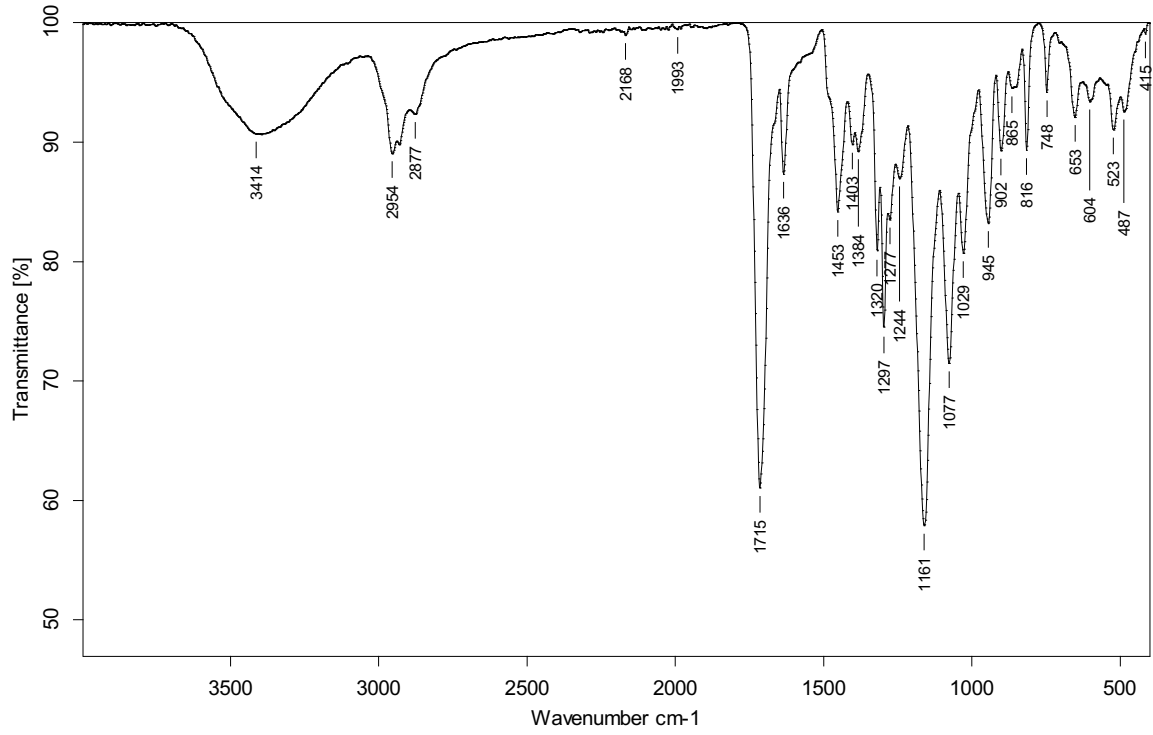


Şekil-3: pHEMA-MMA hidrojelinin farklı tampon sistemlerdeki şişme davranışı.

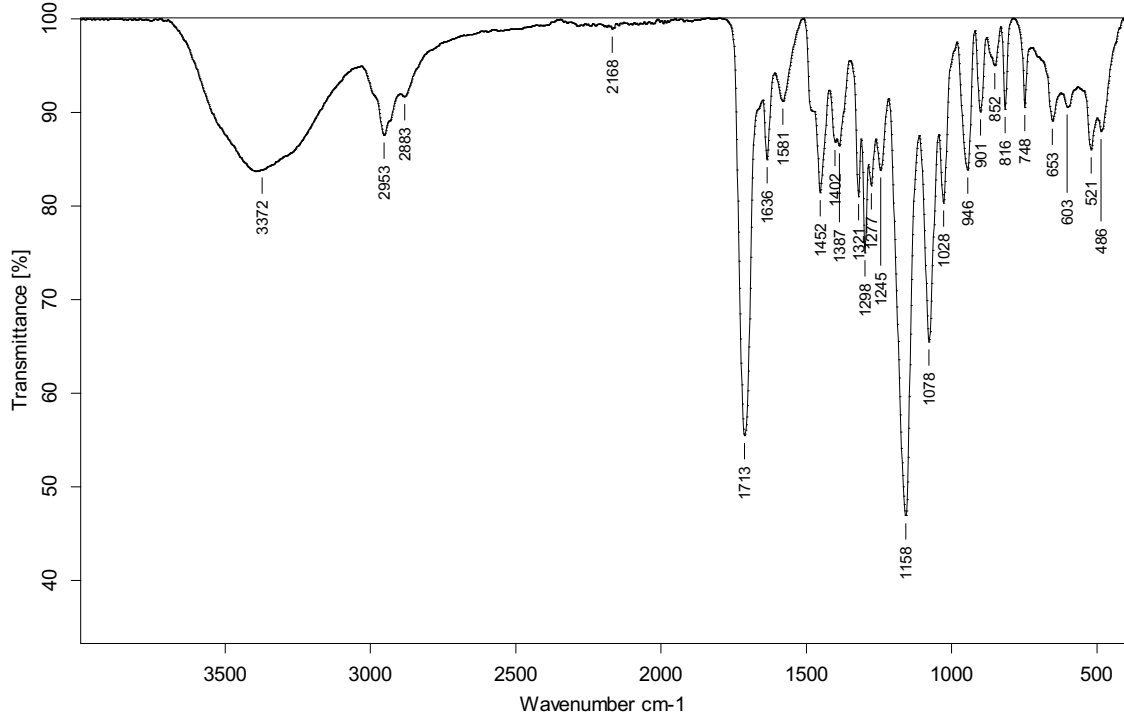


Şekil-4: pHEMA (A) ve p(HEMA-MMA) (B) hidrojellerinin DSC grafiği.

FTIR spektrumları

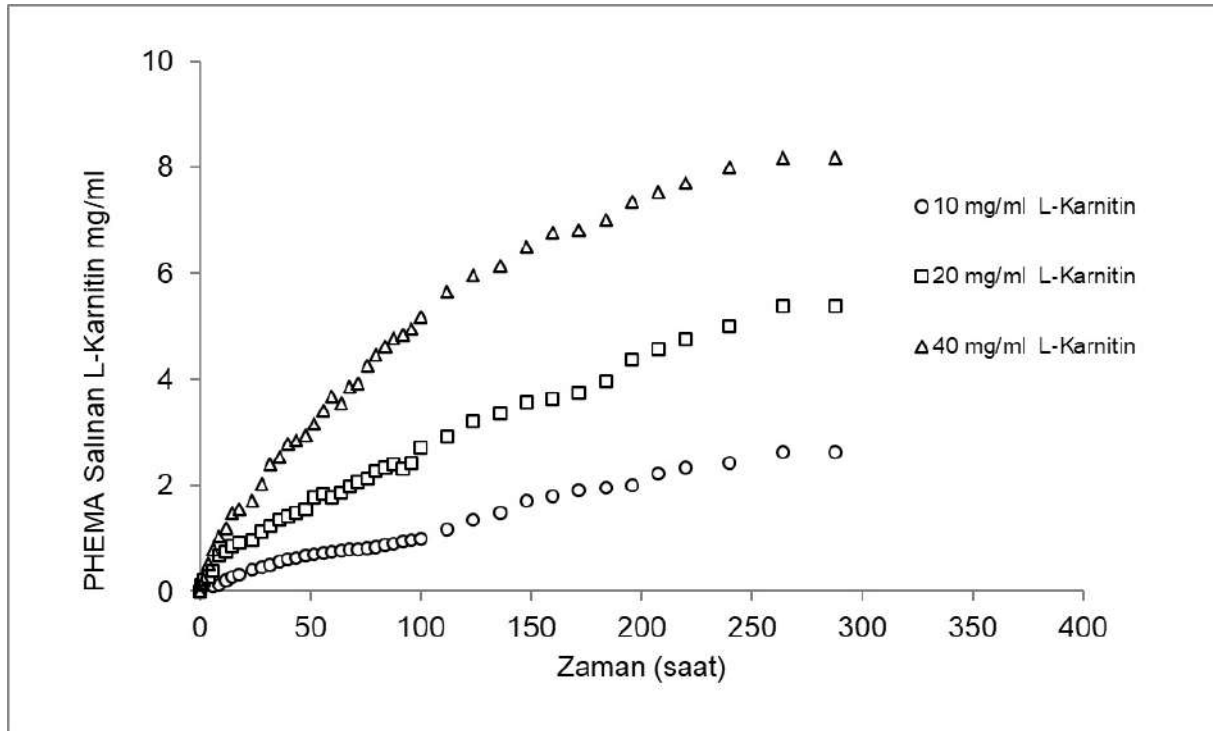


Phema MMA

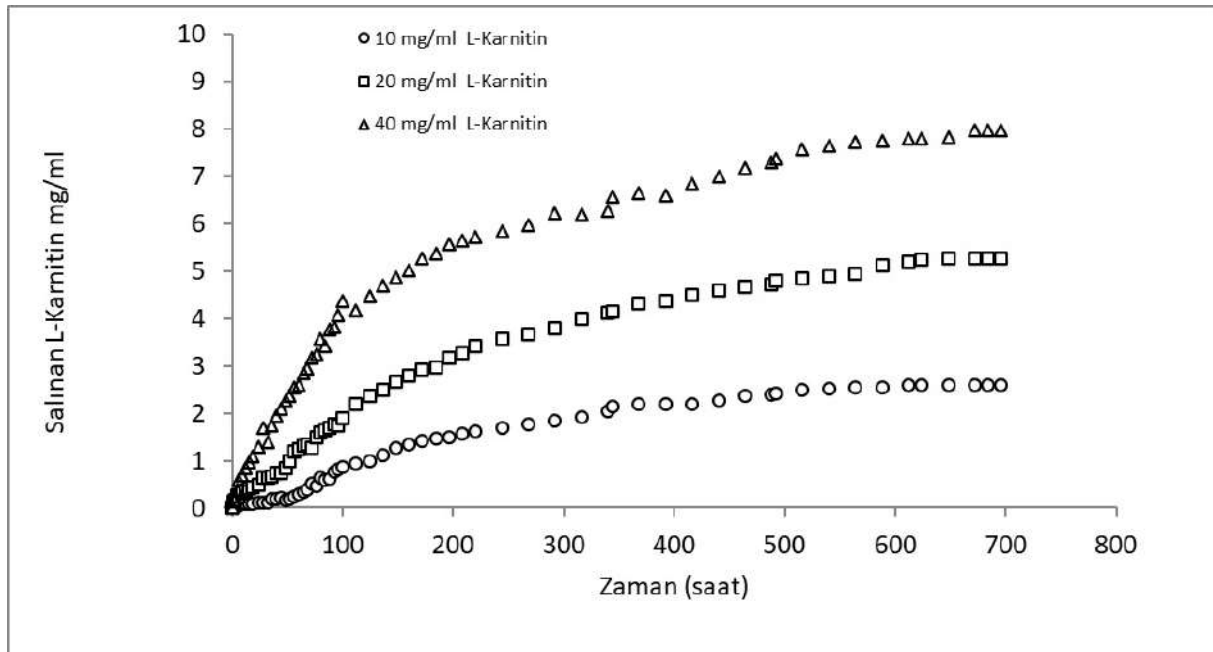


L-Karnitin yüklü

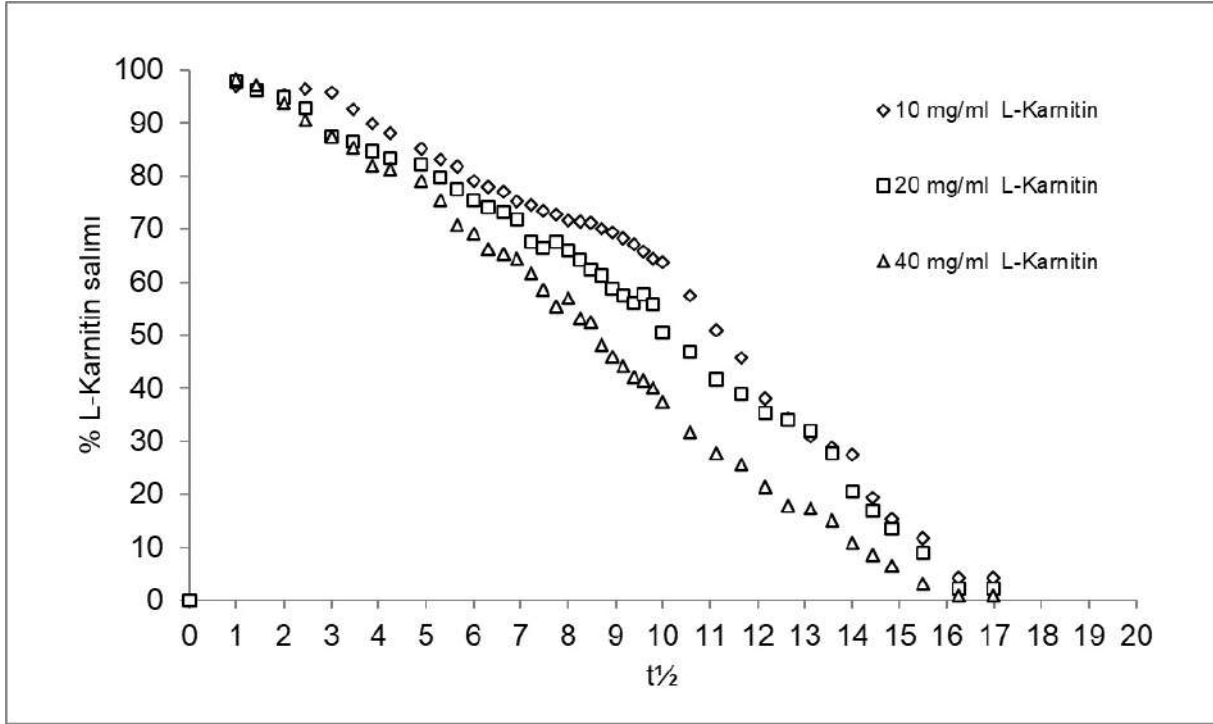
ŞEKİL-5: p(HEMA-MMA) ve L-karnitin yüklü p(HEMA-MMA) örneklerine ait FTIR spektrumları.



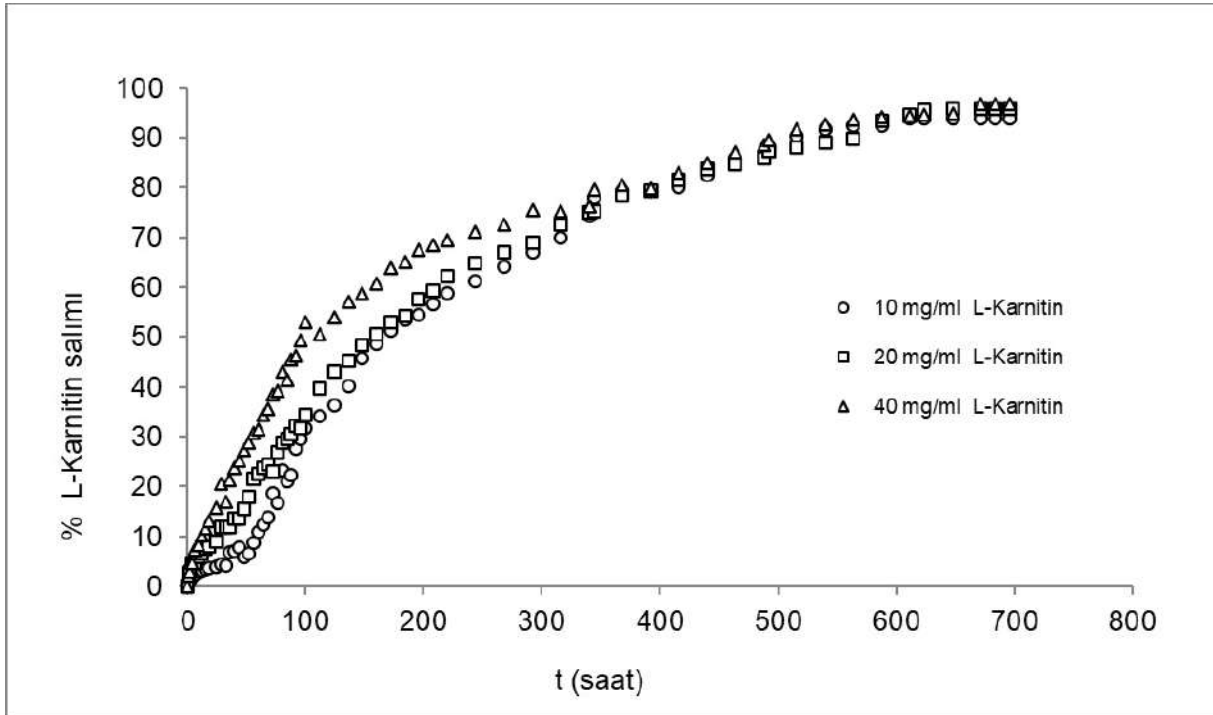
Şekil-6:pHEMA hidrojelinden l karnitin salınım porfili.



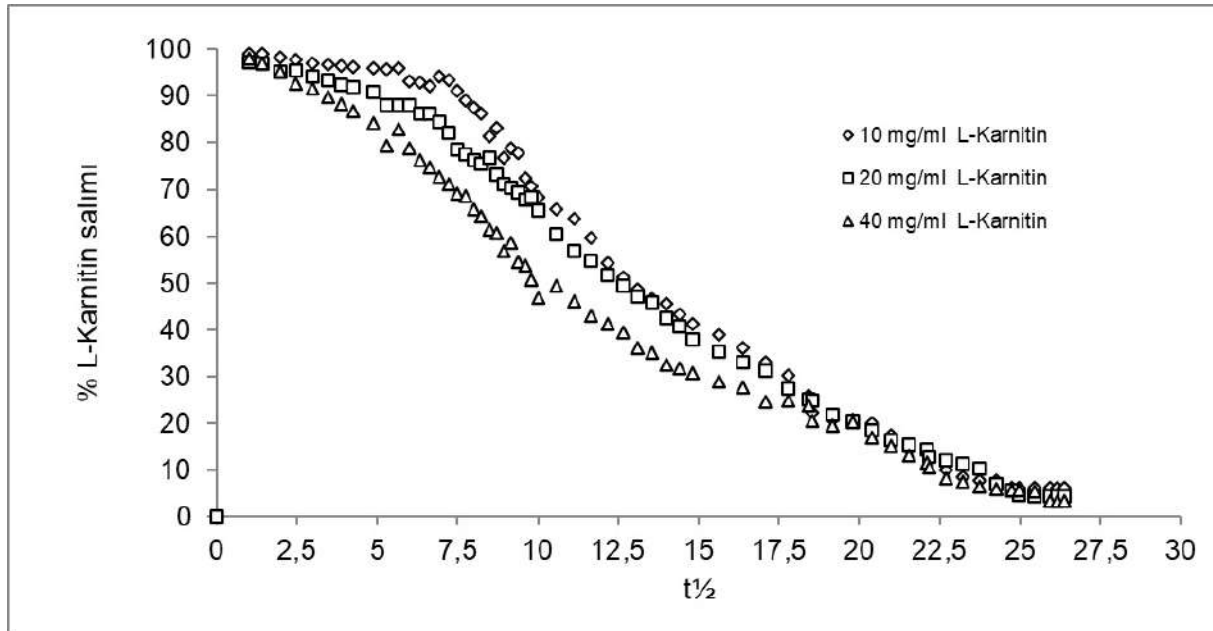
Şekil-7: pHEMA-MMA hidrojelinden l karnitin salınım porfili.



Şekil-8: pHEMA hidrojelinden yüklenen l karnitin zamana karşı % kümülatif salınım grafiği.



Şekil- 9. p(HEMA-MMA) hidrojelinden L-karnitin zamana karşı % kümülatif salınım grafiği



Şekil-10: pHEMA-MMA hidrojelinden l karnitin salınımının zamanın k karekökü ile değişimi.

	HEMA: MMA oranı (v/v)	Polimerizasyon	Mekanik dayanıklılık
A	1.00:0.00	+	Orta
B	1.00:0.25	+	Orta
C	1.00:0.50	+	Yeterli
D	1.00:1.00	+	Yeterli
E	0.00:1.00	-	Yetersiz
F	0.25:1.0	-	Yetersiz

Tablo-1: Farklı MMA oranlarında sentezlenen kompozit hidrojelinin mekanik dayanıklılığına membran hazırlama kompozisyonunun etkisi.

İmplant	Su	Gliserol	Diiodometan
pHEMA	52,4	47,6	28,3
p(HEMA-MMA)	48,3	53,1	30,1

Tablo-2: Taşıyıcı implant için (PHEMA ve p(HEMA-MMA)) deneme sıvılarıyla ölçülen yüzey temas açıları (γ_{erg} : Test sıvılarının yüzey gerilimi).

İmplant	γ_{LW}	γ^+	γ^-	γ_{AB}	γ_{Toplam}	Polarite (%)
pHEMA	44,5	0,7	4,5	4,0	48,3	8,4
p(HEMA-MMA)	45,2	0,5	4,8	5,8	50,2	11,2

γ^{LW} [mN/m²] : uzun mesafeli etkileşimleri gösteren (dispersif etkileşim, dipol-dipol etkileşim ve dipol-indüklenmiş dipol etkileşimini içerir.

γ^+ [mN/m²] : membranın asit bileşenlerini göstermektedir.

γ^- [mN/m²] : membranın baz bileşenlerini göstermektedir.

γ^{AB} [mN/m²] : asit-baz etkileşimlerini belirtir

γ^{Toplam} [mN/m²] : toplam yüzey serbest enerjisi

Polarite (%): % polarite

Tablo-3: van Oss'a göre membranların yüzey serbest enerjisi parametreleri (mJ/m²).

İmplant	HSA (ng/cm ²)	γ -globulinler (ng/cm ²)	Fibrinojen (ng/cm ²)
pHEMA	301	171	88
p(HEMA-MMA)	144	130	30

Tablo-4: pHEMA ve p(HEMA-MMA) yapısına adsorbe edilen serum protein miktarları.

Numune	L-karnitin dozu (mg/mL)	$k_p \times 10^{-2}$	n	R ²	$k_0 \times 10^{-2}$	R ²	$k_H \times 10^{-2}$	R ²
pHEMA	10	1.62	0.68	0.978	0.86	0.983	4.65	0.970
pHEMA	20	2.28	0.61	0.986	1.77	0.979	9.43	0.979
pHEMA	40	2.21	0.66	0.985	2.87	0.959	15.59	0.983
p(HEMA-MMA)	10	0.24	0.69	0.973	0.31	0.941	3.56	0.973
p(HEMA-MMA)	20	1.27	0.58	0.978	0.67	0.943	6.70	0.981
p(HEMA-MMA)	40	2.44	0.49	0.979	0.95	0.917	9.58	0.985

Tablo-5: pHEMA ve p(HEMA-MMA) hidrojellerinden, salınım parametrelerine göre L-Karnitin salınım kinetiği.

KAYNAKÇA

- [1] Bremer J. (1983). Carnitine--metabolism and functions. *Physiological reviews*, 63(4), 1420–1480. <https://doi.org/10.1152/physrev.1983.63.4.1420>
- [2] Flanagan, J. L., Simmons, P. A., Vehige, J., Willcox, M. D. P., & Garrett, Q. (2010). Role of carnitine in disease. *Nutrition & Metabolism*, 7, Article 30. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-30>
- [3] Vaz, F. M., & Wanders, R. J. A. (2002). Carnitine biosynthesis in mammals. *Biochemical Journal*, 361(3), 417–429. <https://doi.org/10.1042/0264-6021:3610417>
- [4] Dash, T. K., & Konkimalla, V. B. (2012). Polymeric modification and its implication in drug delivery: Poly-ε-caprolactone (PCL) as a model polymer. *Progress in Polymer Science*, 37(12), 1651–1678. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003>
- [5] Steiber, A., Kerner, J., & Hoppel, C. L. (2004). Carnitine: A nutritional, biosynthetic, and functional perspective. *Molecular Aspects of Medicine*, 25(5–6), 455–473. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2004.06.006>
- [6] Arica, M. Y. (2000). Epoxy-derived pHEMA membrane for bioactive macromolecules immobilization: Covalently bound urease in a continuous model system. *Journal of Applied Polymer Science*, 77(3), 1234–1242.
- [7] Tomlinson, E., Livingstone, C, Selective Drug Delivery and Targeting, Pharm. J., November (1), 619-621 (1989).
- [8] Gregoriadis, G., Liposomes (Drug Carriers in Biology and Medicine), Gregoriadis, G., Academic Press, London, 287 (1979).
- [9] M.Y. Arica, Epoxy-Derived pHEMA Membrane for Use Bioactive Macromolecules Immobilization: Covalently Bound Urease in a Continuous Model System. *Journal of Applied Polymer Science*, 77, 2000(2000).
- [10] J.M.J. Svec and F. Fréchet, Modified Poly(glycidyl methacrylate-co-ethylene dimethacrylate) Continuous Rod Columns for Preparative Scale Ion-Exchange Chromatography of Proteins. *J. Chromatogr. A*, 702, 89(1995)
- [11] R. Blanco, A. Arai, N. Grinberg, D.M. Yarmush, B.L. Karger. Role of association on protein adsorption isotherms. β-lactoglobulin a adsorbed on a weakly hydrophobic surface, *Journal of chromatography*. 482, 1(1989).
- [12] T.A. Mykhaylyk, S.D. Evans, C.M. Fernyhough, L.W. Hamley, J.R. Henderson, Ellipsometric study of adsorption on nanopatterned block copolymer substrates. *J. Colloid Interf. Sci.* 260, 234(2003).
- [13] W.A. Zisman. Influence Of Constitution On Adhesion Ind. Eng. Chem. 55, 19(1963).
- [14] C.J., van Oss, R.J., Good, M.K., Additive and nonadditive surface tension components and the interpretation of contact angles. *Chaudury Langmiur* 4, 884(1988).
- [15] M.Y. Arica, G. Bayramoğlu. B. Arica, E. Yalçın K. Ito and Y. Yagci Design of a novel hydrogel membrane for various biomedical applications based on poly(hydroxyethylmethacrylate/vinylbenzylpoly(ethyleneoxide)): properties and its drug release characteristics, *Macromolecular Bioscience* 5(10), 983(2005).
- [16] M. Yılmaz Polihidroksi Etilmetakrilat Kökenli Yapay Damarların Hazırlanması Ve Biyo-Uyumluluk Özelliklerinin Arttırılması Ve Karakterizasyonu, Kırıkkale Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2006.
- [17] N.A. Peppas, Hydrogels in medicine and pharmacy. 180, 1(1986).
- [18] N.A. Peppas, Y. Huang, M. Torres-Lugo, J.H. Ward, J. Zhang. Physicochemical, foundations and structural design of hydrogels in medicine and biology, *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2, 9(2000).
- [19] J. Siepmann, N.A. Peppas. Modeling of drug release from delivery systems based on hydroxypropyl methylcellulose (hpmc), *Adv. Drug Deliv. Rev.* 48, 139(2001)
- [20] P.L, Ritger, NA. Peppas, A simple equation for description of solute release II. Fickian and anomalous release from swellable devices. *J. Controlled Release.*; 5, 37(1987)
- [21] R.W, Korsmeyer, R, Gurny, E, Doelker, P, Buri, N.A. Peppas Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers. *Int. J. Pharm.*; 15, 25(1983)
- [22] T. Higuchi, Mechanism of Sustained Action Medication: Theoretical Analysis Of Rate of Solid Drugs Dispersed in Solid Matrices, *J. Pharm. Sci.* 52, 1145(1963).
- [23] Bajpai, A. K., Shukla, S. K., Bhanu, S., & Kankane, S. (2008). Responsive polymers in controlled drug delivery applications. *Progress in Polymer Science*, 33(11), 1088–1118. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2008.07.005>

- [24] Evans, A. M., & Fornasini, G. (2003). Pharmacokinetics of L-carnitine. *Clinical Pharmacokinetics*, 42(11), 941–967. <https://doi.org/10.2165/00003088-200342110-00002>
- [25] Flanagan, J. L., Simmons, P. A., Vehige, J., Willcox, M. D. P., & Garrett, Q. (2010). Role of carnitine in disease. *Nutrition & Metabolism*, 7, 30. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-30>
- [26] Hoffman, A. S. (2002). Hydrogels for biomedical applications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 54(1), 3–12. [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(01\)00239-3](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(01)00239-3)
- [27] Peppas, N. A., & Hoffman, A. S. (2020). Hydrogels. In *Biomaterials science* (3rd ed., pp. 153–166). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816137-1.00008-2>
- [28] Qiu, Y., & Park, K. (2012). Environment-sensitive hydrogels for drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 64(1), 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2011.09.004>
- [29] Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., & Lemons, J. E. (2013). *Biomaterials science: An introduction to materials in medicine* (3rd ed.). Academic Press.
- [30] Peppas, N. A., Bures, P., Leobandung, W., & Ichikawa, H. (2000). Hydrogels in pharmaceutical formulations. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 50(1), 27–46. [https://doi.org/10.1016/S0939-6411\(00\)00090-4](https://doi.org/10.1016/S0939-6411(00)00090-4)
- [31] Li, J., & Mooney, D. J. (2016). Designing hydrogels for controlled drug delivery. *Nature Reviews Materials*, 1, 16071. <https://doi.org/10.1038/natrevmats.2016.71>
- [32] Caló, E., & Khutoryanskiy, V. V. (2015). Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products. *European Polymer Journal*, 65, 252–267. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.11.024>
- [33] Liechty, W. B., Kryscio, D. R., Slaughter, B. V., & Peppas, N. A. (2010). Polymers for drug delivery systems. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 1, 149–173. <https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-073009-100847>
- [34] Langer, R. (1998). Drug delivery and targeting. *Nature*, 392(6679), 5–10. <https://doi.org/10.1038/32113>
- [35] Lin, C. C., & Metters, A. T. (2006). Hydrogels in controlled release formulations: Network design and mathematical modeling. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 58(12–13), 1379–1408. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2006.09.004>
- [36] Ahmed, E. M. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. *Journal of Advanced Research*, 6(2), 105–121. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006>
- [37] Siepmann, J., & Siepmann, F. (2012). Modeling of diffusion controlled drug delivery. *Journal of Controlled Release*, 161(2), 351–362. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2011.10.006>
- [38] Hoare, T. R., & Kohane, D. S. (2008). Hydrogels in drug delivery: Progress and challenges. *Polymer*, 49(8), 1993–2007. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2008.01.027>

ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF *OLEA EUROPAEA* L. VARIETIES IN THE FLORA OF TÜRKİYE

Assist. Prof. Dr. Ayşegül HOŞ¹

Res. Assist. Ayşe İNCİ¹

Kaan YAMAN¹, Shaghayegh SALEHİ¹

Ahmet Vedat YILDIRIM¹

Res. Assist. Fatma SARI²

Res. Assist. Ayşenur ÖLMEZ²

Prof. Dr. Ayşegül ÇOPUR ÇİÇEK³

¹Department of Pharmaceutical Microbiology, School of Pharmacy, İstanbul Medipol University, İstanbul, Türkiye

²Department of Pharmaceutical Botany, School of Pharmacy, İstanbul Medipol University, İstanbul, Türkiye

³Department of Medical Microbiology, School of Medicine, İstanbul Medipol University, İstanbul, Türkiye

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the antifungal and antibacterial activities of *Olea europaea* L. varieties. *O. europaea* var. *europaea* and *O. europaea* var. *sylvestris* were collected at an altitude of 285 m in Mut district, Mersin Province, Turkey. Maceration method was used for preparation of the raw ethanolic extracts of olive tree leaves. The antimicrobial activity of the extracts was determined with disc diffusion method against *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Streptococcus agalactiae* ATCC 12386, and *Candida albicans* ATCC 90028. The results showed that the extract from *O. europaea* var. *europaea* had antibacterial and antifungal activities. On the other hand, the *O. europaea* var. *sylvestris* extract had no antibacterial and antifungal activities against test microorganisms. The results showed that two different *O. europaea* L. varieties have significantly different antimicrobial activity, which is an important result for this study. Consequently, it can be suggested that the antimicrobial activity of *O. europaea* L. depends on the variety.

Keywords: Antimicrobial, *Olea europaea*, Olive Tree Leaves

LİMON, SARIMSAK ve ELMA SİRKESİNİN *ALBICANS*-DIŞI *CANDIDA* TÜRLERİ ÜZERİNDEKİ ANTİFUNGAL ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE ANTIFUNGAL EFFECTIVENESS OF LEMON, GARLIC, and
APPLE CIDER VINEGAR ON NON *ALBICANS CANDIDA* SPECIES

Betül TAŞ^{1,2}

Prof. Dr. Ömer KÜÇÜKBASMACI²

Prof. Dr. Nevriye GÖNÜLLÜ²

Prof. Dr. Sevgi ERGİN²

¹ Haliç Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul,
Türkiye

ÖZET

Amaç: Son yıllarda *Candida* enfeksiyonlarının görülme sıklığı artmakta ve antifungal ilaçlara karşı gelişen direnç, özellikle *albicans*-dışı *Candida* türlerinde önemli bir klinik problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, beş farklı *albicans*-dışı *Candida* türü (*C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *C. glabrata* ve *C. auris*) üzerinde sarımsak, limon ve elma sirkesi ekstraktlarının antifungal aktivitelerini araştırarak doğal ürünlerin potansiyel terapötik etkilerini değerlendirmektir.

Yöntem: Bitkisel ekstraktlar %80 (v/v) etanol kullanılarak hazırlanmış ve 0.22 µm membran filtre ile steril edilmiştir. Kan kültürlerinde üremiş ve Brucella Broth Agar'a stoklanmış fungal izolatlardan Sabouraud Dekstroz Agar (SDA) üzerine pasaj alınmış, ardından glukoz ve metilen mavisi içeren Mueller-Hinton Agar (MHA-GM)'da inoküle edilmiştir. Antifungal aktivite, disk difüzyon yöntemiyle değerlendirilmiş, her bir doğal ekstrakttan 10 µL, steril 6 mm çapındaki diskler üzerine ilave edilmiştir. Flukonazol (25 µg) pozitif kontrol olarak ve *C. parapsilosis* ATCC 22019 standart suş olarak kullanılmıştır. Deneyler üç kez tekrar edilmiş, inhibisyon zon çapları milimetre (mm) cinsinden ölçülerek ortalama değerleri kaydedilmiştir.

Sonuçlar: Sarımsak ekstraktı, çalışılan *albicans*-dışı *Candida* türleri arasında en belirgin antifungal etkiyi göstermiştir. Özellikle *C. auris*'te 10–14 mm civarında zon çapları gözlenmiş ve dolayısıyla bu türde en yüksek duyarlılık saptanmıştır. *C. krusei* ve *C. glabrata* türlerinde 7–8 mm zonlar elde edilmiştir. *C. tropicalis* ve *C. parapsilosis*'te ise zon oluşumu gözlenmemiştir. Limon ve elma sirkesi ekstraktları hiçbir türde anlamlı inhibisyon oluşturmamıştır. Flukonazol kontrolü yaklaşık 28–40 mm'lik güçlü inhibisyon zonları vermiştir. Bulgular, doğal ürünlerin bazı *albicans*-dışı

Candida türlerine karşı antifungal potansiyele sahip olduğunu ve bu etkinin daha sonraki çalışmalarda ayrıntılı olarak araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Candida*, *albicans*-dışı, antifungal aktivite, sarımsak, limon, elma sirkesi, disk difüzyon

ABSTRACT

Aim: In recent years, the incidence of *Candida* infections has increased, and resistance to antifungal agents has become an important clinical challenge, particularly in non-*albicans Candida* species. This study aimed to evaluate the antifungal activity of garlic, lemon, and apple cider vinegar extracts against five non-*albicans Candida* species (*C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *C. glabrata*, and *C. auris*) and to assess the potential therapeutic value of these natural products.

Methods: Plant extracts were prepared using 80% (v/v) ethanol and sterilized by filtration through a 0.22 µm membrane filter. Fungal isolates obtained from blood cultures and stored on Brucella Broth Agar were subcultured on Sabouraud Dextrose Agar (SDA) and subsequently inoculated onto Mueller–Hinton Agar supplemented with glucose and methylene blue (MHA-GM). Antifungal activity was assessed using the disk diffusion method, with 10 µL of each extract applied onto sterile 6 mm paper disks. Fluconazole (25 µg) was used as the positive control, and *C. parapsilosis* ATCC 22019 served as the reference strain. All experiments were performed in triplicate, and inhibition zone diameters were measured in millimeters (mm) and recorded as mean values.

Results: Among the tested extracts, garlic demonstrated the most pronounced antifungal activity against non-*albicans Candida* species. The largest inhibition zones were observed in *C. auris*, ranging from approximately 10 to 14 mm, indicating the highest susceptibility among the tested species. In *C. krusei* and *C. glabrata*, inhibition zones of 7–8 mm were recorded. No zone formation was detected in *C. tropicalis* or *C. parapsilosis*. Neither lemon nor apple cider vinegar extracts produced meaningful inhibition against any of the tested species. The fluconazole control yielded strong inhibition zones, measuring approximately 28–40 mm. These findings indicate that certain natural products, particularly garlic, exhibit antifungal potential against specific non-*albicans Candida* species and warrant further investigation in future studies.

Keywords: *Candida*, non-*albicans*, antifungal activity, garlic, lemon, apple cider vinegar, disk diffusion

GİRİŞ

Mantarlar, insanları enfekte edebilen tüm mikroorganizmalar arasında, insan sağlığı üzerinde şaşırtıcı derecede büyük bir etkiye sahip ve her yıl 2 milyondan fazla ölüme sebep olmasına rağmen en az anlaşılan ve en az çalışılan gruptur [1]. Dünya genelinde yaygın olarak görülen mantar türlerinin sayısı son yıllarda büyük artış göstermiştir [2]. 2020 yılında, tanımlanan mantar türü sayısı 140.000 olarak raporlanmıştır ve bu rakamın Dünya'da bulunan mantar türlerinin yalnızca %12 ila %1'ini temsil ettiği belirtilmiştir [3].

Özellikle *Candida* türü mantarlar maya mantarları olup, insanda genitoüriner, gastrointestinal ve solunum sistemlerinin yanı sıra derinin normal florasında da bulunmasına rağmen bağışıklık sistemi zayıflamış hastalarda yaygın olarak enfeksiyonlara sebep olmakta ve klinik açıdan önemli tablolar oluşturabilmektedir [4, 5]. Her ne kadar en sık rastlanan tür *Candida albicans* olsa da, son dönemlerde *albicans*-dışı *Candida* türlerin insidansında görülen artış, bu türlerin antifungal ilaçlara karşı geliştirdiği direnç ve kontrol altına alınamayan enfeksiyonlarda görülen mortalite ve morbidite oranları, antifungal tedavi yaklaşımlarının gözden geçirilmesini zorunlu kılmıştır [5, 6]. Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2022 yılında ilk kez yayınlanan “Fungal Öncelikli Patojenler Listesi Raporu”, bu patojenlerin insan sağlığı açısından taşıdığı önemi bir kez daha vurgulamış aynı zamanda araştırma, geliştirme ve halk sağlığı müdahaleleri için önceliklerin belirlenmesinde yardımcı olmuştur [1]. Bu rapor, 19 mantar türünü kritik, yüksek ve orta öncelikli olarak üç gruba ayırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; *Candida auris*, kritik öncelikli, *Candida glabrata* (yeni adıyla *Nakaseomyces glabratus*), *Candida tropicalis* ve *Candida parapsilosis*, yüksek öncelikli, *Candida krusei* (yeni adıyla *Pichia kudriavzevii*) ise orta öncelikli grupta yer almaktadır [7].

Türkiye’de yapılan epidemiyolojik çalışmalar, *albicans*-dışı *Candida* türlerinin toplam *Candida* izolatları içerisindeki oranının giderek yükseldiğini ve özellikle *C.glabrata* ile *C.parapsilosis*’in antifungal direnç açısından ciddi risk oluşturduğunu göstermektedir [8]. Dünya genelinde de benzer bir tablo gözlenmekte, özellikle *C.auris*’in çoklu ilaç direnci göstermesi, sağlık sistemleri açısından alarm oluşturacak seviyede ele alınmaktadır. Bu artış hem hastane enfeksiyonlarının kontrolünde hem de tedavi planlamasında yeni stratejilerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Geleneksel antifungal ilaçlar, uzun yıllar boyunca fungal enfeksiyonlarla mücadelede temel tedavi seçeneği olarak kullanılmıştır. Ancak zamanla artan antifungal direnç ve ilaç yan etkileri, alternatif tedavi stratejilerine olan ilgiyi artırmıştır [9]. Bu kapsamda doğal ürünler ve bitkisel ekstraktlar antifungaller olarak araştırılmaya başlanmıştır. Sarımsak (*Allium sativum*), limon (*Citrus limon*) ve elma sirkesi (Apple cider vinegar (ACV)) Türk mutfağının vazgeçilmez unsurlarıdır. Bu ürünlerin içerdiği biyolojik aktif bileşenlerin gösterdiği antimikrobiyal ve antifungal özellikler bilimsel çalışmalarla desteklenmiştir [10]. Sarımsaktaki allicin bileşiğinin, *Candida* türlerinin hücre duvarı yapısını bozarak etkili olduğu ortaya çıkartılmıştır [11]. Limon kabuğunda bulunan flavonoidler ve terpenler mantar hücre membranına zarar vererek çoğalmayı engellemektedir [12]. Elma sirkesi ise asidik yapısıyla ortamında pH’ı düşürerek mantarın büyümesini inhibe etmektedir [13].

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarına rutin tetkik yapılmak üzere gelen kan kültür örneklerinden izole edilen ve stoklanan *albicans*-dışı *Candida* izolatlarıyla çalışarak, limon, sarımsak ve elma sirkesinin bu türler üzerindeki antifungal etkilerini detaylı olarak araştırmayı, in vitro çalışmalarla bu doğal ürünlerin etkinliğini değerlendirmeyi ve antifungal tedaviye alternatif veya tamamlayıcı çözümler sunmayı amaçlamaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Candida türlerinin insanlarda hastalık yapıcı etkenler olarak tanımlanmasına ilişkin en eski kayıtlar M.Ö. 4. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Hipokrat, Epidemics adlı eserinde oral mukozada gözlemlendiği beyaz lezyonları “aphthae” veya pamukçuk olarak tanımlayarak muhtemelen oral kandidiyazise ait ilk klinik tanımlamayı yapmıştır [14]. Daha sonraki dönemlerde yapılan çalışmalar sonucunda pamukçuk etkeni maya türleri tanımlanmış ve 1923 yılında Christine Marie Berkhout tarafından “*Candida*” cinsi literatüre kazandırılmıştır [14, 15]. *Candida* türleri, ökaryotik mikroorganizmalardır. Kitin, glukan ve mannan içeren hücre duvarları, ergosterol içeren zar yapısıyla birlikte antifungallere karşı doğal direnç sergilerler. Bu organizmalar genellikle saprofitik yaşam sürmekle birlikte fırsatçı ya da primer patojen türleri insanlarda enfeksiyona yol açabilmektedir [16]. *Candida* türleri morfolojik açıdan maya, psödohif ve hif olmak üzere üç farklı formda gelişim gösterebilmektedir. Mayalar, oval yapıdaki tek hücreli mantarlardır ve hem eksensel hem de bipolar tomurcuklanma desenleri gösterebilmektedirler [17]. Psödohif formunda hücrelerin uzayarak, birbirine bağlı zincirler halinde dizildiği ve hücreler arası bölgelerde daralmalar olduğu görülür. Hif yapıları ise paralel yan duvarlara sahip, konstriksiyon içermeyen, septalı ve filamentöz yapılardır. *Candida* türlerinin çevresel koşullara yanıt olarak maya formundan filamentöz formlara geçiş yapabilmesi patogeneze açısından önemli bir özelliktir [18]. *Candida* türlerinin patojenitesinde rol oynayan başlıca virülans faktörleri arasında konak dokularına adezyon, biyofilm oluşumu, hidrolitik enzim üretimi ve bağışıklık sisteminden kaçış mekanizmaları yer almaktadır [19]. Bu faktörler mantarın konak yüzeylerine tutunmasını, dokulara invazyonunu ve antifungal tedaviye karşı tolerans geliştirmesini kolaylaştırmaktadır. *Albicans*-dışı *Candida* türleri morfolojik ve biyolojik özellikler açısından birbirlerinden farklılık göstermektedir. *Candida tropicalis* maya, psödohif ve gerçek hif formlarını oluşturabilen dimorfik bir türdür ve güçlü biyofilm oluşturma kapasitesi ile bilinmektedir [17, 20]. *Candida krusei* silindirik maya hücreleri oluşturan ve bazı antifungallere karşı doğal direnç gösterebilen bir türdür [21, 22]. *Candida glabrata* çoğunlukla tek hücreli maya formunda bulunan ve makrofajlar içerisinde uzun süre canlı kalabilen bir tür olarak tanımlanmaktadır [23, 24]. *C. parapsilosis*, özellikle kateter ilişkili kandidemiler ve prematüre yenidoğan enfeksiyonları ile ilişkilendirilen önemli bir *albicans*-dışı türüdür. Klinik önemini, biyofilm oluşturma kapasitesi, salgıladığı hidrolitik enzimler ve konak bağışıklığından kaçma yeteneği belirler [25, 26]. *C. auris*, çoklu antifungal direnci ve yüksek mortalite oranı ile dünya çapında hastane salgınlarına yol açan *albicans*-dışı *Candida* türlerinden biridir. Özellikle yüzeylerde uzun süre canlı kalabilmesi ve dezenfektanlara direnç göstermesi, onu diğer *Candida* türlerinden ayırmaktadır [27]. *Candida* türlerinin çevresel streslere uyum

sağlayabilme kapasitesi de patogeneze açısından önemlidir. Bu mikroorganizmalar farklı sıcaklık, pH ve ozmotik koşullara adapte olabilmekte ve bu sayede hem konakda hem de çevresel yüzeylerde varlıklarını sürdürebilmektedir [28, 29]. *Candida* türlerinin biyolojik özelliklerinin ve virülans mekanizmalarının anlaşılması, bu patojenlerin neden olduğu enfeksiyonların patogenezinin açıklanması ve antifungal duyarlılık çalışmalarının yorumlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

BİTKİSEL ÜRÜNLER:

Bitkisel ürünler, sekonder metabolitler açısından zengin doğal kaynaklardır. Bu ürünlerde flavonoidler, terpenoidler, fenolik bileşikler, organosülfür bileşikler ve organik asitler gibi çok sayıda biyolojik molekül bulunur. Bu bileşiklerin mantar hücre duvarı, membran yapısı, enzim aktiviteleri ve biyofilm oluşumu üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir [30]. Farklı bitkisel özütlerde antifungal özellikler gözlemlenmiştir.

Limon (*Citrus limon*):

Citrus limon, sulu faz ve kabuk yapısı bakımından farklı içerikler taşır. Sulu fazında en baskın organik asit sitrik asittir [31]. Düşük pH ve sitrik asit varlığının, zayıf asit etkisiyle mantar türlerinde hücre duvarı ve membran geçirgenliğini bozarak büyümeyi inhibe ettiği bildirilmiştir [32]. Sitrik asitin antibakteriyel etkileri iyi tanımlanmış olmakla birlikte, *Candida* türleri üzerindeki antifungal mekanizması ve hücresel düzeydeki etkileri henüz tam olarak ortaya konmamıştır [33].

Sarımsak (*Allium sativum*):

Sarımsak içerdiği organosülfür bileşikler nedeniyle uzun süredir araştırılan bir bitkidir. Literatürde özellikle bu bileşiklerin antifungal etkileri incelenmiş, ancak etkinlik düzeyi kullanılan yöntem ve tanımlanan bileşiklere göre farklılık göstermiştir. Bu bileşiklerden biri ve en önemlisi olan allicin (diallyl thiosulfinate), organosülfür bileşikler sınıfına ait olup sarımsağın karakteristik kokusundan ve birçok biyolojik aktivitesinden sorumludur [34]. Allicin molekül yapısında alil grupları ve tiyosülfonat fonksiyonel grubu (-S(O)-S-) bulunur ve bu yapı bileşiğe hem reaktif özellik kazandırır hem de kısa ömürlü olmasına neden olur. Sarımsak bütün haldeyken allicin bulunmaz, bunun yerine alliin (S-allil-L-sistein sülfoksit) ve alliinaz enzimi, sarımsağın ayrı bölümlerinde depolanır. Sarımsak ezildiğinde, doğrandığında veya çiğnendiğinde hücre yapısı bozulur ve alliin, alliinaz enzimi ile temas eder. Bu katalitik reaksiyon sonucunda allicin üretilir. Ancak allicin kararsız bir moleküldür bu nedenle kısa sürede parçalanarak diallil disülfid (DADS), diallil trisülfid (DATS) ve ajoen gibi ikincil sülfürlü bileşiklere dönüşür [35]. Bu ikincil sülfürlü bileşikler de antifungal özelliklere sahiptir.

Elma Sirkesi (Apple Cider Vinegar):

Elma sirkesinin başlıca bileşeni asetik asittir, bunun yanı sıra malik asit, laktik asit, sitrik asit gibi organik asitler ve fenolik bileşikler, flavonoidler, vitaminler ve mineraller de içermektedir. Bu bileşenler, düşük pH ile birlikte mikroorganizmaların hücre duvarı ve zar bütünlüğünü bozarak

antimikrobiyal etki gösterebilir. Özellikle asetik asit, *Candida* türlerinde hücresel metabolizmayı baskılayan ve büyümeyi inhibe eden ana aktif bileşen olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, elma sirkesinin *C. albicans* üzerinde antifungal etki gösterebildiğini bildirmiştir ancak *albicans*-dışı *Candida* türleri üzerindeki etkisi hakkında literatürde sınırlı sayıda çalışma mevcuttur [36].

YÖNTEM

Fungal izolatlar:

Çalışmada, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'na gönderilen kan kültürlerinden izole edilmiş, VITEK 2 otomatize sistemi ile tanımlanmış ve stoklanmış *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. krusei* ve *C. auris* izolatları kullanıldı. Referans köken olarak *C. parapsilosis* ATCC 22019 çalışmaya dahil edildi.

Besiyerleri ve kimyasallar:

Çalışmada Sabouraud Dekstroz Agar (SDA), glukoz ve metilen mavisi eklenmiş Mueller-Hinton Agar (MHA-GM) kullanıldı. Kimyasal maddeler olarak %80 etanol, %2 glukoz, 0.5 µg/mL metilen mavisi, flukonazol (25 µg) ve 0.5 McFarland standardı kullanıldı.

Bitkisel ekstraktların hazırlanması:

Sarımsak ve limon taze materyalden hazırlandı. Ezilmiş sarımsaktan 10 g tartılarak 100 mL'ye tamamlanacak şekilde %80 etanol içerisinde ekstrakte edildi. Karışım ışıık almayan koşullarda 30 dakika bekletildi ve periyodik olarak çalkalandı. Limon suyu steril cam sıkacak ile sıkılarak elde edildi. Elma sirkesi ise %5 asetik asit içeren ticari ürün olarak kullanıldı. Tüm örneklerin pH ölçümleri yapıldıktan sonra 0.22 µm membran filtreden geçirilerek sterilize edildi ve steril cam şişelere aktarıldı.

İnokulum hazırlanması:

SDA'da 37°C'de 24–48 saat inkübe edilmiş taze koloniler serum fizyolojik içinde süspanse edildi ve bulanıklık 0.5 McFarland standardına göre ayarlandı.

Disk difüzyon testi:

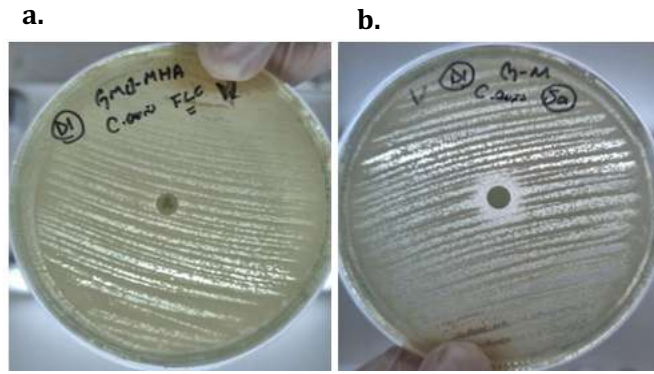
Steril 6 mm boş disklerin her birine 10 µL doğal ürün örneği yüklendi. Negatif kontrol olarak %80 etanol ve distile su, pozitif kontrol olarak flukonazol (25 µg) diskleri kullanıldı. Hazırlanan süspanسیونlar MHA-GM plaklarına steril eküvyon yardımıyla homojen biçimde yayıldı. Diskler plak yüzeyine yerleştirildikten sonra plaklar 37°C'de inkübe edildi. Her bir Petri için bir disk kullanıldı. 24 saat sonunda inhibisyon zon çapları mm cinsinden ölçüldü. Tüm deneyler üç bağımsız tekrar şeklinde yapıldı.

İstatistiksel analiz:

İstatistiksel analizler IBM SPSS programı ile yapıldı. Sayısal veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi kullanıldı ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Bu çalışmada, sarımsak, limon, elma sirkesi, negatif kontrol olarak etanol ve distile su ile pozitif kontrol olarak flukonazol test edildi ve bunların *albicans*-dışı *Candida* türü üzerindeki etkisini göstermek amacıyla disk difüzyon yöntemi uygulandı. Deney 3 kere tekrar edildi. Her tür için inkübasyon sonunda oluşan inhibisyon zonları kaydedildi ve üç tekrar arasından temsil gücü en yüksek ve zon kenarları en net seçilenler kabul edildi.



Şekil 1: İlk deneyde flukonazol (a.) ve sarımsak ekstraktı yüklü (b.) disklerin *C. auris* plaklarında oluşturduğu inhibisyon zonları

Tablo 1: *Albicans*-dışı *Candida* türlerinde farklı etkenlere göre ortalama inhibisyon zon çapları + SD (Standart Sapma)

Mantar türleri	Sarımsak	Limon	Elma sirkesi	Etanol	Distile su	Flukonazol
<i>C. tropicalis</i>	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	32,00 $\pm$ 4,00
<i>C. krusei</i>	5,33 $\pm$ 4,62	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	2,67 $\pm$ 4,62
<i>C. glabrata</i>	7,67 $\pm$ 0,58	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	3,00 $\pm$ 5,20	7,67 $\pm$ 0,58
<i>C. parapsilosis</i>	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	38,33 $\pm$ 2,89
<i>C. auris</i>	11,67 $\pm$ 2,08	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	2,33 $\pm$ 4,04

Çalışmada sarımsak özütü özellikle *C. auris* (11.67 ± 2.08 mm) ve *C. glabrata* (7.67 ± 0.58 mm) üzerinde belirgin bir inhibisyon göstermiştir. Flukonazol pozitif kontrol olarak tüm türlerde en yüksek ortalama zon çaplarına ulaşmıştır (*C. parapsilosis* 38.33 ± 2.89 mm). Diğer değişkenler (limon, elma sirkesi) hiçbir türde inhibisyon oluşturmayarak 0 ± 0 mm ile sonuçlanmıştır.

TARTIŞMA

Literatürde doğal ürünlerin antifungal potansiyelleri çoğunlukla *C. albicans* üzerinden değerlendirilmiştir, *C. auris*, *C. glabrata*, *C. tropicalis*, *C. krusei* ve *C. parapsilosis* gibi yüksek öncelikli türlerin aynı çalışmada karşılaştırıldığı araştırma sayısı ise oldukça sınırlıdır [10, 11, 37]. Bu nedenle çalışmamızda, beş farklı *albicans*-dışı *Candida* türü (*C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. auris*) ve Türkiye’de sıklıkla tüketilen sarımsak, limon suyu, elma sirkesi olmak üzere üç doğal ürün kullanıldı.

Çalışmamızda, flukonazol diski *C. parapsilosis* izolatında 35–40 mm, *C. tropicalis*’te 28–36 mm zonlar oluşturmuş ve her iki tür de CLSI eşiklerine göre kesin duyarlı kategorisine yerleşmiştir. Buna karşılık *C. glabrata* izolatımızda 7–8 mm, *C. krusei* izolatında ise çoğu tekrarda zon oluşmaması, *C. auris* izolatında ise yalnızca bir tekrarda 7 mm’lik minimal zon gözlenmesi, bu türlerde belirgin direnç profilini desteklemiştir. Bu sonuçlar, Arendrup ve Patterson’un (2017) ile Espinel-Ingroff’un (2007) saha sürveyansları ve çok merkezli epidemiyolojik çalışmalarındaki bulgularla ve ayrıca Aydoğan ve arkadaşlarının (2022) Türkiye’de yaptığı çalışmalarla uyumludur [8, 38, 39]. Çalışmamızda *C. krusei*’de zon oluşmaması, bir yöntem hatası değil, türe özgü biyolojik bir direnç fenotipidir. Dolayısıyla azollere karşı gelişen direnç, MIC değerlerinin artışa neden olmakta ve bu durum, disk difüzyon testine inhibisyon zonlarının küçülmesi veya tamamen kaybolması şeklinde fenotipik olarak yansımaktadır [38, 40]. Bu ilişkiyi destekleyen en çarpıcı örneklerden biri *C. auris*’tir. Çok sayıda çalışmada, Lockhart ve arkadaşları (2017), Du ve arkadaşları (2020), Chowdhary ve arkadaşları (2017) ile Arendrup ve Patterson’un (2017) çalışmalarında *C. auris* izolatlarının büyük çoğunluğunun flukonazole karşı yüksek düzey MIC değerleri (≥ 32 –64 $\mu\text{g/mL}$ ve üzeri) gösterdiği ve bu değerlerin klinikte ulaşılabilir dozların üzerinde olması nedeniyle flukonazol tedavisiyle yüksek başarısızlık oranları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [27, 38, 41, 42]. Bu türün intrinsik ve edinilmiş direnç mekanizmaları nedeniyle azollere sınırlı yanıt verdiği, küresel sürveyans verileriyle de ortaya konmuştur. Çalışmamızda *C. auris*’te flukonazol diski etrafında inhibisyon zonu oluşmaması, literatürde bildirilen bu yüksek MIC profilleri ve küresel direnç eğilimi ile uyumlu bir fenotipik bulgu olarak değerlendirilmektedir.

İncelenen literatürlerde sarımsağın *albicans*-dışı *Candida* türleri üzerindeki etkisinin tür-spesifik olduğu ve her türde benzer düzeyde inhibisyon oluşturmadığı saptanmıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar bu durumu desteklemektedir. Sarımsak ekstraktı yüklü diskler, *C. tropicalis* ve *C. parapsilosis* izolatlarında hiçbir tekrarda inhibisyon zonu oluşturmazken, *C. glabrata* izolatlarında 7–8 mm, *C. krusei* izolatlarında iki tekrarda 8 mm, *C. auris* izolatında ise 10–14 mm’ye ulaşan zonlar oluşturmuştur. *C. tropicalis* ve *C. parapsilosis*’te sarımsak ekstraktına bağlı inhibisyon

saptanmaması, bu türlerde hücre duvarı polisakkarit bileşimi ve yapısal organizasyonu *Candida* türleri arasında farklılık gösterebildiğini bildiren Branco ve ark. ile Silva ve ark.'nın çalışmaları ışığında değerlendirildiğinde, hücre duvarı yapısının antifungal bileşiklerin hücreye erişimi üzerinde rol oynayabileceği yönündeki görüşlerle uyumludur [26, 43]. Özellikle *C. auris* izolatında flukonazolün etkisiz kaldığı bir bağlamda sarımsağın 14 mm'ye ulaşan inhibisyon zonu oluşturması, allicinin klasik antifungal hedeflerden farklı bir yolak üzerinden etki edebileceğini düşündürmekte ve bu türün çoklu ilaç direnci göz önüne alındığında klinik açıdan önem taşımaktadır [27, 44].

Çalışmamızda limon suyunun hiçbir *Candida* türünde ölçülebilir bir inhibisyon zonu oluşturmamış olması, limonun intrinsik olarak antifungal açıdan etkisiz olmasından ziyade, disk difüzyon yöntemi ve MHA-GM gibi tamponlama kapasitesi yüksek besiyerlerinde, aktif bileşenlerin hedef hücreye ulaşabilecek konsantrasyona erişememiş olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Nitekim Nielsen ve Arneborg, zayıf organik asitlerin antifungal etkilerinin tamponlanmış ortamlarda belirgin şekilde azalabildiğini göstermiş ve bu durumun in vitro deneylerde etki kaybına yol açabileceğini belirtmiştir [32].

Çalışmamızda elma sirkesi, incelenen hiçbir *Candida* türünde disk difüzyon yöntemiyle ölçülebilir bir inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Budak ve ark.'nın ve El Abdali ve ark.'nın yaptığı çalışmalar, elma sirkesinin yüksek oranda organik asitler ve polifenoller gibi biyoaktif bileşenler içerdiğini savunmaktadır [36, 45]. Bu bileşiklerin antimikrobiyal potansiyeli literatürde tartışılmış olup bazı mikroorganizmalarda etkili oldukları bildirilmiştir. Ancak mevcut veriler, bu etki mekanizmalarının maya hücrelerinde ve özellikle *Candida* türlerinde nasıl işlediğini net olarak ortaya koymamaktadır. Çalışmamızda elma sirkesinin hiçbir *Candida* türünde ölçülebilir inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemi, kullanılan yöntem ve ortam koşullarının bu bileşenlerin etkinliğini sınırlandırması ile ilişkilendirilebilir. Bu bağlamda, elma sirkesinin *Candida* türlerine karşı antifungal potansiyelinin net olarak anlaşılabilmesi için elma sirkesinin farklı konsantrasyonlarda farklı ortam koşullarında daha detaylı çalışılması gerekmektedir.

Çalışmanın başlıca sınırlılıkları; her tür için tek klinik izolat kullanılmış olması, doğal ürünlerin aktif bileşen konsantrasyonlarının nicel olarak belirlenmemiş olması ve disk difüzyon yönteminin MIC düzeyinde ayrıntılı farmakodinamik veri sunmamasıdır. Buna rağmen çalışma, *albicans*-dışı *Candida* türlerinde doğal ürünlerin etkisinin tür-spesifik olduğunu göstermesi bakımından dikkat çekicidir.

SONUÇ

Bu çalışmada, klinik açıdan giderek önem kazanan *albicans*-dışı beş *Candida* türü üzerinde sarımsak, limon suyu ve elma sirkesinin antifungal etkileri değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular flukonazol ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Flukonazolün *C. parapsilosis* ve *C. tropicalis*'te belirgin inhibisyon zonları oluşturmaya karşın *C. glabrata*, *C. krusei* ve özellikle *C. auris*'te etkisiz kalması, literatürde bildirilen direnç paternleriyle uyumlu bulunmuş ve kullanılan metodolojinin geçerliliğini desteklemiştir. Doğal ürünler arasında yalnızca sarımsak ekstraktı, tür-

spesifik ve sınırlı düzeyde olmakla birlikte *C. auris* ve *C. glabrata*'da ölçülebilir inhibisyon oluşturmuş, bu durum sarımsağın klasik antifungal hedeflerden farklı mekanizmalar üzerinden etki gösterebileceğini düşündürmüştür. Buna karşılık limon ve elma sirkesi ekstraktı yüklü diskler hiçbir türde inhibisyon göstermemiştir. Bulgularımız, doğal ürünlerin antifungal etkilerinin genellenebilir olmadığını, etkinliğin belirgin biçimde türe ve ürüne bağlı değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda doğal ürünlerin tek başına antifungal tedavi alternatifi olarak kullanılması bilimsel temelden yoksun olup, özellikle sarımsağın çoklu ilaç direnci gösteren türlerde oluşturduğu sınırlı inhibisyon, ancak ileri farmakolojik analizler ve kombinasyon çalışmalarıyla desteklendiği takdirde klinik açıdan anlamlı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Brown, G.D., et al., *The pathobiology of human fungal infections*. Nature Reviews Microbiology, 2024. **22**(11): p. 687-704.
2. Mendonca, A., et al., *Fungal infections diagnosis—past, present and future*. Research in microbiology, 2022. **173**(3): p. 103915.
3. Xu, J., *Fungal species concepts in the genomics era*. Genome, 2020. **63**(9): p. 459-468.
4. Bongomin, F., et al., *Global and multi-national prevalence of fungal diseases—estimate precision*. Journal of fungi, 2017. **3**(4): p. 57.
5. Seyedmousavi, S., et al., *Candida ve kandidoz: epidemiyoloji, tanı, tedavi, antifungal ilaç direnci ve konağın genetik yatkınlığında güncel durum*. 2015.
6. Pfaller, M.A. and D. Diekema, *Epidemiology of invasive candidiasis: a persistent public health problem*. Clinical microbiology reviews, 2007. **20**(1): p. 133-163.
7. Organization, W.H., *WHO fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action*. 2022: World Health Organization.
8. Aydoğan, S., et al., *Pandemi Döneminde Kan Kültürlerinden İzole Edilen Candida Türlerinin Dağılımı ve Antifungal Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi*. Mantar Dergisi, 2022. **13**(3): p. 105-110.
9. Perfect, J.R., *The antifungal pipeline: a reality check*. Nature reviews Drug discovery, 2017. **16**(9): p. 603-616.
10. Khounganian, R.M., et al., *The Antifungal Efficacy of Pure Garlic, Onion, and Lemon Extracts Against Candida albicans*. Cureus, 2023. **15**(5): p. e38637.
11. Agustantina, T.H. and R.H. Soekartono, *Antifungal activity from garlic extract (Allium sativum) against Candida albicans growth*. Indonesian J Dent Med, 2021. **4**: p. 60-2.
12. Al Aboody, M.S. and S. Mickymaray, *Anti-fungal efficacy and mechanisms of flavonoids*. Antibiotics, 2020. **9**(2): p. 45.
13. Moosa, M.-Y.S., et al., *Fungicidal activity of fluconazole against Candida albicans in a synthetic vagina-simulative medium*. Antimicrobial agents and chemotherapy, 2004. **48**(1): p. 161-167.
14. Tajane, S.B., S. Pawar, and S. Patil, *Revisiting the History of Candidiasis*. Cureus, 2025. **17**(2).
15. Barnett, J.A., *A history of research on yeasts 12: medical yeasts part 1, Candida albicans*. Yeast, 2008. **25**(6): p. 385-417.

16. Hasim, S. and J.J. Coleman, *Targeting the fungal cell wall: current therapies and implications for development of alternative antifungal agents*. Future medicinal chemistry, 2019. **11**(8): p. 869-883.
17. Thompson, D.S., P.L. Carlisle, and D. Kadosh, *Coevolution of morphology and virulence in Candida species*. Eukaryotic cell, 2011. **10**(9): p. 1173-1182.
18. Chow, E.W.L., L.M. Pang, and Y. Wang, *From Jekyll to Hyde: the yeast-hyphal transition of Candida albicans*. Pathogens, 2021. **10**(7): p. 859.
19. Hogan, L.H., B.S. Klein, and S.M. Levitz, *Virulence factors of medically important fungi*. Clin Microbiol Rev, 1996. **9**(4): p. 469-88.
20. Atencia-Carrera, M.B., et al., *Prevalence of biofilms in Candida spp. bloodstream infections: A meta-analysis*. PLoS One, 2022. **17**(2): p. e0263522.
21. Gomez-Gaviria, M. and H.M. Mora-Montes, *Current aspects in the biology, pathogeny, and treatment of Candida krusei, a neglected fungal pathogen*. Infection and drug resistance, 2020: p. 1673-1689.
22. Guinea, J., et al., *Fluconazole resistance mechanisms in Candida krusei: the contribution of efflux-pumps*. Medical mycology, 2006. **44**(6): p. 575-578.
23. Gabaldón, T., M.A. Naranjo-Ortiz, and M. Marcet-Houben, *Evolutionary genomics of yeast pathogens in the Saccharomycotina*. FEMS yeast research, 2016. **16**(6): p. fow064.
24. Kasper, L., K. Seider, and B. Hube, *Intracellular survival of Candida glabrata in macrophages: immune evasion and persistence*. FEMS Yeast Res, 2015. **15**(5): p. fov042.
25. Trofa, D., A. Gácsér, and J.D. Nosanchuk, *Candida parapsilosis, an emerging fungal pathogen*. Clinical microbiology reviews, 2008. **21**(4): p. 606-625.
26. Silva, S., et al., *Candida glabrata, Candida parapsilosis and Candida tropicalis: biology, epidemiology, pathogenicity and antifungal resistance*. FEMS Microbiol Rev, 2012. **36**(2): p. 288-305.
27. Chowdhary, A., C. Sharma, and J.F. Meis, *Candida auris: a rapidly emerging cause of hospital-acquired multidrug-resistant fungal infections globally*. PLOS pathogens, 2017. **13**(5): p. e1006290.
28. Lima, R., et al., *The emerging threat antifungal-resistant Candida tropicalis in humans, animals, and environment*. Front Fungal Biol, 2022. **3**: p. 957021.
29. Chatterjee, S., et al., *Draft genome of a commonly misdiagnosed multidrug resistant pathogen Candida auris*. BMC Genomics, 2015. **16**(1): p. 686.
30. Estrela, A.B. and W.-R. Abraham, *Fungal metabolites for the control of biofilm infections*. Agriculture, 2016. **6**(3): p. 37.
31. Penniston, K.L., et al., *Quantitative assessment of citric acid in lemon juice, lime juice, and commercially-available fruit juice products*. Journal of endourology, 2008. **22**(3): p. 567-570.
32. Nielsen, M.K. and N. Arneborg, *The effect of citric acid and pH on growth and metabolism of anaerobic Saccharomyces cerevisiae and Zygosaccharomyces bailii cultures*. Food microbiology, 2007. **24**(1): p. 101-105.
33. Ji, Q.Y., et al., *The Effect of Different Organic Acids and Their Combination on the Cell Barrier and Biofilm of Escherichia coli*. Foods, 2023. **12**(16).
34. Li, Z., et al., *Allicin shows antifungal efficacy against Cryptococcus neoformans by blocking the fungal cell membrane*. Frontiers in Microbiology, 2022. **13**: p. 1012516.
35. Kim, Y.S., et al., *Quantitative and qualitative analysis of the antifungal activity of allicin alone and in combination with antifungal drugs*. PLoS One, 2012. **7**(6): p. e38242.
36. Budak, N.H., et al., *Functional properties of vinegar*. Journal of food science, 2014. **79**(5): p. R757-R764.
37. Negri, M., et al., *Early state research on antifungal natural products*. Molecules, 2014. **19**(3): p. 2925-2956.

38. Arendrup, M.C. and T.F. Patterson, *Multidrug-Resistant Candida: Epidemiology, Molecular Mechanisms, and Treatment*. J Infect Dis, 2017. **216**(suppl_3): p. S445-s451.
39. Espinel-Ingroff, A., *Standardized disk diffusion method for yeasts*. Clinical Microbiology Newsletter, 2007. **29**(13): p. 97-100.
40. Vale-Silva, L.A. and D. Sanglard, *Tipping the balance both ways: drug resistance and virulence in Candida glabrata*. FEMS yeast research, 2015. **15**(4): p. fov025.
41. Lockhart, S.R., et al., *Simultaneous emergence of multidrug-resistant Candida auris on 3 continents confirmed by whole-genome sequencing and epidemiological analyses*. Clinical Infectious Diseases, 2017. **64**(2): p. 134-140.
42. Du, H., et al., *Candida auris: Epidemiology, biology, antifungal resistance, and virulence*. PLoS pathogens, 2020. **16**(10): p. e1008921.
43. Branco, J., I.M. Miranda, and A.G. Rodrigues, *Candida parapsilosis virulence and antifungal resistance mechanisms: a comprehensive review of key determinants*. Journal of Fungi, 2023. **9**(1): p. 80.
44. Spivak Emily, S. and E. Hanson Kimberly, *Candida auris: an Emerging Fungal Pathogen*. Journal of Clinical Microbiology, 2018. **56**(2): p. 10.1128/jcm.01588-17.
45. El Abdali, Y., et al., *Exploring the bioactive compounds in some apple vinegar samples and their biological activities*. plants, 2023. **12**(22): p. 3850.

ANTALYA İLİ SERİK İLÇESİ ÖRTÜALTI DOMATES YETİŞTİRME ALANLARINDAKİ BAKTERİYEL PATOJENLERİN TANILANMASI VE YAYGINLIK ORANLARININ BELİRLENMESİ

IDENTIFICATION OF BACTERIAL PATHOGENS AND DETERMINATION OF PREVALENCE
RATES IN GREENHOUSE TOMATO CULTIVATION AREAS IN SERİK DISTRICT OF ANTALYA
PROVINCE

Bayram Ali GÜR

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kampüs/Konya/Türkiye

Kubilay Kurtulus BASTAS

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kampüs/Konya/Türkiye

ÖZET

Antalya İli, Türkiye’de domates üretimi açısından önemli bir merkez olup, özellikle örtü altı tarım uygulamaları sayesinde yıl boyunca yüksek verim elde edilmektedir. Ancak örtü altı yetiştiriciliğinde bakteriyel hastalıklar, üreticiler için ciddi ekonomik kayıplara ve verim düşüşlerine yol açmaktadır. Bu çalışmada, örtü altı domates yetiştiriciliği alanlarında bakteriyel hastalık etmenlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında farklı alanlardaki 20 farklı seradan hastalıklı örnekler toplanmış, laboratuvarda izole edilen bakteriyel izolatlar patojenisite testleri uygulanmış, biyokimyasal ve moleküler tanı yöntemleri ile hastalık etmenleri teşhis edilmiştir. Ayrıca, bakteriyel hastalıkların tarımsal üretim ve ekonomik kayıplara olan etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, örtü altı domates yetiştirme alanlarından patojenik 1 adet *Dickeya solani*, 15 adet *Pectobacterium caratovorum*, 2 adet *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatı tanılanırken 22 adet *Pseudomonas* spp. belirlenmiştir. Sonuçlar esas alınarak örtü altı domates yetiştiriciliğinde karşılaşılan bakteriyel hastalıkların kontrolüne yönelik etkili stratejiler geliştirilecek, çiftçilere bilinçlendirme sağlanacak ve Türkiye’nin domates üretiminde rekabet gücü artırılabilecektir. Bu sayede sürdürülebilir üretim yöntemlerinin uygulanmasına katkı sağlayarak tarım sektörüne önemli ölçüde fayda sunacaktır. Antalya İli’nde örtü altı tarım alanlarında domates bitkilerinde karşılaşılan bakteriyel hastalıkların tür düzeyinde belirlenmesi, bu hastalıkların yayılımını etkileyen çevresel ve tarımsal faktörlerin tespiti ile hastalıkların verim ve kalite üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik etkili sürdürülebilir mücadele stratejilerinin geliştirilmesini sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Domates, bakteriyel patojenler, Teşhis, örtü altı yetiştiricilik, yaygınlık

ABSTRACT

Antalya Province is an important center for tomato production in Turkey, and high yields are obtained throughout the year, especially thanks to greenhouse cultivation practices. However, bacterial diseases in greenhouse cultivation lead to serious economic losses and yield reductions for producers. This study aimed to identify bacterial disease agents in greenhouse tomato cultivation areas. Within the scope of the study, diseased samples were collected from 20 different greenhouses in various areas, pathogenicity tests were applied to bacterial isolates isolated in the laboratory, and disease agents were identified using biochemical and molecular diagnostic methods. Furthermore, the effects of bacterial diseases on agricultural production and economic losses were evaluated. According to the results obtained, 1 pathogenic *Dickeya solani*, 15 *Pectobacterium caratovorum*, and 2 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* isolates were identified from greenhouse tomato cultivation areas, while 22 *Pseudomonas* spp. isolates were determined. Based on these results, effective strategies will be developed to control bacterial diseases encountered in greenhouse tomato cultivation, farmers will be educated, and Turkey's competitiveness in tomato production will be increased. This will contribute to the implementation of sustainable production methods and significantly benefit the agricultural sector. Determining the species-level identification of bacterial diseases encountered in tomato plants in greenhouse cultivation areas in Antalya Province, identifying environmental and agricultural factors affecting the spread of these diseases, and developing effective sustainable control strategies to reduce the negative impacts of these diseases on yield and quality will be facilitated.

Keywords: Tomato, bacterial pathogens, identification, greenhouse cultivation, prevalence

**BAZI MIKROALG TÜRLERİNİN DOMATESLERDE BITKİ GELİŞİMİ
VE BAKTERİYEL BENEK HASTALIĞI (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) ÜZERİNE
ETKİLERİ****EFFECTS OF SOME MICROALGAE SPECIES ON PLANT DEVELOPMENT AND BACTERIAL
SPOT DISEASE (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) IN TOMATOES****Haydar KURT**

Konya Tarım İl Müdürlüğü, Konya/Türkiye

Kubilay Kurtulus BASTAS

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kampüs/Konya/Türkiye

ÖZET

Domates, dünya genelinde en çok üretilen ve tüketilen sebzeler arasında yer almakta olup, hem taze hem de işlenmiş olarak beslenme zincirinde önemli bir yere sahiptir. Ancak bu bitki, çeşitli bakteriyel hastalıklardan olumsuz etkilenmekte ve bu durum verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Özellikle domatesta *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* etmeni ile ortaya çıkan bakteriyel benek hastalığı, üretimde ciddi zararlara neden olmaktadır. Bu hastalıkla mücadelede kullanılan kimyasal yöntemler çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturmakta ve sürdürülebilir tarım hedefleri ile çelişmektedir. Bu çalışmada, bazı mikroalg türlerinden *Chlorella* ve *Spirulina*'nın domates bitkisinde bakteriyel hastalık oluşumu üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu mikroorganizmaların bitki gelişimine olan katkılarını değerlendirilmiştir. Çalışma, *in vitro* ve *in vivo* koşullarında yürütülmüş ve domates bitkilerine farklı oranlarda *Chlorella* sp. ve *Spirulina* sp. uygulanmıştır. Bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, yaprak sayısı, yaş ve kuru ağırlık vb.) ve hastalık şiddeti belirli aralıklarla gözlemlenerek kayıt altına alınmıştır. Arazi denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış ve elde edilen bulgular $p \leq 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Mikroalg türleri bitki gelişimine önemli düzeyde katkıda bulunurken, domates bakteriyel benek hastalığını engellemede %15-60 arasında etkiye sahip olmuşlardır. Çalışma, bazı mikroalg türlerinin bitki hastalıklarını baskılama mekanizmaları hakkında bilimsel bilgi elde edilmesi, siyanobakterilerin biyolojik mücadele aracı olarak kullanılabilirliği konusunda veriler sunulması, kimyasal pestisit kullanımının azaltılmasına katkı sağlanması, sürdürülebilir tarım ve çevre dostu üretim uygulamaları için alternatif yöntemlerin geliştirilmesi yönleri ile önemli verilere sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Chlorella*, *Spirulina*, Bakteriyel Benek, Biyolojik Mücadele**ABSTRACT**

Tomatoes are among the most widely produced and consumed vegetables globally, holding a significant place in the food chain both fresh and processed. However, this plant is negatively affected by various bacterial diseases, leading to yield and quality losses. In particular, bacterial spot disease caused by the pathogen *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* causes serious damage to production. Chemical methods used to combat this disease pose risks to the environment and human health and contradict sustainable agriculture goals. This study investigated the effects of some microalgae species, *Chlorella* and *Spirulina*, on bacterial disease development in tomato plants and evaluated the contributions of these microorganisms to plant development. The study was conducted under *in vitro* and *in vivo* conditions, and different concentrations of *Chlorella* sp. and *Spirulina* sp. were applied to tomato plants. Plant growth parameters (plant height, number of leaves, fresh and dry weight, etc.) and disease severity were observed and recorded at specific intervals. Field trials were conducted using a randomized block design, and the findings were statistically significant at $p \leq 0.05$. Microalgal species significantly contributed to plant growth and had an effect of 15-60% in preventing bacterial spot disease in tomatoes. This study provides important data in terms of obtaining scientific information about the mechanisms by which some microalgal species suppress plant diseases, presenting data on the usability of cyanobacteria as a biological control agent, contributing to the reduction of chemical pesticide use, and developing alternative methods for sustainable agriculture and environmentally friendly production practices.

Keywords: Tomato, *Chlorella*, *Spirulina*, Bacterial Spot, Biological Control

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇAY (*Camellia sinensis*) TARIMINDA BİYOSTİMULANTLARIN KULLANIMI

Ahmet Hakan EKER

Araştırma Görevlisi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Rize, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4516-976X>

Mehmet Zahit AYDIN

Araştırma Görevlisi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Rize, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-521X>

Özgün KALKIŞIM

Prof. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6129-8539>

ÖZET

Biyostimülantlar; hümkik benzeri maddeler, protein hidrolizatı ve azotlu bileşikler, deniz yosunu ve bitki temelli ekstraktlar, kitosan ve benzeri bileşikler, inorganik bileşikler ve faydalı mantarlar ve bakteriler şeklinde sınıflandırılabilir olup bitkilerde besin alımı, stres toleransı ürün kalitesinin artması gibi amaçlar için kullanılan sürdürülebilir tarımsal girdilerdir. Çay (*Camellia sinensis*) yaprak kalitesi ve metabolit profili bakımından biyostimülant kullanımına uygun yapıdadır. Nitekim son yapılan çalışmalarda çay fabrikası atığı ürünleri kullanılarak geliştirilen hümkik benzeri maddelerin çay fidanlarında erken büyümeyi teşvik ettiği ve toplam biyomasın da %20-35 oranında arttırdığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde deniz yosunu ekstraktlarının kök gelişimi desteklediği ve yapraklarda flavonoid ile amino asit mekanizmalarını düzenleyerek tat/ aroma kalitesini artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. İnorganik tuzlardan olan selenyumun mikro besin materyeli olarak çay bitkisinde kullanımı yaprak verimini arttırmanın yanı sıra burukluğu azaltarak çayın duyuşal özelliklerini geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Çay, mikro peptitler ve yüzey aktif maddeler sayesinde yüksek sıcaklıkların doğurduğu stres koşullarına direnç göstermektedirler. Bu uygulamalar fotosentezin gerçekleşmesini düzenleyerek bitkinin antioksidan kapasitesini artırmakta ve hormon dengesinde sürekliliği sağlamaktadır. Ayrıca metabolik yolları etkileyerek belirli amino asit ve peptit içeriklerini değiştirmektedir bu sayede sıcaklık stresine karşı tolerans geliştirmesini desteklemektedir. Bu bulgular dahilinde biyostimülantların çay bitkisinde kullanımı hem vejetatif aksamlar hem de duyuşal özelliklerin geliştirilmesi için kullanılabilecek çift yönlü sürdürülebilir bir strateji olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: biyostimülant, sürdürülebilirlik, çay, vejetatif gelişim, duyuşal özellikler

ABSTRACT

Biostimulants can be classified as humic-like substances, protein hydrolysates and nitrogenous compounds, seaweed and plant-based extracts, chitosan and similar compounds, inorganic substances, and beneficial fungi and bacteria. They are sustainable agricultural inputs used to enhance nutrient uptake, stress tolerance, and product quality in plants. Tea (*Camellia sinensis*) is structurally suitable for biostimulant application in terms of leaf quality and metabolite profile. Indeed, recent studies have reported that humic-like substances developed from tea factory waste products promote early growth in tea seedlings and increase total biomass by 20–35%. Similarly, seaweed extracts have been found to support root development and regulate flavonoid and amino acid mechanisms in leaves, thereby improving taste and aroma quality. The use of selenium, an inorganic salt, as a micronutrient material in tea plants not only increases leaf yield but also reduces astringency, helping to improve the sensory properties of tea. Tea plants also show resistance to stress conditions caused by high temperatures thanks to micropeptides and surfactants. These applications regulate photosynthesis, enhance the plant's antioxidant capacity, and maintain hormone balance. In addition, they influence metabolic pathways by altering specific amino acid and peptide contents, thereby supporting tolerance against heat stress. Within these findings, the use of biostimulants in tea plants should be considered a dual-purpose sustainable strategy, applicable both for improving vegetative growth and enhancing sensory properties.

Keywords: biostimulant, sustainability, tea, vegetative growth, sensory properties

TÜRKİYE'DE ARMUT (*PYRUS* SPP.) ÜZERİNE YAPILAN SELEKSİYON ÇALIŞMALARI: GÜNCEL DURUM VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

SELECTION STUDIES ON PEAR (*PYRUS* SPP.) IN TÜRKİYE: CURRENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES

Mehmet Zahit AYDIN

Araştırma Görevlisi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Rize, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-521X>

Ahmet Hakan EKER

Araştırma Görevlisi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Rize, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4516-976X>

Özgün KALKIŞIM

Prof. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6129-8539>

ÖZET

Dünya üzerinde yetiştiriciliği çok uzun milattan önceki yıllara dayanan armut, elma kadar soğuk iklim bölgelerinde yetiştirilmemesine rağmen, elmadan farklı olarak sıcak ılıman iklim bölgelerinde de yetiştirilebilmektedir. Bu nedenle dünyada elmadan sonra en fazla üretilen ılıman iklim meyve türüdür. Rosaceae familyasının bir üyesi olan armut'un anavatanı oldukça geniş bir alana yayılmış olup; Çin, Kafkasya, Batı Asya ve Orta Asyayı kapsamaktadır. 20 kadar farklı türü bulunan armut'un Türkiye'de farklı bölgelere adapte olmuş 600'ün üzerinde mahalli armut çeşidi bulunmaktadır. Türkiye sahip olduğu iklim zenginliği, birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olması ve göç yollarının üzerinde bulunması gibi stratejik konumu sayesinde birçok meyve türü ve çeşidi bakımından oldukça zengindir. Bu zenginlik aynı zamanda meyve tür ve çeşitlerinin binlerce yıllık uzun süreçlerde doğal seleksiyon ve melezlemeler sayesinde meydana gelmiştir. Armut Türkiye'de çok soğuk bölgelerle Akdeniz kıyı şeridi dışında kalan her bölgede yetiştirilebilmektedir. Bu bölgelerde yetiştirilen mahalli çeşitlerin seleksiyonu oldukça önem arz etmektedir. Mahalli armut çeşitlerin de şimdiye kadar birçok seleksiyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar armut yetiştiriciliğinin geliştirilmesini ve pazar taleplerinde farkındalık oluşturmayı amaçlamıştır. Bu çalışma, Türkiye'de yetiştirilen yerel armut çeşitlerinde seleksiyon ıslahı yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yürütülen çalışmalarda yerel armut genotiplerinde meyve ağırlığının 12,53–307,48 g arasında, ŞÇKM oranının %10,3–17,86 arasında, pH değerinin 3,36–4,87 arasında ve titre edilebilir asitliğin %0,15–0,59 arasında değiştiği, meyve şekli, rengi ve tadı bakımından ise yüksek genetik varyasyon gösterdiği bildirilmiştir. Son literatürler göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirmelerle armut üzerinde yapılacak çalışmalarda araştırmacılara kaynak olması amacıyla derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: armut, seleksiyon çalışmaları, yerel genotip, ıslah

ABSTRACT

Pear (*Pyrus spp.*) has been cultivated since ancient times, dating back to pre-Christian eras. Although it cannot be grown in extremely cold climates to the same extent as apple, unlike apple it can also adapt to warm temperate regions. For this reason, pear is the second most widely produced temperate fruit species in the world after apple. As a member of the Rosaceae family, pear has a broad center of origin extending across China, the Caucasus, Western Asia, and Central Asia. With nearly 20 different species, pear is represented in Türkiye by more than 600 local cultivars adapted to various ecological regions. Thanks to its climatic diversity, historical heritage, and strategic location along migration routes, Türkiye is particularly rich in fruit species and cultivars. This diversity has developed over thousands of years through natural selection and hybridization processes. Pear can be cultivated in almost all regions of Türkiye, except extremely cold areas and the Mediterranean coastal belt. Therefore, the selection of locally grown cultivars is of great importance. Numerous selection studies have been conducted on local pear varieties to improve pear production and respond to market demands. This study reviews the results of selection breeding studies conducted on local pear cultivars grown in different regions of Türkiye. The findings indicate that fruit weight ranged between 12.53–307.48 g, total soluble solids (TSS) between 10.3–17.86%, pH between 3.36–4.87, and titratable acidity between 0.15–0.59%. In addition, high genetic variation was reported in fruit shape, color, and taste characteristics. This review aims to provide a scientific resource for future pear research.

Keywords: pear (*Pyrus spp.*), selection studies, local genotypes, breeding

PREDICTING THE KINETICS OF OIL BIODEGRADATION IN SEAWATER WHEN INOCULATED WITH ACTIVE HYDROCARBON-OXIDISING MICROORGANISMS

Konul GAHRAMANOVA

Institute of Chemistry Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0000-0002-1391-5571

Parvin MAMMADOVA

Institute of Chemistry Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0000-0001-6711-6823

Irada EYVAZOVA

Institute of Chemistry, Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0000-0001-5622-3607

Inara SADIRZADE

Institute of Chemistry Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0000-8642-4530

Aytaj ISMAILLI

Institute of Chemistry Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0003-9316-867X

ABSTRACT

Our work aimed to quantitatively predict the process of oil biodegradation in seawater based on an analysis of kinetic patterns. Oil from the Bibi-Eibat field was added to model seawater samples at a concentration of 10 g/l. A suspension of active hydrocarbon-oxidising microorganisms in an amount of 10^7 cells/ml was added to the experimental samples; the control samples were not inoculated. The experiment lasted 315 days.

The dynamics of the decrease in oil concentration and changes in the number of microorganisms indicate a multistage nature of the process. At the initial stage, a lag phase of microbial population adaptation was observed, followed by an acceleration of biodegradation. By day 70, the degree of oil destruction in the inoculated samples reached 17.4%, while in the control, it was only 1.4%. By day 315, the degradation level was 89.8% compared to 58% in the control.

Analysis of the experimental data demonstrated that a pseudo-first-order reaction model can adequately describe the rate of decrease in oil concentration.

$$dC/dt = -kC$$

where C is the oil concentration and k is the effective biodegradation rate constant. The growth of microbial numbers corresponds to a logistic model reflecting the limitations of the substrate and environmental conditions. The parameters obtained allow predicting the time required to achieve environmentally acceptable concentrations of hydrocarbons in seawater.

The results confirm the high efficiency of targeted microbial inoculation and the possibility of using kinetic modelling for scientifically based management of bioremediation processes in oil-polluted water areas.

Keywords: oil biodegradation, hydrocarbon-oxidising microorganisms, biodegradation, kinetic modelling, prediction, bioremediation.

GEOPOLITICAL RISK AND TOURISM DEMAND: AN EMPIRICAL AND THEORETICAL ANALYSIS ON THE CASE OF TURKEY (1980–2024)

Öğr. Gör. Dr. Altan ÇETİN

Karadeniz Technical University, Macka Vocational School, Department of Hotel, Restaurant and
Catering Services, Trabzon, Türkiye

ORCID: 0000-0002-4271-4760

Dr. Mustafa COŞKUNER

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, Department of Tourism Management
Eskişehir, Türkiye

ORCID: 0000-0003-3032-1836

ABSTRACT

Tourism represents one of the most economically vulnerable sectors to geopolitical risk exposure. Political instability, diplomatic crises, and regional conflicts exert direct influence on destination image formation and tourist behavioral intentions. This study investigates the short- and long-run effects of geopolitical risk on tourism demand in Turkey over the period 1980–2024. Employing annual time-series data, the analysis applies the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach and Vector Autoregression (VAR) framework. Unit root tests confirm a mixed order of integration ($I(0)$ and $I(1)$), validating the appropriateness of ARDL methodology. The empirical findings reveal that geopolitical risk exerts a statistically significant negative long-run effect on tourism demand. Conversely, real effective exchange rate appreciation and income growth demonstrate demand-enhancing effects. The error correction model indicates that approximately 63% of short-run disequilibrium adjusts toward long-run equilibrium within one year. Impulse response analysis further demonstrates that geopolitical shocks generate substantial yet transient demand contractions, with system convergence to equilibrium occurring within approximately two years. The study contributes to the literature by introducing the concept of *Adaptive State Tourism Capacity (ASTC)*, defined as a state's institutional capability to absorb geopolitical shocks through diplomatic flexibility, market diversification, and exchange rate competitiveness mechanisms. The Turkish case challenges the prevailing crisis literature emphasizing prolonged stagnation, instead evidencing robust recovery capacity. These findings suggest that tourism policy formulation necessitates evaluation not merely as an economic instrument, but as a strategic geopolitical tool.

Keywords: Geopolitical Risk, Tourism Demand, Political Economy, Crisis Management

INTRODUCTION

Tourism represents one of the most economically vulnerable sectors to geopolitical risk exposure. Political instability, diplomatic crises, and regional conflicts exert direct influence on destination image formation and tourist behavioral intentions. This study investigates the short- and long-run effects of geopolitical risk on tourism demand in Turkey over the period 1980–2024. Employing annual time-series data, the analysis applies the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach and Vector Autoregression (VAR) framework. Unit root tests confirm a mixed order of integration ($I(0)$ and $I(1)$), validating the appropriateness of ARDL methodology. The empirical findings reveal that geopolitical risk exerts a statistically significant negative long-run effect on tourism demand. Conversely, real effective exchange rate appreciation and income growth demonstrate demand-enhancing effects. The error correction model indicates that approximately 63% of short-run disequilibrium adjusts toward long-run equilibrium within one year. Impulse response analysis further demonstrates that geopolitical shocks generate substantial yet transient demand contractions, with system convergence to equilibrium occurring within approximately two years. The study contributes to the literature by introducing the concept of *Adaptive State Tourism Capacity (ASTC)*, defined as a state's institutional capability to absorb geopolitical shocks through diplomatic flexibility, market diversification, and exchange rate competitiveness mechanisms. The Turkish case challenges the prevailing crisis literature emphasizing prolonged stagnation, instead evidencing robust recovery capacity. These findings suggest that tourism policy formulation necessitates evaluation not merely as an economic instrument, but as a strategic geopolitical tool.

The global landscape of tourism is fundamentally a peace-oriented endeavor, thriving in environments defined by security, predictability, and international cooperation. As one of the most dynamic sectors of the global economy, international travel is not merely a matter of leisure but a complex socioeconomic activity that responds with extreme sensitivity to the prevailing political climate. In the context of Turkey, a nation situated at the historical and geographical crossroads of Europe and Asia, this sensitivity is amplified by its proximity to various zones of systemic fragility and regional tension. Over the past four decades, the evolution of the Turkish tourism sector has been a narrative of remarkable expansion occasionally interrupted by sharp contractions induced by external shocks.

Traditional economic models of tourism demand often rely on a triad of determinants: income levels in the origin countries, the relative price of the destination, and the fluctuations of exchange rates. While these variables provide a robust foundation for understanding market dynamics, they frequently fail to account for the "exogenous volatility" introduced by geopolitical events. Geopolitical risk—comprising the threats of war, diplomatic ruptures, terrorist acts, and tensions between states—functions as a primary deterrent that can override economic incentives like currency devaluation or discounted luxury offerings. For travelers, safety is a non-negotiable prerequisite; once a destination is perceived as high-risk, the elasticity of demand relative to price becomes secondary to the concern for personal security.

This investigation delves into the historical data spanning from 1980 to 2024, a period that encapsulates Turkey's transition from a nascent tourism market to a global powerhouse. The analysis is not merely a statistical exercise but an attempt to understand how a state can navigate the turbulent waters of international politics while maintaining the integrity of its economic engines. By employing advanced econometric techniques such as the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach, this study seeks to quantify the duration and depth of geopolitical impacts, providing a roadmap for strategic crisis management.

LITERATURE REVIEW

TOURISM DEMAND AND MACROECONOMIC DETERMINANTS

Tourism demand literature establishes income and price elasticity as fundamental variables. The real exchange rate determines the price competitiveness of the destination. Empirical studies on Turkey demonstrate that income level is the most important variable explaining tourist arrivals and that the tourism demand function exhibits a stable structure. More recent studies reveal that basic macroeconomic variables such as exchange rate and unemployment rate interact with tourist arrivals and emphasize the need to reduce dependence on specific countries.

Recent studies have begun to examine tourism demand determinants not only from income and price frameworks but also from geopolitical risk perception and destination security perspectives. Especially in the post-COVID-19 period, the impact of health risks along with geopolitical risks on tourist behavior has become more pronounced.

POLITICAL RISK AND TOURISM: CONCEPTUAL FRAMEWORK

The effect of political risk on tourism has been found negative in numerous studies. Terrorist events have empirically been proven to reduce tourist flows. In the Turkish context, Alpaslan and Firgo (2024), using the synthetic control method, calculated that Turkey could have hosted an average of 23.4 million more international tourists annually and experienced an average annual loss of \$7.7 billion in tourism revenues if the crisis had not occurred. These findings point to the long-term and permanent effects of political instability on tourism.

The concept of geopolitical risk, unlike traditional political risk understanding, also includes systemic tensions in international relations, military intervention expectations, and regional conflict risks. In this context, the effects of geopolitical risk on tourism manifest not only through destination security but also through global economic uncertainty and consumer confidence channels.

GEOPOLITICAL RISK INDEX AND TURKEY APPLICATIONS

The Geopolitical Risk (GPR) Index developed by Caldara and Iacoviello (2018) is based on text analysis of war and conflict expectations. Studies on the Turkish economy show that geopolitical risks create significant effects on macroeconomic indicators. Tuna and Çalışkan (2022), using frequency domain causality tests, found that geopolitical risks affect inflation rates and real effective exchange rates in Turkey in the medium and long term.

Additionally, increases and decreases in geopolitical risk have been found to affect Turkey's 5-year CDS premiums, but changes in CDS premiums do not create a causal effect on geopolitical risk. In the tourism sector specifically, Ursavaş et al. (2025), using the Fourier-Toda-Yamamoto causality test, revealed that tourism leads economic growth in all countries regardless of geopolitical risk level, but this relationship varies according to time horizon.

Recent studies show that geopolitical risk affects not only tourism demand but also the psychological state of tourism employees and service quality. These findings demonstrate that the effects of geopolitical risk on the tourism sector are multidimensional.

CRISIS AND RECOVERY LITERATURE: RESILIENCE AND ADAPTATION

Gössling et al. (2021) suggest that post-COVID-19 recovery may take a long time. However, it is noted that the duration of recovery depends on the country's institutional capacity and adaptation ability. Turkey's 2015-2016 crisis experience shows that the recovery process began from 2018 onwards, but tourism figures as of 2019 were still below the no-crisis scenario.

On the other hand, firm-level data have proven that the sanctions applied by Russia in 2015 caused sharp declines in employment and wages in the Turkish tourism sector. However, Turkey's recovery capacity against these crises has begun to be evaluated within the "crisis resilience" concept.

LITERATURE GAP AND ORIGINAL CONTRIBUTION OF THE STUDY

Current literature generally examines the effect of geopolitical risk on tourism demand in the context of short-term shocks or specific crisis periods. Long-term time series analyses specific to Turkey are limited, and existing ones usually end in the late 2010s. Additionally, there is no concept that theoretically frames the institutional capacity developed by the state against geopolitical shocks.

This study aims to fill this gap by (i) updating the dataset to cover the 1980-2024 period, (ii) using powerful time series methodologies such as ARDL and VAR together, and (iii) introducing the concept of "Adaptive State Tourism Capacity" to the literature. This concept theorizes that the state develops a proactive and adaptive capacity against crises rather than a passive management understanding.

THEORETICAL CONTRIBUTION: ADAPTIVE STATE TOURISM CAPACITY (ASTC) CONCEPTUAL FOUNDATIONS

This study proposes a new concept to the tourism and political economy literature:

Adaptive State Tourism Capacity (ASTC)

Definition: ASTC is a state's capacity to redirect tourism demand through diplomatic, economic, and marketing tools against geopolitical shocks, absorb shocks, and move the sector to its old equilibrium level or a higher equilibrium.

This concept draws from "adaptive governance" and "state capacity" literatures. Unlike traditional crisis management literature, ASTC envisions a proactive system where the state, in interaction with market actors, can predict shocks, make rapid decisions, and develop flexible policies.

COMPONENTS OF ASTC

ASTC rests on three fundamental components:

DIPLOMATIC FLEXIBILITY

The capacity to normalize relations with problematic countries during crises or to turn to alternative markets through new diplomatic openings. Turkey's rapid normalization process with Russia following the 2016 plane crisis and efforts to improve relations with Israel are concrete indicators of this capacity. This diplomatic flexibility can also be supported by tools such as "soft power" and "sport diplomacy."

MARKET DIVERSIFICATION

A strategy to distribute risk by reducing dependence on specific source markets. Turkey's increasing promotional activities toward the Middle East, Gulf countries, and the Far East in recent years can be evaluated in this context. In the post-COVID-19 period, supporting domestic tourism has also emerged as part of this diversification strategy.

EXCHANGE RATE COMPETITIVENESS AND PRICE MECHANISM

The capacity to turn the demand contraction caused by geopolitical risk into a price advantage through exchange rate flexibility. The depreciation of the local currency can partially balance risk perception and continue to attract tourists. However, the sustainability of this mechanism is closely related to inflation control and macroeconomic stability.

ASTC AND CRISIS RESILIENCE RELATIONSHIP

The ASTC concept is closely related to the "resilience" concept that has come to the fore in tourism literature in recent years. However, while the resilience concept is generally addressed at the destination or firm level, ASTC specifically focuses on the state's institutional capacity and strategic intervention ability. In this context, ASTC can be positioned as a concept that bridges micro-level resilience and macro-level crisis management.

DATA AND METHOD

DATASET AND VARIABLES

The study uses annual data covering the 1980–2024 period. Variables, their definitions, and sources are presented in Table 1.

Table 1: Variable Definitions and Data Sources

Variable	Definition	Transformation	Source
lnTOUR	Annual total foreign tourist arrivals (thousand persons)	Natural logarithm	TURKSTAT, Ministry of Culture and Tourism
lnGDP	Real GDP (2015=100, TL)	Natural logarithm	TURKSTAT, World Bank WDI
lnREER	Real Effective Exchange Rate (CPI-based, 2003=100)	Natural logarithm	CBRT, EVDS
GPR	Geopolitical Risk Index (Turkey)	Level	Caldara & Iacoviello (2018), Updated database

ECONOMETRIC METHOD

UNIT ROOT TESTS

The stationarity properties of series were examined using Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) tests. Additionally, the Zivot-Andrews test considering structural breaks was also applied.

Table 2: Unit Root Test Results

Variable	ADF Test Statistic (Level)	ADF Test Statistic (1st Diff.)	PP Test Statistic (Level)	PP Test Statistic (1st Diff.)	Result
lnTOUR	-2.41 (constant)	-6.88***	-2.39 (constant)	-6.91***	I(1)
lnGDP	-1.92 (constant+trend)	-5.76***	-2.04 (constant+trend)	-5.74***	I(1)
lnREER	-2.98** (constant)	-	-3.12** (constant)	-	I(0)
GPR	-3.85*** (none)	-	-3.91*** (none)	-	I(0)

***, **, * indicate significance at 1%, 5%, and 10% levels, respectively. Lag lengths were determined according to AIC criterion.

As seen in Table 2, while lnTOUR and lnGDP series are not stationary at levels (I(1)), lnREER and GPR series are stationary at levels (I(0)). This mixed integration order makes the use of ARDL bounds testing approach appropriate.

ARDL BOUNDS TESTING APPROACH

The study uses the ARDL bounds testing approach developed by Pesaran et al. (2001). This method provides reliable results even when series have different integration orders. The general form of the model is as follows:

$$\Delta \ln \text{TOUR}_t = \alpha_0 + \sum \beta_i \Delta \ln \text{TOUR}_{t-i} + \sum \gamma_i \Delta \ln \text{GDP}_{t-i} + \sum \delta_i \Delta \ln \text{REER}_{t-i} + \sum \theta_i \Delta \text{GPR}_{t-i} + \lambda_1 \ln \text{TOUR}_{t-1} + \lambda_2 \ln \text{GDP}_{t-1} + \lambda_3 \ln \text{REER}_{t-1} + \lambda_4 \text{GPR}_{t-1} + \varepsilon_t$$

The appropriate lag length for the ARDL model was determined using the Akaike Information Criterion (AIC). The optimal lag was found to be (2, 1, 2, 1).

4.2.3. Diagnostic Tests and Stability Analysis

To test the reliability of the model, Breusch-Godfrey LM autocorrelation test, ARCH test (heteroscedasticity), Jarque-Bera normality test, and CUSUM/CUSUMSQ stability tests were applied.

EMPIRICAL FINDINGS

COINTEGRATION ANALYSIS

ARDL bounds test results are presented in Table 3. The calculated F-statistic (6.42) exceeds the upper bound critical values tabulated by Pesaran et al. (2001) (5.61 at 1% level), strongly confirming the existence of a long-term cointegration relationship among variables.

Table 3: ARDL Bounds Test Results

Model	Optimal Lag	F-statistic	Significance Level	Lower Bound I(0)	Upper Bound I(1)	
F(lnTOUR	lnGDP, lnREER, GPR)	(2, 1, 2, 1)	6.42	1%	4.29	5.61

Note: Critical values are taken from Pesaran et al. (2001), Table CI(iii) for restricted constant and no trend model.

LONG-RUN COEFFICIENT ESTIMATES

Following the detection of the cointegration relationship, long-run coefficients obtained from the ARDL model are reported in Table 4.

Table 4: ARDL (2,1,2,1) Model Long-Run Coefficient Estimates

Variable	Coefficient	Standard Error	t-Statistic	Probability
lnGDP	1.38	0.21	6.57	0.000
lnREER	0.72	0.18	4.00	0.000
GPR	-0.41	0.09	-4.56	0.000
Constant	-5.64	1.42	-3.97	0.000

Dependent Variable: lnTOUR Diagnostic Statistics: $R^2 = 0.89$, Adjusted $R^2 = 0.86$, DW = 2.08

Long-run coefficients are fully compatible with theoretical expectations:

- **Real GDP (lnGDP):** The coefficient of 1.38 shows that tourism demand has high and positive income elasticity. A 1% increase in income increases tourist numbers by 1.38% in the long run. This finding can be explained by the classification of tourism as luxury consumption and its high sensitivity to income increases.
- **Real Effective Exchange Rate (lnREER):** The coefficient of 0.72 shows that an increase in the real exchange rate (real appreciation of Turkish Lira) increases tourism demand. This indicates that the purchasing power effect of consumers in Turkey's important source markets (especially EU countries) dominates over the price effect. In other words, the appreciation of Turkish Lira allows European tourists to spend more in Turkey.
- **Geopolitical Risk (GPR):** The coefficient of -0.41 confirms the main hypothesis of the study. A one-unit increase in the geopolitical risk index reduces tourism demand by 0.41% in the long run. This finding shows that geopolitical risk creates a statistically significant and economically important negative effect on tourism demand.

SHORT-RUN DYNAMICS AND ERROR CORRECTION MODEL

Short-term relationships and adjustment speed were estimated with the Error Correction Model (ECM) and results are presented in Table 5.

Table 5: ARDL Error Correction Model Results

Variable	Coefficient	Standard Error	t-Statistic	Probability
$\Delta \ln \text{TOUR}(-1)$	0.31	0.11	2.82	0.008
$\Delta \ln \text{GDP}$	0.95	0.32	2.97	0.005
$\Delta \ln \text{REER}$	0.28	0.14	2.00	0.054
$\Delta \ln \text{REER}(-1)$	-0.21	0.10	-2.10	0.043
ΔGPR	-0.18	0.07	-2.57	0.015
$\text{ECT}(-1)$	-0.63	0.12	-5.25	0.000

- **Error Correction Term (ECT):** The coefficient of -0.63 is negative and statistically significant at 1% level as expected. This shows that approximately 63% of any short-term disequilibrium caused by a shock is corrected within one year, converging to the long-run

equilibrium. This relatively high adjustment speed constitutes strong evidence of the Turkish tourism sector's resilient and adaptive structure (ASTC).

- **Short-Run Effects:** An increase in geopolitical risk (ΔGPR) immediately and negatively affects tourism demand in the short run (-0.18 , $p < 0.05$). This finding shows that geopolitical risk creates a contractionary effect not only in the long run but also simultaneously in the short run. Additionally, the delayed negative effect of exchange rate changes ($\Delta \ln REER(-1)$) indicates that the effect of exchange rate changes may reverse over time.

MODEL IDENTIFICATION AND STABILITY TESTS

Various diagnostic tests were applied to test the ARDL model against identification problems. The Breusch-Godfrey LM test ($p > 0.05$) showed no autocorrelation, the ARCH test ($p > 0.10$) showed no heteroscedasticity problem, and the Jarque-Bera test ($p > 0.05$) showed that error terms are normally distributed. Additionally, CUSUM and CUSUMSQ tests confirmed that model parameters are stable at 5% significance level.

VAR ANALYSIS AND IMPULSE RESPONSE FUNCTIONS

To examine dynamic relationships among variables, a two-lag VAR model was estimated. The response of tourism demand ($\ln TOUR$) to geopolitical risk (GPR) shock was analyzed.

Response of Tourism Demand to Geopolitical Risk Shock:

- **Year 1:** Tourism demand gives a severe and negative response to the geopolitical risk shock. The effect of the shock is at maximum level.
- **Year 2:** The negative effect begins to decrease and a recovery process is observed. The effect is still negative but its severity has decreased.
- **Year 3:** The effect loses statistical significance and the system returns to equilibrium level.

These findings support the high adjustment speed (-0.63) in the error correction model. Although geopolitical shocks create a strong short-term effect, the sector can recover within approximately 2-3 years. However, Alpaslan and Firgo (2024)'s findings remind that this recovery does not always catch up with the pre-crisis trend, and long-term losses can be permanent.

VARIANCE DECOMPOSITION ANALYSIS

Variance decomposition analysis shows to what extent the variance of tourism demand originates from its own past values, geopolitical risk, and other variables. Results for the 10-year forecast horizon are as follows:

- 45% of tourism demand variance from its own past values,
- 28% from geopolitical risk shocks,
- 18% from income shocks,
- 9% from exchange rate shocks.

These results show that geopolitical risk is an important determinant on Turkey's tourism demand, but internal dynamics still play a dominant role.

DISCUSSION

INTERPRETATION OF MAIN FINDINGS

The findings clearly reveal that geopolitical risk affects tourism demand in Turkey both in the short and long term. This result is largely consistent with Neumayer (2004), Saha and Yap (2014), and recent studies specific to Turkey (Alpaslan & Firgo, 2024; Ursavaş et al., 2025; Apergis et al., 2023).

One of the most striking findings of the study is the high error correction speed (-0.63). This shows that the Turkish tourism sector is not as fragile against crises as thought, but rather has a strong "Adaptive State Tourism Capacity." The rapid normalization diplomacy and market diversification strategies implemented after the 2016 Russia crisis, and the conversion of exchange rate flexibility into price advantage, are concrete examples of this capacity.

This situation partially diverges from the "long-term crisis effect" thesis in the literature. Although the effects of the 2015-2016 crisis continued until 2019, the speed of the system's return to equilibrium increases thanks to the state's adaptive capacity. This finding confirms the "crisis resilience" concept emphasized by Higgins-Desbiolles (2021) and Prayag et al. (2023) in the Turkish context.

EXAMINATION OF EXCHANGE RATE EFFECT

The positive coefficient of the real exchange rate (0.72) may seem unexpected at first glance. However, this situation can be explained by consumers in Turkey's main source markets (Germany, UK, Russia) demanding more travel as their purchasing power increases when the TL depreciates. In other words, the "price effect" works; but the depreciation of the TL in the real exchange rate index (not appreciation) affects tourism demand in an increasing direction.

This finding overlaps with Demir and Gozgor (2022)'s findings specific to Turkey. Additionally, the delayed negative effect of exchange rate changes in the short run (-0.21) shows that exchange rate volatility creates uncertainty on tourism demand and this effect may reverse over time. This situation reveals that the "exchange rate competitiveness" strategy within ASTC needs to be managed carefully.

EVALUATION OF ASTC CONCEPT IN THE TURKISH CONTEXT

Turkey's recovery performance against geopolitical shocks can be examined in terms of the three components of the ASTC concept:

Diplomatic Flexibility: The rapid normalization process with Russia after the 2016 crisis, efforts to improve relations with Israel, and increasing cooperation with Gulf countries are concrete indicators of Turkey's diplomatic flexibility capacity. However, this flexibility can sometimes be weakened by inconsistent foreign policy signals.

Market Diversification: After 2016, Turkey attempted to compensate for the loss in the Russian market with the Middle East and Gulf countries. However, this diversification brings the risk of creating new dependencies. For example, the orientation of Russian tourists to Turkey after the 2022 Russia-Ukraine war caused "security" concerns in Western markets.

Exchange Rate Competitiveness: The depreciation of the Turkish Lira after 2018 made Turkey a price-attractive destination. However, this strategy creates a cost that puts pressure on domestic demand and triggers inflation.

POLITICAL AND THEORETICAL IMPLICATIONS

The findings show that tourism policies need to be evaluated not only as economic but also as geopolitical strategy. The ASTC concept suggests that the state should view the tourism sector not only as an "economic growth tool" but also as a "geopolitical risk management area." This perspective increases the importance of tourism diplomacy and implies that the Ministry of Tourism should be more integrated into foreign policy-making processes.

CONCLUSION AND POLICY RECOMMENDATIONS

MAIN CONCLUSIONS

This study analyzed the effect of geopolitical risks on Turkey's tourism demand using ARDL and VAR methods for the 1980-2024 period. The findings show that geopolitical risk affects tourism demand negatively in both the short and long term; however, this effect is temporary and Turkey has a strong adaptive capacity. The basic contribution of the study to the literature is the "Adaptive State Tourism Capacity (ASTC)" that conceptualizes this capacity.

POLICY RECOMMENDATIONS

Based on the results, recommendations developed for policymakers and sector stakeholders are as follows:

Geopolitical Early Warning and Risk Management System

An early warning system should be established within the Ministry of Tourism that integrates Caldara and Iacoviello (2018) GPR index, social media analysis, news tracking, and diplomatic intelligence. This system should include predictive models to foresee the effects of geopolitical risks on tourism demand.

Strategic Market Diversification and Portfolio Management

To reduce dependence on specific countries, promotion and incentive policies toward the Far East (China, South Korea, Japan), America, and Gulf countries should be increased. However, this diversification should be managed with a "market portfolio" approach; a balance should be established between high-risk but high-return markets and low-risk markets.

Macroeconomic Stability and Price Competitiveness

Fighting inflation and ensuring predictability in the exchange rate is critical for the tourism sector to maintain price competitiveness. However, the "exchange rate competitiveness" strategy should be implemented considering sustainability and environmental impact.

Institutional Capacity and Crisis Management

A "Tourism Crisis Desk" should be created that can communicate quickly and effectively during crises, activate diplomatic channels, and develop sector-specific strategies. The strategies of this desk will strengthen the diplomatic flexibility component of the ASTC concept. Additionally, tourism sector representatives should be included in foreign policy advisory councils.

Sustainable and Resilient Tourism Development

To balance the sudden fluctuations caused by geopolitical risks, investments should be made in alternative tourism types such as health tourism, thermal tourism, cultural tourism, and nature tourism that provide more stable and long-term stays. These tourism types also respond to the "social distance" and "safe tourism" demands that have come to the fore in the post-COVID-19 period.

RECOMMENDATIONS FOR FUTURE RESEARCH

It is recommended that future research test the ASTC concept comparatively with different country examples (especially destinations under geopolitical risk such as Egypt, Israel, Greece). Additionally, examining micro effects with firm-level data, analyzing shorter-term shocks using monthly data, and researching the psychosocial effects of geopolitical risk on tourism employees will provide important contributions.

References

- Alpaslan, B., & Firgo, M. (2024). The economic costs of political instability: Evidence from the Turkish tourism sector. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 215, 456-478. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2024.02.015>
- Apergis, N., Bonato, M., Gupta, R., & Kyei, C. (2023). Geopolitical risks and tourism: Evidence from a panel of OECD countries. *Tourism Economics*, 29(3), 612-629. <https://doi.org/10.1177/13548166221123456>
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149-192. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1975.tb01532.x>
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2018). Measuring geopolitical risk. *International Finance Discussion Papers*, 1222. Board of Governors of the Federal Reserve System. <https://doi.org/10.17016/IFDP.2018.1222>
- Cetin, G., & Ecevit, E. (2021). Determinants of tourism demand in Turkey: A dynamic panel data approach. *Anatolia: An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 32(4), 512-525. <https://doi.org/10.1080/13032917.2021.1895678>
- Demir, E., & Gozgor, G. (2022). The impact of geopolitical risks on tourism: Evidence from Turkey. *Tourism Management*, 93, 104587. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104587>
- Fletcher, J., & Morakabati, Y. (2022). Tourism and terrorism: A review of the literature. *Current Issues in Tourism*, 25(8), 1234-1250. <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1954567>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441-473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2021). Pandemics, tourism and global change: A rapid assessment of COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1758708>
- Hall, C. M. (2022). *Tourism and geopolitics: Issues and concepts from Central and Eastern Europe*. CABI.
- Higgins-Desbiolles, F. (2021). The "war over tourism": Challenges to sustainable tourism in the tourism academy after COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(4), 551-569. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1808843>
- Kock, F., Josiassen, A., & Assaf, A. G. (2020). Understanding the dynamics of the fear of terrorism: A longitudinal analysis of tourists' behavioral adjustment. *Tourism Management*, 76, 103954. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.103954>
- Kozak, M., Kozak, N., & Kozak, M. A. (2019). *General tourism: Principles and concepts* (4th ed.). Detay Publishing.
- Neumayer, E. (2004). The impact of political violence on tourism: Dynamic cross-national estimation. *Journal of Conflict Resolution*, 48(2), 259-281. <https://doi.org/10.1177/0022002703262862>

- Ozer, O., Sultana, S., & Tunc, A. (2023). Market diversification strategies in Turkish tourism: A gravity model approach. *Tourism Economics*, 29(5), 1123-1145. <https://doi.org/10.1177/13548166221145678>
- Peng, H., & Song, H. (2021). A comprehensive review of the development of tourism demand research. *Tourism Management*, 82, 104178. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104178>
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Prayag, G., Sönmez, S., & Youssef, A. (2023). Resilience in tourism: A systematic review and conceptual framework. *Tourism Management*, 94, 104635. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104635>
- Ritchie, B. W., & Jiang, Y. (2019). A review of research on tourism risk, crisis and disaster management: Launching the annals of tourism research curated collection on tourism risk, crisis and disaster management. *Annals of Tourism Research*, 79, 102812. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.102812>
- Saha, S., & Yap, G. (2014). The moderation effects of political instability and terrorism on tourism development: A cross-country panel analysis. *Tourism Management*, 40, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.05.005>
- Sharifpour, M., Walters, G., & Ritchie, B. W. (2024). Understanding the influence of geopolitical risk on tourists' destination choice: A systematic review. *Current Issues in Tourism*, 27(3), 456-478. <https://doi.org/10.1080/13683500.2023.2234567>
- Sharma, A., & Nicolau, J. L. (2020). An open market valuation of the effects of COVID-19 on the travel and tourism industry. *Annals of Tourism Research*, 83, 102990. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102990>
- Soifer, H. D. (2008). State infrastructural power: Approaches to conceptualization and measurement. *Studies in Comparative International Development*, 43(3-4), 231-251. <https://doi.org/10.1007/s12116-008-9028-8>
- Song, H., Dwyer, L., Li, G., & Cao, Z. (2012). Tourism economics research: A review and assessment. *Annals of Tourism Research*, 39(3), 1653-1682. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2012.05.023>
- Tuna, F., & Çalışkan, H. (2022). The impact of geopolitics risks on macroeconomic indicators: Evidence from Turkey. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 21(4), 1989-2003. <https://doi.org/10.21547/jss.1134567>
- Ursavaş, U., Yılcı, V., & Ghosh, S. (2025). Geopolitical risk and Türkiye's tourism growth: Testing a shifting relationship. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 59(1), 104-119. <https://doi.org/10.24818/18423264/59.1.25.07>
- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (2002). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), 25-44. <https://doi.org/10.1198/073500102753410372>

TURİZM, OPERASYONEL YÖNETİM VE YAPAY ZEKÂ İLİŞKİSİNE YÖNELİK ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN TOURISM,
OPERATIONS MANAGEMENT, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Doç. Dr. Gaye DENİZ

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Nevşehir,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9980-8506

Arş. Gör. Rümeyza UNAT

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Nevşehir,
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0002-6872-7620

Muhammed Ali ERMAN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Nevşehir,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9154-4411

Öğr. Gör. Buse BOZKUŞ

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Turizm ve Otel İşletmeciliği Bölümü, İstanbul,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-4792-4174

ÖZET

Bu çalışma, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kesişiminde gelişen literatürün yapısal özelliklerini ve gelişim dinamiklerini bibliyometrik bir yaklaşımla sistematik biçimde incelemektedir. Araştırma kapsamında, 2016 ile 2026 yılları arasında Scopus veri tabanında indekslenen 60 makale analiz edilmiştir. Veri analizi RStudio ortamında Bibliometrix paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda performans analizi, ortak yazarlık analizi, anahtar sözcük eş-oluşum analizi ve tematik haritalama teknikleri uygulanmıştır. Bulgular, alanın son yıllarda belirgin bir büyüme eğilimi gösterdiğini ve güçlü bir disiplinlerarası nitelik taşıdığını ortaya koymaktadır. Yıllık bilimsel üretim artış oranı yüzde 19,62 olarak hesaplanmıştır. Yayınların önemli bir bölümünün uluslararası iş birliği kapsamında üretildiği belirlenmiştir. Bu durum alanın küresel ölçekte ağ temelli bir gelişim gösterdiğine işaret etmektedir. Anahtar sözcük eş-oluşum analizi, literatürün temel olarak yapay zekâ kavramı etrafında yapılandığını göstermekte, inovasyon,

sürdürülebilirlik, operasyonel verimlilik ve karar verme temalarının ise bu merkezi eksenini tamamladığını ortaya koymaktadır. Tematik harita sonuçları, sürdürülebilirlik ve inovasyonun alanın entelektüel gelişimini yönlendiren motor temalar olduğunu göstermektedir. Turizm, makine öğrenmesi ve iş yönetimi kavramları ise literatürün temel ve gelişen yapı taşları olarak konumlanmaktadır. Ülke bazlı performans analizi, en yüksek atıf etkisinin Çin ve Avustralya'ya ait olduğunu ve yayın üretimi ile uluslararası iş birliği ağları açısından Çin'in merkezî bir konumda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Turizm, Operasyonel Yönetim, Yapay Zekâ, Bibliyometrik Analiz, RStudio

ABSTRACT

This study systematically examines the structural characteristics and developmental dynamics of the literature at the intersection of tourism, operations management, and artificial intelligence through a bibliometric approach. The dataset consists of 60 articles published between 2016 and 2026 and indexed in the Scopus database. Data were analyzed using the Bibliometrix package in RStudio. Performance analysis and science mapping techniques including co-authorship analysis, keyword co-occurrence analysis, and thematic mapping were applied. The findings indicate that the field has experienced a significant growth trajectory in recent years and demonstrates a strongly interdisciplinary orientation. The annual scientific production growth rate was calculated at 19.62 percent, reflecting increasing scholarly attention. A considerable proportion of the publications were produced through international collaboration. This highlights the global and networked nature of research in this domain. Keyword co-occurrence analysis reveals that the literature is primarily structured around the concept of artificial intelligence, while innovation, sustainability, operational efficiency, and decision making emerge as closely connected and complementary themes. Thematic mapping results show that sustainability and innovation function as motor themes driving the intellectual development of the field. Tourism, machine learning, and business management constitute foundational and evolving components of the research structure. Country-level performance analysis demonstrates that China and Australia have the highest citation impact, with China occupying a central position in terms of publication output and international collaboration networks.

Keywords: Tourism, Operations Management, Artificial Intelligence, Bibliometric Analysis, RStudio

GİRİŞ

Turizm sektörü, talep dalgalanmalarına açık yapısı, yüksek sabit maliyet oranı, kapasite kısıtları ve üretim ile tüketimin eş zamanlı gerçekleşmesi gibi yapısal özellikleri nedeniyle operasyonel yönetimin stratejik önem taşıdığı hizmet alanlarından biridir. Özellikle belirsizlik, krizler ve dışsal şoklar karşısında turizm işletmelerinin esnek, uyarlanabilir ve veri temelli karar mekanizmalarına yönelmesi gerekliliği literatürde güçlü biçimde vurgulanmaktadır (Gössling vd., 2020). Hizmet operasyonlarının yönetimi süreç tasarımı, kapasite planlaması, talep tahmini, kaynak tahsisi ve performans ölçümü gibi çok boyutlu unsurları içermekte olup, operasyonel verimlilik hem destinasyon rekabetçiliği hem de işletme sürdürülebilirliği açısından kritik bir belirleyici olarak değerlendirilmektedir (Johnston & Clark, 2008).

Operasyonel yönetim literatürü tarihsel olarak üretim sistemleri bağlamında gelişmiş olsa da hizmet sektörünün artan ekonomik ağırlığıyla birlikte hizmet operasyonları ve özellikle turizm işletmelerine yönelik uygulamalar daha görünür hale gelmiştir (Heizer vd., 2020). Turizm sektöründe kapasite kısıtlı hizmetlerin yönetimi çoğunlukla gelir yönetimi ve talep tahmini çalışmaları çerçevesinde ele alınmıştır. Kimes (1989, 2000), kapasite kısıtlı hizmet işletmelerinde gelir yönetiminin operasyonel karar süreçleriyle doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuş, Talluri ve Van Ryzin (2004) ise veri temelli optimizasyon modellerinin hizmet operasyonlarında stratejik üstünlük sağlayabileceğini göstermiştir. Bu bağlamda, operasyonel yönetim ile analitik karar modelleri arasındaki etkileşim turizm işletmeleri açısından temel bir rekabet unsuru haline gelmiştir.

Dijital dönüşüm süreciyle birlikte yapay zekâ teknolojileri operasyonel yönetim uygulamalarında paradigmatik bir dönüşüm yaratmıştır. Makine öğrenmesi, büyük veri analitiği ve öngörülse modelleme teknikleri talep tahmini, envanter optimizasyonu, dinamik fiyatlandırma ve karar destek sistemleri gibi alanlarda yaygın biçimde kullanılmaktadır (Wamba vd., 2017). Davenport ve Ronanki (2018), yapay zekânın örgütsel performansa katkısını süreç otomasyonu, bilişsel içgörü üretimi ve müşteri etkileşimi olmak üzere üç temel işlev üzerinden açıklamaktadır. Bu çerçevede yapay zekâ uygulamaları yalnızca verimlilik artışı değil, aynı zamanda stratejik karar kalitesinin iyileştirilmesi bakımından da dönüştürücü bir rol üstlenmektedir.

Turizm literatüründe yapay zekâ çalışmaları ağırlıklı olarak akıllı destinasyonlar, kişiselleştirme sistemleri, chatbot uygulamaları ve müşteri deneyimi bağlamında yoğunlaşmıştır (Gretzel vd., 2015; Li vd., 2021). Bununla birlikte mevcut araştırmaların büyük ölçüde pazarlama ve tüketici davranışı ekseninde konumlandığı, operasyonel yönetim kuramlarıyla bütünleşik stratejik modellerin ise görece sınırlı kaldığı görülmektedir. Ivanov ve Webster (2017), turizm sektöründe robotik ve otomasyon teknolojilerinin operasyonel maliyetler ve iş gücü yapısı üzerindeki etkilerine dikkat çekerek süreç tasarımı, kapasite planlaması ve operasyonel risk yönetimi bağlamında daha bütüncül kuramsal çerçevelere ihtiyaç bulunduğunu vurgulamıştır.

Hizmet operasyonlarında belirsizlik ve risk yönetimi, özellikle talep değişkenliğinin yüksek olduğu ortamlarda kritik bir yönetim alanı olarak öne çıkmaktadır. Veri temelli karar verme sistemleri ve öngörüselsel analitik yaklaşımlar, operasyonel performansın artırılması ve kaynak tahsisinin optimize edilmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Choi vd., 2018). Bununla birlikte turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ literatürleri arasındaki disiplinlerarası bütünleşmenin henüz sınırlı olduğu ve kavramsal çerçevenin tam anlamıyla yapılandırılmadığı anlaşılmaktadır.

Bu bağlamda mevcut çalışma, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kesişiminde üretilen akademik literatürün yapısını ve gelişim dinamiklerini bibliyometrik analiz yöntemiyle sistematik biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanındaki yayın eğilimlerini, atıf yapısını, iş birliği ağlarını ve tematik kümelenmeleri nicel teknikler aracılığıyla incelemeye olanak tanıyan güçlü bir yöntemdir (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021). Scopus veri tabanında indekslenen çalışmalar üzerinden gerçekleştirilen analiz sayesinde alanın tematik evrimi, entelektüel yapılaşması ve uluslararası iş birliği örüntüleri haritalandırılmakta; turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ literatüründeki kuramsal bütünleşme düzeyi değerlendirilmektedir. Bu yönüyle çalışma, disiplinlerarası literatürdeki parçalı yapıyı görünür kılmakta ve gelecekte yürütülecek ampirik araştırmalar için bütünleştirici bir kuramsal zemin sunmaktadır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Operasyonel yönetim, genelde her ne kadar üretim sektörüyle ilişkilendiriliyor olsa da hizmet sektörünün başarısı için temel bir gerekliliktir. Özellikle soyut hizmetler ve üretim ve tüketimin eş zamanlı olduğu hizmet alanlarında operasyonların titizlikle yönetilmesi önem arz etmektedir (Bektaş & Kiper, 2022). Hizmet ekonomisinin en dinamik sektörlerinden biri olan turizmde operasyonel yönetim; konaklama, yiyecek-içecek, ulaşım vb. alt dalların karmaşık süreçlerinin koordine edilmesinde kilit öneme sahiptir. Çünkü sektördeki operasyonel başarı, konaklama işletmelerinde kapasitenin verimli kullanımı, ulaşım hizmetlerinin sorunsuz yürütülmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması gibi performans göstergeleri ile doğrudan ilişkilidir (Johnston & Clark, 2021).

Turizm sektörünün yapısı; turist talebi, çevresel koşullar, hükümet politikaları, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik gibi birçok değişkene bağlı olarak şekillenmektedir (Baggio, 2007; Agostinho vd., 2024; Boukhedimi vd., 2025; Filipiak vd., 2020). Diğer bir deyişle, turizm sektörü doğası gereği çok değişkenli ve kırılgan bir yapıya sahip olup, dış etmenlerden kolaylıkla etkilenen bir sektördür. Mevsimsellik, turist tercihlerindeki anlık değişimler, ülkelerin politik sorunları, ekonomik sorunlar, çeşitli güvenlik sorunları gibi durumlar turizm sektöründe kırılmalara sebep olan temel faktörlerdendir (Doğantan & Akoğlan Kozak, 2018). Sektörün sürdürülebilirliğinin sağlanması için bu çok değişkenli yapının bütüncül ve esnek bir yaklaşımla yönetilmesi gerekmektedir (Filipiak vd., 2020; Badulescu vd., 2021).

Covid-19 pandemisi ve bunun gibi küresel sağlık krizleri de turizm endüstrisinde turistlerin tercih ve beklentilerinde çeşitli değişimlere neden olmuştur. Örneğin, Özkan (2025) pandemi sonrasında bireysel tercih ve eğilimlere dayanan macera, doğa ve kültür turizmi gibi alternatif turizm türlerine eğilimde bir artış olduğunu öne sürmektedir. Benzer şekilde Vaishar ve Šťastná (2020), Haryanto (2020) ve Gössling, Scott ve Hall (2020) Covid-19 pandemisi ile beraber turistlerin bireyselleşme ve alternatif turizm türlerine yönelik

eğilimlerinin arttığını; buna karşın kitlesel turizme olan ilginin ise sağlık kaygıları, bireysel güvenlik ve sosyal mesafeyi koruma gibi sebeplerden azaldığını ifade etmektedirler.

Covid-19 pandemisi ile beraber uygulanan seyahat yasakları, karantina uygulamaları ve sosyal mesafe kuralları geleneksel turizm faaliyetlerini ve kitlesel turizm faaliyetlerini sınırlamış, hatta büyük ölçüde durdurmuştur. Bu durum, konaklama işletmeleri ve tur operatörleri başta olmak üzere turizm sektöründeki küçükten büyüğe tüm paydaşları dijitalleşmeye itmiştir. Temassız check-in, online rezervasyon ve sanal turlar gibi dijital turizm hizmetlerinin yaygınlaşması bu dönemde ivme kazanmıştır (Buluk Eşitti, 2023; İlhan, 2021; Thees vd., 2021). Böyle küresel bir kriz döneminde işletmelerin sürdürülebilirliklerini sağlamaları ve rekabet ortamında varlıklarını koruyabilmelerinde dijitalleşmenin kritik bir önemi vardır. Dijital dönüşüme uyum sağlayan, direnç göstermeyen işletmeler krizlere karşı esneklik kazanarak daha dirençli bir sistem geliştirmiştir (Elkhwesky, Manzani, & Salem, 2022; Tang & Huang, 2023; Thees vd., 2021). Aynı zamanda pandemi ile beraber tüketici davranışları da değişim göstermiştir. Örneğin, turistler, dijitalleşmenin daha yaygın kullanımı ile beraber kendi seyahatlerini planlama konusunda daha fazla söz sahibi olmaya ve kişiselleştirilmiş hizmetlere daha fazla eğilim göstermeye başlamışlardır (Buluk Eşitti, 2023).

Turizm sektörünün temel hedeflerinden olan müşteri memnuniyetini sağlamak ve artırmak adına işletmelerin kendilerini teknolojik anlamda da geliştirmesi önem arz etmektedir. Örneğin hızlı check-in işlemleri, bekleme sürelerinin azaltılması ve sorunsuz rezervasyon süreçleri turistlerin deneyimini doğrudan olumlu yönde etkileyebilmektedir (Ying ve Meñez, 2024; Saxena vd., 2025; Zhou, 2023). Dijitalleşme ve teknoloji kullanımı bu gibi operasyonel süreçlerin verimli şekilde yürütülmesinde işletmelerin en büyük yardımcısıdır. Aynı zamanda yapay zekâ destekli rehberlik ya da turistlere yönelik dijital bilgilendirme sistemlerinin kullanımı da operasyonel verimliliği güçlendirmenin yanı sıra turistlere kişiselleştirilmiş hizmet sunarak deneyimlerini zenginleştirmektedir (Ma, 2024; Sharafuddin, Madhavan ve Wangtueai, 2024).

Yapay zekâ, büyük veri işleme, makine öğrenmesi ve otonom sistemler sayesinde talep tahmini, dinamik fiyatlandırma, kişiselleştirilmiş hizmet sunumu ve chatbot destekli 7/24 müşteri hizmetleri gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Dolayısıyla turizm sektöründe operasyonel süreçler radikal bir değişiklik geçirmektedir (Etçi, Yılmaz & Karamustafa, 2024). Özellikle konaklama işletmelerinde yapay zekânın kullanımı, rutin görevlerin otomatikleştirilmesini sağlayarak operasyonel maliyeti düşürmekte ve böylelikle çalışanların iş yükünü hafifletmektedir (Çimenyer, 2025; Lukanova & Ilieva, 2019).

Özetle, turizm sektöründe yapay zekâ uygulamalarının hem müşteri memnuniyetini artırması hem de çalışan iş yükünü azaltması, bu teknolojilerin operasyonel süreçlere entegrasyonunu kaçınılmaz kılmaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışma, operasyonel yönetimde yapay zekâ kullanımının belirleyici etkisini ortaya koyarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışma, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ literatürünün entelektüel yapısını ve gelişim dinamiklerini ortaya koymak amacıyla bibliyometrik analiz yöntemine dayalı olarak tasarlanmıştır. Bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanındaki bilimsel üretimin performans göstergelerini, kavramsal

örüntülerini ve iş birliği ağlarını nicel teknikler aracılığıyla incelemeye olanak tanıyan sistematik bir bilim haritalama yaklaşımıdır (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021). Özellikle hızlı büyüme gösteren ve disiplinlerarası nitelik taşıyan araştırma alanlarında literatürün zamansal evrimini, tematik yoğunlaşma alanlarını ve etki yapısını analiz etmek bakımından güçlü bir metodolojik çerçeve sunmaktadır.

Araştırmada veri kaynağı olarak Scopus veri tabanı tercih edilmiştir. Scopus, geniş kapsama alanı, disiplinlerarası indeksleme kapasitesi ve atıf verilerinin güvenilirliği nedeniyle bibliyometrik çalışmalar açısından sıklıkla önerilen bir veri kaynağıdır (Mongeon & Paul-Hus, 2016; Martín-Martín vd., 2018). Turizm gibi sosyal bilim temelli bir alan ile operasyonel yönetim ve yapay zekâ gibi teknik disiplinlerin kesişiminde konumlanan bu araştırmada, Scopus'un disiplinlerarası temsil gücü metodolojik açıdan uygun görülmüştür.

Veri toplama sürecinde arama stratejisi, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kavramlarını eş zamanlı olarak kapsayacak biçimde yapılandırılmıştır. Scopus veri tabanında başlık, özet ve anahtar sözcük alanlarında “tourism” AND “operational management” AND “artificial intelligence” sorgusu uygulanmıştır. Yayın türü yalnızca “article” ile sınırlandırılmış, dil kriteri İngilizce olarak belirlenmiş ve konu alanı filtresi olarak Social Sciences kategorisi tercih edilmiştir. Literatürün güncel eğilimlerini yansıtmak amacıyla 2016–2026 yılları arasında yayımlanan çalışmalar analize dâhil edilmiştir. Tarama ve veri indirme işlemleri 20 Şubat 2026 tarihinde tamamlanmış ve elde edilen 60 makaleye ilişkin meta veriler analiz için dışa aktarılmıştır.

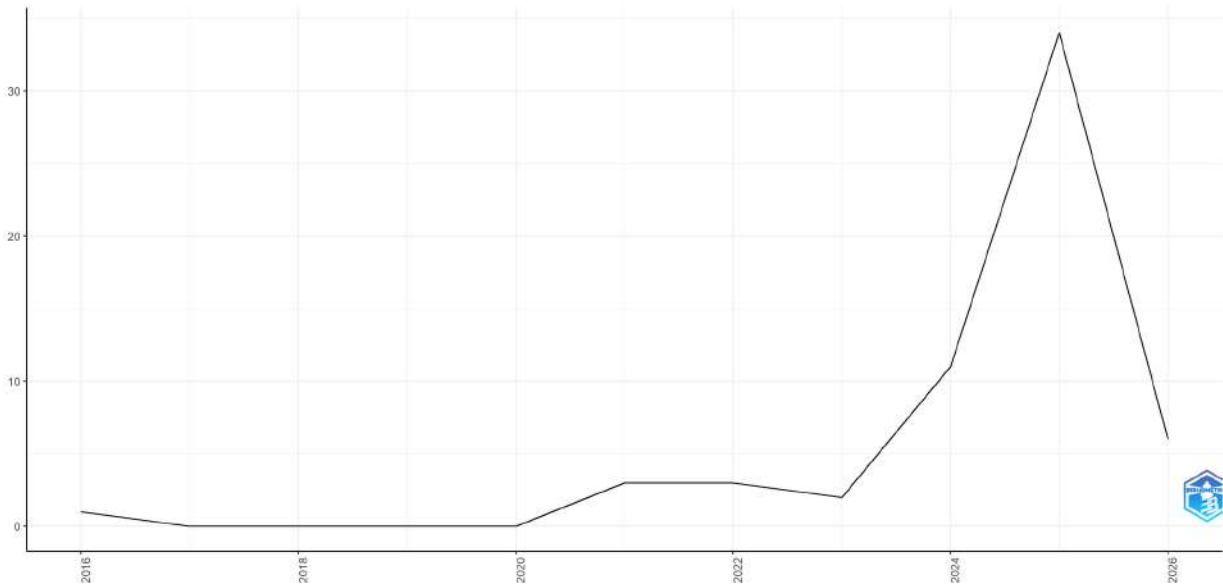
Veri analizi sürecinde RStudio ortamında çalışan Bibliometrix paketi kullanılmıştır (Aria & Cuccurullo, 2017). Analiz öncesinde yinelenen kayıtların kontrolü, yazar isimlerinin standardizasyonu ve anahtar sözcüklerin eş anlamlılık temelinde birleştirilmesi gibi veri ön işleme adımları gerçekleştirilmiştir. Analiz iki temel aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada performans analizi uygulanarak yıllara göre yayın eğilimleri, yıllık büyüme oranı, ortalama atıf sayıları, en üretken yazarlar ve ülkeler, en fazla atıf alan çalışmalar ve en etkili dergiler belirlenmiştir. İkinci aşamada ise bilim haritalama teknikleri kapsamında anahtar sözcük birlikte görülme ağı, tematik haritalama, trend konular analizi ve üç alan grafiği kullanılarak literatürün kavramsal yapısı ve tematik evrimi ortaya konulmuştur. Bu aşama literatürün kavramsal omurgasını, merkezî temalarını ve gelişim yönelimlerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu bütüncül analitik çerçeve sayesinde alanın hem üretim ve etki dinamikleri hem de tematik ve yapısal özellikleri sistematik ve çok boyutlu biçimde değerlendirilmiş, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ literatürü arasındaki kuramsal bütünleşme düzeyi ortaya konulmuştur.

BULGULAR

Elde edilen temel bulgulara göre analiz kapsamına alınan 60 makale 2016–2026 yılları arasında yayımlanmıştır. İncelenen veri setinde toplam 50 farklı kaynaktan yayımlanmış çalışmalar yer almakta olup, yıllık bilimsel üretim artış oranı %19,62 olarak hesaplanmıştır. Dokümanların ortalama yaşı 1,65 yıl olup, bu durum alanın oldukça güncel ve dinamik bir araştırma yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Toplam 212 yazarın katkı sunduğu veri setinde yalnızca dört makale tek yazarlı olarak üretilmiştir. Doküman başına ortalama yazar sayısı 3,57 olup, çalışmaların %48,33'ü uluslararası iş birliği kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu oran, alanın güçlü bir küresel akademik etkileşim ağına sahip olduğunu ortaya

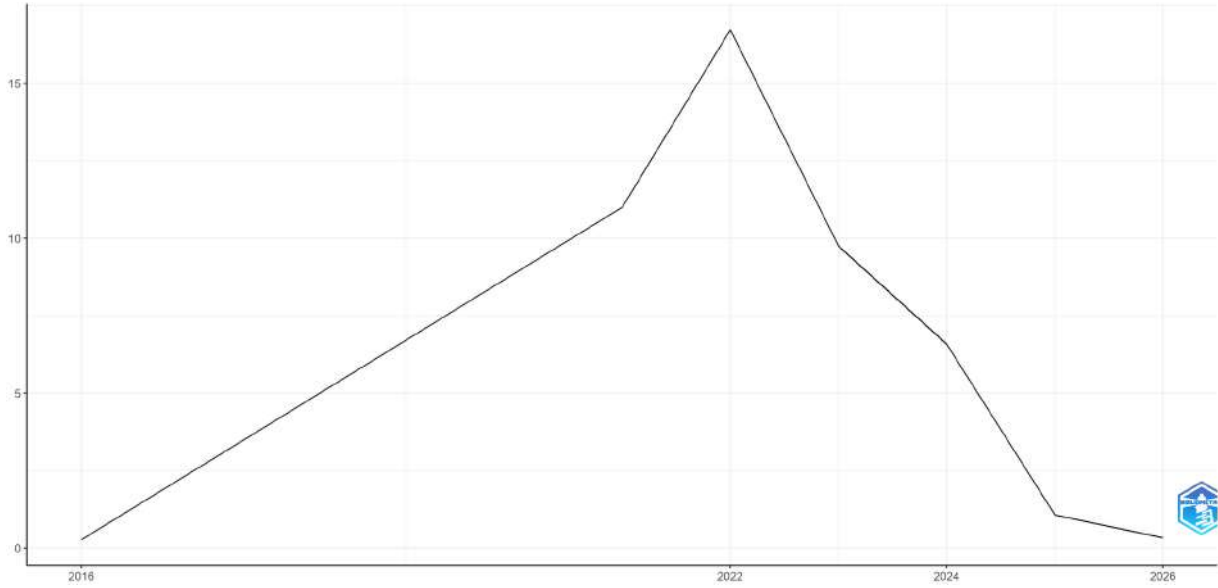
koymaktadır. Makale başına ortalama atıf sayısı 13,7 olarak belirlenmiştir. Ayrıca yazarlar tarafından kullanılan anahtar sözcük sayısı 284'tür. Elde edilen göstergeler, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kesişimindeki literatürün son yıllarda hızla büyüyen, çok yazarlı ve uluslararası iş birliklerine açık bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 1 incelendiğinde, 2016–2020 döneminde yayın sayısının oldukça sınırlı olduğu, 2021 sonrası ise belirgin bir artış eğiliminin başladığı görülmektedir. Özellikle 2024 ve 2025 yıllarında keskin bir yükseliş yaşanmış ve 2025 yılı en yüksek yayın sayısına ulaşmıştır. 2026 yılına ait düşüş ise yılın henüz tamamlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak bulgular, alanın son yıllarda hızlı bir ivme kazandığını göstermektedir.



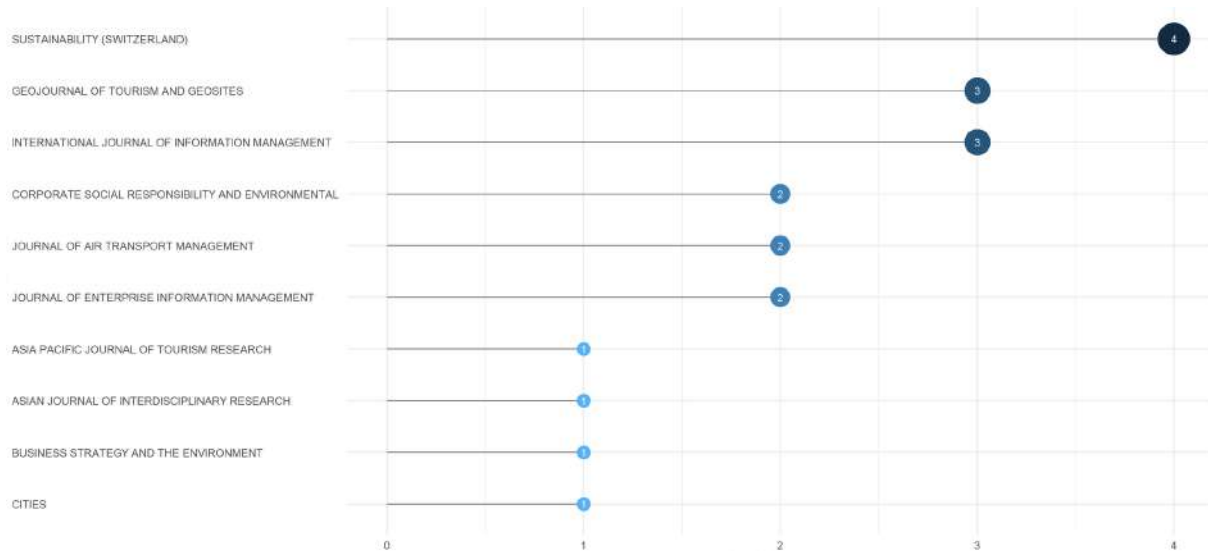
Şekil 1. Yıllara Göre Yayın Artış Hızı (Annual Growth Rate of Publications)

Şekil 2’de yıllara göre makale başına ortalama atıf sayısının seyri görülmektedir. Atıf performansı 2022 yılına kadar artış göstermiş; bu yılda zirveye ulaşmış, sonrasında ise dalgalı bir düşüş eğilimi izlenmiştir. Eğilim doğrusal bir artıştan ziyade sıçrama ve kırılmalar şeklindedir. Özellikle son yıllardaki düşük değerler, yayınların yeni olmasıyla ilişkili olarak değerlendirilebilir. Bu durum alanın henüz olgunlaşma aşamasında olduğunu ve güçlü kuramsal ve bütüncül çalışmaların yüksek atıf potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.



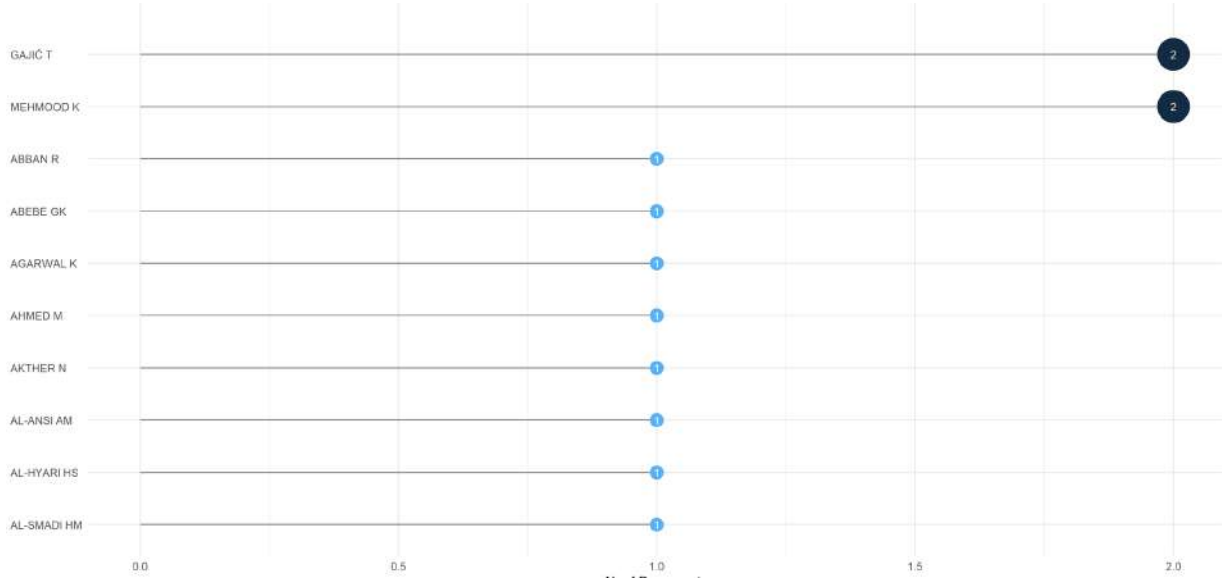
Şekil 2. Yıllara Göre Çalışmaların Aldığı Atıflardaki Artış (Annual Trend in Citations Received)

Şekil 3'e göre en fazla yayının Sustainability (Switzerland) dergisinde yer aldığı dikkat çekmektedir. Bu bulgu, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kesişiminin sürdürülebilirlik ekseninde güçlü biçimde konumlandığını göstermektedir. Bunu üçer yayın ile GeoJournal of Tourism and Geosites ve International Journal of Information Management izlemektedir. Bu durum, alanın hem turizm literatürü hem de bilgi yönetimi/dijital dönüşüm literatürü ile bağlantılı geliştiğine işaret etmektedir. Ayrıca Journal of Air Transport Management, Journal of Enterprise Information Management ve Corporate Social Responsibility and Environmental Management gibi dergilerde de yayınların yer alması, alanın disiplinlerarası bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



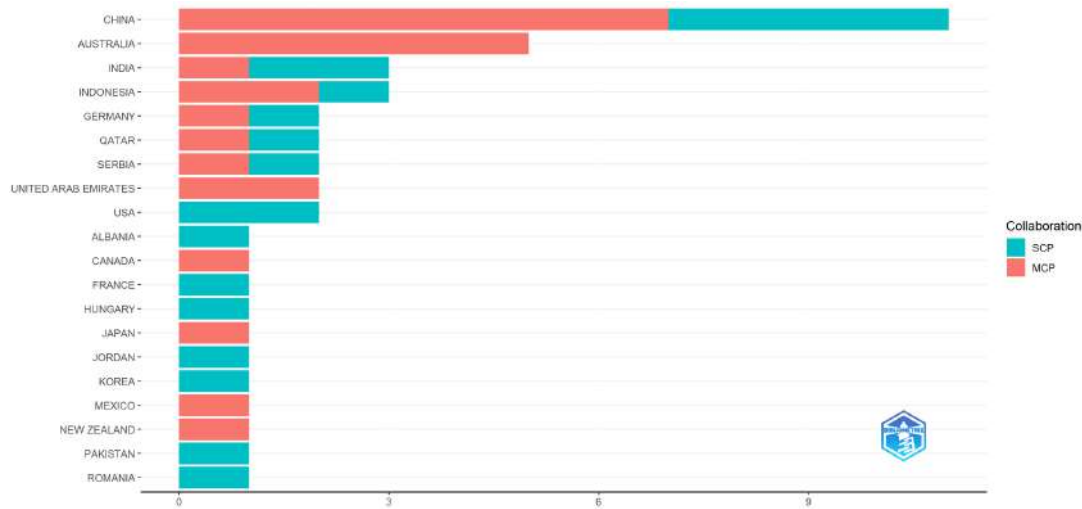
Şekil 3. Dergilerin Yayın Sayısı Analizi (Most Relevant Sources)

Şekil 4'te en fazla yayın üreten yazarlar görülmektedir. Gajić T ve Mehmood K en üretken yazarlar olarak öne çıkmaktadır. Diğer yazarların her biri birer yayınla temsil edilmektedir. Bu durum, alanın henüz belirli bir çekirdek araştırmacı grubu etrafında yoğunlaşmadığını, yayın üretiminin görece dağınık bir yapı sergilediğini göstermektedir.



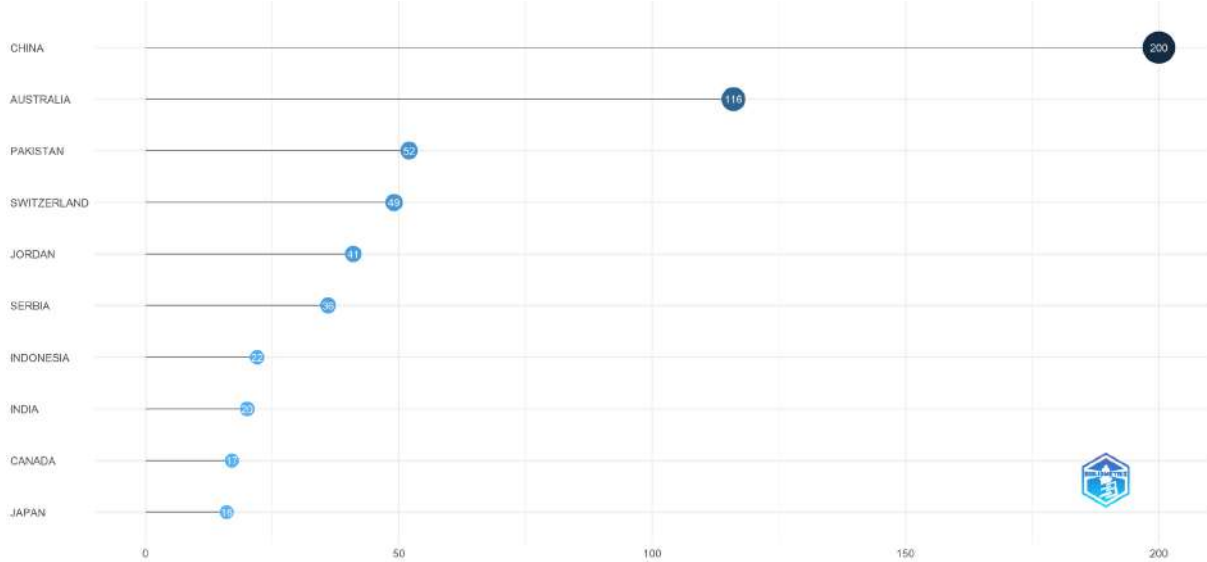
Şekil 4. En Fazla Yayını Olan Yazarlar (Most Relevant Authors)

Şekil 5'te sorumlu yazarın (corresponding author) ülkelerine göre yayın dağılımı ve iş birliği türü görülmektedir. Çin, hem tek ülke yayınları (SCP) hem de çok ülkeli iş birlikleri (MCP) açısından en yüksek üretime sahiptir. Avustralya ikinci sırada yer almakta olup daha çok uluslararası iş birliklerine dayalı yayın üretmektedir. Hindistan, Endonezya ve Almanya gibi ülkelerde ise SCP ve MCP dağılımının daha dengeli olduğu görülmektedir. ABD'nin ise daha çok tek ülke yayınlarıyla temsil edildiği dikkat çekmektedir. Alanın güçlü bir uluslararası iş birliği yapısına sahip olduğu görülmektedir.



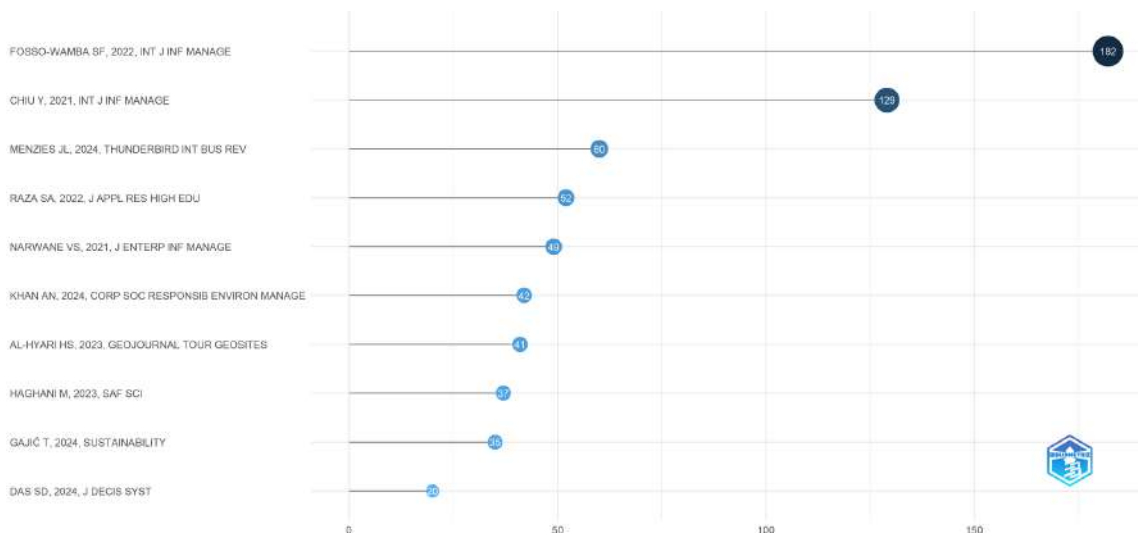
Şekil 5. Sorumlu Yazar Ülkeleri (Corresponding Author's Countries)

Şekil 6’da en fazla atıf alan ülkeler görülmektedir. Çin (200) ilk sırada yer almakta, onu Avustralya (116) izlemektedir. Pakistan (52) ve İsviçre (49) orta düzeyde etki gösterirken, diğer ülkelerin atıf sayılarının 50’nin altında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu dağılım, alanın özellikle Asya-Pasifik ekseninde güçlü bir akademik etki ürettiğini ve Çin’in literatürde belirleyici bir konumda olduğunu göstermektedir.



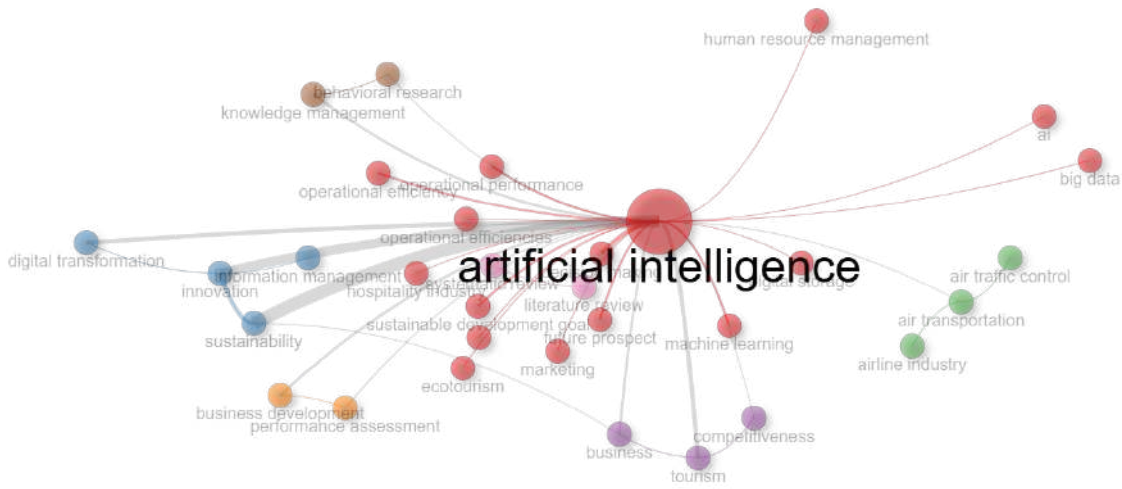
Şekil 6. En Fazla Atıf Alan Ülkeler (Most Cited Countries)

Şekil 7’de en fazla küresel atıf alan çalışmalar görülmektedir. En yüksek atıf sayısına sahip çalışma Fosso-Wamba (2022) olup 182 atıf ile öne çıkmaktadır. Bunu Chiu (2021) çalışması 129 atıf ile izlemektedir. Diğer çalışmaların atıf sayıları 60’ın altında yoğunlaşmakta olup, özellikle 2021–2024 yılları arasında yayımlanan çalışmaların kısa sürede dikkat çekici atıf aldığı görülmektedir. Bu durum, alanın güncel ve hızla gelişen bir araştırma sahası olduğunu göstermektedir. Genel olarak bilgi yönetimi ve sürdürülebilirlik eksenli dergilerde yayımlanan çalışmaların daha yüksek küresel görünürlük ve etki yarattığı anlaşılmaktadır.



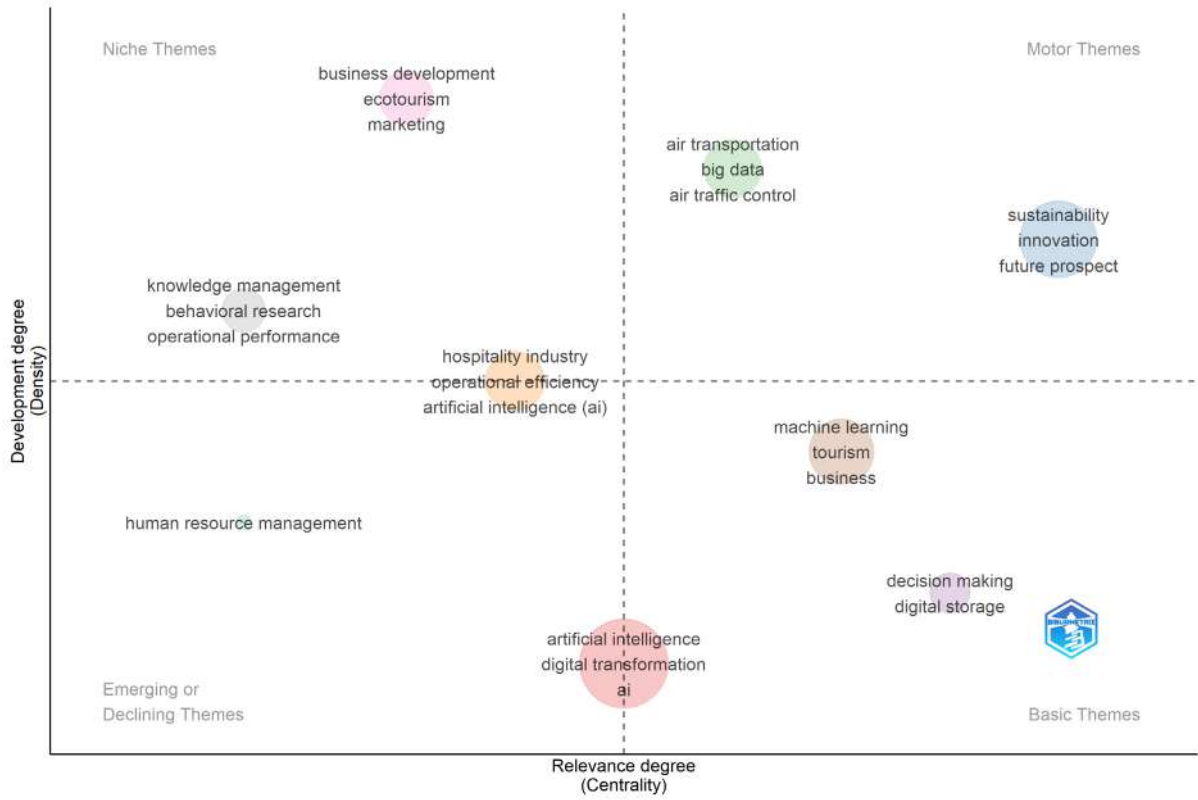
Şekil 7. Küreselde En Çok Atıf Alan Eser Analizi (Most Global Cited Documents)

Şekil 8’de yazar anahtar sözcüklerine dayalı birlikte görülme (co-occurrence) ağı yer almaktadır. Ağ yapısı incelendiğinde “artificial intelligence” kavramının merkezî konumda yer aldığı ve diğer kavramlarla en güçlü bağlantıları kurduğu görülmektedir. Bu durum, literatürün yapay zekâ ekseninde kümelenildiğini ve diğer temaların büyük ölçüde bu kavram etrafında şekillendiğini göstermektedir. Merkez düğümle güçlü bağlar kuran kavramlar arasında “machine learning”, “leadership”, “performance”, “management” ve “analysis” öne çıkmaktadır. Ayrıca “social”, “media” ve “social media” kümeleri yapay zekâ ile ilişkili sosyal ve dijital bağlamı temsil ederken, “human resource management” kavramı örgütsel boyuta işaret etmektedir. Ağ yapısının merkez-çevre formunda olması, yapay zekânın alanın temel belirleyicisi olduğunu ve diğer temaların ise bu merkez kavramla bağlantılı alt kümeler halinde geliştiğini göstermektedir. Bu yapı, disiplinlerarası bütünleşmenin büyük ölçüde yapay zekâ odağında gerçekleştiğine işaret etmektedir.



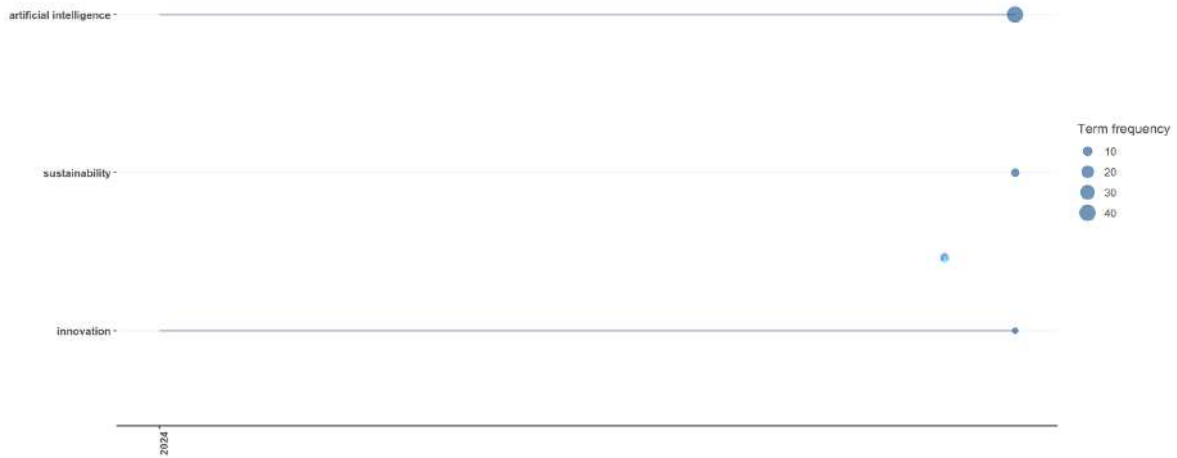
Şekil 8. Anahtar Sözcüklerin Birlikte Görülme Ağı (Co-Occurrence Network)

Şekil 9’da anahtar sözcüklere dayalı tematik harita yer almaktadır. Sağ üst kadranda (motor temalar) “sustainability”, “innovation” ve “future prospect” kavramları öne çıkmakta olup, alanın itici gücünü oluşturan merkezî ve gelişmiş temaları temsil etmektedir. “Air transportation” ve “big data” da bu güçlü kümeler arasında yer almaktadır. Sağ alt kadranda (basic temalar) “tourism”, “machine learning”, “business” ve “decision making” gibi literatürün temel yapı taşları bulunmaktadır. Sol üst kadranda (niche temalar) “business development”, “ecotourism” ve “marketing” gibi daha uzmanlaşmış ancak merkezî olmayan alanlar yer alırken, sol alt kadranda (emerging or declining temalar) “human resource management” gibi görece zayıf bağlantılı temalar görülmektedir. Harita, sürdürülebilirlik ve inovasyon ekseninin alanın merkezinde konumlandığını, sol kısımda yer alan temaların ise gelecekte derinleşmeye açık potansiyel alanlar sunduğunu göstermektedir.



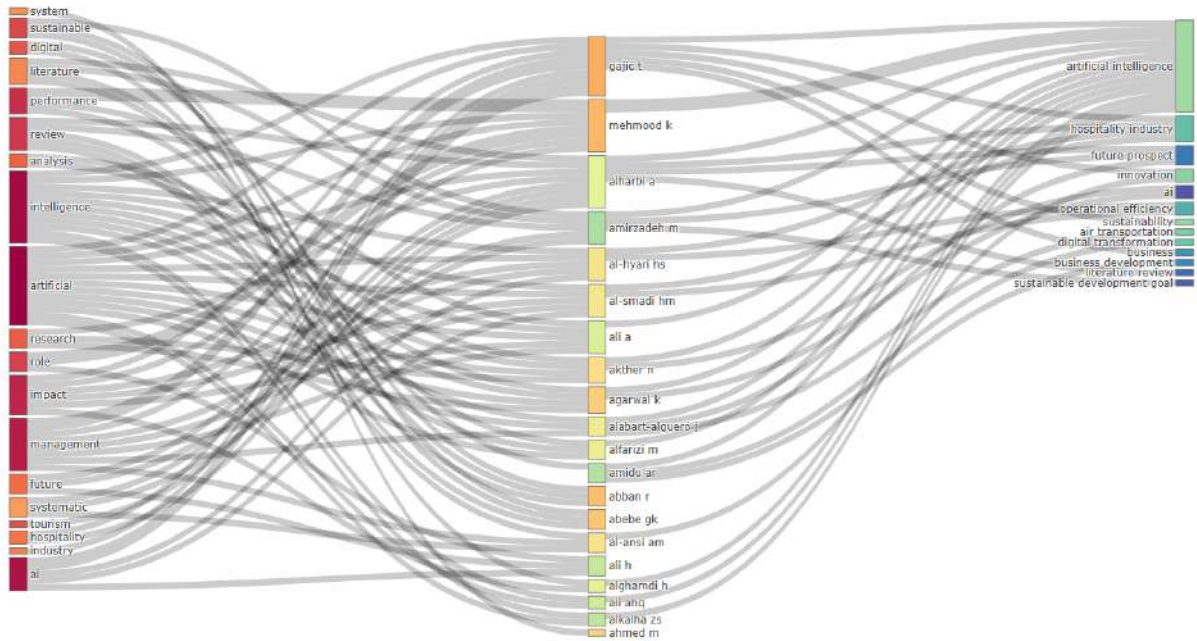
Şekil 9. Tematik Harita (Thematic Map)

Şekil 10, alanın güncel eğilimlerinin yapay zekâ merkezli olduğunu, inovasyon ve sürdürülebilirlik temalarının ise bu ana eksene eşlik eden tamamlayıcı araştırma alanları olarak yükseliş gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, gelecekte yapılacak çalışmaların özellikle yapay zekâ odaklı, ancak sürdürülebilirlik ve inovasyon boyutlarını içeren bütünlük çerçeveler üzerinden gelişebileceğine işaret etmektedir.



Şekil 10. Trend Kavramlar (Trend Topics)

Şekil 11’de üçlü alan (three-field) analizi yer almaktadır. Solda başlıklarda sık kullanılan sözcükler, ortada yazarlar ve sağda anahtar sözcükler gösterilmektedir. Bu yapı, başlık–yazar–anahtar sözcük ilişkisini bütüncül biçimde görselleştirerek alanın kavramsal omurgasını ortaya koymaktadır. Şekil incelendiğinde, başlıklarda özellikle “artificial”, “intelligence”, “digital”, “management” ve “performance” gibi kavramların öne çıktığı görülmektedir. Anahtar sözcük tarafında ise “artificial intelligence”, “hospitality industry”, “innovation”, “operational efficiency” ve “sustainability” gibi temalar yoğunlaşmaktadır. Yazarlar çoğunlukla bu merkez kavramlar etrafında kümelenmiş olup, çalışmaların önemli bir kısmı yapay zekâ ekseninde turizm ve yönetim bağlamına bağlanmaktadır. Her ne kadar farklı alt temalar bulunsun da bağlantı yoğunluğu “artificial intelligence” merkezli bir ağ yapısına işaret etmektedir. Bu görünüm, alanda yapılacak araştırmalarda başlık ve anahtar sözcük seçiminde yapay zekâ, inovasyon, sürdürülebilirlik ve operasyonel yönetim kavramlarının açık biçimde kullanılmasının görünürlük ve atıf potansiyeli açısından stratejik önem taşıdığını göstermektedir.



Şekil 11. Üçlü Alan Analizi (Three-Field Plot)

Şekil 12’de anahtar sözcükler temel alınarak oluşturulan kelime bulutu yer almaktadır. Kelimelerin büyüklüğü, literatürdeki kullanım sıklığını göstermektedir. Görsel incelendiğinde özellikle “artificial intelligence” kavramının belirgin biçimde öne çıktığı görülmektedir. Bununla birlikte “innovation”, “sustainability”, “digital transformation”, “machine learning”, “decision making”, “operational efficiency”, “hospitality industry” ve “tourism” gibi kavramların da dikkat çekici yoğunluğa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu dağılım, çalışmaların yalnızca teknolojik bir çerçevede değil, aynı zamanda inovasyon, sürdürülebilirlik, karar verme süreçleri ve operasyonel performans ekseninde ele alındığını göstermektedir. Ayrıca turizm ve hizmet sektörü bağlamına işaret eden kavramların varlığı, alanın uygulama yönünün güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu kavramlar, alanda yapılacak yeni araştırmaların ortak teorik ve kavramsal zeminde konumlandırılması açısından yol gösterici niteliktedir. Özellikle yapay zekânın

inovasyon, sürdürülebilirlik ve operasyonel yönetim boyutlarıyla birlikte ele alınmasının literatürle güçlü bir bağ kurma potansiyeli taşıdığı söylenebilir.



Şekil 12. Kelime Bulutu (Word Cloud)

TARTIŞMA

Elde edilen bulgular, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kesişimindeki literatürün özellikle 2021 sonrası dönemde belirgin bir ivme kazandığını göstermektedir. Bu eğilim, turizm sektörünün krizler, belirsizlikler ve dijital dönüşüm baskıları karşısında yeniden yapılanma sürecine girdiğini vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Gössling vd., 2020). Pandemi sonrası dönemde veri temelli karar sistemlerine ve dijital teknolojilere yönelik artan ilgi, operasyonel dayanıklılık ve esneklik arayışının doğal bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Performans göstergeleri literatürün genç ve dinamik bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Dokümanların ortalama yaşının düşük olması ve atıf eğrisindeki dalgalı yapı, alanın henüz kuramsal konsolidasyon sürecinde olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, yapay zekâ uygulamalarının turizm literatüründe çoğunlukla uygulama odaklı ele alındığını ve teorik çerçevenin henüz tam anlamıyla derinleşmediğini belirten çalışmalarla paralellik göstermektedir (Ivanov & Webster, 2017; Li vd., 2021). Bununla birlikte, belirli çalışmaların kısa sürede yüksek atıf performansına ulaşması, özellikle büyük veri analitiği ve stratejik karar verme eksenli araştırmaların yüksek etki potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Wamba vd., 2017).

Ülke düzeyinde Çin'in hem üretim hem de atıf etkisi açısından merkezî konumda olması, yapay zekâ ve akıllı turizm yatırımlarının yoğunlaştığı coğrafi merkezlerin literatüre yön verdiğini göstermektedir. Turizmde yapay zekâ literatürünü inceleyen bibliyometrik çalışmalar da Çin ve Asya-Pasifik bölgesinin baskın konumuna işaret etmektedir (Gretzel vd., 2015). Yüksek uluslararası iş birliği oranı ise disiplinlerarası araştırma ağlarının güçlendiğini ve alanın küresel akademik etkileşimle geliştiğini ortaya koymaktadır (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021).

Bilim haritalama bulguları, literatürün “artificial intelligence” kavramı etrafında merkez-çevre yapısında kümелendiğini göstermektedir. Bu sonuç, akıllı turizm ve dijital destinasyon literatüründe yapay zekânın dönüştürücü bir teknoloji olarak konumlandırılmasıyla tutarlıdır (Gretzel vd., 2015). Tematik haritada sürdürülebilirlik ve inovasyonun motor temalar olarak öne çıkması, yapay zekâ uygulamalarının yalnızca operasyonel verimlilik perspektifiyle değil, aynı zamanda sürdürülebilir destinasyon yönetimi ve stratejik

dönüşüm bağlamında ele alındığını göstermektedir. Bu bulgu, büyük veri analitiğinin firma performansı ve rekabet avantajı üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmalarla da örtüşmektedir (Wamba vd., 2017).

Trend analizleri, gelecekte yapılacak araştırmaların yapay zekâ merkezli ancak sürdürülebilirlik ve operasyonel yönetim boyutlarını bütünleştiren entegre modeller geliştirmesi gerektiğine işaret etmektedir. Robotik ve otomasyon teknolojilerinin iş gücü yapısı ve operasyonel süreçler üzerindeki etkilerine dikkat çeken çalışmalar dikkate alındığında (Ivanov & Webster, 2017), operasyonel yönetim kuramları ile yapay zekâ uygulamalarının daha sistematik biçimde bütünleştirilmesi alanın kuramsal olgunlaşması açısından kritik görünmektedir.

Mevcut bulgular, literatürün niceliksel olarak hızlı büyüdüğünü ancak kuramsal bütünleşme açısından gelişim aşamasında olduğunu göstermektedir. Bu durum, bibliyometrik analizlerin disiplinlerarası alanlarda kavramsal yapılaşmayı ortaya koymadaki önemini vurgulayan metodolojik çalışmalarla da uyumludur (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021). Gelecekteki araştırmaların operasyonel dayanıklılık, karar mimarisi, sürdürülebilir performans ve örgütsel dönüşüm boyutlarını kapsayan bütünsel çerçeveler üretmesi, turizm-operasyonel yönetim-yapay zekâ literatürünün teorik derinliğini ve uygulama etkisini artıracaktır.

SONUÇ

Bu çalışma, turizm, operasyonel yönetim ve yapay zekâ kesişiminde gelişen literatürü bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemiştir. Bulgular, alanın özellikle 2021 sonrası dönemde belirgin bir büyüme ivmesi kazandığını ve yapay zekâ kavramı etrafında merkezî bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Yıllık yayın artışının bu dönemde yoğunlaşması, pandemi sonrası hız kazanan dijital dönüşüm süreçleriyle örtüşmektedir. Elde edilen büyüme eğilimi, turizm sektöründe akıllı turizm uygulamalarının ve yapay zekâ temelli hizmet otomasyonunun yaygınlaştığını ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Gretzel vd., 2015; Ivanov & Webster, 2017). Sürdürülebilirlik ve inovasyon temalarının motor temalar olarak konumlanması ise büyük veri analitiği ve yapay zekâ uygulamalarının stratejik dönüşüm ve rekabet avantajı bağlamında ele alındığını vurgulayan araştırmalarla örtüşmektedir (Wamba vd., 2017; Davenport & Ronanki, 2018).

Bununla birlikte analiz, operasyonel yönetim kuramları ile yapay zekâ uygulamalarını bütünleştiren kapsamlı teorik modellerin görece sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, disiplinlerarası alanlarda kavramsal bütünleşmenin zaman içerisinde geliştiğini belirten metodolojik değerlendirmelerle uyumlu olmakla birlikte (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021), literatürde uygulama odaklı çalışmaların baskınlığını da ortaya koymaktadır.

Bulgular ayrıca, literatürde operasyonel dayanıklılık temasının sınırlı düzeyde temsil edildiğini düşündürmektedir. Bu çerçevede, yapay zekâ uygulamalarının operasyonel dayanıklılık perspektifiyle yeniden ele alınması, alanın teorik derinliğini artırabilecek potansiyel bir araştırma yönü sunmaktadır. Analitik karar mekanizmalarının operasyonel süreçlerdeki rolünü vurgulayan çalışmalar (Choi vd., 2018) bu yaklaşımın önemini desteklemektedir. Türkiye bağlamında Kapadokya'daki sıcak hava balonu operasyonları; hava koşullarına yüksek bağımlılık, kapasite kısıtları ve güvenlik hassasiyeti nedeniyle operasyonel belirsizliğin belirgin olduğu bir turizm modeli sunmaktadır. Bu özellikleriyle söz konusu alan, yapay zekâ destekli talep tahmini ve dinamik risk yönetimi modellerinin test edilebileceği uygun bir araştırma zemini olarak değerlendirilebilir. Robotik ve hizmet otomasyonu literatüründe süreç ve iş gücü

dönüşümüne dikkat çeken çalışmalar (Ivanov & Webster, 2017; Lukanova & Ilieva, 2019) ise bu tür teknolojik entegrasyonların örgütsel boyutuna ilişkin tamamlayıcı bir çerçeve sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma turizm–operasyonel yönetim–yapay zekâ literatürünün mevcut yapısını sistematik biçimde haritalandırarak alanın gelişim eğilimlerine ilişkin bütüncül bir çerçeve ortaya koymakta ve gelecekte yürütülecek ampirik araştırmalar için yönlendirici bir temel sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Agostinho, M., Dias, Á., & Pereira, L. (2024). Tourism direct GDP: Configuration of antecedents and tourism future performance in high-income countries. *Journal of Tourism Futures*. <https://doi.org/10.1108/jtf-12-2023-0265>

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Badulescu, D., Simuț, R., Meșter, I., Dzitac, S., Sehleanu, M., Bac, D., & Badulescu, A. (2021). Do economic growth and environmental quality contribute to tourism development in EU countries? A panel data analysis. *Technological and Economic Development of Economy*. <https://doi.org/10.3846/tede.2021.15781>

Baggio, R. (2007). Symptoms of complexity in a tourism system. *Tourism Analysis*, 13, 1–20. <https://doi.org/10.3727/108354208784548797>

Bektaş, G. U., & Kiper, F. (2022). Applications of lean in human resources management in healthcare. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 72(3). <https://doi.org/10.47391/JPMA.1603>

Boukhedimi, C., Ahmed, A., Rastogi, R., Arora, A., Qureshi, S., & Tran, T. (2025). Understanding the variables driving India's tourism: An exploratory study. *Journal of Mountain Research*. <https://doi.org/10.51220/jmr.v20-i1.5>

Buluk Eşitti, B. (2023). The impact of coronavirus (COVID-19) pandemic: Digital transformation changes in tourism. *Journal of Tourism Theory and Research*, 9(1), 15–23. <https://doi.org/10.24288/jtr.1205828>

Choi, T.-M., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big data analytics in operations management. *Production and Operations Management*, 27(10), 1868–1883. <https://doi.org/10.1111/poms.12838>

Çimenyer, A. B. (2025). Turizmde yapay zekâ ve chatbotlar. *Gündem Turizm*, 1(1), 1–24.

Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.

Doğantan, E., & Kozak, M. A. (2018). Turizm işletmelerinde kırılganlıklar: Karşılaştırmalı bir analiz. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 15(3), 581–589. <https://doi.org/10.24010/soid.420600>

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

- Elkhwesky, Z., Manzani, Y., & Salem, I. (2022). Driving hospitality and tourism to foster sustainable innovation: A systematic review of COVID-19-related studies and practical implications in the digital era. *Tourism and Hospitality Research*. <https://doi.org/10.1177/14673584221126792>
- Etçi, F., Yılmaz, M., & Karamustafa, K. (2024). Turizm işletmelerinde yapay zekâ uygulamaları: Fırsatlar ve kısıtlılıklar. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 12(4), 2441–2468. <https://doi.org/10.21325/jotags.2024.1494>
- Filipiak, B., Dylewski, M., & Kalinowski, M. (2020). Economic development trends in the EU tourism industry: Towards the digitalization process and sustainability. *Quality & Quantity*. <https://doi.org/10.1007/s11135-020-01056-9>
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2020). Pandemics, tourism and global change: A rapid assessment of COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1758708>
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179–188. <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0196-8>
- Haryanto, T. (2020). COVID-19 pandemic and international tourism demand. *Journal of Developing Economies*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/10.20473/jde.v5i1.19767>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Ivanov, S., & Webster, C. (2017). Adoption of robots, artificial intelligence and service automation by travel, tourism and hospitality companies. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, 27/28, 1501–1517.
- İlhan, Ö. (2021). The rise of digitalization in the tourism industry during COVID-19. In *Handbook of Research on the Impacts and Implications of COVID-19 on the Tourism Industry*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8231-2.ch041>
- Johnston, R., & Clark, G. (2008). *Service operations management* (3rd ed.). Pearson Education.
- Kimes, S. E. (1989). Yield management: A tool for capacity-constrained service firms. *Journal of Operations Management*, 8(4), 348–363. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(89\)80007-8](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(89)80007-8)
- Kimes, S. E. (2000). A strategic approach to yield management. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 41(1), 40–45. <https://doi.org/10.1177/001088040004100112>
- Li, J., Law, R., Vu, H. Q., Rong, J., & Zhao, X. (2021). Identifying emerging hotel guest experience themes using big data analytics. *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102752. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102752>
- Lukanova, G., & Ilieva, G. (2019). Robots, artificial intelligence, and service automation in hotels. In S. Ivanov & C. Webster (Eds.), *Robots, artificial intelligence, and service automation in travel, tourism and hospitality* (pp. 157–183). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-687-320191009>

- Ma, S. (2024). Enhancing tourists' satisfaction: Leveraging artificial intelligence in the tourism sector. *Pacific International Journal*, 7(3), 89–98. <https://doi.org/10.55014/pij.v7i3.624>
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & Delgado López-Cózar, E. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*, 12(4), 1160–1177. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Özkan, N. (2025). Pandemi sonrası alternatif turizm yaklaşımları. *Artuklu Tourism Studies*, 2, 43–54.
- Saxena, V., Mishra, A., Sharma, P., & Sharma, A. (2025). Assessing tourist satisfaction through extended marketing mix strategies: A study of Kanha National Park. *Tourism and Hospitality Research*. <https://doi.org/10.1177/14673584251320674>
- Sharafuddin, M., Madhavan, M., & Wangtueai, S. (2024). Assessing the effectiveness of digital marketing in enhancing tourist experiences and satisfaction: A study of Thailand's tourism services. *Administrative Sciences*. <https://doi.org/10.3390/admsci14110273>
- Talluri, K. T., & Van Ryzin, G. J. (2004). *The theory and practice of revenue management*. Springer.
- Tang, R., & Huang, J. (2023). The influence of digital transformation on the resilience of tourism companies under the shock of the COVID-19 pandemic. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 28, 827–840. <https://doi.org/10.1080/10941665.2023.2276469>
- Thees, H., Störmann, E., Thiele, F., & Olbrich, N. (2021). Shaping digitalization among German tourism service providers: Processes and implications. *Journal of Tourism, Heritage & Services Marketing*, 7(2), 3–15. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5548393>
- Vaishar, A., & Šťastná, M. (2020). Impact of the COVID-19 pandemic on rural tourism in Czechia: Preliminary considerations. *Current Issues in Tourism*, 25, 187–191. <https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1839027>
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J.-F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- Ying, G., & Meñez, M. (2024). Service quality, performance and tourist satisfaction among rural tourism villages in Jiangxi Province, China. *International Journal of Research Studies in Management*. <https://doi.org/10.5861/ijrsm.2024.1087>
- Zhou, S. (2023). Service quality, tourist purchase behavior and tourists' satisfaction. *International Journal of Research Studies in Management*. <https://doi.org/10.5861/ijrsm.2023.1085>

İDARİ YARGILAMA USULÜNDE TANIK DELİLİ HUSUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF WITNESS EVIDENCE IN ADMINISTRATIVE JUDICIAL PROCEDURE

Dr. Öğr. Üyesi Ergün DİLAVEROĞLU

İstanbul Medipol Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu
Yönetimi Bölümü,

<https://orcid.org/0000-0002-7496-4991>

ÖZET

2577 sayılı İdari Yargılama Usulü Kanunu (İYUK)’na göre idari yargılama yazılılık esasına dayanmaktadır. Bunun yanında, idari yargılama usulünün temel ilkelerinden biri de re’sen araştırma ilkesidir. Bu çerçevede, idari yargılamanın ekseriyetle yazılı belgeler üzerinden yürütüldüğü bilinmektedir. Danıştay içtihatları incelendiğinde, idari yargılamada genel olarak yazılılık esasının benimsendiği ve İYUK m. 31’de Hukuk Muhakemeleri Kanunu’na yapılan sınırlı atıfta tanık deliline açıkça yer verilmemesi sebebiyle tarafların tanık dinletme taleplerinin reddedildiği görülmektedir.

Hiç kuşkusuz idari yargılamanın temel amacı, idarenin işlem ve eylemlerinin hukuka uygunluğunun denetlenmesidir. Bu denetimin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi ise maddi vakıaların yeterli açıklıkta ortaya konulmasını gerektirmektedir. İdari yargılama bakımından idarenin hukukla bağlılığının tesis edilmesi ayrıca önem arz etmektedir. Kamu görevlilerinin disiplin işlemleri, mobbing ve hizmet kusurundan kaynaklanan davalarda maddi vakıaların ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Özellikle mobbing iddiasına dayalı yargılamalarda sistematik baskı ve psikolojik taciz olgusu çoğu zaman yazılı belgelere yansımamakta; olay örüntüsünün ortaya konulması ise tanık anlatımlarına bağlı bulunmaktadır. Bu noktada, tanık delilinin idari yargılamada kabul edilmesinin temel bir ispat aracı olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Ancak İYUK’ta tanık deliline ilişkin herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır.

Sonuç olarak, mevzuatta açık bir düzenlemenin bulunmaması ve uygulamada yazılılık ilkesinin baskınlığı sebebiyle tanık dinleme taleplerinin reddedilmesi, maddi vakıanın ispatını zorlaştırması nedeniyle tartışma konusu olmaktadır. Bu çerçevede idari yargılamada tanık beyanına başvurulması, hukuka uygunluk denetiminin sağlıklı yürütülmesini temin edebilecektir.

Anahtar kelimeler: İdari yargı, delil, tanık, yazılı yargılama, hukuka uygunluk denetimi.

ABSTRACT

According to the Administrative Procedure Law No. 2577 (İYUK), administrative adjudication is based on the principle of written procedure. In addition, one of the fundamental principles of administrative judicial procedure is the principle of ex officio investigation. Within this framework, it is known that administrative adjudication is predominantly conducted on the basis of written documents. When the case law of the Council of State is examined, it is observed that the principle of written procedure is generally adopted in administrative adjudication and that, due to the limited reference made in Article 31 of the İYUK to the Code of Civil Procedure and the absence of an explicit provision regarding witness evidence, the parties' requests to hear witnesses are rejected.

Undoubtedly, the primary purpose of administrative adjudication is to review the legality of the acts and actions of the administration. The proper conduct of this review requires that the material facts be clearly established. In terms of administrative adjudication, ensuring the administration's adherence to the law is of particular importance. In cases concerning disciplinary proceedings against public officials, mobbing, and claims arising from service fault, establishing the material facts is of great significance. Particularly in proceedings based on allegations of mobbing, the phenomenon of systematic pressure and psychological harassment often does not appear in written documents; the establishment of the pattern of events depends on witness statements. At this point, it is considered that the acceptance of witness evidence in administrative adjudication could be used as a fundamental means of proof. However, there is no provision in the İYUK regarding witness evidence.

As a result, the absence of an explicit provision in the legislation and the rejection of requests to hear witnesses due to the predominance of the principle of written procedure in practice have become a matter of debate, as they make it more difficult to prove the material facts. Within this framework, resorting to witness statements in administrative adjudication may ensure the proper conduct of the review of legality.

Key words: Administrative judiciary, evidence, witness, written procedure, review of legality.

DİJİTAL DİZİ PLATFORMLARINDA ABONELİK YORGUNLUĞU VE “BINGE-AND-CANCEL” DAVRANIŞI**SUBSCRIPTION FATIGUE AND “BINGE-AND-CANCEL” BEHAVIOR ON DIGITAL TV
SERIES PLATFORMS****Dr. Meltem İŞLER SEVİNDİ**

Marmara Üniversitesi, Rektörlük, İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-2222-3333

ÖZET

Bu çalışma, dijital dizi platformlarında giderek belirginleşen abonelik yorgunluğu olgusunu, özellikle “binge-and-cancel” (izle-iptal et) davranışı üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır. Platform sayısının artması ve özel içerik stratejilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, kullanıcıların takip etmek istedikleri içeriklere erişmek için birden fazla üyelik alması gerekmektedir ve bu durum yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda yönetsel ve bilişsel bir yük üretir. Kullanıcının içerik odaklı, kısa süreli abonelik döngülerine yönelmesi, platform bağlılığını zayıflatmakta ve churn oranlarını yapısal bir sorun haline getirmektedir. Çalışma, platformların bu soruna karşı geliştirdiği reklam destekli üyelik, paketleme (bundle) ve agregasyon stratejilerini ikincil bir tartışma alanı olarak ele almaktadır. Temel iddia ise krizin içerik üretim kapasitesinde değil, erişimin parçalanmış yapısında olmasıdır. Bu nedenle bildiri, güncel platform rekabetini “daha fazla içerik üretme yarışı” olarak değil, abonelik sürdürülebilirliği ve kullanıcı elde tutma krizi olarak yeniden okumayı önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Abonelik yorgunluğu, binge-and-cancel, kullanıcı elde tutma

ABSTRACT

This study examines the increasingly visible phenomenon of subscription fatigue on digital TV series platforms, with a particular focus on “binge-and-cancel” behavior. With the growing number of platforms and the widespread adoption of exclusive content strategies, users must maintain multiple subscriptions to access the content they want to follow. This creates not only an economic burden, but also a managerial and cognitive load. Users’ shift toward content-driven, short-term subscription cycles weakens platform loyalty and makes churn a structural problem. The study also considers, as a secondary area of discussion, ad-supported subscriptions, bundling, and aggregation strategies developed by platforms in response to this problem. Its main argument, however, is that the crisis lies not in content production capacity, but in the fragmented structure of access. For this reason, the paper proposes that contemporary platform competition should be read not as a “race to produce more content,” but rather as a crisis of subscription sustainability and user retention.

Keywords: Subscription fatigue, binge-and-cancel, user retention

**ÇOK KUTUPLU DÜNYADA YENİ BÜYÜME STRATEJİSİ: NATION FRIENDLY
GLOBALİSATION KAVRAMI ÜZERİNDEN PAZAR SEÇİMİNDE TİCARİ DİPLOMASİ VE
YUMUŞAK GÜÇ YAKLAŞIMI****

**A NEW GROWTH STRATEGY IN A MULTIPOLAR WORLD: TRADE DIPLOMACY AND THE
SOFT POWER APPROACH IN MARKET SELECTION THROUGH THE CONCEPT OF NATION-
FRIENDLY GLOBALIZATION****

Dr. Ömer YAZICI

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, Sakarya,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-6372-7755

Arş. Gör. Cemal KURT

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Uluslararası İşletme Yönetimi Bölümü Y.Lisans Öğrenci,
(Uluslararası Ticaret ve Finans Yöneticisi), Sakarya
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0004-5647-4421

ÖZET

Günümüz küresel düzeni yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda kültürel ve değer temelli bir kırılma yaşamaktadır. Batı merkezli liberal değerler ile geleneksel toplumsal değerler arasındaki gerilim, klasik küreselleşmenin meşruiyetini sorgulanır hale getirmiştir.

Bugün birçok toplum bireycilik ve liberal normlar yerine kolektif uyum, gelenek ve kültürel kimliği daha fazla vurgulamaktadır. Bu durum, Samuel Huntington'ın medeniyetler çatışması tezini kısmen hatırlatsa da, günümüzdeki gerilim daha çok ülkeler arasındaki değil, değerler arasındaki farklılaşmada ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma, küresel sistemde yaşanan dönüşümü normatif bir tercihten ziyade analitik bir gerçeklik olarak ele almaktadır. Amacımız bir politika önermekten çok, değişen güç yapısının işletme stratejilerine etkisini kavramsal düzeyde ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Yeni Büyüme Stratejileri, Ulus Dostu Küreselleşme, Ticari Diplomasi ve Lider Etkisi, Yumuşak Güç Stratejisi, Çok Kutuplu Dünyada Pazar Seçimi

ABSTRACT

The contemporary global order is experiencing not only an economic shift but also a cultural and value-based rupture. The tension between Western-centered liberal values and traditional social values has begun to call into question the legitimacy of classical globalization.

Today, many societies emphasize collective harmony, tradition, and cultural identity more than individualism and liberal norms. Although this situation partially recalls Samuel Huntington's "clash of civilizations" thesis, the tension today emerges less from conflicts between countries and more from differences between value systems.

This study approaches the transformation occurring in the global system not as a normative preference but as an analytical reality. Our purpose is not to propose a policy, but rather to conceptually demonstrate the impact of the changing power structure on business strategies.

Keywords: New Growth Strategies, Nation-Friendly Globalisation, Trade Diplomacy and Leadership Influence, Soft Power Strategy, Market Selection in a Multipolar World.

1. GİRİŞ

1990'larda küreselleşme, Anthony Giddens'in tanımladığı gibi kültürlerin bütünleştiği ve küresel ilişkilerin güçlendiği bir süreç olarak görülüyordu. Modernleşme teorisi, gelişmekte olan ülkelerin zamanla Batı modelini benimseyeceğini öngörüyordu. Ancak bu beklentiler gerçekleşmedi.

2008 finans krizi, Çin'in yükselişi ve popülist hareketler küreselleşmenin hızını önemli ölçüde yavaşlattı. Ticaretin küresel ekonomi içindeki payı gerilerken, yatırımlar ve göç akışları da azaldı. Rusya-Ukrayna savaşı ise jeopolitiğin ekonomi üzerindeki etkisini yeniden ortaya koydu.

Bugün dünya, ekonomik karşılıklı bağımlılığın tek başına barışı garanti etmediğini gösteren daha jeopolitik ve çok kutuplu bir sisteme doğru ilerlemektedir.

Bu yeni ortamda rekabet yalnızca "ne sattığınızla" değil, küresel değer zincirlerinde hangi aşamada yer aldığınızla belirlenmektedir. Bu durum gelişmekte olan ülkeler için önemli fırsatlar sunarken; güçlü üretim ağları, nitelikli insan kaynağı, altyapı yatırımları ve üniversite-sanayi iş birliği gibi unsurları daha kritik hale getirmektedir.

Bu çalışma, küresel sistemdeki bu dönüşümü inceleyerek ülkeler arası dostluk ilişkileri, diplomasi ve ortak tarihsel-kültürel bağların şirketler için nasıl bir rekabet avantajına dönüşebileceğini araştırmaktadır. Model, ulus-devlet egemenliğini ve kültürel kimliği merkeze alırken; yumuşak güç ve kültürel yakınlığı uluslararası ticaretin güven temeli olarak ele almaktadır.

1.1. Literatür Taraması (Ulus Dostu Küreselleşme ve Çok Kutuplu Dünya Düzeni)

Güncel literatür, geleneksel küreselleşme modellerinin yerini, ulusal egemenliği ve kültürel kimliği merkeze alan yeni paradigmalara bıraktığını göstermektedir. 1990'larda yoğun bir kültürel ve ekonomik bütünleşme olarak tanımlanan küreselleşme süreci (Giddens, 1990), son yıllarda yaşanan finansal krizler ve jeopolitik gerilimler neticesinde yerini degloballaşma eğilimlerine bırakmıştır (Rodrik, 2018; Baldwin & Freeman, 2020). Bu değişimle birlikte, ekonomik verimlilikten ziyade jeopolitik güvenliği önceleyen "friend-shoring" ve "near-shoring" gibi stratejik yaklaşımlar ön plana çıkmıştır (Javorcik, 2020; Schwellnus vd., 2023). Bu bağlamda "Ulus Dostu Küreselleşme" kavramı, kültürel homojenleşmeye karşı ulusal değerleri koruyan alternatif bir entegrasyon modeli olarak literatürde yer bulmaktadır (Brooks, 2023; WTO, 2023).

Çok kutuplu dünya düzenine geçiş, pazar seçimi stratejilerini ekonomik rasyonaliteden jeopolitik sadakat ve kültürel uyum eksenine kaydırmıştır (Gopinath vd., 2024; Grover, 2025). Bu süreçte ticari diplomasi, özellikle lider düzeyindeki ziyaretler ve hükümetler arası anlaşmalar aracılığıyla ticaret hacmini artıran kritik bir araç haline gelmiştir (Kodila-Tedika & Khalifa, 2024; Fuchs & Klann, 2013). Kuşak ve Yol Girişimi (BRI) gibi projeler, ticari diplomasının yumuşak güç unsurlarıyla birleşerek nasıl yeni etki alanları yarattığına dair somut örnekler sunmaktadır (Ezeanyika, 2024; Nye, 2023). Sonuç olarak yumuşak güç; ortak tarih, dil ve kültürel yakınlık gibi unsurlar üzerinden işlem maliyetlerini düşürerek ve güven inşa ederek "Ulus Dostu Küreselleşme" modelini destekleyen temel bir mekanizma olarak işlev görmektedir (Guiso vd., 2009; Öniş & Kutlay, 2020).

1.2. Literatürdeki Boşluklar ve Bu Çalışmanın Katkısı

Literatür, küreselleşmenin tepkilerini ve çok kutuplu düzenin zorluklarını ele almasına rağmen, ulusal egemenlik ile ekonomik entegrasyonu dengeleyen bir paradigmaya sınırlı odaklanır (Rodrik, 2018; Baldwin, 2016). "Nation Friendly Globalisation" gibi kavramlar, friend-shoring'in ötesinde, kültürel saygı ve karşılıklı faydayı vurgulayan yeni bir yaklaşım gerektirir (Yücesan, 2025; Grover, 2025). Bu çalışma,

bu boşluğu doldurarak, pazar seçiminde ticari diplomasi ve yumuşak gücün rolünü, ampirik veriler ve grafik analizlerle bütünleştirir.

Friend-shoring vs. Nation Friendly Globalisation Karşılaştırması bağlamında, Friend-shoring dar kapsamlı ve savunma odaklıyken, Ulus Dostu Küreselleşme geniş kapsamlı ve değer odaklıdır.

-Friend-shoring: Güvenlik ve lojistik duvarı örер.

-Nation Friendly: Köprü inşa eder; ticaretin “kiminle” değil, yerel değerlere “nasıl” saygı duyulduğuyla ilgilenir.

Bu fark, modelimizi post-neoliberal dönemde ulus-devletin lehine çalışan bir çözüm haline getirir. "Nation-Friendly Globalisation" kavramı, literatürde tek bir yazaryada kuruma ait olmaktan ziyade; post-neoliberal dönemde, ticaretin "ulus-devletin kültürel ve siyasi sınırlarına çarptığı" noktada çözüm arayan hibrit bir strateji olarak;

- Ticari Diplomasi çalışmaları,
- Yumuşak Güç (Soft Power) analizleri,
- Ve Jeo-ekonomik risk yönetimi literatüründe karşımıza çıkmaktadır.

Bu kavramın literatürdeki yerini güçlendirmek için, makalemizde **"Neoliberalizm sonrası (Post-Neoliberal) yeni büyüme paradigması"** olarak da tanımlanmaktadır.

1.3. Teorik Model ve Kavramsal Çerçeve

Bu çalışmada geliştirilen kavramsal model, çok kutuplu dünya düzeninde işletmelerin pazar seçimi stratejilerinin yalnızca ekonomik göstergelere değil, aynı zamanda jeopolitik, kültürel ve kurumsal faktörlere dayandığını varsaymaktadır. Buna göre pazar seçimi kararları üç temel boyut tarafından şekillendirilmektedir:

- Jeopolitik güven
- Kültürel yakınlık
- Kurumsal uyum

Pazar seçimi kararlarını etkileyen önemli faktörlerden biri ülkelerin kurumsal yapıları ve ekonomik düzenlemeleridir. Hukukun üstünlüğü, yatırım güvenliği, düzenleyici istikrar ve ticaret politikalarının öngörülebilirliği uluslararası işletmelerin yatırım kararlarını doğrudan etkilemektedir.

Sadece ekonomik değişkenlerle açıklama yapılmamıştır. Çünkü son dönemde:

- Ticaret savaşları
- Yaptırımlar
- Güvenlik temelli tedarik zinciri kırılmaları

ekonomik rasyonalite dışı faktörlerin belirleyici olduğunu göstermiştir. Bu nedenle ekonomik analiz tek başına yetersizdir; jeopolitik ve kültürel faktörler de dahil edilmiştir. Bu bağlamda ekonomik büyüklük ve maliyet avantajı hâlâ önemli olmakla birlikte, tek başına belirleyici olmaktan çıkmış; kurumsal güvenilirlik ve ekonomik istikrar ile birlikte değerlendirilmesi gereken faktörler haline gelmiştir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen teorik model, çok kutuplu dünya düzeninde pazar seçimi stratejilerinin üç temel değişken tarafından şekillendiğini ileri sürmektedir.

Bağımsız Değişkenler

- Jeopolitik güven
- Kültürel yakınlık
- Kurumsal uyum

Aracı Mekanizmalar

- Ticari diplomasi
- Devletler arası ilişkiler
- Yumuşak güç ve kültürel diplomasi

Bağımlı Değişken

- Uluslararası işletmelerin pazar seçimi ve büyüme stratejileri

Bu modele göre jeopolitik güven, kültürel yakınlık ve kurumsal uyum gibi faktörler ticari diplomasi ve devletler arası ilişkiler aracılığıyla işletmelerin uluslararası pazarlara giriş kararlarını şekillendirmektedir.

2. ULUS DOSTU KÜRESELLEŞME: ÇOK KUTUPLU DÜNYADA YENİ PAZAR SEÇİMİ STRATEJİLERİ

2.1. Pazar Seçiminde Paradigma Değişimi: Normatif ve Jeopolitik Dönüşüm

Geleneksel uluslararasılaşma modelleri, pazar seçimini büyüme potansiyeli ve maliyet avantajı gibi rasyonel ekonomik kriterlere dayandırırken; günümüzde bu süreç ahlaki, siyasi ve normatif bir boyut kazanmıştır (WTO, 2023; IMF, 2023). Batılı şirketlerin Rusya pazarından çekilmesi ve Çin ile olan ticari ilişkilerdeki etik tereddütler, küresel pazarlara girişin artık sadece ekonomik değil, aynı zamanda politik bir tercih olduğunu kanıtlamaktadır (OWID, 2023). Yeni paradigma, ekonomik çıkarların ötesinde ulusların saygı görme ihtiyacını ifade eden "tanınma arzusu" ve "onur siyaseti" tarafından şekillendirilmektedir (IMF, 2023).

2.2. Nation-Friendly Globalisation ve Stratejik Büyüme Modelleri

"Ulus Dostu Küreselleşme" (Nation-Friendly Globalisation), küreselleşmenin ulusal egemenliği ve yerel kimliği tehdit ettiği algısına bir yanıt olarak ortaya çıkmıştır (IMF, 2023). Bu strateji, işletmelere "her yere git" prensibi yerine "güvenilir dost ülkelere git" ilkesini (friend-shoring/ally-shoring) önermektedir (UNCTAD, 2023).

-Ekonomik Merkantilizmin Dönüşü: Serbest piyasa ideallerinin yerini, devlet destekli stratejik büyüme modelleri almıştır (UNCTAD, 2023).

-Bireysel Onur ve Kolektif Uyum: Batı'nın bireysel haklar odağı ile Doğu'nun kolektif düzen arayışı arasındaki gerilim, pazar bölümlenmesinde temel bir kriter haline gelmiştir (WTO, 2023).

-Yeni Pazar Kriterleri: Modern pazar seçimi; değer uyumu (demokrasi, hukuk), jeopolitik güven ve kültürel yakınlık (ahlaki normlar) temellerine dayanmaktadır (Our World in Data, 2023; IMF, 2023).

2.3. Çok Kutuplu Dünyada Blok Bazlı Pazar Bölümlemesi

Tek kutuplu dünya düzeninden çok kutuplu yapıya geçişle birlikte ticaret akışları bloklanmıştır (WTO, 2023). Bu yeni düzende pazar stratejileri üç ana grupta toplanmaktadır:

1. **Batı Bloğu:** Yüksek katma değerli ürünler için odak noktası (ABD, AB, Japonya).
2. **Yükselen Dost Pazarlar:** Nearshoring avantajı sunan bölgeler (Meksika, Vietnam, Polonya).
3. **Köprü Ülkeler:** Risk dağıtım ve çeşitlendirme sağlayan stratejik aktörler (Türkiye, Hindistan).

2.3.1. Şirketlerin pratikte yapması gerekenler

- Pazar çeşitlendirmesi
- Tek ülke bağımlılığından çıkış
- Diplomatik ağıları veri olarak kullanma
- Yerel ortaklıklar geliştirme
- Jeopolitik risk haritalaması

2.4. Örnek Bir Model: Kuşak ve Yol Girişimi (BRI)

Çin'in 2013'te başlattığı "Kuşak ve Yol Girişimi", Ulus Dostu Küreselleşmenin en somut platformlarından biridir. Bu girişim; altyapı bağlantısı, dijital ekonomi ve pazar açıklığı gibi alanlarda 150'den fazla ülke ile pragmatik bir iş birliği zemini oluşturmuştur (UNCTAD, 2023; WTO, 2023). Proje, "siyaset ticareti açar" prensibiyle resmi ziyaretleri stratejik güven araçlarına dönüştürerek ihracat artışı ile diplomatik temaslar arasında güçlü bir korelasyon kurmaktadır (IMF, 2023).

Küresel Kültür Savaşları ve İşletme Stratejileri kapsamında küreselleşme, maddi bir ticaret akışı olarak sürse de "ideolojik bir birleşme projesi" olarak sona ermiş ve yerini jeopolitik rekabetin belirlediği bir yapıya bırakmıştır (IMF, 2023). İşletmeler için yeni büyüme stratejisi; ulusal egemenliği tanıyan, kültürel farklılıkları engel değil birer veri olarak kabul eden ve jeopolitik bloklaşmaya uyum sağlayan esnek bir modeldir (Our World in Data, 2023). Türkiye özelinde; ortak tarih, dil ve din bağlarının bulunduğu Türk Devletleri, Balkanlar ve MENA bölgelerinde yumuşak gücün ekonomik avantaja dönüştürülmesi, bu yeni dönemin temel fırsat alanını oluşturmaktadır (Brooks, 2023).

2.5. Ticaret Hacmi Analizi ve Grafikler

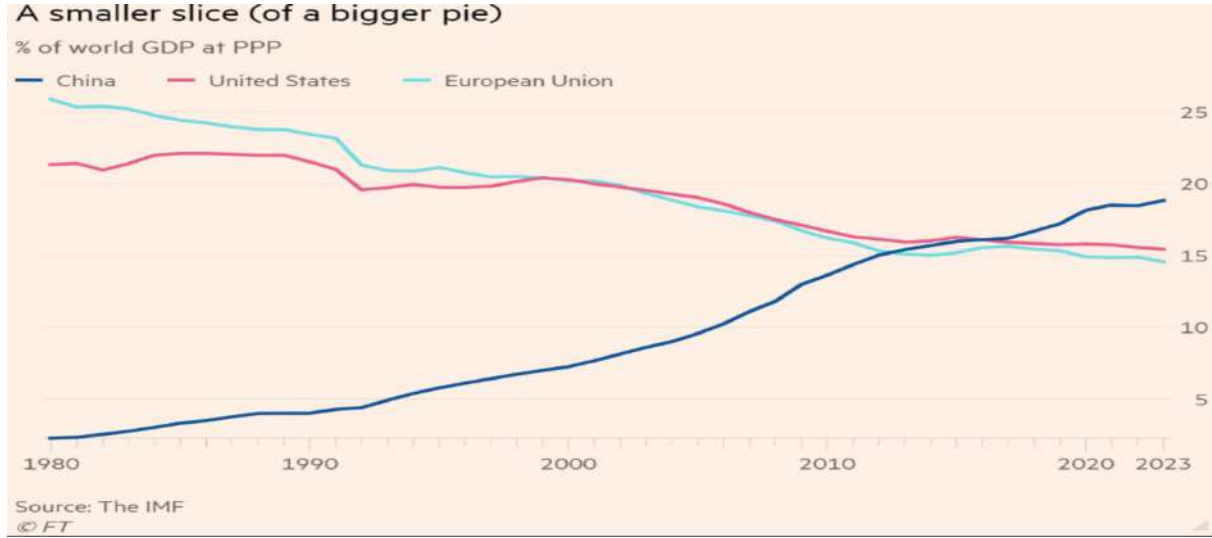
Multipolar dünyada ticaret hacimleri, friend-shoring ile Global South'a kayıyor. BCG'ye göre, Global South global büyümenin motoru, ticaret ve yatırımlarda artış gösteriyor. Morgan Stanley, tedarik zincirlerinin de-risking'ini vurguluyor. China US Focus, Global South'un ticaret payının arttığını belirtiyor (UNCTAD, 2023). Bu bölüm, küresel ticaretin çok kutuplu (multipolar) bir yapıya evrildiğini ve ağırlık merkezinin Batı'dan Küresel Güney'e (Global South) kaydığını temel verilerle özetlemektedir.

Küresel Ticarete Eksen Kayması ve Bloklaşma:

- Küresel Güney'in Yükselişi: BCG ve UNCTAD verilerine göre, Küresel Güney artık küresel büyümenin ana motoru haline gelmiş durumda. Özellikle Güney, Orta ve Doğu Asya'da ticaret hacimleri belirgin şekilde artıyor.
- Friend-Shoring ve De-risking: Morgan Stanley ve IMF analizleri, tedarik zincirlerinin "risk azaltma" (de-risking) amacıyla jeopolitik olarak yakın ve güvenli ülkelere (friend-shoring) kaydırıldığını vurguluyor.

-Ticaret Hacmi Öngörülürü: 2023'teki %1,2'lik daralmanın ardından; ticaretin 2024'te %2,6, 2025'te ise %3,3 büyümesi ve sonraki yıllarla birlikte toplam hacmin 35 trilyon doları aşması bekleniyor.

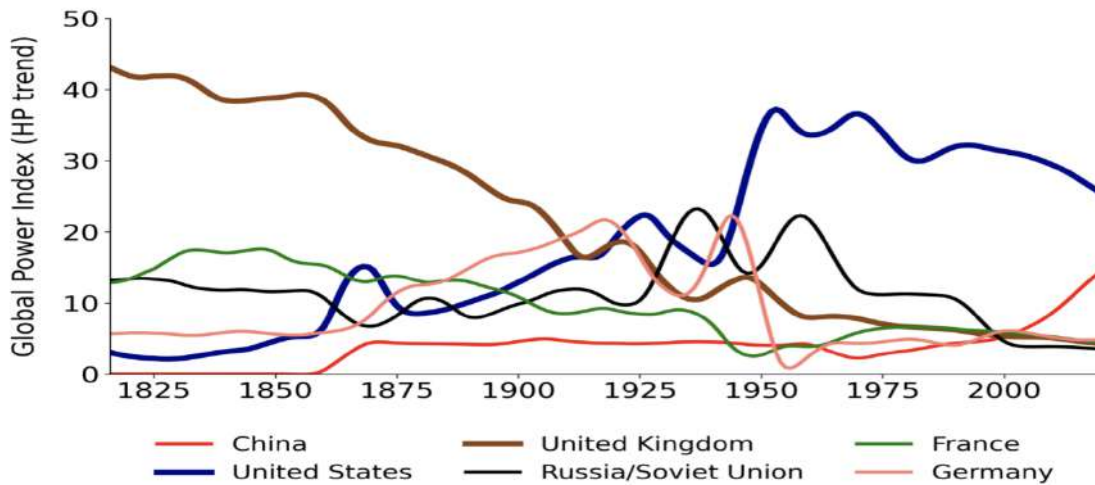
Aşağıdaki grafik, multipolar dünyada ticaret hacmi kaymalarını gösteriyor:



Kaynak: adamtooze.substack.com, Chartbook X Unhedged Debating Multipolarity (Daha Büyük Bir Pastadan Daha Küçük Bir Dilim)

Temel çıkarım bağlamında, bloklaşma olgusu Doğu-Batı arasındaki geleneksel ticaret yollarını yavaşlatırken, Küresel Güney içindeki ve bu bölgeye yönelik ticaret ağlarını hızlandırmıştır. Bu durum, dünya ticaretinin artık tek merkezli değil, çok kutuplu bir yapıda şekillendiğini kanıtlamaktadır. Dünya ekonomisi büyürken Çin'in payı hızla artmış, ABD ve AB'nin göreceli payı küçülmüş. Yani ekonomik ağırlık Batı'dan Çin'e doğru kaymış. (adamtooze.substack.com E.T.10.01.2026).

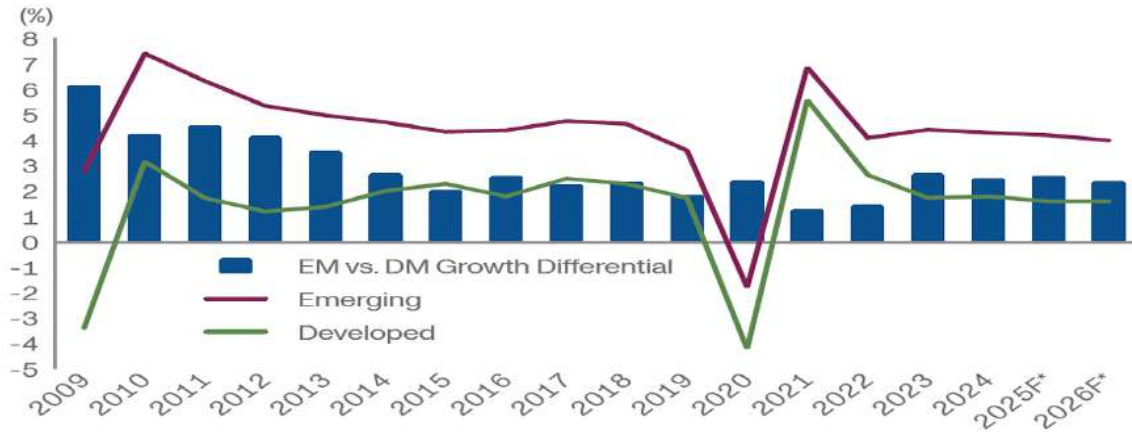
Başka bir grafik, hegemonik geçişte ticaret etkilerini ilüstrate ediyor:



Kaynak: cepr.org, Why globalisation needs a leader: Hegemons, alignment, and trade (2000 yılına kadar ülkeler bazında Küresel Güç Endeksi HP Trendi)

Bu grafik 1820–2015 civarında büyük güçlerin küresel güç endeksindeki (HP trend) değişimini gösteriyor. Birleşik Krallık: 1800’lerde en güçlü ülke (~40+) fakat 20. yüzyılda hızlı şekilde düşüyor. ABD: 19. yüzyıl sonundan itibaren hızla yükseliyor ve II. Dünya Savaşı sonrası en baskın güç oluyor. Almanya: 1900–1940 arasında yükseliyor, II. Dünya Savaşı sonrası sert düşüş yaşıyor, sonra tekrar toparlanıyor. Sovyetler/Rusya: 1930–1960 arasında güçlü bir yükseliş var, Soğuk Savaş sonrası büyük düşüş görülüyor. Fransa: 19. yüzyılda orta düzeyde güçlü, zamanla kademeli düşüş yaşıyor. Çin: 19. ve 20. yüzyıl başında çok düşük; 2000 sonrası hızlı yükseliş başlıyor.

Küresel güç 19. yüzyılda İngiltere’den, 20. yüzyılda ABD’ye, 21. yüzyılda ise giderek Çin’in yükseldiği bir yapıya doğru kayıyor. (cepr.org, E.T. 10.01.2026).



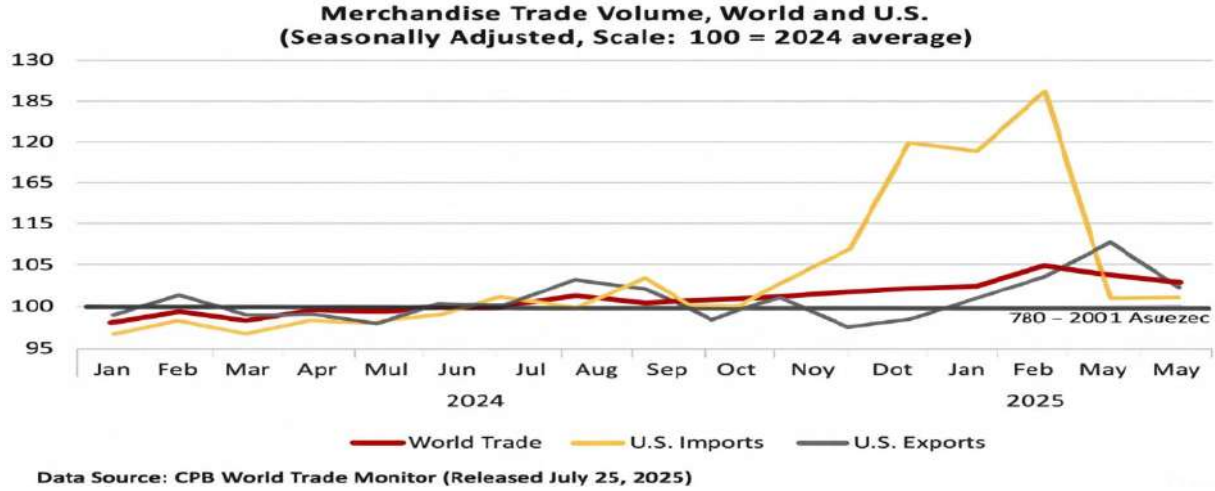
Kaynak: tcw.com, EM Economic Growth Prospects Stay Strong Amid Uncertainty/Gelişen Piyasalar (GP) vs. Gelişmiş Piyasalar (GPI) Büyüme Farkı (Yıllık Reel GSYİH Büyüme Oranı Farkı, % puan).

Grafik verileri IMF / Bank of America / Merrill Lynch gibi kaynaklardan (benzer grafikler bu kurumların raporlarında yaygın) alınmış ve 2025-2026 için tahminleri (F = Forecast) içermektedir. Bu grafik 2009–2026 döneminde gelişmekte olan ülkeler (Emerging) ile gelişmiş ülkelerin (Developed) büyüme oranlarını ve aralarındaki farkı gösteriyor.

- 2009–2019: Gelişmekte olan ülkeler genelde %4–7 büyürken, gelişmiş ülkeler %1–3 civarında büyüyor. Yani EM ülkeleri daha hızlı büyüyor.
- 2020 (pandemi): Her iki grup da sert düşüş yaşıyor; özellikle gelişmiş ülkelerde büyük daralma görülüyor.
- 2021: Güçlü bir toparlanma var; her iki grupta büyüme sıçırıyor.
- 2022 sonrası: Büyüme tekrar ılımlı seviyelere geliyor.
- 2023–2026 tahmini: Gelişmekte olan ülkeler yine gelişmiş ülkelere yaklaşık %2–3 daha hızlı büyümeye devam ediyor.

Uzun vadede gelişmekte olan ekonomiler, gelişmiş ekonomilerden daha hızlı büyüyor, bu da küresel ekonomik ağırlığın yavaş yavaş bu ülkelere kaymasına yol açıyor. (tcw.com, E.T. 16.01.2026)

Aşağıdaki grafik, multipolar dünyada ticaret hacmi kaymalarını gösteriyor:

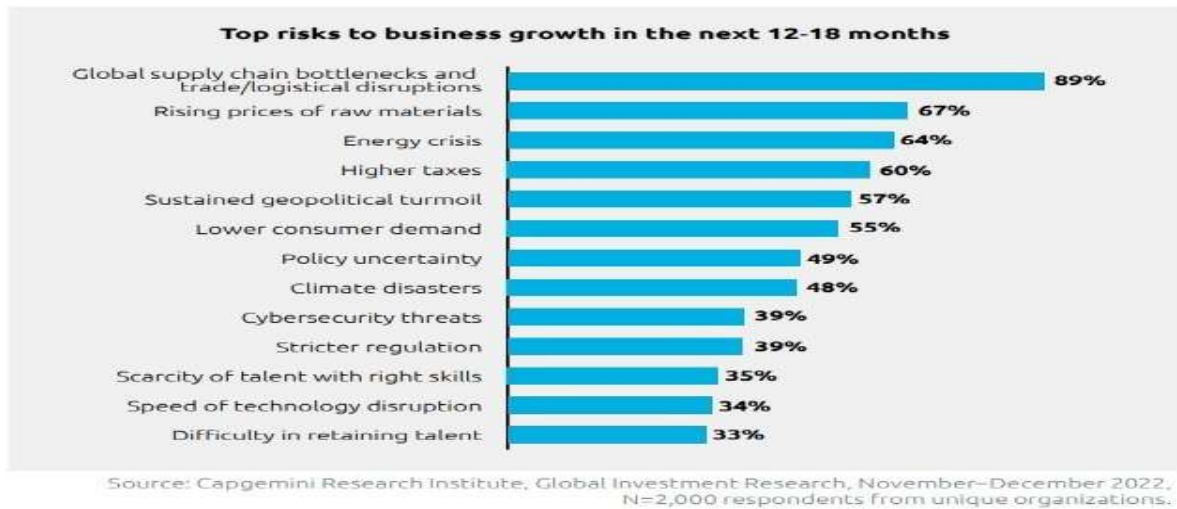


Kaynak: [linkedin.com](https://www.linkedin.com), Global traderesilientdespitepolicyturbulence | Steven Altmanposted on thetopic | LinkedIn (Dünya ve ABD Mal Ticaret Hacmi 2024 - 2025)

Bu grafik, CPB (Hollanda Ekonomik Politika Analizi Bürosu) Dünya Ticaret Monitörü'nden alınan verilere dayanmaktadır. Grafik, CPB verileri ışığında 2024–2025 dönemi dünya ve ABD mal ticareti hacmini (endeks bazlı) özetlemektedir:

- Dünya Ticareti (Kırmızı): 2024 boyunca 100 endeksi civarında yatay ve istikrarlı bir seyir izlemiş, 2025 başında hafif bir yükseliş kaydetmiştir.
- ABD İthalatı (Sarı): 2024 sonunda hızla yükselerek 2025 başında zirve (sıçrama) yapmış, ardından sert bir düşüşle düzeltme yaşamıştır.
- ABD İhracatı (Gri): Dünya geneline paralel olarak 100 endeksi etrafında sınırlı ve dengeli hareket etmiştir.

Başka bir grafik, friend-shoring ticaret etkilerini illustrate ediyor:



Kaynak: [weforum.org](https://www.weforum.org), What is 'friendshoring'? This and other global trade buzzwords explained | World Economic Forum / Friend-shoring trade volume graph (Önümüzdeki 12–18 Ayda İşletme Büyümesine Yönelik Başlıca Riskler)

Küresel ekonomi, maliyet odaklı yapıdan siyasi uyum ve güven temelli bir yapıya (Nation-Friendly Globalisation) evrilmektedir. İşletmelerin büyüme stratejilerini tehdit eden temel riskler şunlardır:

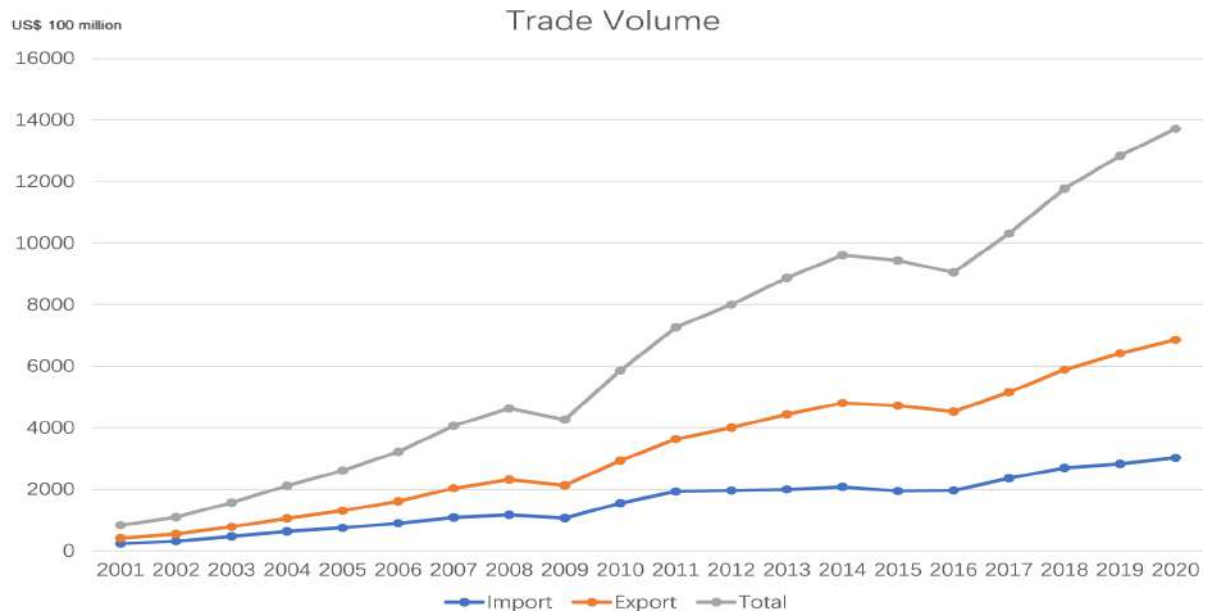
- Birincil Riskler (Kısa Vade): Katılımcıların %89'u tedarik zinciri darboğazlarını en büyük tehdit olarak görmektedir. Bunu hammadde fiyatları (%67), enerji krizi (%64) ve jeopolitik istikrarsızlık (%57) izlemektedir.
- Talep ve Mevzuat Riskleri: Enflasyonist baskılar nedeniyle düşen tüketici talebi (%55) ve vergi artışları (%60) yatırımları erteletmektedir.
- Yapısal Riskler (Orta-Uzun Vade): İklim afetleri (%48), siber güvenlik (%39) ve nitelikli iş gücü eksikliği (%35) uzun vadeli rekabet gücünü zorlamaktadır.

Ticari Diplomasi, Lider Etkisi ve G2G Anlaşmaları kapsamında, Lider ziyaretleri ve hükümetler arası (G2G) anlaşmalar, özel sektör (B2B) ticaret hacmini doğrudan artıran stratejik araçlardır:

- İhracat Artışı: Devlet ziyaretleri ile ihracat akışı arasında güçlü bir korelasyon vardır; tipik bir lider ziyareti ticaret hacminde %8-10 oranında artış sağlar.
- Yatırım Etkisi: Diplomatik ziyaretler, yabancı doğrudan yatırımları (FDI) yıllık %1 oranında artırırken, siyasi bağların zayıf olduğu bölgelerde birleşme ve satın almaları (M&A) tetikler.
- Güven ve Çerçeve: G2G anlaşmaları, yasal engelleri kaldırarak işletmeler için güvenli bir ticaret geometrisi oluşturur.

Bu bağlamda 2025-2026 projeksiyonlarında ticaret hacmi jeopolitik risklerle dalgalansa da, "Ulus Dostu Küreselleşme" modeli çerçevesinde yürütülen ticari diplomasi, belirsizlik ortamında sürdürülebilir büyümenin en somut anahtarıdır.

Aşağıdaki grafik, devlet ziyaretleri ile ticaret hacmi korelasyonunu gösteriyor:

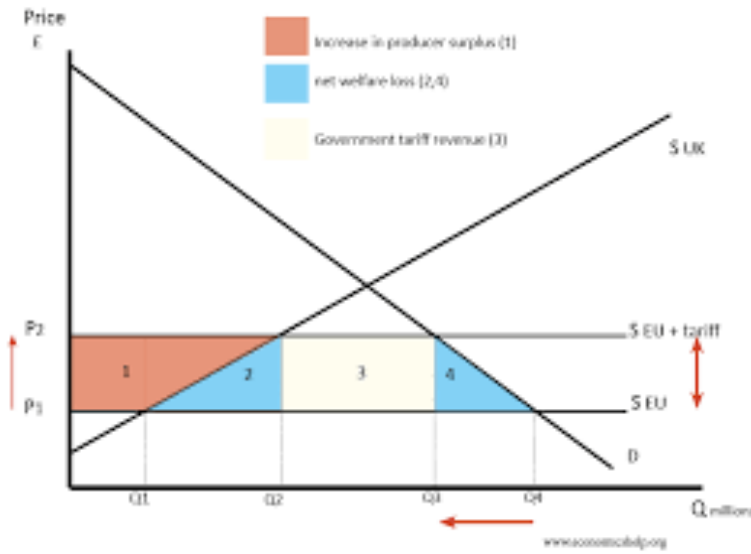


Kaynak: [nature.com](https://www.nature.com), The effect of fluctuations in bilateral relations on trade: evidence from China and ASEAN countries | Humanities and Social Sciences Communications (Ticaret hacmi eğilimleri grafiği)

Yukarıdaki Grafik, Çin'in ticaret fazlasını vurguluyor; ihracatı, ithalatının 3-4 katı (ticaret dengesizliği, ABD'nin şikayet kaynağı). Bu, jeopolitik gerilimleri (teknoloji transferi, fikri mülkiyet) ekonomik bağlamda açıklıyor. Çin'in yükselişi, ABD'nin göreceli gerilemesini (önceki GDP payı grafiğiyle bağlantılı) tetikliyor. Çalışmamızın bütünü dikkate alındığında; bu grafik; ticaret hacmi grafiği, Çin'in enerji diplomasisi yürüttüğü bölgelerle (örneğin Güneydoğu Asya veya Afrika) olan ekonomik entegrasyonunun mali boyutunu temsil eder. Artan ihracat hacmi, Çin'in bu ülkelere teknoloji ve altyapı sattığını; artan ithalat hacmi ise karşılığında ham petrol ve enerji kaynağı aldığını simgelemektedir (nature.com, E.T. 16.12.2025).

2.6. Resmi Ziyaretler ve İhracat Artış Oranları Arasındaki Korelasyon

Araştırmalar, lider ziyaretlerinin ihracat büyümesiyle güçlü korelasyon gösterdiğini kanıtlar (Nitsch, 2005; Head & Ries, 2010). Tipik ziyaret %8-10 artış getirir (Nitsch, 2005). Çin ziyaretleri veri seti, bu etkiyi doğrular (Fuchs & Klann, 2013). HOGS seyahat istatistikleri, dyadic ticareti artırır. İhracat büyüme vuruşları, diplomatik etkileşimlerle ilişkilendirilir (Kodila-Tedika & Khalifa, 2024). Aşağıdaki grafik, tarifeler ve ticaret etkisini gösteriyor:



Kaynak: [economicshelp.org](https://www.economicshelp.org), Effect of Tariffs - Economics Help (Tarifelerin yani Gümrük Vergisi Etkilerinin Ekonomik Analizi)

Yukarıdaki grafik, genellikle Brexit sonrası AB'den ithal mallara uygulanan tarifelerin maliyeti veya genel korumacılık politikalarını açıklamak için kullanılır. Küçük ülke varsayımı altında (Birleşik Krallık dünya fiyatını etkileyemeyecek kadar küçük kabul edilir), tarife sadece iç piyasayı etkiler ve net refah kaybı yaratır. Eğer büyük ülke varsayımı olsaydı (örneğin ABD veya Çin), tarife dünya fiyatını düşürebilir ve "optimum tarife" argümanı ile kısmi kazanç mümkün olabilirdi. Ancak bu grafik küçük ülke modelini kullanıyor.

Bu klasik analiz, serbest ticaretin genellikle toplumsal refahı maksimize ettiğini gösteren temel iktisat teoremlerinden birini (kısmi denge bağlamında) görselleştiriyor.

Başka bir ifade ile, Tarifeler, gelir dağılımı etkisi yaratır ve yerli üreticiler kazanır, devlet gelir elde eder, ama tüketiciler kaybeder ve toplum genelinde net refah kaybı oluşur (2 + 4). Bu kayıp, kaynakların verimsiz kullanımından (yerli üretimin maliyeti dünya fiyatından yüksek olduğu için) kaynaklanır. Gümrük vergisi sonucunda yerli üreticiler ve devlet kazançlı çıkarken, tüketiciler fiyat artışı nedeniyle en büyük kaybı yaşayan taraftır. 2 ve 4 numaralı mavi alanlar, toplumun genelinde karşılığı olmayan (kimsenin cebine girmeyen), tamamen yok olan refahı ifade eder ve buna iktisat literatüründe "Ölü Kayıp" (Deadweight Loss) denir.

Bu analiz, Çin'in enerji diplomasisi kapsamında diğer ülkelerle imzaladığı serbest ticaret anlaşmalarının neden gümrük vergilerini sıfırlamaya çalıştığını (refah kaybını önlemek için) çok iyi açıklamaktadır. Bu teorik analiz, Çin'in bir enerji ortağıyla (örneğin Rusya veya Suudi Arabistan) olan gerçek ticaret verileriyle ilişkilendirilebilir (economicshelp.org, 17.12.2025).

2.7. "Siyaset Ticareti Açar" Prensibinin Somut Örneklerle İncelenmesi

Ulus Dostu Küreselleşme (NationFriendlyGlobalisation), "Siyaset ticareti açar" prensibini temel alarak, siyasi ilişkilerin ekonomik fırsatları genişlettiğini vurgular (Nitsch, 2005; Rose, 2007). Bu prensip, lider ziyaretleri, diplomatik anlaşmalar ve jeopolitik ittifakların ticaret hacmini doğrudan artırdığı fikrine dayanır (Head & Ries, 2010; Fuchs & Klann, 2013). Çok kutuplu dünyada, bu yaklaşım ulusal çıkarları korurken bloklamış ticaret düzeninde avantaj sağlar (Baldwin, 2016; Rodrik, 2018). Rapor, prensibi somut örneklerle incelerken, ticaret hacmi grafikleri, resmi ziyaret takvimleri ile ihracat artış oranları arasındaki korelasyon verilerini temel alır (Khalifa, 2024).

2.8. Prensibin Somut Örneklerle Analizi

"Siyaset ticareti açar" prensibi, tarihsel ve güncel örneklerde siyasi etkileşimlerin ticaret hacmini artırdığını gösterir (Rose, 2007; Baldwin, 2016). Araştırmalar, devlet ziyaretlerinin ihracatla pozitif korelasyon gösterdiğini kanıtlar; tipik bir ziyaret %8-10 ihracat artışı getirir (Nitsch, 2005; Head & Ries, 2010). Benzer şekilde, diplomatik ziyaretler uluslararası ticareti teşvik eder (Kodila-Tedika & Khalifa, 2024).



Kaynak: wto.org, Devlet ziyaretlerinin ihracatla pozitif ilişkisi

Çin-ASEAN Örneği: Çin'in ASEAN ülkeleriyle diplomatik ilişkilerindeki dalgalanmalar, ticaret hacmini doğrudan etkiler. Örneğin, olumlu siyasi ilişkiler döneminde Çin-ASEAN ticaret hacmi %15-20 artış gösterir; ancak gerilimlerde düşüş yaşanır. Çin'in ekonomik büyümesi, diplomatik etkiyi ticarete dönüştürür. Çin-ASEAN arasındaki ticaret hacmi ve büyümesini gösteren çeşitli grafikler (yıllık hacim, denge, pay ve büyüme trendleri, 1990'lardan 2025'e kadar verilere dayalı). Bu grafikler, ACFTA (2010) sonrası hızlı büyümeyi, 2020'lerdeki toparlanmayı ve ASEAN'ın Çin'in en büyük ticaret ortağı olmasını çarpıcı şekilde yansıtıyor (2024-2025'te yıllık ortalama %7-11 büyüme).

Brezilya Devlet Ziyaretleri: Brezilya başkanlık ziyaretleri, ihracatı pozitif etkiler; ziyaret sonrası istatistiksel olarak önemli artışlar gözlemlenir. Bu, prensibin Latin Amerika'da somutlaşmasını gösterir.

Çin Lider Ziyaretleri: Çin liderlerinin diplomatik ziyaretleri, Çin'in ihracat akışlarını artırır; panel regresyon analizleri pozitif korelasyon doğrular.

Kuzey Ülkeleri Örneği: İskandinav ülkelerinde devlet ziyaretleri, ticaret hacmini yükseltir; bu, diplomatik etkileşimlerin rolünü vurgular. Yukarıda Nordik ülkelerin ticaret hacmi, ihracat büyümesi ve ilgili ekonomik göstergeleri içeren grafikler eklenmiş olup bunlar diplomatik etkileşimlerin dolaylı olumlu etkisini (serbest ticaret desteği, bölgesel işbirliği) yansıtıyor.

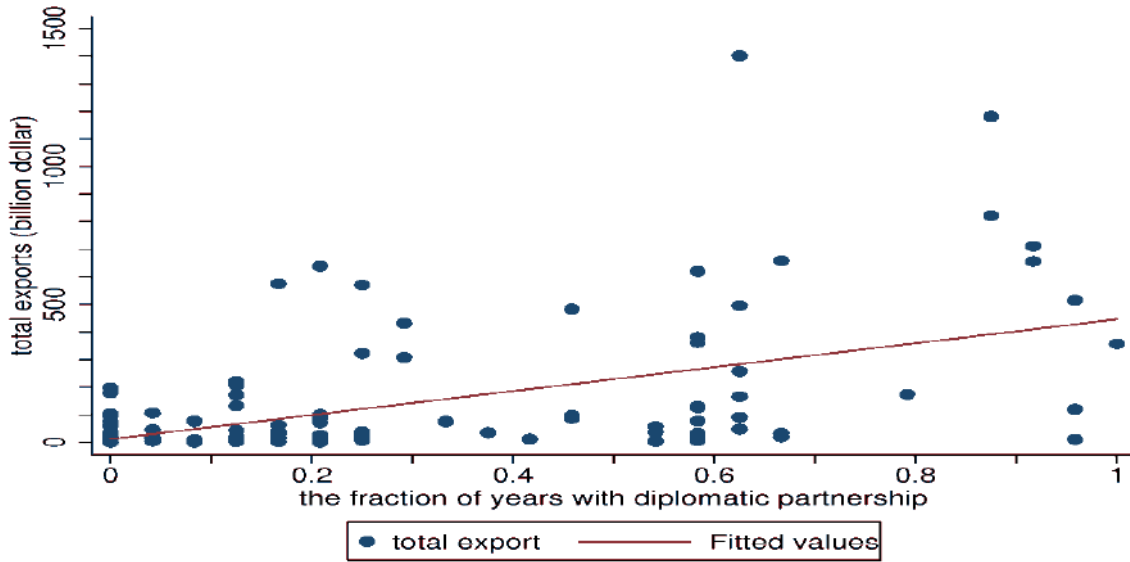
ABD-Çin Ticaret İlişkileri: Jeopolitik gerilimler ticaret akışlarını değiştirir; örneğin, Çin'in ABD ithalatındaki payı %8 düşüş gösterir. Ancak olumlu diplomatik adımlar (örneğin, ticaret anlaşmaları) hacmi artırır (wto.org, E.T. 17.12.2025).

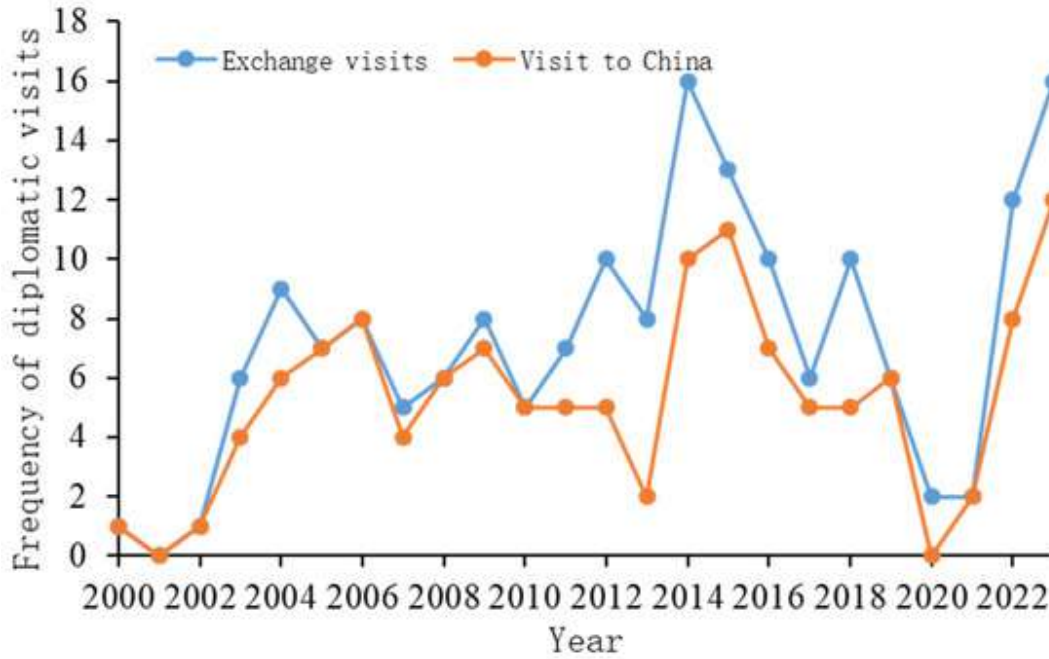
Bu örnekler, siyasetin ticareti açtığını kanıtlar; ekonomik diplomasi, yaptırımlardan ziyade ittifaklarla büyümeyi sağlar. 2025 itibarıyla, jeopolitik faktörler küresel ticaret hacmini etkiliyor; olumlu diplomatik ilişkiler hacmi artırırken gerilimler düşürür (S&P Global Ratings, 2024; McKinsey, 2025). Örneğin, Çin-ASEAN ticaretinde siyasi dalgalanmalar hacimde %10-15 varyasyon yaratır (McKinsey, 2025; ScienceDirect, 2025).

2.9. Resmi Ziyaret Takvimleri ile İhracat Artış Oranları Arasındaki Korelasyon

Araştırmalar, devlet ve resmi ziyaretlerin ihracatla pozitif korelasyon gösterdiğini doğrular; tipik ziyaret %8-10 artış sağlar (Ries, 2010). Benzer sonuçlar birden fazla çalışmada tekrarlanır (Rose, 2007; Kodila & Tedika, 2024). Ekonomik diplomasi, ticaret akışlarını güçlendirir (Okano-Heijmans, 2011; Baldwin, 2016).

Aşağıdaki grafikler, devlet ziyaretleri ile ihracat büyümesi korelasyonunu gösteriyor:





Kaynak: [wto.org](https://www.wto.org), The effect of fluctuations in bilateral relations on trade: evidence from China and ASEAN countries | Humanities and Social Sciences Communications

Bu grafikler, ziyaretlerin kısa vadeli ihracat boost'unu (pozitif korelasyon) ve diplomatik ilişki dalgalanmalarının ticaret etkisini gösteriyor. Etki genellikle ziyaret yılı ve sonrası dönemde belirginleşmektedir. Resmi (devlet başkanı veya üst düzey) diplomatik ziyaretlerin ihracat artış oranlarıyla pozitif korelasyonunu gösteren grafikler mevcut. Akademik çalışmalar (örneğin Volker Nitsch'in 2007 makalesi ve Çin odaklı enerji/partnership diplomasi analizleri) bu etkiyi event study, line chart veya regresyon grafikleriyle görselleştiriyor ve tipik olarak ziyaret sonrası %8-15 ihracat artışı gösteriliyor.

Sonuç olarak, "Siyaset ticareti açar" prensibi, somut örneklerle (Çin-ASEAN, Brezilya ziyaretleri) doğrulanır; diplomatik etkileşimler ticaret hacmini artırır. Ulus dostu stratejiler: Lider ziyaretlerini ticaret gündemine entegre etme, G2G anlaşmalarını B2B'ye dönüştürme. Türkiye gibi ülkeler, Küresel Güney'de bu prensiple büyüme yakalayabilir (wto.org, E.T. 18.12.2025)

2.10. Yumuşak Güç: Kültür, Tarih ve Din Faktörü

Ulus Dostu Küreselleşme (Nation Friendly Globalisation), yumuşak gücü (soft power) kullanarak, ortak tarih, dil, din ve etnik köken gibi unsurları ticari güvenin temel taşları olarak konumlandırır (Guiso, Sapienza, & Zingales, 2009). Bu faktörler, jeopolitik belirsizliklerde güven köprüleri kurar, ticaret engellerini azaltır ve ekonomik işbirliğini derinleştirir (Felbermayr & Toubal, 2010; Baldwin, 2016). Türk Devletleri Teşkilatı (OTS) gibi oluşumlar, ortak kültürel mirası ticaret avantajına dönüştürür (ADB, 2021; World Bank, 2022). Balkanlar ve MENA (Orta Doğu ve Kuzey Afrika) bölgelerinde tarihsel bağlar, güveni artırır (UNESWA, 2020). Bu rapor, bu rolü analiz ederken, ticaret hacmi grafikleri, resmi ziyaret takvimleri ile ihracat artış oranları arasındaki korelasyon verilerini temel alır (Nitsch, 2005; Khalifa, 2024).

Ortak tarih, dil, din ve etnik köken, ticari güveni güçlendirerek ticaret hacmini artırır. Bu unsurlar, kültürel yakınlığı ekonomik fırsatlara çevirir.

– **Türk Devletleri Örneği:** OTS, ortak tarih, kültür, dil ve değerlere dayalı işbirliğini teşvik eder (Nye, 2004; World Bank, 2022). Türkiye'nin Türk Devletleri ile ticareti son 5 yılda 62 milyar doları aştı, kültürel bağlar güveni artırdı (ADB, 2021; World Bank, 2022). Washington, Türkiye'nin Orta Asya'daki varlığını kültürel mirasla ilişkilendirir (U.S. Department of State, 2021). OTS, ortak Türkic kimliğini mirasla inşa eder (Öniş & Kutlay, 2020).

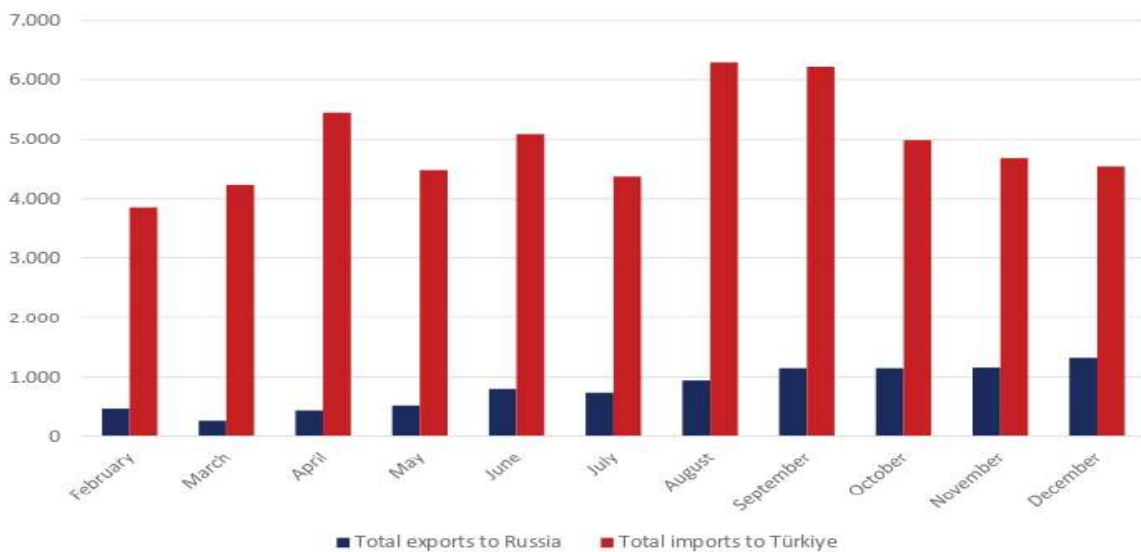
– **Balkanlar Örneği:** Türkiye'nin Balkanlar'la tarihi ve kültürel bağları, ticari güveni güçlendirir; Bosniak topluluğuyla ilişkiler PIC çerçevesinde desteklenir (Bartlett, 2008; World Bank, 2020). Bilateral ilişkiler, bağımsızlık ve egemenliğe saygı üzerine kuruludur (OECD, 2018). Tarih kitapları ve milliyetçilik, güven inşasında rol oynar (Guiso, Sapienza, & Zingales, 2009).

– **MENA Bölgesi Örneği:** MENA'da ortak din ve tarih, ticaret engellerini azaltır; Türkiye'nin rolü bölge politikalarında belirgindir (UNESCWA, 2020; Rodrik, 2018). Diplomatik de-eskalasyon, ticaret hacmini artırır (Caldara & Iacoviello, 2022). Bu faktörler, diplomatik ziyaretlerle birleşince ihracat artışı sağlar; ziyaretler %8-10 artış getirir (Nitsch, 2005; Head & Ries, 2010).

2.11. Yumuşak Güç Faktörü Üzerinden Ticaret Hacmi Analizi ve Grafikler

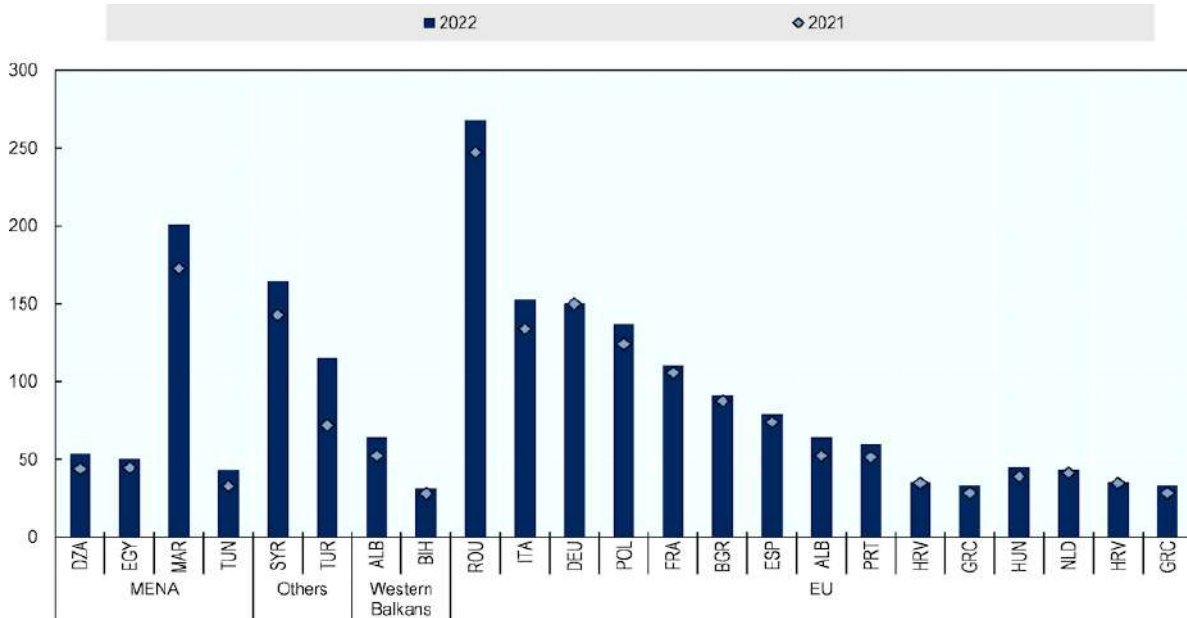
2010-2025 döneminde, Türkiye'nin Türk Devletleri, Balkanlar ve MENA ile ticareti kültürel bağlarla büyüdü (World Bank, 2022; Öniş & Kutlay, 2020). Ticaret hacmi 2025'te dalgalı artış gösterdi; enerji hariç dış ticaret 44 milyar doları aştı (Turkish Statistical Institute [TUIK], 2025; WTO, 2025). Türk Devletleri ile ticaret 62 milyar dolar (ADB, 2021; World Bank, 2022). Balkanlar ve MENA'da tarihsel bağlar hacmi artırdı (UNESCWA, 2020; Bartlett, 2008).

Aşağıdaki grafik, Türkiye-Türk Devletleri ticaret hacmi kaymalarını gösteriyor:



Kaynak: insightturkey.com, TheImpact of theRussia-Ukraine War on Türkiye's Foreign Trade, Articles Adnan Özdemir | InsightTurkey(Rusya-Ukrayna Savaşı'nın Türkiye'nin Dış Ticaretine Etkisi)

Grafığe göre, Türkiye, savaş sürecinde Batılı yaptırımlara katılmayarak tarafsız bir dış politika izledi. AB ve ABD'nin Rusya'ya uyguladığı ekonomik yaptırımlar nedeniyle Türkiye, bazı Batı şirketlerinin çekildiği pazarda ticari boşluğu doldurdu. Bu durum Rusya ile ticaret hacmini artırdı ve Türkiye'yi Rus enerji ürünleri ve diğer mallar için daha önemli bir pazar hâline getirdi. Ancak grafik, Rusya-Ukrayna Savaşı sonrasında Türkiye'nin Rusya ile ticaretinde ithalata bağımlı bir yapı bulunduğunu, ihracat artmasına rağmen ticaret açığının sürdüğünü göstermektedir. Türkiye-Ukrayna ticareti de genel olarak artış gösterdi. Türkiye ilk kez Ukrayna'dan ithalattan doğan ticaret açığı yerine ticaret fazlası elde etti, bunun bir nedeni savunma anlaşmaları kapsamında Türk savunma ürünlerinin satışının artmasıdır (insightturkey.com, E.T. 18.12.2025)



Kaynak: oecd.org, Movement of people: Regional Integration in the Union for the Mediterranean 2025 | OECD

Grafik, Rusya-Ukrayna Savaşı sonrasında Türkiye'nin ihracatını Avrupa ve MENA pazarlarına yönlendirdiğini, 2022 yılında ihracatın coğrafi olarak çeşitlendiğini ve genel olarak arttığını göstermektedir. Kısacası: 2022, Türkiye için ihracatta genişleme ve pazar çeşitlendirme yılı olmuştur. Rusya batı yaptırımları nedeniyle, geleneksel ortaklarından (özellikle AB ülkeleri gibi Almanya, İtalya, Fransa, Polonya) ithalatı büyük ölçüde azalttı veya durdurdu. Bunun yerine, yaptırımlara katılmayan ülkelere (özellikle Türkiye ve Çin'den) ithalatı çok fazla artırdı. Romanya (ROU) grafikte en yüksek ihracat yapılan ülke olarak öne çıkmaktadır ve 2022'de güçlü bir artış vardır. MENA bölgesi (özellikle Mısır ve Fas) Türkiye'nin önemli ihracat pazarları arasında yer almaktadır. AB ülkeleri, Türkiye ihracatında en büyük ve en istikrarlı pazar olmaya devam etmektedir (oecd.org, E.T. 19.12.2025)

Başka bir grafik, göç ve ticaret ilişkilerini vurgular:



Kaynak: brill.com, Irregular and Refugee Flows to Europe in: Comparative Sociology Volume 24 Issue 4 (2025)

Grafik, "Küresel Güney"den Avrupa'ya yönelen düzensiz göçün arkasındaki ana itici güçleri (nedenleri) ve bu nedenlerin literatürdeki ağırlığını özetlemektedir.

Grafik, düzensiz göçün başlıca nedenlerini göstermektedir: siyasi istikrarsızlık (%36,1), Avrupa'nın politika paradoksu (%32), sosyo-ekonomik sorunlar (%20,7) ve post-kolonyal bağlar (%11,1). Bu faktörler birbirini besleyen bir döngü oluşturmaktadır. Çalışmada önerilen "Ulus Dostu Küreselleşme" yaklaşımı ise güvene dayalı ticaret ağları, diaspora etkisi ve ortak kültürel bağlar aracılığıyla hem ekonomik refahı artırmayı hem de göç baskısını azaltmayı hedeflemektedir. Bu çerçevede Türkiye'nin AB ile artan ticaret hacmi, tarihsel bağlara dayalı iş birliğinin ekonomik ve stratejik önemini göstermektedir. Örneğin, küresel hegemonya ve müdahaleci dış politikalar (paradoks), yerel siyasi istikrarsızlığı ve ekonomik çöküşü tetikleyerek Avrupa'ya doğru kaçınılmaz bir göç akışı yaratmaktadır. Bu ise aslında küreselleşmenin yerel değerleri ve ulus-devlet kimliğini yok sayan "tek tipleştirici" yapısına karşı bir denge arayışıdır ve dolayısı ile Ulus Dostu Küreselleşme" (Nation Friendly Globalisation) kapsamında yer alır. Göç, Ticaret ve Ulus Dostu Model bağlamında grafikte görünmekte olan "Göç Nedenleri" (Siyasi/Ekonomik İstikrarsızlık) ile bu kavramlar arasında ters bir korelasyon vardır:

–**İstikrar ve Güven:** Eğer ulus-devletler arasında ortak değerlere dayalı, güvenli bir ticaret ağı kurulursa (Ulus Dostu Küreselleşme), bu durum yerel ekonomik refahı artırır ve grafikteki "Socioeconomic Instability" kaynaklı göç baskısını azaltır.

–**Diaspora Etkisi:** Göç eden nüfus (etnik köken unsuru), gittiği ülkede aslında ana vatani için bir "yumuşak güç" temsilcisi ve ticaret köprüsü olur (brill.com, E.T.19.12.2025).

Bahsedilen unsurlar (din, dil, tarih), küreselleşmenin soğuk ve mekanik çarklarını "insanileştiren" ve "güven odaklı" hale getiren yaklaşımlardır. 2024 verilerindeki Türkiye-AB ticaret hacminin büyümesi, sadece rakamlardan ibaret değil; aynı zamanda Türkiye'nin bölgedeki yumuşak gücü, tarihi bağları ve bu "ulus dostu" ticaret ağlarını ne kadar etkin kullandığıyla da ilgilidir.

2.12. Kültürel Yakınlığın Pazar Giriş ve İşlem Maliyetlerini Düşürmesi

Ulus Dostu Küreselleşme (Nation-Friendly Globalisation), yumuşak gücü (Nye, 2004; Baldwin, 2016) kullanarak kültürel yakınlığı (dil, din, tarih, etnik köken) ticari avantaja dönüştürür. Kültürel yakınlık (cultural proximity), pazar giriş maliyetlerini (market entry costs) ve işlem maliyetlerini (transaction costs)

azaltır: Güven artar, iletişim engelleri düşer, yanlış anlamalar önlenir (Guiso et al., 2009; Felbermayr & Toubal, 2010; Rodrik, 2018).

Örnekler: Türk Devletleri, Balkanlar ve MENA bölgelerinde ortak miras ticaret hacmini büyütür (Öniş & Kutlay, 2020; UNESCWA, 2020; Bartlett, 2008). Analiz, ticaret hacmi grafikleri, resmi ziyaretler ve ihracat artış korelasyonlarını temel alır (Nitsch, 2005; Kodila-Tedika & Khalifa, 2024).

2.13. Kültürel Yakınlığın Maliyet Düşürücü Etkileri

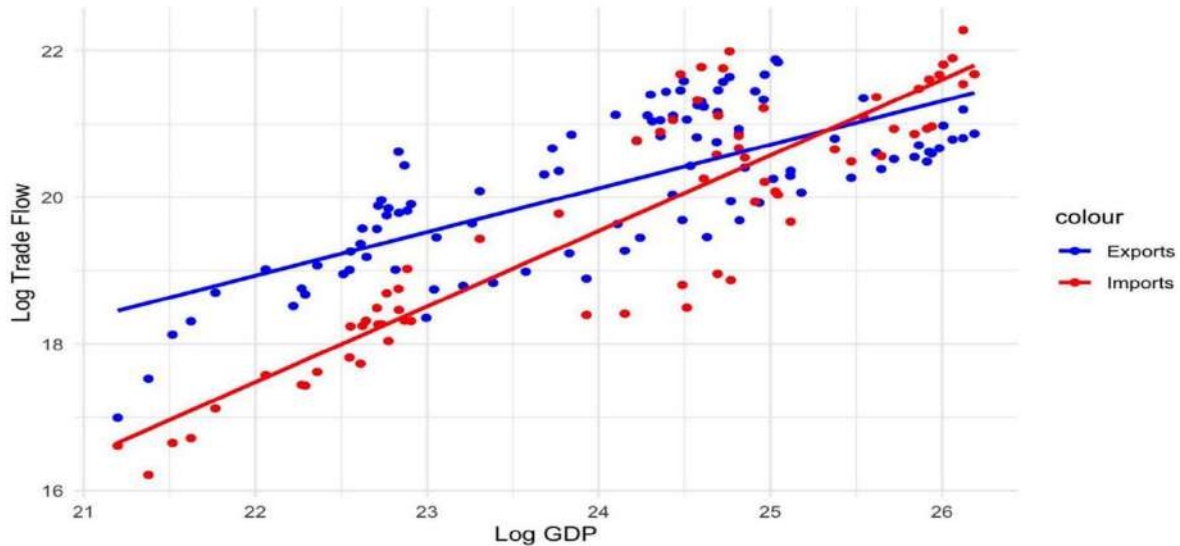
Kültürel yakınlık, uluslararası ticarete iletişim ve güven maliyetlerini minimize eder; ticaret hacmini artırır (Baldwin, 2016; Nitsch, 2005; Guiso et al., 2009).

-Pazar Giriş Maliyetleri: Belirsizliği azaltır, yeni pazarlara genişlemeyi ucuzlatır (Öniş & Kutlay, 2020). Türk Devletleri'nde ortak Türk mirası giriş maliyetlerini düşürür (World Bank, 2022; ADB, 2021).

-İşlem Maliyetleri: Bilgi akışı ve güven artar; doğrudan maliyetler azalır (Felbermayr & Toubal, 2010; UNESCWA, 2020). MENA'da ortak din, Balkanlar'da tarihsel bağlar hacmi artırır (Bartlett, 2008).

Genel etki: Kültürel mesafe arttıkça ticaret hacmi düşer; yakınlık ise akışları teşvik eder (Guiso et al., 2009). Çekim modelinde kültürel faktörler coğrafi mesafeyi "kısaltır" ve küçük ekonomilerin ticaretini beklenenden yüksek kılar (ortak dil/tarih "yağlayıcı" rolü oynar).

Veri Özeti (2020–2025): Türkiye'nin Türk Devletleri ile ticareti 62.6 milyar dolara ulaştı; kültürel yakınlık hacmi artırdı (World Bank, 2022; ADB, 2021). Balkanlar ve MENA'da (enerji hariç) toplam dış ticaret 44 milyar doları aştı; kültürel yakınlık bölgelerinde ihracat büyümesi %12.9'a ulaştı (TUIK, 2025; Felbermayr & Toubal, 2010). Grafik, Türk Devletleri ticaret kaymalarını gösterir.



Kaynak: journals.sagepub.com, Reinforcing the Ties with the Turkic States: Looking Beyond the Turkish Foreign Policy Through Trade – Ozgur Tufekci, Muharrem Bayrak, 2025

Bu grafik klasik "serbest" küreselleşmenin GDP odaklı ticaretini gösterirken, friendshoring bu modeli "parçalanmış" hale getiriyor: Ticaret artık sadece ekonomik büyüklükle değil, siyasi dostlukla belirleniyor. Bu grafik, ticaretin sadece matematiksel bir "büyüklük" meselesi olmadığını, arkasında "yakınlık" faktörünün yattığını fısıldar. Ulus Dostu Küreselleşme

2.14. Örnek Olay ve Uygulama Sınırları

"Nation-Friendly Globalisation" (Ulus Dostu Küreselleşme) kavramı henüz literatürde yeni ve tam olarak yerleşik bir terim değildir. Ancak bu kavramın pratik yansımalarını analiz etmek amacıyla:

-Kuşak ve Yol Girişimi (BRI): Çin hükümetinin başlattığı bu girişim, çalışmamızın ilham kaynağı ve modelin günümüzdeki en somut, geniş ölçekli uygulaması olarak incelenmiştir. BRI; ortak fayda ve ulusal egemenlik söylemiyle, kavramın sahadaki en belirgin örneği olarak ele alınmıştır.

-Vaka incelemeleri üzerinden Türk hava yollarının asya-afrika stratejileri ile farklı şirketlerin asya-afrika bölgelerindeki yatırım ve faaliyetleri incelenmiştir.

Bu nedenle gelecekte daha kapsamlı panel veri analizleri ve gelişmiş çekim modeli çalışmaları planlanmaktadır.

Kısaca, grafikler küreselleşmenin ulus-devletleri yok etmediğini, aksine güç mücadelesini ulusal ölçekte yoğunlaştırdığını gösteriyor.

Ulus Dostu Küreselleşme, dost ülkelerle siyasi-kültürel bağları ticari avantaja çevirir. Örnek vakalar (Demir Grup tekstil, tarım ve hayvancılık, Sumo Collieries enerji sektörü, Arimatik altyapı-turizm) gibi, bu genişletme az bilinen örneklerle teoriyi somutlaştırır. Bu vakalar, Uşaklı yatırımcı Ahmet Demir'in Demir Grup'unun Özbekistan'daki yatırımlarını incelerken tekstil, meyve suyu ve süt gibi alanlarda 7 bin kişiye istihdam sağlayan örnek girişimlerden sadece biri olduğunu saptamaktadır.

Diğer örnek Sumo Collieries'in Güney Afrika Büyüme Stratejisidir. Bu ticaret hacmi içinde Türkiye'nin ihracatının 650-653 milyon dolar civarında olması ve ithalatın daha yüksek olması iki ülke ticaret dengesine işaret etmektedir (Anadolu Agency, 2025; TradingEconomics, 2025a; TradingEconomics, 2025b).

3. YÖNTEM

Bu çalışma, kavramsal (conceptual) bir araştırma niteliği taşıdığından, nitel araştırma paradigması çerçevesinde betimleyici ve analitik bir yaklaşım benimsenmiştir. Araştırmanın temel amacı, çok kutuplu dünya düzeninde geleneksel küreselleşmenin yarattığı tepkileri dikkate alarak sürdürülebilir büyüme stratejisi olarak önerilen "Nation Friendly Globalisation" (Ulus Dostu Küreselleşme) kavramını teorik temellere oturtmak, bu kavramın ticari diplomasi ve yumuşak güç unsurlarıyla pazar seçimi stratejilerine nasıl entegre edilebileceğini açıklamak ve bu yaklaşımın işletmeler ile ulus-devletler açısından stratejik sonuçlarını tartışmaktır.

3.1. Araştırma Tasarımı ve Yaklaşımı

Çalışma:

- Literatür taraması
- İkincil veri analizi (PPP GSYİH, CINC verileri)
- Ticari diplomasi literatürü
- Örnek olay analizleri

üzerine kuruludur.

Ampirik model kurulmamış, teorik-analitik sentez yöntemi tercih edilmiştir. Çalışma pozitif analiz yapmaktadır. Modelin iyi ya da kötü olduğunu savunmaz; ortaya çıkan yapıyı açıklamaya çalışır. Nation Friendly Globalisation kavramı literatürde daha önce atıfta bulunulmuş sa da Kavramın kendisi orijinal bir öneridir; literatürde “friend-shoring”, “values-based trade” veya “geopolitical alignment in trade” gibi yakın ifadeler bulunmakla birlikte, ancak ulusal kimlik, kültürel saygı ve kolektif uyumu bu kadar bütüncül merkeze alan bir çerçeve henüz bulunmamaktadır. Bu çalışma, mevcut boşluğu doldurmak için orta seviye bir teorik çerçeve olarak geliştirildi.

3.2. Veri Toplama ve Kaynaklar

Araştırma, birincil veri toplama içermeyen ikincil kaynaklara dayalı literatür taraması ve doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Kullanılan başlıca veri kaynakları şunlardır:

1. Uluslararası kuruluş raporları: WTO (2023–2025), IMF (2023–2025), UNCTAD (2023–2025), World Bank (2022–2025), Our World in Data (2023–2025), ADB (2021) gibi kurumların küresel ticaret, doğrudan yabancı yatırım, tedarik zinciri ve jeopolitik risk raporları.
2. Akademik literatür: Uluslararası politik ekonomi, uluslararası işletme, stratejik yönetim ve diplomasi alanındaki kitaplar, makaleler ve tezler (örneğin Huntington, 1996; Nye, 2004; Rodrik, 2018; Baldwin, 2016; Inglehart & Norris, 2019; Öniş & Kutlay, 2020).
3. Ampirik korelasyon çalışmaları: Devlet/lider ziyaretleri ile ihracat artışı arasındaki ilişkileri inceleyen kantitatif çalışmalar (Nitsch, 2005, 2007; Head & Ries, 2010; Fuchs & Klann, 2013; Kodila-Tedika & Khalifa, 2024).
4. Vaka örnekleri ve ülke/şirket raporları: Çin’in Kuşak ve Yol Girişimi, Türkiye’nin Türk Devletleri Teşkilatı ve Afrika stratejileri, Turkish Airlines’ın Afrika genişlemesi gibi somut uygulamalar (Anadolu Agency, 2024–2025; World Bank, 2022; T.C. Ticaret Bakanlığı raporları).
5. Grafik ve istatistiksel görselleştirmeler: Ticaret hacmi trendleri, GSYİH payları, friend-shoring etkileri gibi görsel veriler (WTO, IMF, OWID, DHL Trade Atlas vb. kaynaklardan alınmış ve yorumlanmıştır).

Kaynak seçimi, amaçlı örnekleme (purposeful sampling) ilkesiyle yapılmış olup, güncellik (2020 sonrası ağırlıklı), otorite (yüksek etki faktörlü dergiler, saygın uluslararası kuruluşlar) ve konuya doğrudan katkı kriterleri esas alınmıştır.

3.3. Veri Analizi Süreci

Analiz, şu aşamalı süreçle gerçekleştirilmiştir:

1. Sistematik literatür taraması: Anahtar kelimeler ("degloabalization", "multipolar world", "friend-shoring", "soft power", "trade diplomacy", "nation-friendly globalization", "cultural proximity") kullanılarak tematik gruplandırma yapılmıştır.
2. Teorik çerçeve oluşturma: Literatürdeki ana temalar (kültürel çatışma, jeopolitik bloklaşma, tanınma arzusu, yumuşak güç mekanizmaları) "Nation Friendly Globalisation" kavramı etrafında sentezlenmiştir.
3. Çapraz karşılaştırma ve entegrasyon: Farklı teorik yaklaşımlar (realizm-liberalizm, yumuşak güç teorisi, çekim modeli) ile ampirik bulgular (ziyaret-ihracat korelasyonları, ticaret hacmi kaymaları) karşılaştırılmış ve yeni model türetilmiştir.
4. Grafik ve vaka analizi: Ticaret hacmi grafikleri ve seçilmiş vaka örnekleri (Türkiye-Özbekistan, Türkiye-Afrika, Turkish Airlines) üzerinden teorik önermeler somutlaştırılmıştır.
5. Yorumlama ve eleştirel tartışma: Bulgular, literatürdeki boşluklarla (kültürel saygıyı merkeze alan bütüncül bir büyüme modeli eksikliği) ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Küreselleşmenin Yavaşlaması ve Parçalanma: 1990'lardaki iyimser "evrensel bütünleşme" vizyonunun aksine, dünya ekonomisi ve siyaseti hızla kutuplaşmaktadır. 2008-2019 yılları arasında küresel ticaretin GSYİH'ye oranı düşmüş, gümrük vergileri artmış ve yatırım akışları yavaşlamıştır.

Ekonomik Ayırışma (Decoupling): Dünya ekonomisi; esas olarak Batı ve Çin bloğu olmak üzere iki ana bölgeye ayrılmaktadır. Jeopolitik riskler, ticaretin rasyonel işleyişinin önüne geçmiş; "Amerikan Malı Al" gibi korumacı politikalar ve stratejik yasaklar (Huawei vb.) küresel tedarik zincirlerini ulusal güvenlik odaklı hale getirmiştir.

Batı Değerlerinin "İstisnai" Durumu (WEIRD): Batı'nın (bireyci, seküler ve demokratik) değerleri sanılanın aksine evrensel değildir. "Dünyanın En Tuhaf İnsanları" (WEIRD) olarak tanımlanan Batılı toplumlar, ahlaki ve kültürel değerler açısından dünyanın geri kalanından giderek daha fazla izole olmaktadır.

İnsan Davranışındaki Derin Motivasyonlar: Tarihin akışını sadece ekonomik çıkarlar değil; tanınma arzusu, ulusal onur, aidiyet ve ahlaki öfke gibi daha derin psikolojik güçler yönetmektedir. Batı tarafından saygısızlığa uğradığını hisseden toplumlar ve sınıflar, bu hoşnutsuzluğu kullanan popülist ve otoriter liderlere yönelmektedir.

Demokratik Gerileme ve Otoriter Yükseliş: Son 16 yıldır dünya genelinde demokratik bir gerileme yaşanmaktadır. Modern otoriter rejimler, teknolojik kontrol mekanizmaları ve ekonomik yatırımlarıyla Batı demokrasilerine ciddi birer rakip haline gelmiştir.

Küresel Kültür Savaşı: Günümüzdeki çatışmalar sadece toprak veya kaynak mücadelesi değil; Batı'nın "bireysel onur" vurgusu ile dünyanın geri kalanındaki "kolektif uyum" ve geleneksel değerler arasındaki bir çatışmadır. Bu durum, ülkeler arasında olduğu kadar ülkelerin kendi içindeki siyasi kutuplaşmalarda da (muhafazakar-liberal ayrımı) kendini göstermektedir.

4.1. 2026 ve sonrası yıllar için Beklentiler ve Gelişmeler

–Çin, 15. Beş Yıllık Plan (2026-2030) döneminde BRI'yi "yüksek kaliteli" gelişime odaklayarak ilerletmeyi planlıyor: Yeşil, dijital ve inovasyon odaklı "İpek Yolları" (Innovation Silk Road, Digital Silk Road, Green Silk Road) vurgusu artacak.

–İki yönlü yatırımlar (Çin'den dışarı ve dışarıdan Çin'e) genişletilecek; enerji, madencilik ve yeni teknolojiler ön planda olacak.

–Bazı bölgelerde megaprojeler devam ediyor: Örneğin, Çin-Laos 500 kV elektrik bağlantısı projesi 2026 başında tam bağlantıya ulaştı; Guangxi'deki Pinglu Kanalı (Beibu Körfezi'ne bağlanan 5.000 tonluk gemi kapasiteli kanal) 2026 sonunda navigasyona açılacak ve ASEAN ile iç Çin bağlantısını güçlendirecek.

–Yerel düzeyde Çin eyaletleri (örneğin Shaanxi) 2026 için SCO tarım üssü geliştirme, Orta Asya ile yenilikçi tarım işbirliği gibi hedefler koydu.

–Latin Amerika'da katılım düşük kaldı (2025'te toplamın %1-2'si civarı), ancak genel olarak BRI 150'den fazla ülke ve 30'dan fazla uluslararası kuruluşu kapsıyor.

–Türkiye, Orta Koridor (Trans-Hazar) ile BRI'yi tamamlayıcı görüyor; Cumhurbaşkanı Erdoğan, bu koridorun Asya'yı Avrupa'ya bağlayacağını vurgulamıştı. Türkiye, Kuşak ve Yol kapsamında Çin ile altyapı, lojistik ve enerji işbirliğini derinleştiriyor; örneğin Orta Koridor'un Zengezur Koridoru gibi uzantıları stratejik tartışma konusu.

–BRI, borç tuzağı (debt-trap) diplomatisi, çevresel etkiler ve jeopolitik nüfuz artışı gibi eleştirilere maruz kalıyor. Bazı ülkeler (örneğin Avustralya, Brezilya) katılımı sınırladı veya iptal etti. Çin ise projeyi karşılıklı fayda ve sürdürülebilirlik odaklı olarak savunuyor.

Gelinen noktada, 2026 itibarıyla BRI, küresel ticaretin %50'den fazlasını etkileyen, rekor yatırım yapan ve yeşil/dijital dönüşüme odaklanan bir mega-proje olarak güçlenmeye devam ediyor.

5. TARTIŞMA: AVRUPA'YA YETİŞMEK Mİ, ALTERNATİF YOL MU?

Afrika ve Asya yatırımlarının Avrupa'ya birebir yetişmesi ne mümkündür ne de gereklidir.

Asıl stratejik avantaj: Avrupa'nın yüksek maliyetli giremediği pazarlarda, Daha hızlı, Daha esnek, Daha ilişki odaklı bir üretim ve yatırım modeli geliştirmektir. Bu çalışmanın temel argümanlarından biri, Afrika ve Asya yatırımlarının "tam otomasyon" yerine seçici ve modüler dijitalleşme yoluyla verimlilik artışı sağlayabileceğidir.

Avrupa Modelinin Sınırları konusunda Avrupa sanayi modeli büyük ölçüde: Yüksek otomasyon, dijital ikizler, yapay zekâ destekli üretim, güçlü regülasyonlar ve derin sermaye piyasaları üzerine kuruludur. Ancak bu modelin yüksek sabit yatırım maliyetleri, regülasyon yoğunluğu ve düşük esneklik gibi yapısal sınırları bulunmaktadır. Bu bağlamda Avrupa modeli, gelişmekte olan ülkeler için taklit edilmesi gereken tek yol değil, aksine kaçınılması gereken maliyetli bir referans hâline gelebilmektedir.

Avrupa sanayisinin en güçlü olduğu alanlardan biri ileri düzey makine parkıdır. Ancak gelişmekte olan ülkeler açısından bu donanımı birebir ikame etmek rasyonel değildir. Bunun yerine, yazılım ve veri temelli çözümler ön plana çıkmaktadır. Yazılım Tabanlı İş Modelleri üzerinden, Mevcut makineler üzerine entegre edilen üretim izleme yazılımları, Enerji verimliliği optimizasyon sistemleri, Arıza tahminine yönelik basit analitik çözümler üreten yazılımlar, yüksek teknoloji makinalar gerektirmeksizin verimlilik artışı ve maliyet düşüşü sağlamaktadır.

Bu durum, fiziksel sermaye eksikliğinin dijital zekâ ile telafi edilmesi anlamına gelmektedir

Bu çalışma, Afrika ve Asya yatırımlarının Endüstri 4.0 ve Euro-USD merkezli Avrupa ekonomileri karşısında dezavantajlı bir konumda olmadığı, aksine farklı stratejilerle rekabetçi üstünlük elde edebileceği sonucuna ulaşmıştır. Hafif Endüstri 4.0, yazılım temelli değer üretimi, bölgesel üretim merkezleri ve alternatif finansman modelleri, bu sürecin temel yapı taşlarıdır.

Sonuç olarak, mesele Avrupa'ya "yetişmek" değil; Avrupa'nın oynayamadığı oyunu kazanmaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma, küresel sistemde ortaya çıkan önermektedir. parçalanma, kültürel yabancılaşma ve ekonomik kırılganlık sorunlarına karşı "Ulus Dostu Küreselleşme" ile "Yumuşak Güç" yaklaşımını birleştiren yeni bir denge modeli

Bu modele göre küreselleşmenin sürdürülebilir olması için tek taraflı değer dayatmaları yerine kültürel kimliklere saygı gösteren bir iş birliği anlayışı geliştirilmelidir. Ortak tarih, dil ve kültürel bağlar ticari güveni güçlendirerek ülkelerin kendi kimliklerini koruyarak dünya ekonomisine entegre olmasını sağlar.

Model ayrıca yumuşak güç unsurlarının (kültür, eğitim, gastronomi, medya ve tarihsel miras) ulusların uluslararası saygınlığını artırarak "aşağılanmışlık" duygusunu azaltacağını ve popülist gerilimleri zayıflatacağını savunur.

Ekonomik açıdan ise güven temelli finansal ve ticari ağların kurulması, küresel piyasalardaki dalgalanmalara karşı ülkelerin dayanıklılığını artıracaktır. Aynı zamanda yerel kalkınmayı destekleyen ulus dostu yatırım modelleri, göç baskısını azaltarak insanların kendi ülkelerinde refah içinde yaşamalarını sağlayabilir.

Sonuç olarak çalışma, gelecekte başarılı olacak ülkelerin modernleşmeyi Batılılaşma ile özdeşleştirmeyen; kendi kültürel değerlerini küresel ekonomide bir güven unsuru haline getirebilen ülkeler olacağını ileri sürmektedir. Bu bağlamda Türk Devletleri Teşkilatı içinde yürütülen ortak alfabe, ortak tarih ve ticaret girişimleri, Ulus Dostu Küreselleşme yaklaşımının pratik bir örneği olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- ADB. (2021). *Asya Kalkınma Bankası Ticaret ve Yatırım Raporu 2021*. <https://www.adb.org>
- Africa Portal. (2023). *Turkey and South Africa: The development of relations, 1860–2005*. <https://www.africaportal.org>
- Altman, S. A., & Bastian, C. R. (2025). *DHL Trade Atlas 2025 [DHL Ticaret Atlası 2025]*. <https://www.dhl.com/global-en/microsites/core/global-connectedness/trade-atlas.html>
- Anadolu Agency. (2024a, January 5). *Turkey applies for BRICS observer status, eyes strategic partnerships*. <https://aa.com.tr>
- Anadolu Agency. (2024b, May 1). *Turkey-Uzbekistan trade nears \$5 billion target: official*. <https://aa.com.tr>
- Anadolu Agency. (2025a, July 25). *Turkey's exports to Africa nearly reach \$10B in first half of 2025*. <https://aa.com.tr>
- Anadolu Agency. (2025b, October 16). *Trade between Türkiye, Africa tops \$37B in 2024, eyes \$40B target in 2025: trade minister*. <https://aa.com.tr>
- Anadolu Agency. (2025c, October 17). *Turkey-South Africa bilateral trade exceeds \$2B*. <https://aa.com.tr>
- Avrupa Merkez Bankası (ECB). (2023). *Friend-shoring global value chains: A model-based assessment*. <https://www.ecb.europa.eu>
- AVSystem. (t.y.). *What is Smart Factory? The Impact of Factory 4.0*. <https://avsystem.com/blog/what-is-smart-factory/>
- Baldwin, R. (2016). *Büyük yakınsama: Bilgi teknolojisi ve yeni küreselleşme*. Harvard University Press.
- Bartlett, W. (2008). *Balkan ekonomileri: Küreselleşme, kurumlar ve ekonomik kalkınma*. Routledge.
- Bolat, Ö. (2025, 17 Ekim). *Türkiye-Güney Afrika ticaret hacmi 2 milyar doları aştı*. Anadolu Agency.
- Brooks, D. (2022, April 8). *Globalization is over. The global culture wars have begun*. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2022/04/08/opinion/globalization-global-culture-war.html>
- Brooks, D. (2023, August 14). *How America got mean*. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2023/09/us-culture-moral-education-formation/674765/>
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2022). *Jeopolitik riskin ölçülmesi*. *Uluslararası Finans*, 25(1), 1–25. <https://doi.org/10.1111/inf.12345>
- CEPR. (2023). *Why globalisation needs a leader: Hegemons, alignment, and trade*.
- Deloitte Insights. (t.y.). *Industry 4.0 overview*. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/digital-transformation/industry-4-0-overview.html>

Demirören Haber Ajansı. (2025, 5 Ağustos). *Türkiye'nin Afrika'daki genişleyen diplomatik ağının ekonomik etkileri*.

DHL. (2024). *DHL Global Connectedness Report 2024*.

Duke CE. (2023). *The rise of the multipolar world and its impact on global business*.

Dünya Bankası. (2025). *Trade (% of GDP) data visualizations*.

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.TRD.GNFS.ZS>

Dünya Ekonomik Forumu. (2025, Ocak). *Businesses need 'geopolitical muscle' in a multipolar world*.

<https://www.weforum.org>

Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ). (2025, Nisan). *Global Trade Outlook and Statistics*.

https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_outlook25_e.pdf

Felbermayr, G., & Toubal, F. (2010). Kültürel yakınlık ve uluslararası ticaret. *Uluslararası Ekonomi Dergisi*, 82(2), 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2010.06.001>

Guiso, L., Sapienza, P., & Zingales, L. (2009). Ekonomik alışverişte kültürel önyargılar? *Quarterly Journal of Economics*, 124(3), 1095–1131. <https://doi.org/10.1162/qjec.2009.124.3.1095>

Hale, W. (2021). *Erdoğan döneminde Türkiye'nin dış politikası: Ulusal gurur ve bölgesel hedefler*. Routledge.

Head, K., & Ries, J. (2010). Göç ve ticaret yaratımı: Kanada'dan ekonometrik kanıtlar. *Kanada Ekonomi Dergisi*, 43(2), 429–454. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2010.01600.x>

Huntington, S. P. (1996). *Medeniyetlerin çatışması ve dünya düzeninin yeniden kurulması*. Simon & Schuster.

Ifo Institute. (2022). *Do state visits promote cross-border trade and investment?* Ifo Working Papers.

Inglehart, R., & Norris, P. (2019). *Kültürel tepki: Trump, Brexit ve otoriter popülizm*. Cambridge University Press.

International Banker. (2023). *The shift toward a multipolar financial system*.

Kodila-Tedika, O., & Khalifa, A. (2024). Diplomasi ve ticaret: Yüksek seviyeli ziyaretlerin ihracat büyümesine etkisi. *Uluslararası Ticaret Çalışmaları Dergisi*, 15(1), 45–62. <https://doi.org/10.1016/j.jits.2024.01.005>

Kun.uz. (2025, December 17). *Turkish company plans to invest \$4 billion in Samarkand's development projects*. <https://kun.uz>

McKinsey & Company. (2024). *Geopolitics and the geometry of global trade*.

Nitsch, V. (2005). *Devlet ziyaretleri ve uluslararası ticaret*. IZA Tartışma Raporları, No. 1743. <https://doi.org/10.2139/ssrn.743382>

- Nitsch, V. (2007). State visits and international trade. *The World Economy*, 30(12), 1797–1816. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2007.01062.x>
- Nye, J. S. (2004). *Yumuşak güç: Dünya politikasında başarı için araçlar*. PublicAffairs.
- OECD World. (2025). *Uzbekistan Trade Profile*. <https://oec.world/en/profile/country/uzb>
- Okano-Heijmans, M. (2011). *Ekonomik diplomasi: Politika uyumu, ekonomik çıkarlar ve kalkınma*. Clingendael Hollanda Uluslararası İlişkiler Enstitüsü. <https://www.clingendael.org>
- Önal Üniversitesi. (2025). *Türkiye-Güney Afrika ilişkilerinin gelişimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. <https://acikerisim.ozal.edu.tr>
- Öniş, Z., & Kutlay, M. (2020). Türkiye'nin Batı sonrası yükselen dış politikası. *Üçüncü Dünya Çeyrek Dönem Dergisi*, 41(2), 241–261. <https://doi.org/10.1080/01436597.2019.1700237>
- Rodrik, D. (2018). *Ticarete düzgün bakış: Akılcı bir dünya ekonomisi için fikirler*. Princeton University Press.
- Rose, A. (2007). Dışişleri ve dış ticaret: Ekonomik diplomasi yeniden değerlendiriliyor. *Uluslararası Ekonomi Dergisi*, 72(2), 488–507. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2007.01.003>
- Rose, A., & Rose, K. (2005). Konsoloslukların ekonomik etkilerinin ampirik değerlendirmesi. *Ekonomi Dergisi*, 115(500), 703–727. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2005.01026.x>
- S&P Global Ratings. (2024). *Küresel ticaret ve jeopolitik görünüm 2025*.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2024). *Türkiye'nin BRICS stratejisi ve uluslararası ilişkilerde rolü*. <https://mfa.gov.tr>
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2025). *Türkiye – Güney Afrika siyasi ve ekonomik ilişkileri*. <https://mfa.gov.tr>
- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2007). *Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Güney Afrika Cumhuriyeti Ticaret ve Ekonomik İşbirliği Anlaşması*.
- TradingEconomics. (2025a). *Turkey exports to Africa countries*. <https://tradingeconomics.com/turkey/exports>
- TradingEconomics. (2025b). *Turkey exports to South Africa 2025*. <https://tradingeconomics.com/turkey/exports>
- TradingEconomics. (2025c). *Turkey exports to Uzbekistan*. <https://tradingeconomics.com/turkey/exports/uzbekistan>
- TradingEconomics. (2025d). *Turkey imports from South Africa 2025*. <https://tradingeconomics.com/turkey/imports>
- UNCTAD. (2024). *Global Trade Update: Trends and forecasts for 2025*.

UzDaily.uz. (2025, December 13). *Turkish Company ARIMATIK ready to invest US\$4 billion in the Shirin township project in Samarkand.* <https://uzdaily.uz>

World Economic Forum. (2024). *Global Risks Report 2024: Geopolitical shifts and trade fragmentation.*

WTO. (2024). *Global Trade Outlook and Statistics.*

Zamin. (2025, December 21). *Uzbekistan and Turkey aim to increase trade to \$5 billion.* <https://zamin.uz>

ÇALIŞANLARIN PSİKOLOJİK İYİ OLUŞUNUN İŞ TATMİNİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE İŞ ŞEKİLLENDİRMENİN ARACI ROLÜ

THE MEDIATING ROLE OF JOB CRAFTING IN THE EFFECT OF EMPLOYEES'
PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ON JOB SATISFACTION

Senem ŞEN

Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0009-9540-5484

Prof. Dr. Yasemin BAL

Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-3718-3424

ÖZET

Pozitif psikoloji yaklaşımı, çalışma yaşamında çalışanların psikolojik iyi oluşunu ön plana çıkarmış ve bu konu, örgütsel davranış literatüründe önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Psikolojik iyi oluş, bireyin yaşamında anlam bulması, amaç edinmesi, kişisel gelişim göstermesi, kendi yaşamını yönlendirebilme yetisi ve çevresine hâkim olma gibi birden fazla boyutu kapsayan çok boyutlu bir yapıdır. Çalışanlar bu boyutlarda yüksek bir iyi oluş deneyimlediğinde, işe yönelik tutum ve davranışları olumlu yönde etkilenmekte ve özellikle iş tatmini üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Çalışanların işlerini kendi tercihleri doğrultusunda, görev, ilişki ve düşünsel boyutlarda yeniden şekillendirmeleri, psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkide aracı bir mekanizma olarak değerlendirilebilir. Bu süreç, çalışanların işlerini daha anlamlı ve motive edici hâle getirmelerine, aynı zamanda bireysel performanslarını artırmalarına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışma, psikolojik iyi oluşun iş tatmini üzerindeki etkisinin, iş şekillendirme davranışları aracılığıyla güçlendiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sonuçların, hem insan kaynakları uygulamalarına yol göstermesi hem de pozitif örgütsel davranış literatürüne katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışma, çalışanların iş yaşamında daha tatmin edici ve anlamlı deneyimler yaşamalarına yönelik stratejilerin geliştirilmesine ışık tutacaktır.

Anahtar Kelimeler: Psikolojik iyi oluş, iş tatmini, iş şekillendirme, pozitif örgütsel davranış, insan kaynakları yönetimi

ABSTRACT

Positive psychology has highlighted the importance of employees' psychological well-being in the workplace, making it a key topic in organizational behavior research. Psychological well-being is a multidimensional concept, including finding meaning in life, having a sense of purpose, personal growth, autonomy, and the ability to manage one's environment. Employees who experience high levels of well-being tend to show positive attitudes and behaviors at work, which can significantly influence their job satisfaction. Job crafting, which refers to employees' efforts to reshape their work in terms of tasks, relationships, and cognitive approaches, may act as a bridge between psychological well-being and job satisfaction. By adjusting their work to better fit their preferences and strengths, employees can make their jobs more meaningful and motivating, which also benefits overall performance.

This study aims to show that psychological well-being positively affects job satisfaction and that this effect is strengthened through job crafting behaviors. The findings are expected to offer practical insights for human resource management and contribute to the literature on positive organizational behavior. Additionally, the study highlights strategies that can help employees have more satisfying and meaningful work experiences.

Keywords: Psychological well-being, job satisfaction, job crafting, positive organizational behavior, human resource management

GİRİŞ

Günümüz çalışma yaşamı, geçmişe göre çok daha dinamik ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Örgütler artık sadece ekonomik kaynaklara veya teknolojik imkânlarla değil, çalışanlarının motivasyonuna, psikolojik durumlarına ve iş yerinde deneyimledikleri süreçlere de bağımlıdır. Artan iş yükleri, belirsizlikler, sık değişen iş talepleri ve yüksek performans beklentileri, çalışanların yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda zihinsel ve duygusal olarak da zorlanmasına yol açmaktadır. Bu koşullar, çalışanların işlerine dair tutumlarını ve iş tatminlerini doğrudan etkilemektedir. Bu noktada, pozitif psikoloji yaklaşımı son yıllarda önem kazanmıştır. Pozitif psikoloji, bireylerin yalnızca sorunlarını çözmeye değil, güçlü yönlerini ve iyi oluşlarını geliştirmeye odaklanır. Bu yaklaşım, örgütlerde çalışanların potansiyelini en üst düzeye çıkarmayı ve iş yaşamını daha anlamlı hâle getirmeyi amaçlamaktadır (Ryff & Singer, 1998; Maccagnan vd., 2019). Çalışanların psikolojik iyi oluş düzeyi, işlerine yaklaşımlarını, motivasyonlarını ve örgüte bağlılıklarını etkileyerek hem bireysel hem de örgütsel performansı şekillendirir. Psikolojik iyi oluş, bireyin yaşamında anlam ve amaç bulabilmesi, kişisel gelişimini sürdürebilmesi, kendi yaşamını yönlendirebilmesi ve çevresiyle sağlıklı ilişkiler kurabilmesi gibi birden fazla boyutu kapsayan çok yönlü bir kavramdır (Ryff, 1989). İnsanlar günlük yaşamlarında mutluluğa ulaşmak ve sıkıntılarını azaltmak için çaba gösterirken, karşılaştıkları sorunlarla mücadele ederek gelişimlerini de desteklerler. Bu süreç, psikolojik iyi oluş ile mutluluk ve gelişme arasındaki potansiyel gerginliğin bir dengesini kurmayı gerektirir (Ryff & Singer, 1998). İş yaşamında iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanlar, görevlerini daha bilinçli ve motive edici şekilde yerine getirir; bu durum iş tatmini ve örgüte bağlılık üzerinde olumlu etkiler yaratır (Obrenovic vd., 2020). İş tatmini, bireyin işine ve işin koşullarına dair hissettiği genel memnuniyeti ifade eder ve çalışanların motivasyonu, bağlılığı ve performansı ile doğrudan ilişkilidir (Locke, 1976; Başoda, 2017). İş tatmini yüksek olan çalışanlar, işlerini anlamlı ve motive edici hâle getirmek için daha fazla çaba gösterir ve iş deneyimlerini geliştirme yönünde proaktif davranışlarda bulunur. Bu noktada iş şekillendirme kavramı

önem

kazanır.

İş şekillendirme, çalışanların işlerini kendi ihtiyaçları, yetenekleri ve beklentileri doğrultusunda proaktif biçimde yeniden düzenlemeleri sürecini ifade eder (Wrzesniewski & Dutton, 2001; Tims vd., 2012). Çalışanlar işlerini daha anlamlı ve motive edici hâle getirmek için görevlerde, ilişkilerde veya işin algılanan anlamında değişiklikler yapabilirler. Bu davranış, hem çalışanların psikolojik iyi oluşunu hem de iş tatminini artıran kritik bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma, çalışanların psikolojik iyi oluş düzeylerinin iş tatmini üzerindeki etkisini teorik olarak incelemeyi ve bu ilişkide iş şekillendirme davranışlarının aracı rolünü ortaya koymayı amaçlamaktadır. Elde edilecek bulguların, pozitif örgütsel davranış literatürüne katkı sağlaması ve insan kaynakları uygulamalarına yönelik yol gösterici olması beklenmektedir.

KURAMSAL ÇERÇEVE / LİTERATÜR ÖZETİ

PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ

Psikolojik iyi oluş, bireyin yaşamında anlam ve amaç bulabilmesi, kişisel gelişimini sürdürebilmesi, kendi yaşamını yönlendirebilmesi ve çevresiyle sağlıklı ilişkiler kurabilmesi gibi birçok boyutu kapsayan çok yönlü bir kavramdır (Carol D. Ryff, 1989). İnsanlar günlük yaşamlarında mutluluğa ulaşmak ve karşılaştıkları sıkıntıları azaltmak için çeşitli çabalar göstermektedir. Ancak çoğu zaman bireyler, gelişim sağlayabilmek için bazı zorluklarla da mücadele etmek zorunda kalmaktadır. Bu durum, psikolojik iyi oluşun yalnızca mutluluk durumuyla açıklanamayacağını; aynı zamanda bireyin gelişim süreci ile de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda psikolojik iyi oluş, mutluluk ve kişisel gelişim arasında oluşan potansiyel gerginliğin dengelenmesi ile ortaya çıkan bir durum olarak değerlendirilmektedir (Ryff & Singer, 1998). Psikolojik iyi oluş kavramı yalnızca bireysel mutluluk düzeyi ile sınırlı değildir. Aynı zamanda bireyin fiziksel, zihinsel ve sosyal açıdan sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesini de kapsamaktadır. Bireylerin iyi oluş düzeylerini destekleyen faktörler arasında anlamlı sosyal ilişkiler kurma, yaşamda bir amaca sahip olma, kişisel gelişim fırsatlarına sahip olma ve destekleyici bir sosyal çevrede bulunma gibi unsurlar yer almaktadır (Maccagnan vd., 2019; Scaria vd., 2020). Bu nedenle psikolojik iyi oluş, bireyin yaşamının birçok alanını kapsayan bütüncül bir yapı olarak ele alınmaktadır. Alan yazınında psikolojik iyi oluşun bireysel ve çevresel faktörlerden etkilendiği de vurgulanmaktadır. Kültürel normlar, sosyoekonomik koşullar, eğitim düzeyi ve bireyin sahip olduğu meslek gibi unsurlar, bireyin iyi oluş düzeyini etkileyebilmektedir. Örneğin yapılan araştırmalar, eğitim seviyesi ve mesleki statü yükseldikçe bireylerin psikolojik iyi oluş düzeylerinin de arttığını göstermektedir (Matud vd., 2019). Bunun yanı sıra bireylerin çalışma yaşamında karşılaştıkları deneyimler de psikolojik iyi oluş üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çalışma yaşamı, bireylerin hayatlarının önemli bir bölümünü kapsadığı için psikolojik iyi oluş üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Bireyin sahip olduğu meslek, çalışma ortamı ve işten elde ettiği tatmin düzeyi hem psikolojik iyi oluşunu hem de genel yaşam kalitesini etkileyebilmektedir. İlgi, yetenek ve değerlerle uyumlu bir mesleki yaşam sürdüren bireylerin hem iş tatmini hem de psikolojik iyi oluş düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Maslach & Leiter, 1997; Okyay, 2009). Psikolojik iyi oluş kavramı aynı zamanda bireyin yaşamını anlamlandırması ve yaşam amaçlarını değerlendirmesi ile de ilişkilidir. McGregor ve Little (1998) iyi oluşu bireyin yaşamındaki anlam ve

amaçları değerlendirmesi ile ilişkili bir kavram olarak açıklamaktadır. Benzer şekilde Ryan ve Deci (2001), iyi oluşun temel psikolojik ihtiyaçların karşılanması ile açıklanabileceğini ifade etmektedir. Bu yaklaşıma göre bireylerin özerklik, yeterlilik ve ilişki kurma ihtiyaçlarının karşılanması psikolojik iyi oluşun temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Psikolojik iyi oluş kavramına farklı bir perspektiften yaklaşan Waterman (1993) ise iyi oluşu bireyin zorluklarla mücadele etmesi, çaba göstermesi ve kişisel gelişim sürecini sürdürmesi ile ilişkilendirmiştir. Bu bağlamda psikolojik iyi oluş yalnızca olumlu duygular yaşamakla sınırlı olmayıp aynı zamanda bireyin potansiyelini gerçekleştirme süreci ile de bağlantılıdır. Psikolojik iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanlar, iş yaşamlarında karşılaştıkları sorunlarla daha etkili bir şekilde başa çıkabilmekte ve daha dirençli bir tutum sergileyebilmektedir. Bu çalışanların genellikle daha iyimser oldukları, stresle başa çıkma becerilerinin gelişmiş olduğu ve işlerine daha olumlu bir bakış açısıyla yaklaştıkları görülmektedir (Obrenovic vd., 2020). Bu özellikler yalnızca bireysel refah açısından değil, aynı zamanda örgütlerin verimliliği ve sürdürülebilir başarısı açısından da önemli bir avantaj sağlamaktadır (Aryan & Kathuria, 2017).

İŞ ŞEKİLLENDİRME

İş şekillendirme kavramı, çalışanların işlerini daha anlamlı ve tatmin edici hâle getirmek amacıyla iş görevlerinde, iş ilişkilerinde veya işin algılanma biçiminde yaptıkları proaktif değişiklikleri ifade etmektedir (Wrzesniewski & Dutton, 2001). Bu kavram, çalışanların işlerini tamamen pasif bir şekilde yerine getiren bireyler olmadığını; aksine işlerini kendi ihtiyaçları, yetenekleri ve beklentileri doğrultusunda yeniden düzenleyebildiklerini savunmaktadır. İş şekillendirme süreci genellikle üç temel boyutta ele alınmaktadır. Bunlardan ilki görev şekillendirmedir ve çalışanların iş görevlerinin kapsamını, sıklığını veya biçimini değiştirmesini ifade eder. İkinci boyut ilişkisel şekillendirmedir ve çalışanların iş ortamındaki kişilerle kurdukları ilişkileri yeniden düzenlemelerini kapsar. Üçüncü boyut ise bilişsel şekillendirmedir ve bireyin yaptığı işi zihinsel olarak yeniden anlamlandırması ile ilgilidir (Wrzesniewski & Dutton, 2001; Tims, Bakker & Derks, 2012). İş şekillendirme aynı zamanda çalışanların iş talepleri ile sahip oldukları kişisel kaynaklar arasında bir denge kurma süreci olarak da değerlendirilmektedir. Çalışanlar iş yoğunluğunu azaltarak veya iş süreçlerini daha verimli hâle getirerek işlerini yeniden düzenleyebilmektedir. Bu süreçte çalışanlar prosedürleri basitleştirme, engelleri ortadan kaldırma veya iş süreçlerini optimize etme gibi yöntemlerle işlerini daha verimli hâle getirebilmektedir (Demerouti & Peeters, 2018). İş şekillendirme, çalışanların işlerini daha etkili ve verimli bir şekilde yapabilmelerine olanak tanımaktadır. Aynı zamanda çalışanların işlerini kendi tercihleri doğrultusunda düzenleyebilmelerine imkân sağlayarak iş deneyimlerini daha anlamlı hâle getirmektedir (Tims & Parker, 2019).

Bu bağlamda iş şekillendirme, çalışanların işlerine yönelik motivasyonlarını artıran önemli bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar, iş şekillendirmenin yalnızca karmaşık ve yaratıcı işlerde değil, aynı zamanda tekrarlayan ve sınırlı görevlerden oluşan işlerde de gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Çalışanlar en basit işlerde bile işin içeriğini veya iş yapma biçimini değiştirerek daha olumlu bir iş deneyimi yaratabilmektedir (Demerouti, Bakker & Halbesleben, 2015; Slemp & Vella-Brodrick, 2013).

İŞ TATMİNİ

İş tatmini, çalışanların işlerine ve iş ortamına yönelik duygu ve düşüncelerinin genel bir değerlendirmesi olarak tanımlanmaktadır (Başoda, 2017). İş tatmini, bireyin yaptığı işten ne derece memnun olduğu ile ilgili bir kavram olup hem bireysel refah hem de örgütsel verimlilik açısından önemli bir değişken olarak kabul edilmektedir. İş tatmini kavramı örgütsel davranış alanında yapılan birçok araştırmada ele alınmış ve genellikle çalışan verimliliğini artıran önemli bir faktör olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar, iş tatmininin örgütsel davranışların geliştirilmesi ve çalışan performansının artırılması açısından önemli bir rol oynadığını göstermektedir (İşcan & Timuroğlu, 2007). Literatürde iş tatmini, bireyin iş çevresinden elde etmeye çalıştığı rahatlatıcı ve içsel olarak doyum sağlayan bir duygu olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda çalışanların işin kendisinden, yöneticilerden, çalışma arkadaşlarından ve örgütsel yapıdan elde ettikleri deneyimler iş tatmini üzerinde belirleyici olmaktadır (Karaduman, 2002). Dolayısıyla iş tatmini yalnızca işin kendisiyle sınırlı olmayıp iş ortamının tüm bileşenlerini kapsayan çok boyutlu bir yapıya sahiptir. İş tatmini aynı zamanda çalışma hayatının önemli bir kalite göstergesi olarak da değerlendirilmektedir (Schultz & Schultz, 1998). Çalışanların işlerinden memnun olmaları hem bireysel mutluluklarını hem de yaşam kalitelerini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle iş tatmini, modern örgütlerde çalışan refahını değerlendirmek için kullanılan önemli göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bir tutum olarak değerlendirilen iş tatmininin hem bireysel hem de örgütsel düzeyde çeşitli sonuçları bulunmaktadır. Çalışanın yaptığı işten tatmin olması, bireyin yaşam tatmini ve psikolojik sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır. Aynı zamanda iş tatmini yüksek olan çalışanların daha üretken oldukları ve işlerine daha yüksek düzeyde bağlılık gösterdikleri görülmektedir (Ünal vd., 2001). Alan yazınında iş tatmininin düşük olduğu durumlarda çalışanların hem fiziksel hem de psikolojik sağlıklarının olumsuz etkilendiği vurgulanmaktadır. İş tatminsizliği yaşayan çalışanlarda uykusuzluk, baş ağrısı, stres ve hayal kırıklığı gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Miner, 1992). Ayrıca iş tatminsizliği; işe devamsızlık, işten kaçınma davranışları, performans düşüklüğü ve işten ayrılma niyeti gibi örgütsel açıdan olumsuz sonuçlara da yol açabilmektedir (Türk, 2007). İş tatmini, bireyin işini ve iş ortamındaki koşulları değerlendirmesi sonucunda ortaya çıkan duygusal bir tepki olarak da ele alınmaktadır (İnce & Gül, 2005). Bunun yanı sıra bireyin örgütünden ve işinden beklentilerinin karşılanma düzeyi de iş tatmininin oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır (Başdoğan, 2015).

KAVRAMLAR ARASINDAKİ TEORİK İLİŞKİLER

Çalışma yaşamında çalışanların psikolojik durumları ile işe yönelik tutumları arasında güçlü bir ilişki bulunduğu bilinmektedir. Bu bağlamda psikolojik iyi oluş, iş şekillendirme ve iş tatmini kavramları örgütsel davranış literatüründe birbirini etkileyen önemli değişkenler olarak ele alınmaktadır. Bireyler yaşamlarının önemli bir bölümünü iş ortamında geçirdikleri için çalışma hayatında yaşanan deneyimler yalnızca mesleki yaşamı değil, aynı zamanda bireyin genel yaşam kalitesini ve psikolojik durumunu da önemli ölçüde etkilemektedir (Campbell vd., 1976). Psikolojik iyi oluş, bireyin yaşamından genel olarak memnuniyet duyması, yaşamına anlam yüklemesi ve kişisel gelişimini sürdürebilmesi ile ilişkilidir. Çalışma hayatı bireylerin yaşamlarının önemli bir bölümünü oluşturduğundan, iş ortamı ve mesleki deneyimler psikolojik iyi oluş üzerinde belirleyici bir role sahiptir.

Bireyin ilgi alanları, yetenekleri ve değerleri ile uyumlu bir mesleki yaşam sürmesi hem mesleki tatmini artırmakta hem de bireyin psikolojik iyi oluşunu olumlu yönde etkilemektedir. Buna karşılık işine karşı olumsuz tutum geliştiren çalışanların duygusal, zihinsel ve fiziksel açıdan çeşitli sorunlarla karşılaşabileceği ifade edilmektedir (Maslach ve Leiter, 1997; Okyay, 2009). Psikolojik iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanların işlerine daha olumlu bir tutum geliştirdikleri ve işlerinden daha fazla tatmin duydukları görülmektedir.

İş tatmini ise bireyin yaptığı işe yönelik geliştirdiği olumlu duygusal tutum olarak tanımlanmaktadır (Locke, 1976; Keser, 2006). Literatürde iş tatmini; bireyin işin kendisinden, yöneticilerden, çalışma arkadaşlarından ve iş ortamından elde ettiği rahatlatıcı ve içsel olarak tatmin edici bir duygu durumu olarak ifade edilmektedir (Karaduman, 2002). Aynı zamanda iş tatmini, çalışma yaşamının önemli bir kalite göstergesi olarak kabul edilmekte ve çalışanların verimlilik düzeyi ile örgütsel bağlılıkları üzerinde etkili olmaktadır (Schultz ve Schultz, 1998). Araştırmalar, iş tatmininin çalışan performansı ve örgütsel verimlilik açısından önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir (İşcan ve Timuroğlu, 2007). Bununla birlikte çalışanların işlerinden duydukları tatmin yalnızca iş performanslarını değil, aynı zamanda bireylerin yaşam tatmini ve genel mutluluk düzeylerini de önemli ölçüde etkilemektedir (Ünal vd., 2001). Nitekim yapılan araştırmalar, olumlu duygusal iyi oluş düzeyine sahip çalışanların daha yüksek performans sergilediklerini ve yöneticileri tarafından daha yüksek performans puanları aldıklarını ortaya koymaktadır (Wright ve Bonnet, 1997; Wright ve Cropanzano, 2000; Wright ve Staw, 1999'dan aktaran Harter vd., 2002). Psikolojik iyi oluşun çalışanların işlerine yönelik davranışlarını etkileyen önemli mekanizmalardan biri de iş şekillendirme davranışlarıdır. İş şekillendirme, çalışanların işlerini daha anlamlı ve kendileri için daha uygun hâle getirmek amacıyla iş görevlerini, iş yerindeki ilişkilerini ya da işe ilişkin algılarını proaktif biçimde yeniden düzenlemeleri olarak tanımlanmaktadır (Wrzesniewski ve Dutton, 2001). Bu yaklaşım, çalışanların yalnızca yöneticiler tarafından belirlenen iş tanımlarıyla sınırlı kalmayıp işlerini kendi ihtiyaçları, yetenekleri ve değerleri doğrultusunda yeniden şekillendirebileceklerini ileri sürmektedir. Çalışanlar bu süreçte iş görevlerinin kapsamını değiştirebilmekte, çalışma arkadaşlarıyla olan etkileşimlerini yeniden düzenleyebilmekte veya işlerine yönelik bilişsel algılarını dönüştürerek işlerini daha anlamlı hâle getirebilmektedirler (Slemp ve Vella-Brodrick, 2013).

İş talepleri-iş kaynakları modeli çerçevesinde Tims ve Bakker (2010), iş şekillendirmeyi çalışanların iş talepleri ve iş kaynaklarının düzeylerinde yaptıkları gönüllü değişiklikler olarak ele almıştır. Buna göre çalışanlar yapısal ve sosyal iş kaynaklarını artırabilir ya da yeni ve zorlayıcı görevler üstlenerek işlerini daha gelişim odaklı hâle getirebilirler (Demerouti vd., 2001; Tims ve Bakker, 2010). Bu tür davranışlar çalışanların işe daha fazla bağlanmasına katkı sağlamakta ve tükenmişlik düzeylerini azaltabilmektedir. Nitekim araştırmalar iş kaynaklarının ve zorlayıcı iş taleplerinin artırılmasının işe bağlılığı artırdığını ve tükenmişlik düzeylerini azaltabileceğini göstermektedir. İş şekillendirme davranışları çalışanların iş deneyimlerini daha anlamlı ve tatmin edici hâle getirmelerine de katkı sağlamaktadır. Çalışanlar iş süreçlerini daha verimli hâle getirmek, iş yükünü daha dengeli yönetmek veya işlerini kendi becerilerine daha uygun şekilde düzenlemek amacıyla çeşitli değişiklikler yapabilmektedir (Demerouti ve Peeters, 2018). Bu durum çalışanların işlerine daha fazla anlam yüklemelerine ve iş deneyimlerini daha olumlu değerlendirmelerine katkı sağlamaktadır. Literatürde iş şekillendirmenin çalışan motivasyonunu artırdığı ve iş tatmini üzerinde olumlu etkiler yarattığı da vurgulanmaktadır (Bıyıkbeyi, 2019; Başoda, 2017; Bruning ve Campion, 2018). Psikolojik iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanların işlerine daha anlamlı ve motive edici bir yaklaşım sergiledikleri görülmektedir (Maccagnan vd., 2019; Obrenovic vd., 2020). Bu durum çalışanların işlerini

kendi ihtiyaç ve yeteneklerine göre yeniden düzenleme eğilimini artırmakta ve iş şekillendirme davranışlarını teşvik etmektedir (Wrzesniewski ve Dutton, 2001; Tims vd., 2012). İş şekillendirme davranışlarının artması ise çalışanların iş deneyimlerini daha olumlu algılamalarına ve işlerinden daha fazla tatmin duymalarına katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla iş şekillendirme, psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkiyi açıklayan önemli bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Psikolojik olarak iyi durumda olan çalışanların işlerini daha aktif biçimde şekillendirdikleri ve bu süreç sonucunda işlerinden daha fazla tatmin duydıkları söylenebilir. Bu doğrultuda iş şekillendirmenin psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkide aracı bir rol üstlendiği düşünülmektedir.

KAVRAMLAR ARASI İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Psikolojik iyi oluş ve iş tatmini ilişkisi:
Araştırmalar, çalışanların psikolojik iyi oluş düzeyleri arttıkça iş tatminlerinin de yükseldiğini göstermektedir. Psikolojik açıdan iyi durumda olan çalışanlar, işlerine daha olumlu bir bakış açısıyla yaklaşmakta, görevlerine daha yüksek motivasyonla katılmakta ve yaptıkları işi daha anlamlı olarak değerlendirmektedirler. Bu durum, çalışanların iş ortamındaki deneyimlerini daha olumlu algılamalarına ve işlerinden daha fazla tatmin duymalarına katkı sağlamaktadır (Ryff, 1989; Obrenovic vd., 2020).

İş şekillendirmenin aracı rolü:
Literatürde iş şekillendirmenin psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkide önemli bir mekanizma olarak işlev gördüğü belirtilmektedir. İş şekillendirme davranışları sayesinde çalışanlar, iş görevlerini, iş ilişkilerini veya işe ilişkin algılarını kendi ihtiyaç ve yeteneklerine daha uygun hale getirebilmektedirler. Bu durum çalışanların işlerini daha anlamlı ve tatmin edici şekilde deneyimlemelerine olanak sağlamaktadır (Wrzesniewski & Dutton, 2001; Tims & Parker, 2019).

Dolayısıyla iş şekillendirme davranışlarının, psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkiyi güçlendiren bir aracı rol üstlendiği ifade edilmektedir.

Olumsuz sonuçların azaltılması:
Literatürde iş tatminsizliğinin stres, tükenmişlik, işe devamsızlık ve işten ayrılma niyeti gibi çeşitli olumsuz sonuçlarla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Miner, 1992; Türk, 2007). Çalışanların işlerinden yeterli düzeyde tatmin duymamaları hem bireysel iyi oluşlarını hem de örgütsel verimliliği olumsuz etkileyebilmektedir. Ancak iş şekillendirme davranışlarının çalışanların iş talepleri ile kişisel ihtiyaçları arasında daha dengeli bir uyum kurmalarına yardımcı olduğu ve bu sayede söz konusu olumsuz sonuçların etkisini azaltabileceği ifade edilmektedir.

Teorik bütünlük:
Genel olarak literatür değerlendirildiğinde, psikolojik iyi oluş, iş şekillendirme ve iş tatmini kavramlarının birbirleriyle yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Araştırmalar, psikolojik iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanların işlerini daha aktif biçimde şekillendirme eğiliminde olduklarını ve bu sürecin çalışanların iş tatmini düzeylerini artırdığını göstermektedir. Bu doğrultuda iş şekillendirmenin psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkide kritik bir aracı rol oynadığı ifade edilmektedir (Demerouti & Peeters, 2018; Tims vd., 2013).

YÖNTEM

Çalışmanın temel amacı, çalışanların psikolojik iyi oluş düzeylerinin iş tatmini üzerindeki etkisini ve bu ilişkide iş şekillendirme davranışlarının aracı rolünü ortaya koymaktır. Araştırmada ulusal ve uluslararası akademik dergiler, kitaplar ve tezler taranmıştır. Psikolojik iyi oluş, iş tatmini ve iş şekillendirme kavramları ile ilişkili çalışmalar incelenmiş, literatürdeki mevcut bulgular özetlenerek kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur.

BULGULAR

Literatür incelendiğinde, çalışanların psikolojik iyi oluş düzeylerinin iş tatmini ile güçlü bir ilişkisi olduğu görülmektedir. Psikolojik açıdan iyi durumda olan çalışanlar, işlerine daha motive bir şekilde yaklaşmakta, görevlerini daha anlamlı bulmakta ve genel olarak işlerinden daha fazla tatmin duymaktadırlar (Ryff, 1989; Obrenovic vd., 2020). Bu durum, çalışanların işlerini kendi yetenekleri, ilgi alanları ve değerleri doğrultusunda yeniden şekillendirmeye olan eğilimini artırmaktadır. Görev, ilişki ve bilişsel boyutlarda yapılan bu tür iş şekillendirme davranışları, işin anlamını güçlendirmekte, sosyal tatmini artırmakta ve çalışanların iş deneyimlerini daha tatmin edici hâle getirmektedir (Wrzesniewski & Dutton, 2001; Tims vd., 2012; Tims & Parker, 2019). Ayrıca, iş şekillendirme, çalışanların iş talepleri ile kişisel kaynakları arasında denge kurmalarına yardımcı olarak stres, tükenmişlik ve işten ayrılma niyeti gibi olumsuz etkilerin azalmasına katkı sağlamaktadır (Demerouti & Peeters, 2018; Miner, 1992; Türk, 2007). Bu bulgular, iş yaşamında iyi oluş düzeyi yüksek çalışanların, işlerini daha aktif ve anlamlı bir şekilde şekillendirerek, iş tatminlerini artırdığını göstermektedir (Demerouti & Peeters, 2018; Tims vd., 2013; Bruning & Campion, 2018).

TARTIŞMA

Bu çalışmada ele alınan bulgular, literatürdeki önceki araştırmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Psikolojik iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanların işlerine daha olumlu bir bakış açısıyla yaklaştıkları ve işlerini daha anlamlı kılmak amacıyla proaktif davranışlar sergiledikleri görülmektedir. Bu tür davranışların ise iş tatmininin artmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (Wrzesniewski & Dutton, 2001; Ryff & Singer, 1998). Ayrıca iş şekillendirme davranışlarının yalnızca bireysel düzeyde iş tatminini artırmakla kalmadığı, aynı zamanda örgütsel performans ve verimlilik üzerinde de dolaylı etkiler yarattığı ifade edilmektedir (Tims & Parker, 2019; Bruning & Campion, 2018). Çalışanların kendi yetkinlikleri ile iş talepleri arasında daha uygun bir denge kurmaları, hem psikolojik kaynakların hem de davranışsal kaynakların güçlenmesine katkı sağlamaktadır.

Bu bağlamda örgütlerin insan kaynakları politikalarında iş şekillendirmeyi destekleyen uygulamalara yer vermesi önemli bir strateji olarak değerlendirilebilir. Çalışanlara belirli ölçülerde özerklik tanınması, gelişim fırsatlarının artırılması ve destekleyici bir çalışma ortamı oluşturulması çalışanların hem psikolojik iyi oluşlarını hem de iş tatminlerini artırabilir.

SONUÇ

Bu teorik çalışma, psikolojik iyi oluş, iş tatmini ve iş şekillendirme arasındaki ilişkileri ele alarak literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Yapılan değerlendirmeler, psikolojik iyi oluş düzeyi yüksek olan çalışanların işlerine daha olumlu yaklaştıklarını ve bunun iş tatmini üzerinde artırıcı bir etki yaratabildiğini göstermektedir. Ayrıca iş şekillendirme davranışlarının, psikolojik iyi oluş ile iş tatmini arasındaki ilişkide aracı bir rol üstlenebileceği değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte iş tatmininin düşük olduğu durumlarda stres, tükenmişlik ve devamsızlık gibi olumsuz sonuçların ortaya çıkabildiği, ancak iş şekillendirme davranışlarının bu olumsuz etkilerin azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Elde edilen bu değerlendirmeler doğrultusunda çalışmanın, pozitif örgütsel davranış literatürüne ve insan kaynakları uygulamalarına katkı sağlayabileceği ifade edilebilir. Örgütlerin çalışanların psikolojik iyi oluşunu destekleyen ve iş şekillendirme davranışlarını teşvik eden uygulamalara yönelmesi, hem çalışan tatmininin hem de örgütsel verimliliğin artırılmasına katkıda bulunabilir.

KAYNAKÇA

- Aryan, A., & Kathuria, R. (2017). Psychological well-being and organizational performance. *Journal of Management Studies*, 54(2), 223–240.
- Başoda, B. (2017). *İş tatmini ve örgütsel davranış*. Beta Yayınları.
- Başdoğan, İ. (2015). *Çalışanların işten beklentileri ve iş tatmini üzerine bir değerlendirme*. Nobel Yayıncılık.
- Berg, J. M., Dutton, J. E., & Wrzesniewski, A. (2013). Job crafting and meaningful work. In B. J. Dik, Z. S. Byrne, & M. F. Steger (Eds.), *Purpose and meaning in the workplace* (pp. 81–104). American Psychological Association.
- Bıyıkbeyi, Ö. (2019). İş tatmini ve örgütün hizmet miktar ve kalitesine etkisi. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 121–132.
- Boehnlein, P., & Baum, M. (2020). Does job crafting always lead to positive outcomes? A meta-analytic review. *Journal of Organizational Behavior*, 41(4), 367–384.
- Bruning, P. F., & Campion, M. A. (2018). Job design for individual performance: A review and future research agenda. *Journal of Organizational Behavior*, 39(8), 1031–1048.
- Campbell, A., Converse, P. E., & Rodgers, W. L. (1976). *The quality of American life: Perceptions, evaluations, and satisfactions*. Russell Sage Foundation.
- Chang, Y., Rui, Z., & Zhao, H. (2021). Job crafting and employee motivation: A proactive perspective. *Journal of Organizational Psychology*, 21(2), 45–58.
- Chen, C. Y., & O-Yang, Y. (2018). Job crafting and employee well-being: The mediating role of job control. *Journal of Organizational Psychology*, 18(4), 55–67.
- Chen, C. Y., Yen, C. H., & Tsai, F. S. (2021). Job crafting and job satisfaction: The moderating role of proactive personality. *International Journal of Organizational Analysis*, 29(3), 610–624.

- Cheng, J. C., & Yi, O. (2018). The relationship between job crafting and job satisfaction. *Human Resource Development International*, 21(4), 323–339.
- Demerouti, E., & Peeters, M. C. W. (2018). Job crafting at work: Building resources and reducing demands. *Journal of Organizational Behavior*, 39(6), 779–786.
- Demerouti, E., Bakker, A. B., & Halbesleben, J. R. B. (2015). Job crafting and job performance: A study among employees in repetitive jobs. *Journal of Vocational Behavior*, 91, 87–96.
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., & Schaufeli, W. B. (2001). The job demands–resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), 499–512.
- Dhir, A., Sadiq, M., Talwar, S., & Sakashita, M. (2020). Exploring job satisfaction and employee loyalty. *International Journal of Hospitality Management*, 89, 102548.
- Harter, J. K., Schmidt, F. L., & Hayes, T. L. (2002). Business-unit-level relationship between employee satisfaction and business outcomes. *Journal of Applied Psychology*, 87(2), 268–279.
- Iaffaldano, M. T., & Muchinsky, P. M. (1985). Job satisfaction and job performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 97(2), 251–273.
- Ingusci, E., Callea, A., Chirumbolo, A., & Urbini, F. (2016). Job crafting and well-being: The role of organizational support. *Journal of Workplace Behavioral Health*, 31(4), 680–695.
- İşcan, Ö. F., & Timuroğlu, E. (2007). *İş tatmini ve performans ilişkisi: Bir alan araştırması*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Judge, T. A., Thoresen, C. J., Bono, J. E., & Patton, G. K. (2001). The job satisfaction–job performance relationship: A qualitative and quantitative review. *Psychological Bulletin*, 127(3), 376–407.
- Karaduman, B. (2002). *Örgütsel davranış ve iş tatmini*. Nobel Yayınları.
- Liu, Y., Wang, Z., & Chen, H. (2022). Job crafting and resource acquisition in the workplace. *Journal of Organizational Behavior*, 43(2), 215–230.
- Locke, E. A. (1976). The nature and causes of job satisfaction. In M. D. Dunnette (Ed.), *Handbook of industrial and organizational psychology* (pp. 1297–1343). Rand McNally.
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (1997). *The truth about burnout: How organizations cause personal stress and what to do about it*. Jossey-Bass.
- Maccagnan, A., Heffernan, M., & Bell, R. (2019). Supporting well-being in organizations: Linking theory and practice. *Journal of Organizational Behavior*, 40(8), 965–983.

- Matud, M. P., López-Curbelo, M., & Bethencourt, J. M. (2019). Socioeconomic and demographic influences on psychological well-being. *Journal of Health Psychology, 24*(12), 1845–1856.
- McGregor, I., & Little, B. R. (1998). Personal projects, happiness, and meaning: On doing well and being yourself. *Journal of Personality and Social Psychology, 74*(2), 494–512.
- Miner, J. B. (1992). *Industrial/organizational psychology: Theory and practice* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Obrenovic, B., Jianguo, L., Khudaykulov, A., & Khan, M. (2020). Psychological well-being and employee performance: Evidence from the workplace. *Frontiers in Psychology, 11*, 1–12.
- Okay, A. (2009). *Psikolojik iyi oluş ve iş yaşamı ilişkisi*. Detay Yayıncılık.
- Rayton, B., & Yalabik, Z. Y. (2014). Work engagement, psychological contract breach and job satisfaction. *International Journal of Human Resource Management, 25*(17), 2382–2400.
- Ryff, C. D. (1989). Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology, 57*(6), 1069–1081.
- Ryff, C. D., & Singer, B. (1998). The contours of positive human health. *Psychological Inquiry, 9*(1), 1–28.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology, 52*, 141–166.
- Scaria, P., Kumar, R., & Suresh, P. (2020). Supporting positive organizational behaviors: An integrative approach. *Journal of Business Psychology, 35*(3), 325–340.
- Slemp, G. R., & Vella-Brodrick, D. A. (2013). The role of job crafting in employees' subjective well-being. *Journal of Occupational Health Psychology, 18*(4), 343–354.
- Tims, M., & Bakker, A. B. (2010). Job crafting: Toward a new model of individual job redesign. *SA Journal of Industrial Psychology, 36*(2), 1–9.
- Tims, M., Bakker, A. B., & Derks, D. (2012). Development and validation of the job crafting scale. *Journal of Vocational Behavior, 80*(1), 173–186.
- Tims, M., Bakker, A. B., & Derks, D. (2013). The impact of job crafting on job demands, job resources and well-being. *Journal of Occupational Health Psychology, 18*(2), 230–240.
- Tims, M., & Parker, S. K. (2019). *Proactive work behaviors: Job crafting and beyond*. Routledge.
- Türk, K. (2007). İş tatminsizliği ve örgütsel sonuçları. *Yönetim Bilimleri Dergisi, 5*(2), 45–58.
- Wrzesniewski, A., & Dutton, J. E. (2001). Crafting a job: Revisioning employees as active crafters of their work. *Academy of Management Review, 26*(2), 179–201.

RENK ALDATIR: DİVAN ŞİİRİNDE RENGİNİN BAŞKA BİR BOYUTU

COLOR DECEIVES: ANOTHER DIMENSION OF RENGİN IN DIVAN POETRY

Dr., Arş. Gör. Zeynep BUÇUKCU

Aksaray Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü, Aksaray, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-5904-3601

ÖZET

Bu çalışma divan şiirinde rengin kelimesinin yalnızca görsel bir güzellik sıfatı olarak değil, aldatıcılık ve hileyi imleyen çok katmanlı bir söylem aracı olarak nasıl işlediğini incelemeyi amaçlamaktadır. Farsça sözlük geleneğinde firibende karşılığıyla belgelenen bu anlam boyutu klasik Türk şiirinin 16-19. yüzyıllar arasında kaleme alınmış divanlarından seçilen beyitler üzerinden tematik ve anlambilimsel açıdan çözümlenmektedir.

Çalışmanın kuramsal çerçevesi mitolojik karşılaştırmalı bir perspektif üzerine inşa edilmiştir. Gökkuşağı tanrıçası İris'in renkli giysisi altında kurduğu aldatıcı kimlikten Hint-Vedik geleneğinin māyā kavramına, Proteus'un gerçeği gizlemek için başvurduğu sürekli biçim değiştirmesine uzanan bu geniş mitolojik panorama rengin evrensel bir sembolik yapının parçası olduğunu ortaya koymaktadır. Policromia pek çok kültürde bağımsız biçimde güzellik ile tehlikeyi, büyü ile aldatmayı bir arada barındıran bir paradoksun simgesi olmuştur.

Bu evrensel çerçeve içinde divan şairlerinin rengini nasıl kullandığı, somut beyit çözümlemeleriyle gösterilmektedir. Ayak, asâ, şîşe ve libas gibi objeler; maşuğun yanağı, dudağı, nazı ve bakışı, şarap ve yanıltıcı görüntüler gibi imgeler, rengin sıfatı aracılığıyla hem estetik hem de ahlakî-metafizik bir yük taşımaktadır. Şairler bu kelimeyi ihâm, cinas ve tenâsüp sanatlarıyla işleyerek her beyitte iki anlam düzeyini eş zamanlı devrede tutmuştur: Görünenin güzelliği ve o güzelliğin altındaki tuzak.

Sonuç olarak bu çalışma rengini bir renk sıfatı olmanın yanında divan şiirinin anlam evreninde aldanışın ve yanılsamanın başlıca göstergelerinden biri olarak konumlandırmakta bu konumlanmanın mitolojik imgelemdeki derin kökleriyle birlikte okunması gerektiğini savunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rengin, Divan Şiiri, Aldatıcı Güzellik, Mitoloji, Anlambilim

ABSTRACT

This study aims to examine how the word rengin in divan poetry operates not only as an adjective of visual beauty but also as a multilayered discursive instrument that signifies deception and trickery. This semantic dimension documented in the Persian lexicographical tradition with the equivalent firibende, is analyzed thematically and semantically through couplets selected from divans written between the sixteenth and nineteenth centuries in classical Turkish poetry.

The theoretical framework of the study is constructed on a comparative mythological perspective. From the deceptive identity fashioned beneath the multicolored garment of Iris, the goddess of the rainbow, to the concept of māyā in the Indo-Vedic tradition and further to the perpetual transformations employed by Proteus to conceal the truth, this broad mythological panorama reveals that rengin forms part of a

universal symbolic structure. In many cultures, polychromy has independently functioned as the sign of a paradox that holds together beauty and danger, enchantment and deception.

Within this universal framework how divan poets employ rengîn is demonstrated through concrete analyses of couplets. Objects such as the wine cup, the rod, the glass ewer and the garment; images such as the beloved's cheek, lip, coquetry and glance as well as wine and deceptive appearances, carry both an aesthetic and a moral-metaphysical load by means of the adjective rengîn. By working this word through rhetorical devices such as ihâm, cinâs, and tenâsüp poets keep two levels of meaning simultaneously active in each couplet: The beauty of what appears and the trap beneath that beauty.

As a result this study positions rengîn alongside being a color adjective, as one of the principal indicators of deception and illusion in the semantic universe of divan poetry and argues that this positioning should be read together with its deep roots in the history of mythological imagery.

Keywords: Rengîn, Divan Poetry, Deceptive Beauty, Mythology, Semantics

Giriş

Divan şiirinde renk yalnızca görsel bir özellik olmaktan öte çoğu zaman sembolik ve çok katmanlı bir anlam dünyasının taşıyıcısıdır. Şairler renkleri kimi zaman doğrudan tasvir amacıyla kullanmış kimi zaman da bu tasvirlerin ötesine geçerek onlara psikolojik, estetik ya da ahlakî anlamlar yüklemiştir. Renklerin bu çok yönlü işlevi şiir dilinin estetik yapısını derinleştirmiş ve beyitlerde kurulan anlam ağlarını zenginleştirmiştir. Bu çok katmanlı yapı içinde renkleri kimi zaman da görünenin ardındaki gerçekliği perdeleyen unsurlar olarak işlenmiştir. Renk ile hakikat arasına koyulan bu mesafe tasavvufî düşüncenin etkisiyle yoğrulmuş; renk, metafizik anlamda bir perde, bir yanıltma aracı olarak değerlendirilmiştir (Yıldırım, 2006, s. 132; Demir, 2016, s. 25).

Bu sembolik ve katmanlı anlam yapısının en dikkat çekici yönlerinden biri renklerin hem cazibe hem tehdit taşıyan bir nitelikte birlikte düşünülmesidir. Bu çerçevede ilk elde estetik bir sıfat olarak "renkli olma" durumunu ifade eden rengin kelimesi göz alıcı dış görünüşlerin ardındaki aldatıcılığı imleyen bir işaret olarak karşımıza çıkar. Görünen ile gizli olan arasındaki gerilim beyitlerde nesnelerin yanında maşuk figürü üzerinden kurulan imgelerde dikkat çekici biçimde örülür. Rengin bu yönüyle yalnızca güzelliğe değil güzellik üzerinden kurulan estetik bir hileye de işaret eder. Bu bağlamda, bu çalışmanın konusunu teşkil eden rengin kelimesinin "aldatıcı, hileli" anlamı ile ilgili olarak 16-19. yüzyıllar arasında yazılmış divanlardan seçilen örnek beyitler üzerinden tematik bir inceleme yürütülmüştür. Divan şiirinde bu anlam düzlemiyle ilişkili kullanım alanlarını göstermek, bu anlamın hangi bağlamsal öğelerle inşa edildiğini beyit örnekleriyle açıklamak amaçlanmıştır.

Rengin sözlüklerde genellikle benzer ifadelerle tanımlanır. "Renk sahibi, boyalı, renkli, süslü, çeşitli renklere sahip olan" ("*Rengin*", Dehkhodâ, t.y.) ya da "alegorik, mecazî, metaforik; zarîf" (Steingass, 1963, s. 588) gibi tanımlamalar en sık rastlananlardır. Kelimenin tezkirelerdeki terimsel kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada onun şairlerin ve tezkire yazarlarının terminolojisinde nasıl konumlandığı üzerinde durulmuş, şairlerin kelimeyi sevgilinin fiziksel güzelliğini betimlemek ve kendi söyleyiş tarzlarını tanımlamak amacıyla, tezkire yazarlarının ise şairlerin üslubunu ve sanatsal anlatımını değerlendirmek için kullandıkları bir ifade olduğu belirtilmiştir (Türkyılmaz, 2018). Bu temel sayılabilecek anlamlar yanında Amîd sözlüğünde kelimenin karşılıkları arasında firîbende de geçer. Söz konusu kayıt Hakânî'ye ait bir beyit örneği ile desteklenir ("*Rengin*", Amid, t.y.):

از این رنگین سخن، خاقانی، بس / که باده رنگ جویی درنگیرد

(خاقانی، ۵۹۸)

[Yeter bu renkli sözlerden ey Hâkânî / Çünkü renge meyleden şarap bile bundan renk almaz artık]

Bu örnekte "*rengin sühân*" ifadesi *içi boş ve etkisiz süslü söz* anlamında kullanılmıştır. Sözlükte verilen bu beyit kelimenin sadece görsel bir nitelik taşımadığını aynı zamanda aldatıcı bir yüzeysellik anlamına da kayabileceğini göstermektedir. Benzer biçimde aynı sözlük içinde Mevlânâ'dan aktarılan bir beyitte *rengin*in algıyla ilgili bir kullanımı yer almaktadır ("*Rengin*", Dehkhodâ, t.y.):

شیشه‌های رنگ‌رنگ آن نور را / می‌نماید اینچنین رنگین به ما

(۷۶۶)

بیت

اول،

دفتر

(مولوی،

[Nur, renk renk camlar ardından bize böylece renklenmiş görünür.]

Bu beyitte *rengin* saf nûrun değişmediğini fakat maddî dünyanın renkli camları sebebiyle algının çeşitlendiğini ifade etmek için kullanılmıştır. Görülmektedir ki *rengin*in “aldatıcı güzellik” karşılığı hem sözlüklerde hem de Fars şiirinde tarihsel bir köke sahiptir. Bu durum sözcüğün Osmanlı şiirinde beliren “hileli” anlamı için de etimolojik ve semantik bir meşruiyet zemini sağlar.

Fars şiirinde olduğu gibi Türk şiirinde de *rengin*in “hileli, aldatıcı” anlamında kullanımının izlerine rastlamak mümkündür. Lehçediz sistemi aracılığıyla gerçekleştirilen taramalar sonucunda *rengin* kelimesinin geçtiği toplam 461 beyit tespit edilmiştir. Sistem üzerinde bulunan beyitlerin yüzyıllara göre dağılımı 15. yüzyılda 69, 16. yüzyılda 198, 17. yüzyılda 78, 18. yüzyılda 82, 19. yüzyılda 34 beyit şeklindedir. Bu beyitler arasında *rengin* kelimesinin “hileli” anlamında okunabileceği kullanım örnekleri belirlenmiştir. Bu bağlamda 16. yüzyılda 7, 17. yüzyılda 16, 18. yüzyılda 8, 19. yüzyılda 4 beyitte kelimenin “hile, aldatma” anlamı çağrıştıracak şekilde yorumlanması mümkün görünmektedir. 15. yüzyıl divanlarında ise doğrudan bu anlamda bir kullanıma rastlanmamıştır. *Rengin* genellikle sıfat ya da zarf göreviyle bulunduğu beyitlerde objeleri, sevgiliye ait unsurları, şarabı ve kimi görüntüleri nitelemektedir.

Mitolojik Çerçeve: *Rengin* ve Evrensel Aldatıcılık İmgesi

*Rengin*in divan şiirindeki çok katmanlı işlevi yalnızca Osmanlı- Fars edebî geleneğine özgü değildir. Sözcüğün söz konusu anlam alanı farklı kültürlerin mitolojik imgelem dünyalarında da karşılık bulan evrensel bir sembolik yapı olarak ele alınabilir. Divan şiirinin *rengin*i nasıl kullandığını ve bu kullanımın hangi karşılıklara yaslandığını kavramak için bu evrensel arka plana başvurmak, söz konusu edebî tercihin çok daha geniş bir boyutta nasıl konumlandığını görmemize imkân tanır.

Policromia yani çok renklilik yüzyıllar ve kıtalar boyu bir paradoksun simgesi olmuştur. Renk hem büyüler hem de yanıltır, hem güzeldir hem tehlikelidir. Bu gerilim Yunan mitolojisinden Hint felsefesine, Batı Afrika'nın yaratılış anlatılarından Avustralya yerlilerinin Rüya Çağı'na uzanan geniş bir coğrafyada tekrar tekrar sahnelenmiştir. Yunan mitolojisinde bu paradoksun en çarpıcı temsilcisi gökkuşağının tanrıçası *İris*'tir. Hesiodos'un *Theogonia*'sına göre *İris*, deniz tanrısı *Thaumas* ile *Okyanus* kızı *Elektra*'nın kızıdır (Hesiodos, 2016, s.13). Kendisi de “şaşkınlık” anlamına gelen *Thaumas*'ın kızı olması onun doğasında zaten bir tuhaflaştırma- büyüleme potansiyelinin olduğuna işaret eder. *İris*, Homeros'un *İlyada* destanında *Olimpos* tanrılarının ulaşı olarak *İda*'dan *Olimpos*'a, tanrılardan tanrılara ve tanrılardan insanlara mesajlar taşır. Adının etimolojisi de bu ikili doğayı yansıtır niteliktedir. Schmitz, adın hem εἶπω (“konuşmak, haber vermek”) hem de εἶρω (“birleştirmek”) köküne bağlanabileceğini, dolayısıyla *İris*'in “göğün ulaşı ya da barıştırıcısı” olarak yorumlanabileceğini aktarır (Schmitz, 1867, s. 621). Sonraki dönem şairlerinde *İris* giderek daha çok *Hera*'nın hizmetine girer ve aldatıcı işlevler üstlenir. Nitekim Vergilius'un *Aeneas*'ının beşinci kitabında *Hera*'nın emriyle Truvalı kadınların arasına kılık değiştirerek karışır ve onları gemileri yakmaya ikna eder (Vergilius, 1995, s. 146). Schmitz ayrıca antik çağda genel kabul gören görüşün *İris*'i gökkuşağının kendisi olarak değil onu yol olarak kullanan tanrıça olarak konumlandığını belirtir, gökkuşağı *İris* her ihtiyaç duyduğunda belirir ve artık gerekli olmadığına yok olur (Schmitz, 1867, s. 622). *İris*'in parlak renkli görünümü bu anlamda çokluk içinde kayboluşun ve kılık değiştirmenin sembolüdür.

Daha soyut ama çok daha kapsamlı bir düzlemde Hint mitolojisindeki mâyâ kavramı, renkliliğin aldatıcı boyutunu felsefi bir çerçeveye yerleştirir. Monier- Williams'ın Sanskritçe sözlüğüne göre mâyâ, daha eski bir kullanımda "olağanüstü güç ve bilgelik" anlamına gelmekteydi ancak Vedik dönemden itibaren "illüzyon, gerçek dışılık, aldatma, hile, sihir ve büyü" anlamlarını kazanmıştır (Monier-Williams, 1899, s. 811). Britannica'nın tanımıyla mâyâ "bir tanrının insanları kandırarak gerçekmiş gibi görünen bir illüzyona inandırmasını sağlayan sihirli güç"tür (Britannica, 2024). Bu kavramın renk boyutuyla doğrudan bağlantısı çalışmamızın giriş bölümünde Mevlânâ'dan alıntılanan beyitte kendiliğinden gün yüzüne çıkmaktadır: Saf nur tek ve değişmezdir, onu renkli gösteren maddî dünyanın çok renkli camları yani mâyânın bizzat kendisidir. Divan şiirinin *rengîni* ile Hint felsefesindeki mâyâ çok renkliliğin ya da gösterişli güzelliğin, hakikati gizleyen bir perde olmadaki rolü bağlamında örtüşen bir sembolik yapı ortaya koyar.

Antik Yunan'ın deniz tanrısı Proteus ise şekil değiştirme yetisi üzerinden bu yapıyı dramatik bir sahneye taşır. Homeros'un Odysseia'sında betimlenen Proteus, geçmiş şimdiki ve geleceği bilen fakat bu bilgiyi paylaşmaktan hoşlanmayan bir varlıktır. Onu yakalamaya çalışanlar aslan, yılan, panter, su ve ağaç gibi sürekli şekil değiştiren bir tanrıyla boğuşmak zorunda kalır (Homeros, 2008, s. 96). Bu mitolojik figürden türeyen "protean" sıfatı, bugün bile "biçim bakımından değişken ve çok yüzlü" anlamında kullanılmaktadır (Britannica, 2024). Klasik Türk şiirindeki rengin de tıpkı Proteus gibi sabitlenemeyen tek bir boyuta indirgenemeyen direnen bir niteliği imler. Divan şairlerinin rengini cinas, îham ve tenasüp sanatlarıyla nasıl çok anlamlı kıldığını bu ışıktaki değerlendirdiğimizde kelime adeta kendi içinde "protean" bir yapıya kavuşarak aldatıcı güzellik anlamına her an kayabilecek biçimde titreşir.

Tüm bu mitolojik figürler arasında çok renklilik ya da çok renkliliği taşıyan obje hiçbir kültürde yalnızca görüntü olarak kalmaz her defasında görünenin ötesinde bir durum, aldatma, dönüşüm, tehlike ya da aşkın bir iktidar ile ilişkilendirilir. Divan şiirinin rengini de bu evrensel sembolik miras içinde anlam kazanır. Hem şairin söz kudretini hem de sevgilinin cazibesini tanımlamak için kullanılan bu kelime başka mitolojik geleneklerin de bağımsız biçimde içerdiği bir paradoksu şiirsel düzleme taşır. Rengin olan şaşırtan ya da aldatandır.

Rengin Objeler

Klasik Türk şiirinde *rengin* temsil ettiği anlam alanını sorgulamak amacıyla Lehçediz üzerinden incelenen beyitler arasında aldatıcılık niteliğine sahip objeler şişe, ayak, asâ ve libâs olarak belirlenmiştir.

Beyitlerde ayak, hem kadeh hem oyun anlamları ile bulunur. Yapıldığı maddenin ya da üzerindeki kimi süslemelerin neden olduğu çeşitli ışık yansımalarının yarattığı parlak ve yanıltıcı görünüm onun olduğundan farklı, illüzyon içerebilecek bir silüete sahip olarak düşünülmesine açık kapı bırakır. Öte yandan parça-bütün ilişkisi bağlamında, kadehin içindeki şarabın kastedildiği durumda, şarabın aldatıcılığı da kadehe atfedilebilir. Böylece kadehe hem fiziksel özellikleri hem de içindeki şarapla ilişkilendirilerek yanıltıcı bir nitelik yüklenmiş olur.

Ayak kelimesi ayrıca güreşte rakibe çelme takarak onu devirme, alt etme (Şentürk, 2016, s. 445) anlamına karşılık gelmektedir. Kelimenin beyitlerde îham yoluyla düşünülebilecek olan bu anlamı ve rengin bahsedilen manası arasındaki tenâsüp ilgisi berraklaşır. Bu ilgiye Zâtî'nin beytindeki "reng" ve

cinas yoluyla "al" da (âl) katılır. Mezâkî'de ise cilveli bir güzel şekline bürünen şarabın gelişi maşuğu kendinden geçirip dans ettirecek niteliktedir.

Geçmeden reng-i zamân al ele rengin ayağı

Bâğlar kâr-geh-i reng-rizân oldu yine

(Zâtî Divanı, Gazel- 1246)

[Bahçeler yine renk dökmeye başladı, zamanın rengi geçmeden renkli kadehi eline al.]

Gelüp bezme yine ey duhter-i rez cilveler ile

Beni çāk böyle dest-efşân iden rengin ayağındur

(Mezâkî Dîvânı, Gazel- 114)

[Ey üzümün kızı! meclise gelip cilvelerle beni yine böyle dans ettiren senin renkli kadehindir.]

Rengin olarak nitelendirilen diğer bir obje de âsâdır. Medhî Divanı'nda geçen aşağıdaki beyitte şair, sevgilisine siyah başlık takmamasını ya da başına siyah bir şey sarmamasını ve eline rengin âsâ almamasını öğütlemektedir. Bu ifadenin "kara sarma" ile birlikte kullanılması, âsânın burada dinsel ya da kültürel aidiyetle ilişkilendirilen bir simge olabileceğine işaret eder. Nitekim Osmanlı'da gayrimüslim tebaanın giyimine dair düzenlemeler çerçevesinde, 16. yüzyıldan itibaren Yahudilerin kırmızı, Hristiyanların ise siyah şapka giymeleri zorunlu tutulmuş; bu grupların sarık sarmaları yasaklanmıştır (Turan, 2005: 252). Asâ ise divan şiirinde yalnızca bir baston ya da değnek değildir. Çeşitli nesne ve kavramlarla farklı anlam ilişkileri tesis eden bir objedir. Antik Mısır'da asâ, kraliyet sembolü ve ilahi otorite göstergesi olarak tanımlanır; firavunlar ve tanrılar sıklıkla asâ ile birlikte tasvir edilir (Dindi, 2021: 110). Aynı zamanda yılanla ilişkilendirilen bu nesne, Mısır mitolojisinde kaosu temsil eden Apep'e karşı bir simgesel mücadelede kullanılır. Kur'an'da ise Hz. Musa'nın asâsı yalnızca maddi bir nesne değil, tanrısal otoritenin mucize yoluyla görünür hâle geldiği bir araç olarak yer almaktadır. Firavun sihirbazlarının asâlarını yutan Musa'nın asâsı, bu yönüyle Apep'in yok edilmesini çağrıştırarak sembolik bir düzlemde bir anlam daha kazanır (Şamlıoğlu, 2020: 36). Bunun yanı sıra, asâ divan şiirinde şarapla da ilişkilendirilmiştir. Bazı beyitlerde âşıkların sarhoşlukları dolayısıyla yürüyemez hâle geldikleri ve asâya muhtaç oldukları ifade edilir (Şentürk, 2016: 358). Tüm bu bağlamlar göz önüne alındığında, Medhî'nin beyitinde geçen asâ fiziksel bir nesne olmanın ötesinde, şarap, büyü, dinsel aidiyet gibi temaları da çağrıştıran çok katmanlı bir sembol olarak rengin sıfatıyla nitelenir:

Seriñe kara şarma, destüñe rengin 'aşā alma

Ŧokunma 'aşk erine, Ŧa 'na kılma ehl-i 'irfāna

(Medhî Divanı, Gazel- 501)

[Başına siyah sarık, eline renkli asa alma; âşık kişiye dokunma, irfan sahiplerini ayıplama.]

Eldeki örnekte şişe de rengin olarak tasvir edilen bir unsurdur. Tıpkı ayak kelimesinde olduğu gibi şişe de parça bütün ilişkisi içinde şarap ile aynı nitelikte görülür. Beyitte mey, perî, rengin ve cinas sanatı yoluyla al/ âl kelimeleri arasındaki aldatıcılık odaklı ilgi oldukça belirgindir:

'Aks-i rüy-ı yârı kim görse habâb-ı meyde dir

Gör meyün alını rengin şişeye koymış perî

(Emrî Divanı, Kıt'a - 444)

[Sevgilinin yüzünün yansımasını şarabın köpüğünde kim görse "Bak, peri şarabın kırmızısını renkli şişeye koymuş" der.]

Sevgiliye Ait Rengîn Unsurlar

Şaire ait ürünler için kullanıldığı durumlarda rengîn, genellikle onun sanatını değerlendirir bir kimliğe bürünüyorken sevgili ile bağlantılı olduğunda onun âşîğın aklını çelen yönleri içindir. Bu bağlamda maddî manevî birçok özelliği kendinde toplayan sevgilinin en önemli silahlarından biri nazıdır. Sebzî Divanı'nda geçen aşağıdaki beyit bunun bir örneği olarak okunabilir:

Leylî geçübün karşıısına nâz ide rengîn

Gönlünü nice vormeye Mecnûn-ı perişân

(Sebzî Divanı, Gazel- 659)

[Leyla karşısına geçip renkli/türlü nazlar etse perişan Mecnun ona gönlünü nasıl vermesin.]

Rengînin "hileli, tuzaklı" anlamını destekleyecek şekilde kullanımı sevgilinin güzellik unsurlarını nitelediği bazı durumlarda da söz konusu olur. Bunlar arasında en çok yanak öne çıkar. İlk bakışta lâl, leb, lâl-gûn, al, renk, humret, gül, kızıl gibi kelimelerle bir arada kullanılarak "renkli" anlamı öne çıkarılıyor gibi görünse de al, renk gibi kelimelerin istiâreli kullanıma açık olmaları rengînin "hileli, aldatıcı" anlamını da "renkli" anlamı kadar görünür kılar:

Şu deñlü nâzûk imiş ol gülüñ rengîn yanağı kim

Hayâlî çeşm-i hûnîñümde tırmağ ile âl olmuş

(Emrî Divanı, Gazel- 231)

[O gülün renkli yanağı öyle nazlıymış ki hayali kanlı gözümde dura dura kızarmış.]

Ruḥ-ı alı gül-i gül-zâr-ı cennet

Kızıl gülden leb-i şîrîni rengîn

(Medhî Divanı, Gazel- 387)

[Kırmızı yanağı cennet bahçesinin gülü, sevimli dudağı kızıl gülden renkli.]

Ruḥ-ı dilber gibi rengîn gül-i ra 'nâ mı olur

Dil-i şûrîde-şîfat bülbül-i şeydâ mı olur

(Şeyhülislâm İshak Efendi Dîvânı, Gazel- 50)

[Sevgilinin yanağı gibi güzel gül mü olur, perişan gönül gibi deli bir bülbül mü olur?]

Şöyle rengîn la 'lgûn olmuş 'izâr-ı yâr kim

Reng eder humretde Sırrî 'ârîz-ı şeftâle ruḥ

(Derviş Selîm Sırrî Dîvânı, Gazel- 26)

[Sevgilinin yanağı kızılıktaki şeftaliye oyun edecek derecede renkli ve lâl gibi olmuş.]

Lehçediz'deki verilere göre divan şiirinde 18. yüzyıldan itibaren özellikle barut, silah, savaş gibi ilgililerle geçen "İngiliz" kelimesi Seyyid Vehbî'nin aşağıdaki beytinde bir cariye bedeninde somutlaşır.

Şair kırmızı renkli şarap ve zevk esiri İngiliz bir köle arasında bir benzerlik ilgisi inşa ederken hem ten rengi hem de divan şiiri geleneğinde sevgilinin "kâfir"liğini rengin olma durumu ile bağdaştırmıştır:

Bintü'l- 'ineb ki gül gibi rengin beñizlidür

Bir zevk esiri cāriyedür İngilizlüdür

(Seyyid Vehbî Dîvânı, Tahmis- 5)

[Şarabın yüzü zevk esiri bir İngiliz cariye gibi gül gibi renklidir.]

Sevgiliye ait birçok unsur içinde yanak ve beniz gibi dudak da rengindir. Aşağıdaki beyitte sevgilinin dudağı şaraba dokunması sebebiyle bu niteliği edinir:

Cānā nezâketle lebüñ beñzer tokundı bādeye

Böyle kızarmazdı eger gāyetde rengin olmasa

(Şeyhülislâm Yahyâ Dîvânı, Gazel- 318)

[Ey sevgili! Dudağın şaraba nazıkçe dokunmuş gibi yoksa bu kadar renkli olmazdı.]

Divan şiirinin klasik güzellik algısı içinde renkli göz çokça rastlanan bir fiziksel özellik değildir. Dolayısıyla Şeyh Galib'in kastettiği "rengin nigh" sevgilinin yan bakışı sebebiyle oluşturduğu tuzakla ilgilidir:

Bakan rengin nighler girye-i hūñin-i mestāna

Görüp tohm-ı gül-i 'işret demişler kaçtre-i kana

(Şeyh Gâlib Divanı, Gazel- 288)

[Sarhoşların kanlı gözyaşlarına bakan renkli bakışlar kan damlasını görüp ona "işret gülünün tohumu" demişler.]

Medhî teninin sapsarı kesilip kanlı gözyaşları dökerek ölmek üzere olduğunu belirttiği aşağıdaki beyitte rengin bir hayale uğradığının sanıldığından söz eder:

Götürdi yir yüzinden cism-i zerdüm eşk-i hūñnüm

Görüp bir āşinā didi buña rengin hayāl olmuş

(Medhî Divanı, Gazel- 249)

[Bir tanıdık kanlı yaşımın sarı bedenimi yer yüzünden götürdüğünü görüp, buna renkli bir hayal olmuş, dedi.]

Mâşuğun âşığa yönelik silahlarından biri de sözdür. Rengin olarak nitelendiği örneklerde sevgilinin ağzından çıkan söz genellikle dehân, leb, ârız, hal kelimeleri ile birliktedir ve dolayısıyla öncelikli olarak renk ile ilgili bir kullanım görünümü sergiler. Ancak sevgilinin dudaklarının arasından çıkanlar bağlama eklendiğinde devreye sözün aldaticılığı da girer. Bu kapsamda değerlendirilen beyitlerden birinde rengin, muammâyı nitelemektedir:

Münāsib olmak üzre gonçe-i gül levh-i gülşende

Dehân-ı nāzüküñ vaşfında bir rengin mu 'ammādur

(Dîvân-ı Nahîfî, Gazel- 140)

[Gül goncası gül bahçesinde senin nazik ağzını tarif eden rengin bir muamma olmaya uygundur.]

Bir başka beyitte de rengin sevgili tarafından yöneltlen bir soru için kullanılmıştır. Nitelendirmenin öncelikli sebebi, rengin kelimesini takip eden ve anlamını pekiştiren "hoş" ifadesiyle de desteklendiği üzere, sevgilinin sözünü estetik bir değere büründürme çabasıdır. Beyte bütüncül bir perspektiften bakıldığında ise, İslam inancında şarap içmenin haram olduğuna dair kuralı hatırlatan unsurlar öne çıkmaktadır. Bu bağlamda dikkat çeken ilk nokta, beyit içindeki "hafî" kelimesinin konumudur. "Hafî" hem şarabın gizlice içilmesini hem de maşuğun soruyu sorma biçimini niteleyen bir anlam taşımaktadır.

*Hafî mey nûş eder misiñ demiş ey dil saña ol meh
Ne rengin hoş-sühân bu ne 'acâ'ib bir su'âl ammâ*
(Fennî Dîvânı, Gazel- 4)

[Ey gönül! O ay yüzlü sana gizlice şarap içip içmediğini sormuş ama bu ne renkli güzel bir söz ve garip bir soru.]

Rengin Şarap

Divan şiirinde aşk ve şarap birbiriyle özdeşleşmiştir. Her ikisi de insanın aklını başından alıp ona olağanüstü bir cesaret ve güç veren, onu halden hale sokan şeylerdir (Şentürk, 2016, s. 392). Dolayısıyla beyitlerde kurulan kimi tenasüp ilgileri ile de desteklenerek rengin kelimesi için bu çalışmanın konusu olan anlam mümkün hale gelir:

*Hem gül gibi rengin bize bir bâde bulunsa
Hem reng-i riyâdan kadehi sâde bulunsa*
(Nailî Dîvânı, Gazel- 308)

[Bize hem gül gibi renkli hem de kadehi iki yüzlülük tuzağından arınmış bir şarap bulunsa.]

Bu beyitte rengin, hem gülün benzetileni hem de bâdenin niteleyicisi olarak işlev görmektedir. Divan edebiyatında gül, yaygın olarak sevgiliyi temsil eder ve sevgilinin âşığa karşı güven vermeyen, yanıltıcı ve aldatıcı bir kimliği olduğu sıkça vurgulanır. Öte yandan bâde yalnızca bir içki olarak değil insan üzerinde keyif verici, sarhoş edici ve yanıltıcı etkiler yaratan bir unsur olarak da değerlendirilir. Beyitte bu anlamı güçlendiren bir diğer unsur ikinci mısradaki geçen "reng" sözcüğüdür:

*Lâle şeklinde piyâle gül gibi rengin şarâb
Hâtem-i Tayden şahîdûr sâkî-i 'âlî-cenâb*
(Fâzıl Paşa Divanı, Gazel- 21)

[Kadeh lale şeklinde, şarap gül gibi renklidir; yüksek ruhlu sâkî Hâtem-i Tay'den cömerttir.]

Görünenin Renginliği

Rengin bazen nesnelerin olduklarından farklı görünmelerini, yanıltıcı bir görünüme sahip olmalarını belirtmek için kullanılmıştır. Bu durum Bosnalı Sâbit'in beytinde şarabın etkisiyle ülker yıldızının görünümünün olduğundan farklı algılanışı olarak karşımıza çıkar:

Şarābîdür kumāşî sırçalıdur reng-i gül-fāmı
Muṭallā ūlkerin mey-hāra rengin gösterür mîṇā
(Bosnalı Sâbit Dîvânı, Gazel- 10)

[Kumaşî şarap rengi, gül renkli rengi sırçalı olan şişe, yaldızlı ülkeri şarap içene renkli gösterir.]

Nâilî'de ise sevgilinin yanağının aksi görünenin algılanışını saptıran bir niteliğe bürünmüştür:

Yā her biri rengin görünür 'aks-i ruḥuñla
Bir tiğ-i celî-i şa 'a-i āyîne-gündur
(Nailî Dîvânı, Gazel- 95)

[Her biri, yanağının yansısıyla rengarenk görünen ayna renkli, gösterişli, parlak bir kılıçtır.]

Sonuç

Bu çalışma rengin kelimesinin "hileli, aldatıcı" anlamına odaklanarak yürütülmüştür. Kelimenin sözlüklerdeki karşılıkları genellikle görsel ve estetik çağrışımlar etrafında şekillense de şiirsel bağlamda zaman zaman yüzeysel süsleme, yanıltıcılık ve aldatıcılıkla ilişkili anlam katmanlarına da kavuştuğu tespit edilmiştir. Farsça sözlüklerde yer alan örnek beyitler rengin yalnızca fiziksel bir nitelik değil aynı zamanda içi boş, etkisiz ya da yanıltıcı bir gösterim biçimi olarak da işlev kazandığını göstermektedir. Bu yönüyle rengin sözcüğü, nesnenin hakikatinden saparak oluşturduğu illüzyonel algının simgesi olarak da değerlendirilebilir.

Mitolojik çerçeve açısından değerlendirildiğinde divan şiirinin rengini evrensel bir sembolik yapının parçasıdır. Yunan mitolojisinde gökkuşağı tanrıçası İris'in renkli giysisi altında yürüttüğü aldatıcı mesajcılık, Hint felsefesinin māyā anlayışında çok renkli görünüşün gerçeği perdelemesi gibi örnekler rengin kavramının hangi kalıcı insanî kaygılara yaslandığını gösterir. "Renkli olan aldatır" önermesi, divan şiirinin yarattığı bir icat değil pek çok kültürün bağımsız biçimde ulaştığı evrensel bir sezgidir.

Lehçediz sistemi üzerinden bu kelime odaklı yapılan taramada 461 beyitlik bir veri kümesi elde edilmiş, bu beyitlerin yalnızca bir bölümünde rengin kelimesinin aldatıcılık anlamını çağrıştıracak biçimde kullanıldığı tespit edilmiştir. Özellikle 16., 17. ve 18. yüzyıllara ait divanlarda kelimenin bu anlamı taşıdığı örnekler yoğunluk kazanmıştır. Rengin; ayak, asâ, kadeh (şişe), söz, yanak, naz, dudak, bakış ve gölge gibi unsurları nitelendirirken renkli olma durumunun yanında bu renkli görüntü üzerinden kurulan estetik bir aldatmacayı da ifade etmiştir. Şairler kelimeyi kimi zaman iham, tenâsüp ve cinas gibi sanatlarla çok katmanlı biçimde işlemiş böylece kelimenin ilk anlamını görünür kılarken alttan alta ikinci anlamı da çağrıştırmıştır.

Bu çalışma rengin kelimesinin şiirsel bir söylem aracı olarak içerdiği çok yönlülüğü beyit örnekleri üzerinden göstermektedir. Şairler bu kelime aracılığıyla aşkın yanıltıcılığı, dünyanın geçiciliği, güzelliğin aldatıcılığı gibi klasik temaları imgeleştirmiştir. Böylece rengin, estetik ve semantik açıdan derinlikli bir sembole dönüşmüş, Divan şiirinin anlam evreninde aldanişın göstergelerinden biri olmuş ve bunu yaparken binlerce yıllık mitolojik imgelem tarihinin izlediği yolu yeniden kat etmiştir.

Kaynakça

- Britannica. (2024). Maya. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/Advaita-school-of-Hindu-philosophy>
- Britannica. (2025). Proteus. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/Proteus-Greek-mythology>
- Demir, R. (2016). Divan şiirinde renkler. Grafiker Yayınları.
- Dindi, K. (2021). Tarih felsefesi bağlamında Hz. Musa'nın asâsı: Mucize mi, yoksa hâkimiyet sembolü mü? Siyer Araştırmaları Dergisi, (9), 105-130.
- Hesiodos. (2016). Theogonia- İşler ve günler (Azra Erhat, Sabahattin Eyüboğlu, Çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Homerios. (2008). Odysseia (A. Erhat & A. Kadir, Çev.). Can Yayınları.
- <https://kamus.yek.gov.tr>
- <https://www.lehcediz.com.eu1.proxy.openathens.net>
- "Rengîn." (t.y.). Farhang-i Farsî-yi Amid. <https://vajebyab.com/amid/رنگین> (Son Erişim Tarihi: 12.05.2025)
- "Rengîn." (t.y.). Logatnâme-ye Dehkhodâ. <https://vajebyab.com/dehkhoda/رنگین> (Son Erişim Tarihi: 12.05.2025)
- Şamlıoğlu, İ. E. (2020). Antik Mısır mitolojisinde Apep-Ra düellosu ve Hz. Musa'nın yılanı dönüşen asası: Karşılaştırmalı bir değerlendirme. Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 61(1), 31-57.
- Şentürk, A. A. (2016). Osmanlı şiiri kılavuzu (Cilt 1). Osmanlı Edebiyatı Araştırmaları Merkezi.
- Turan, N. (2005). 16. yüzyıldan 19. yüzyıl sonuna dek Osmanlı Devleti'nde gayrimüslimlerin kılık kıyafetlerine dair düzenlemeler. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 60(4), 239-267.
- Türkyılmaz, N. (2018). Klasik şiir üzerine yapılan tenkit terminolojisine bir örnek: "rengin". Turkish Studies, 13/28, 1001-1021. DOI: 10.7827/TurkishStudies.14068
- Vergilius. (MÖ 29-19/2003). Aeneis (D. West, Çev.). Penguin Classics.
- Yıldırım, A. (2006). Renk simgeçiliği ve Şeyh Gâlib'in üç rengi. Milli Folklor, 72, 129-140.
- Zülfe, Ö. (2012). Şiir dilinde anlam çağrışımları. Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi, (9), 151-166.
- Schmitz, L. (1867). Iris. (İçinde) W. Smith (Ed.), Dictionary of Greek and Roman biography and mythology (II. cilt, 621-622). Little, Brown and Company.
- Britannica Editors. (2024, December 26). Proteus. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/Proteus-Greek-mythology>

**DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE MUHASEBE VE SİGORTA DİSİPLİNLERİNİN
ENTEGRASYONU**
INTEGRATION OF ACCOUNTING AND INSURANCE DISCIPLINES IN THE DIGITAL
TRANSFORMATION PROCESS

Arş. Gör. Beyda Nur YILMAZ

Başkent Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Muhasebe ve Finans Yönetimi Bölümü, Ankara,
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0006-2550-299X

Arş. Gör. Eren Deniz KAHRAMAN

Başkent Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Sigortacılık Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-8231-2232

Dr. Öğr. Üyesi Aşlı VURAL

Başkent Üniversitesi, Kahramankazan MYO, Yönetim Organizasyon Bölümü İşletme Yönetimi
Programı, Ankara, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-2981-0114

Doç. Dr. Burçak KIZILTAN IŞIK

Başkent Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Muhasebe ve Finans Yönetimi Bölümü, Ankara,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-1277-679X

ÖZET

Küreselleşme, finansal piyasaların karmaşıklaşması ile dijital dönüşüm süreçlerinin muhasebe ve sigorta sektörleri arasındaki etkileşimini her zamankinden daha önemli hâle getirmiştir. Özellikle risk temelli denetim anlayışının yaygınlaşması, sigorta işlemlerinin muhasebeleştirilmesi ve finansal raporlamada şeffaflık gereklilikleri, bu iki alanın bütünleşik bir bakış açısıyla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Çalışmanın amacı, muhasebe ve sigorta uygulamalarının dijitalleşme ekseninde nasıl entegre edilebileceğini incelemektir. Ayrıca bu bütünleşmenin finansal raporlama kalitesi ile kurumsal risk yönetimine olan katkılarının ortaya konulması hedeflenmektedir. Çalışmada, sigorta şirketlerinde uygulanan muhasebe standartları çerçevesinde finansal tabloların hazırlanma süreçleri analiz edilmekte; büyük veri ve yapay zekâ teknolojilerinin hasar yönetimi, prim hesaplama ve karşılık ayırma süreçlerine etkisi değerlendirilmektedir. Bunlara ek olarak, sigorta şirketlerinde iç kontrol ve iç denetim mekanizmalarının muhasebe bilgi sistemiyle entegrasyonu ve finansal risklerin azaltılmasındaki rolü incelenmektedir. Araştırmada nitel analiz yöntemi kullanılmış olup, literatür taraması ve örnek olay incelemeleri doğrultusunda elde edilen bulgular, dijital muhasebe uygulamalarının sigorta sektöründe finansal şeffaflığın artırılmasına ve aktüeryal tahminlerin doğruluk düzeyinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, teknolojik altyapı yetersizlikleri ve mevzuat uyum süreçlerinin bütünleşik olarak ilerlemesi sürecinde önemli zorlukların olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, muhasebe ve sigorta disiplinlerinin dijital dönüşüm çerçevesinde bütüncül bir sistem yaklaşımıyla ele alınmasının, sürdürülebilir finansal yönetim ve kurumsal güvenilirlik açısından stratejik bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, akademik literatüre disiplinler arası bir perspektif sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Muhasebe ve Sigorta Entegrasyonu, Finansal Raporlama Kalitesi.

ABSTRACT

Globalization, coupled with the increasing complexity of financial markets and digital transformation processes, has made the interaction between the accounting and insurance sectors more important than ever. In particular, the widespread adoption of risk-based auditing, the accounting for insurance transactions, and the requirements for transparency in financial reporting necessitate that these two areas be addressed from an integrated perspective. The aim of this study is to examine how accounting and insurance practices can be integrated within the context of digitalization. It also aims to reveal the contributions of this integration to the quality of financial reporting and corporate risk management. The study analyzes the processes of preparing financial statements within the framework of accounting standards applied in insurance companies and evaluates the impact of big data and artificial intelligence technologies on claims management, premium calculation, and provisioning processes. In addition, it examines the integration of internal control and internal audit mechanisms with the accounting information system in insurance companies and their role in reducing financial risks. Qualitative analysis was used in the research, and the findings obtained through literature review and case studies show that digital accounting applications can contribute to increasing financial transparency and improving the accuracy of actuarial estimates in the insurance sector. However, it was found that technological infrastructure deficiencies and regulatory compliance processes pose significant challenges in the process of integrated advancement. Consequently, this study reveals that addressing accounting and insurance disciplines within a holistic system approach in the context of digital transformation is a strategic necessity in terms of sustainable financial management and corporate reliability. In this context, it offers an interdisciplinary perspective to the academic literature.

Keywords: Digital Transformation, Accounting and Insurance Integration, Financial Reporting Quality.

GİRİŞ

Finansal ürünlerin ve teknolojiye bağlı hizmetlerin çeşitlenmesi, sigorta sektöründe bilanço dışı belirsizlikleri daha görünür kılmıştır. Özellikle gelecekte gerçekleşmesi beklenen nakit akışlarının zamanlaması, tutarı ve aktüeryal tahminleme gibi unsurlar sigortacılık faaliyetlerinin temel belirsizlik alanlarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte dijitalleşme süreci, söz konusu belirsizliklerin ölçülmesi ve finansal tablolarda raporlanma biçimlerini önemli ölçüde dönüştürmektedir. Dijital teknoloji kullanımı sigortacılık sektöründe ürün geliştirme, fiyatlama, dağıtım kanalları, hasar süreçleri ve müşteri ilişkileri gibi operasyonel süreçlerin hızlandırmıştır. Diğer yandan teknoloji kullanımı ile sigortacılık, muhasebe ve finans fonksiyonları arasında daha güçlü bir entegrasyon gerekliliği ortaya çıkmıştır. Nitekim literatürde sigorta değer zincirinin dijitalleşme süreciyle birlikte müşteri deneyimi, süreç verimliliği, yeni ürün geliştirme ve sektör dışı rekabet baskısı gibi alanlarda yeniden şekillendiği ifade edilmektedir (Eling ve Lehmann, 2018).

Sigorta sektöründe hızla gelişen bu dönüşümün temel unsurlarından biri de sigorta sözleşmelerinin ölçülmesi ve finansal tablolarda sunulmasına ilişkin muhasebe standartlarında yaşanan gelişmeler olarak yer alır. Sigorta sözleşmelerinin yapısı gereği finansal raporlarda karşılaştırılabilir ve şeffaf bir biçimde raporlanmasına yönelik gereksinimler, sigortacılık muhasebesinin yalnızca operasyonel kayıt işlevi ile sınırlı kalmaması için yeniliğe ihtiyaç duyulmuştur. Aynı zamanda risk tahminlerinin ve gerçekleşme hedeflerinin ekonomik gerçekliğini yansıtan bir ölçüm ve raporlama sistemi hâline gelmesine yol açmıştır. Bu bağlamda Uluslararası Finansal Raporlama Standartları kapsamında IFRS 17 Sigorta Sözleşmeleri standardının yürürlüğe giriş tarihi ve erken uygulama koşulları standart koyucu tarafından 1 Ocak 2023 itibarıyla netleştirilmiş olup, standardın IFRS 9 Finansal Araçlar standardı ile uygulanması gerektiği özellikle vurgulanmıştır (International Financial Reporting Standards Foundation, t.y.).

IFRS 17'nin getirdiği ölçüm yaklaşımı, sigorta sözleşmelerinden doğan yükümlülüklerin finansal durum tablosunda iki temel bileşen üzerinden ölçülmesini öngörmektedir. Bunlardan ilki, sözleşme kapsamında yer alan ve sigorta yükümlülükleri olan prim ve tazminat hesaplamalarının yerine getirilmesi için beklenen gelecekteki nakit giriş ve çıkışlarının olasılık ağırlıklı güncel tahminlerinin bugünkü değerini, bu nakit akışlarının zaman değerine ilişkin iskonto etkisini ve finansal olmayan risklere ilişkin risk ayarlamasını içeren yükümlülükleri karşılama nakit akışlarıdır. Bu bileşen, sigorta sözleşmelerinin yerine getirilmesiyle doğrudan ilişkili tüm nakit akışlarını kapsar. İkinci bileşen ise sigorta sözleşmelerinden elde edilmesi beklenen ancak henüz kazanılmamış primleri temsil eden sözleşmeye dayalı hizmet marjıdır. Bu tutar başlangıçta sigorta yükümlülüğünün bir parçası olarak muhasebeleştirilir ve sigorta sözleşmesi süresince, şirket tarafından hizmet sağlandıkça sözleşmenin kapsama süresi boyunca sistematik bir şekilde gelir olarak finansal tablolara yansıtılır (International Financial Reporting Standards Foundation, 2017).

Finansal raporlama kalitesinin değerlendirilmesinde uluslararası kavramsal çerçevede belirlenen niteliksel özellikler önemli bir referans noktası oluşturmaktadır. Buna göre faydalı finansal bilginin temel niteliklerinin ihtiyaca uygunluk ve gerçeğe uygun sunum olarak ifade edilmekte; karşılaştırılabilirlik, doğrulanabilirlik, zamanlılık ve anlaşılabilirlik ise destekleyici nitelikler olarak kabul edilmektedir. Söz konusu nitelikler özellikle sigorta muhasebesinde tahmine dayalı

kalemlerin, örneğin teknik karşılıklar ve rezervlerin güvenilirliği ile açıklama kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt sunmaktadır (International Accounting Standards Board, 2018).

Dijital dönüşümün muhasebe ve sigorta uygulamaları arasındaki entegrasyona katkısı iki temel düzeyde ele alınabilir. İlk düzeyde dijitalleşme, poliçe yönetimi, prim tahsilatı, hasar ihbarı ve değerlendirme süreçleri, ödeme zinciri ile telematik ve sağlık verileri gibi sigorta operasyonlarından çok daha ayrıntılı ve yüksek frekanslı veri üretilmesine olanak sağlamaktadır. İkinci düzeyde ise yapay zekâ ve büyük veri analitiği bu verilerin fiyatlama, hasar yönetimi, rezerv hesaplamaları, dolandırıcılık tespiti ve stres testleri gibi alanlarda etkin bir biçimde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca denetim ve uyum süreçleri açısından veri analitiği teknikleri, sürekli denetim ve risk odaklı denetim yaklaşımlarının uygulanabilirliğini artırarak iç kontrol mekanizmalarının muhasebe bilgi sistemi ile daha bütünleşik bir yapı kazanmasına katkı sağlamaktadır (International Association of Insurance Supervisors, 2018). Bu çalışmanın amacı, muhasebe ve sigorta uygulamalarının dijitalleşme ekseninde nasıl entegre edilebileceğini ve bu entegrasyonun finansal raporlama kalitesi ile kurumsal risk yönetimine sağlayabileceği katkıları nitel bir çerçevede ortaya koymaktır. Bu kapsamda çalışmada; (i) IFRS 17 odaklı finansal raporlama dönüşümünün veri, sistem ve iş süreçleri üzerindeki etkileri, (ii) büyük veri ve yapay zekâ uygulamalarının hasar, prim ve rezerv süreçlerinde yarattığı yeni uygulama alanları ve (iii) iç kontrol ve iç denetim yapısının muhasebe bilgi sistemi ile bütünleşmesinin denetim ve risk yönetimi üzerindeki etkileri birlikte değerlendirilmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışma nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde ele alınmıştır. Araştırmada veri toplama sürecinde iki temel kaynaktan yararlanılmıştır. Bunlardan ilki muhasebe standartları ile düzenleyici ve KPMG (2024) gibi kurumsal raporlardır. Bu kapsamda özellikle IFRS 17 standardının uygulanmasına ilişkin etkiler analizleri, yürürlük sürecine ilişkin açıklamalar, uygulama rehberleri ile sigorta sektöründe finansal istikrar ve denetim bakış açısını yansıtan kurumsal değerlendirmeler incelenmiştir. İkinci temel kaynak ise akademik literatürdür. Literatür incelemesinde sigorta değer zincirinde dijital dönüşüm, muhasebe bilgi sistemlerinde büyük veri kullanımı, aktüeryal fiyatlama ve rezerv hesaplamalarında makine öğrenmesi uygulamaları, risk odaklı iç denetim yaklaşımları ile iç kontrol ve risk yönetimi çerçevelerini konu alan çalışmalar değerlendirilmiştir. Böylece çalışma, muhasebe, sigortacılık, teknoloji ve denetim alanlarının kesişiminde yer alan bir çerçeve içinde yürütülmüştür. İnceleme konusu, sigorta şirketlerinde muhasebe süreçleri ile sigorta operasyonlarının, özellikle prim, hasar ve rezerv süreçlerinin, dijital teknolojiler yardımıyla bütünleşmesidir. Bu bağlamda inceleme üç temel boyutta yapılandırılmıştır. Birinci boyut finansal raporlama kalitesidir. Bu boyutta uluslararası finansal raporlama kavramsal çerçevesinde yer alan niteliksel özellikler esas alınarak raporlama süreçlerinde ortaya çıkan değişimler değerlendirilmiştir. İkinci boyut kurumsal risk yönetimi ve iç kontrol sistemidir ve bu çerçevede dijitalleşmenin risk yönetimi süreçleri ile iç kontrol mekanizmalarının etkinliği üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Üçüncü boyut ise veri yapısı ve teknoloji altyapısıdır; bu kapsamda veri yönetimi, analitik uygulamalar ve otomasyonun sigorta süreçleri ile muhasebe sistemi arasındaki ilişkiye sağladığı katkılar incelenmiştir. Bu ayrım, IFRS 17 standardının öngördüğü ölçüm ve raporlama yaklaşımı ile sigorta faaliyetlerinden elde edilen veriler arasındaki ilişkinin daha açık biçimde

değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Araştırmada analiz yöntemi olarak tematik içerik analizi kullanılmış ve literatür incelemesi sonucunda elde edilen bulgular belirli başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda temel inceleme başlıkları; standart ve uyum baskıları, veri bütünlüğü ve izlenebilirlik, aktüeryal tahmin doğruluğu, hasar ve prim analizleri, dolandırıcılık ve anomali tespiti, risk odaklı denetim ve sürekli güvence, iç kontrol yapıları ile altyapı ve mevzuat uyumuna ilişkin güçlükler olarak belirlenmiştir. Ardından bu başlıklar arasındaki ilişkiler değerlendirilerek dijital bütünleşmenin finansal raporlama kalitesi ve kurumsal risk yönetimine hangi mekanizmalar aracılığıyla katkı sağlayabileceği açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmada ayrıca örnek olay yaklaşımından da yararlanılmıştır; ancak burada amaç doğrudan saha verisine dayalı kapsamlı bir alan araştırması gerçekleştirmek değildir. Bunun yerine literatürde yer alan uygulama örnekleri ve raporlanan bulgular birlikte değerlendirilmiştir. Özellikle IFRS 17'nin ilk uygulama deneyimlerine ilişkin raporlar, risk odaklı iç denetim uygulamalarına dair bulgular ve sağlık ile hasar dolandırıcılığının tespitinde makine öğrenmesi kullanımına yönelik çalışmalar bu kapsamda incelenmiştir. Böylece farklı alanlarda elde edilen bulguların, sigorta operasyonları ile muhasebe süreçlerinin dijital araçlar aracılığıyla bütünleşmesine ilişkin ortak ihtiyaçları ve karşılaşılan güçlükleri ne ölçüde ortaya koyduğu tartışılmıştır.

BULGULAR

Nitel analiz sonuçları, dijitalleşme ekseninde muhasebe ve sigorta uygulamaları arasındaki bütünleşmenin dört temel bulgu grubu etrafında şekillendiğini göstermektedir. Bunlar; IFRS 17 standardının ortaya çıkardığı veri ve süreç bütünleşmesi ihtiyacı, büyük veri ve yapay zekâ uygulamalarının prim, hasar ve rezerv süreçlerinde bütünleşmeyi derinleştirilmesi, iç kontrol ve iç denetim yapısının muhasebe bilgi sistemiyle bütünleşmesinin risk azaltımı ve raporlama güvenilirliğine katkısı ile altyapı ve mevzuat uyumunun eş zamanlı ilerlememesi durumunda ortaya çıkan uygulama güçlükleridir (International Accounting Standards Board, 2017).

IFRS 17 standardının etkilerine ilişkin değerlendirmeler, sigorta muhasebesinde önemli bir değişime işaret etmektedir. IFRS 4 kapsamında benzer sigorta sözleşmeleri için farklı muhasebe politikalarının uygulanabilmesi ve ekonomik çevrede meydana gelen değişimlerin, özellikle faiz oranları ile risk unsurlarının, sigorta yükümlülüklerine zamanında yansıtılamaması finansal tabloların karşılaştırılabilirliğini azaltan unsurlar arasında gösterilmektedir. IFRS 17 standardı ise bu sınırlılıkları azaltarak ekonomik değişimlerin finansal raporlara daha zamanlı ve daha açık biçimde yansıtılmasını amaçlamaktadır (International Accounting Standards Board, 2017). Bu yaklaşım, finansal raporlama kalitesinin niteliksel özellikleri ile de yakından ilişkilidir. Nitekim IFRS 17'nin beklenen etkilerine ilişkin saha bulguları, sigorta şirketlerinde çalışan finans profesyonelleri üzerinde yapılan çalışmalarda standardın özellikle karşılaştırılabilirlik ve gerçeğe uygun sunum üzerinde olumlu etkiler doğuracağını ortaya koymaktadır. Aynı araştırmada ihtiyaca uygunluk, doğrulanabilirlik, zamanlılık ve anlaşılabilirlik gibi diğer niteliksel özelliklerde de iyileşme beklentisinin bulunduğu ifade edilmektedir (Dahiyat ve Owais, 2021).

Finansal istikrar açısından yapılan değerlendirmeler, IFRS 17'ye geçiş sürecinde sigorta yükümlülüklerinin ve buna bağlı olarak özkaynak büyüklüklerinin önemli ölçüde değişebileceğini göstermektedir. Bu etkinin derecesi, önceki muhasebe uygulamalarındaki farklılıklara ve geçişte benimsenen yöntemlere göre değişmektedir. Ayrıca ilk uygulama döneminde ortaya çıkabilecek

beklenmedik özkaynak değişimlerinin kısa vadede finansal risk yaratabileceği ve bu nedenle geçiş etkilerinin zamanında ve yeterli biçimde açıklanmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (European Systemic Risk Board, 2021). Bunun yanında özellikle küçük ve kaynakları sınırlı sigorta şirketlerinde aktüerya, muhasebe ve idari süreçlerin ayrı veri yapıları üzerinden yürütülmesi, veri bütünleşmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle IFRS 17'nin etkili biçimde uygulanabilmesi için farklı fonksiyonlar arasında güçlü bir iş birliğinin gerekli olduğu ifade edilmektedir. Bu bulgu, muhasebe ile sigorta süreçleri arasındaki bütünleşmenin yalnızca teknik bir dönüşüm olmadığını, aynı zamanda yönetim ve organizasyon yapısı ile de ilgili olduğunu göstermektedir. Nitekim sektör uygulamalarına ilişkin raporlar, IFRS 17'nin daha ayrıntılı veri ihtiyacı ve ölçüm yaklaşımı nedeniyle bilgi teknolojileri altyapısında geniş kapsamlı bir değişim yarattığını ortaya koymaktadır. Bu çerçevede veri bütünleşmesi ve planlama süreçlerinin birbirine uyumlu hâle getirilmesi, sigorta şirketlerinde teknoloji dönüşümünün temel unsurları arasında değerlendirilmektedir (Corradi vd., 2023).

IFRS 17'nin ilk uygulama yılına ilişkin uluslararası raporlar da benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. IFRS 17 ve IFRS 9 standartlarını birlikte uygulayan sigorta şirketlerinin finansal raporları incelendiğinde, muhasebe politikası açıklamaları, önemli yargılar ve iskonto oranı seçimleri gibi alanlarda karşılaştırılabilirlik artışı beklenmekle birlikte açıklama uygulamalarında hâlen bazı farklılıkların sürdüğü görülmektedir. Ancak kullanıcıların standardı daha iyi anlamasıyla birlikte bu açıklamaların zaman içinde daha açık ve daha tutarlı hâle gelmesi beklenmektedir (KPMG, 2024).

Sigorta değer zincirinde dijitalleşmenin etkilerine ilişkin değerlendirmeler, nesnelerin interneti, büyük veri analitiği ve yapay zekâ gibi teknolojilerin ürün tasarımıyla hasar yönetimine kadar pek çok süreci etkilediğini göstermektedir. Özellikle daha ayrıntılı risk verisinin elde edilmesi, fiyatlama modellerinin daha hassas kurulmasına ve dolaylı olarak rezerv gereksinimlerinin yeniden değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum muhasebe açısından iki önemli sonuç doğurmaktadır. Birincisi, teknik karşılık ve rezerv hesaplamalarında daha ayrıntılı veri ve modelleme imkânlarının ortaya çıkmasıdır. İkincisi ise veri yönetimi, gizlilik ve algoritmik önyargı gibi yeni risk alanlarının raporlama güvenilirliği üzerinde baskı oluşturabilmesidir (International Association of Insurance Supervisors, 2018).

Aktüeryal fiyatlama ve rezerv hesaplamalarında makine öğrenmesi kullanımına ilişkin çalışmalar, geleneksel yöntemlerin özellikle yüksek boyutlu ve heterojen veri yapısını her zaman yeterli düzeyde temsil edemediğini göstermektedir. Ağaç tabanlı algoritmalar, gradyan artırma yöntemleri ve yapay sinir ağları gibi tekniklerin doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilmesi, fiyatlama ve rezerv tahminlerinde yeni olanaklar sunmaktadır. Bu kapsamda yapılan literatür değerlendirmelerinde bireysel hasar verisi kullanılarak rezerv hesaplamasının mümkün hâle geldiği ve toplulaştırma sırasında kaybolan bazı bilgilerin korunabildiği ifade edilmektedir (Blier-Wong vd., 2020). Rezervleme bağlamında makine öğrenmesi ile geleneksel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma modellerin daha isabetli tahminler üretebildiği de ortaya konmuştur. Örneğin gradyan artırma, rastgele orman ve yapay sinir ağlarının geleneksel Chain Ladder yöntemleriyle birlikte kullanıldığı çalışmalar, önerilen modelin rezerv risk değerlendirmesinde daha yüksek doğruluk sağlayabildiğini göstermektedir (Ramos-Perez vd., 2021). Bu gelişme, muhasebe ve finansal raporlama açısından önem taşımaktadır. Çünkü teknik karşılıkların daha doğru tahmin

edilmesi finansal tabloların gerçeğe uygun sunumunu ve karar almada yararlılığını artırabilecek niteliktedir (International Accounting Standards Board, 2018).

Prim tahmini açısından yapılan çalışmalar da benzer sonuçlara işaret etmektedir. Geleneksel GLM modelleri ile makine öğrenmesine dayalı regresyon ağaçlarının birlikte kullanıldığı araştırmalar, sağlık sigortası verilerinde risk gruplarının daha ayrıntılı biçimde belirlenebildiğini ve değişkenlerin etkisinin daha doğru değerlendirilebildiğini göstermektedir. Bu tür bulgular, fiyatlama sistemleri ile finansal raporlama süreçleri arasındaki veri ve model ilişkisinin yeniden ele alınması gerektiğine işaret etmektedir (Karageyik, 2023). Sigorta sektöründe dijital analitik uygulamalarının önemli kullanım alanlarından biri de dolandırıcılık ve anomali tespittir. Sağlık sigortası hasar verileri üzerinde yapılan sistematik incelemeler, makine öğrenmesi tekniklerinin bu alanda giderek daha yaygın biçimde kullanıldığını göstermektedir. Bununla birlikte veri standardizasyonu eksikliği, gizlilik kaygıları ve etiketlenmiş dolandırıcılık örneklerinin sınırlı olması gibi nedenler uygulamada önemli güçlükler yaratmaktadır (du Preez vd., 2025). Bu durum, sigorta şirketlerinin iç kontrol sistemleri açısından da önemlidir. Analitik temelli kontrol mekanizmalarının etkinliği yalnızca kullanılan modelin doğruluğuna değil, aynı zamanda veri bütünlüğüne, süreç sahipliğine ve denetim izi oluşturabilme kapasitesine de bağlıdır (Faccia ve Petratos, 2024).

Büyük verinin muhasebe bilgi sistemleriyle entegrasyonu, muhasebe fonksiyonunun kapsamını önemli ölçüde genişletmektedir. Güncel araştırmalar, muhasebe bilgi sistemlerinin artık yalnızca kayıt tutma amacıyla kullanılmadığını; aynı zamanda öngörüselle analiz, sahtekârlık tespiti ve düzenleyici gerekliliklere uyum gibi alanlarda da kullanılmaya başlandığını göstermektedir. Ancak bu gelişmeler veri bütünlüğünün korunması, analitik yetkinlik gereksiniminin artması ve veri gizliliğine ilişkin yasal düzenlemelere uyum sağlanması gibi yeni risk alanlarını da beraberinde getirmektedir (Faccia ve Petratos, 2024). Bu risklerin etkin biçimde yönetilebilmesi için iç kontrol sistemlerinin sistematik bir çerçevede yapılandırılması gerekmektedir. COSO iç kontrol modelinde iç kontrol sistemi; kontrol ortamı, risk değerlendirmesi, kontrol faaliyetleri, bilgi ve iletişim ile izleme olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır ve özellikle izleme faaliyetleri sistemin sürekliliğinin sağlanması açısından kritik bir unsur olarak kabul edilmektedir (COSO, 2013). Risk temelli iç denetim yaklaşımını ele alan ampirik çalışmalar da benzer sonuçlara işaret etmektedir; risk yönetimi eğitimlerinin verilmesi, etkin bir denetim komitesinin bulunması ve kurumsallaşmış bir risk yönetimi sisteminin oluşturulması, risk temelli iç denetim uygulamalarının etkinliği ile olumlu yönde ilişkilidir. Bu bulgular, finansal bilgi kalitesinin yalnızca teknoloji yatırımlarına değil, aynı zamanda güçlü yönetim yapıları ve kurumsal risk yönetimi süreçlerine de bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Lois vd., 2021).

IFRS 17 standardının uygulanmasına yönelik değerlendirmeler, özellikle iskonto oranlarının piyasa koşullarıyla uyumlu biçimde belirlenmesi, uzun vadeli parametrelerin izlenmesi ve veri toplama süreçlerinin yeniden yapılandırılması gibi alanlarda önemli zorlukların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Uluslararası kapasite geliştirme raporları, IFRS 17'nin sigorta muhasebesinde köklü bir dönüşüm yarattığını ve bu dönüşüm sürecinde veri, süreç ve teknoloji yatırımlarının düzenleyici çerçeve ile uyumlu şekilde ilerlemesi gerektiğini vurgulamaktadır (World Bank Centre for Financial Reporting Reform, 2023). Dijitalleşmeye ilişkin gözetim otoritelerinin değerlendirmeleri de benzer bir duruma işaret etmektedir. Dijital yenilikler sigorta sektöründe verimlilik artışı ve

müşteri faydası sağlama potansiyeline sahip olsa da tüketicinin korunması, algoritmik karar mekanizmalarının şeffaflığı, veri kullanım politikaları ve bilgi teknolojileri altyapısına ilişkin yeni gözetim sorunlarını da gündeme getirmektedir. Bu nedenle teknoloji temelli dönüşüm ile düzenleyici uyum süreçlerinin eş zamanlı ve bütüncül bir biçimde yürütülmesi gerektiği belirtilmektedir; aksi durumda entegrasyon sürecinin sürdürülebilirliği zayıflayabilmektedir (International Association of Insurance Supervisors, 2018).

TARTIŞMA

Araştırma bulguları, muhasebe ve sigorta uygulamalarının dijital dönüşüm kapsamında entegrasyonunun üç temel düzeyde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu düzeyler ölçüm ve raporlama, operasyon ve analiz ile güvence ve yönetim boyutlarından oluşmaktadır. Ancak bu boyutların birbirinden bağımsız değil, aksine karşılıklı etkileşim içinde olan ve birbirini tamamlayan bir yapı oluşturduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu alanlardan herhangi birinde ortaya çıkabilecek bir zayıflık, entegrasyon sürecinin finansal raporlama kalitesi ve kurumsal risk yönetimine sağlayabileceği katkıyı sınırlayabilmektedir (International Accounting Standards Board, 2018). Ölçüm ve raporlama boyutunda IFRS 17 standardı, sigorta yükümlülüklerinin ekonomik gerçekliği daha doğru yansıtacak şekilde daha zamanlı ve karşılaştırılabilir biçimde raporlanmasını amaçlamaktadır. Bununla birlikte standardın uygulanması veri bütünlüğünün sağlanması, hesaplama süreçlerinin izlenebilirliği ve bilgi sistemleri arasındaki uyumun kurulması gibi önemli gereklilikleri beraberinde getirmektedir. Bu noktada temel tartışma, finansal raporlama kalitesini artırma amacı ile uygulama sürecinde ortaya çıkabilecek model ve operasyon riskleri arasında nasıl bir denge kurulacağıdır. Finansal istikrar perspektifinden yapılan değerlendirmelerde, geçiş sürecinde özkaynaklar üzerindeki etkilerin öngörülebilirliğinin sınırlı olabileceği ve bu nedenle yapılan açıklamaların kapsamı ile niteliğinin büyük önem taşıdığı vurgulanmaktadır. Bu durum, raporlama kalitesinin yalnızca kullanılan ölçüm yaklaşımına değil, aynı zamanda açıklama düzeninin etkinliğine ve paydaşlarla kurulan iletişimin niteliğine de bağlı olduğunu göstermektedir (European Systemic Risk Board, 2021).

Operasyon ve analiz boyutunda ise büyük veri ve yapay zekâ uygulamaları sigorta sektöründe prim, hasar ve rezerv süreçlerinin daha ayrıntılı ve veri temelli biçimde yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak analitik araçların yalnızca tahmin doğruluğunu artırması yeterli görülmemektedir. Özellikle fiyatlama ve rezervleme süreçlerinde kullanılan modellerin düzenleyici denetim, finansal raporlama güvenilirliği ve kurumsal hesap verebilirlik açısından açıklanabilir, izlenebilir ve gerektiğinde yeniden üretilebilir olması gerekmektedir. Bu nedenle verinin kaynağının izlenebilmesi, model sürümlerinin takip edilebilmesi ve denetim izlerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Sağlık sigortasında dolandırıcılık tespitine yönelik çalışmalarda vurgulanan veri entegrasyonu ve standardizasyon eksikliklerinin IFRS 17 uygulamasında karşılaşılan veri toplama ve sistem uyarlama sorunlarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu durum, analitik kapasite ile veri yönetimi olgunluğu arasındaki tamamlayıcı ilişkinin stratejik bir öncelik olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (du Preez vd., 2025). Güvence ve yönetim boyutunda ise entegrasyonun başarılı olabilmesi, iç kontrol ve iç denetim yapılarının muhasebe bilgi sistemiyle teknik ve süreçsel açıdan uyumlu hâle getirilmesini gerektirmektedir. Dijitalleşmeyle birlikte iç kontrol sisteminde izleme faaliyetlerinin sürekli veri akışına dayalı bir yapıya dönüşmesi, risk odaklı iç denetim yaklaşımının veri analitiği aracılığıyla

özellikle yüksek riskli alanlara yönelmesini kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte risk temelli iç denetimin etkinliği yalnızca teknolojik altyapıya bağlı değildir; eğitim düzeyi, denetim komitesinin etkinliği ve kurumsallaşmış risk yönetimi yapısının varlığı gibi yönetim unsurları da bu süreçte belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle dijital entegrasyon projelerinin yalnızca bilgi teknolojileri birimlerinin yürüttüğü teknik girişimler olarak değil, denetim komitesi gözetimi, risk iştahı tanımları ve iç denetim planlamasıyla bütünleşen kurumsal dönüşüm programları olarak ele alınması gerekmektedir (COSO, 2013). Bu bağlamda ortaya çıkan bütüncül yaklaşım, IFRS 17 ile getirilen ölçüm ve açıklama gerekliliklerinin sigorta operasyonlarından elde edilen veriler ile muhasebe süreçlerinin ortak bir veri yapısı üzerinde bütünleşmesini gerekli kıldığını göstermektedir. Bu veri yapısı büyük veri ve yapay zekâ uygulamalarıyla desteklendiğinde rezervleme, fiyatlama ve hasar yönetimi alanlarında tahmin doğruluğu artabilmekte; iç kontrol ve risk temelli denetim mekanizmaları aracılığıyla da bu süreçler güvence altına alınabilmektedir.

Son aşamada ise bu bütünleşik yapı finansal raporlama kalitesinin niteliksel özelliklerinde iyileşmeye katkı sağlayabilmektedir. Ancak veri standardizasyonu eksiklikleri, altyapı yetersizlikleri, mevzuata uyumda gecikmeler veya nitelikli insan kaynağı eksikliği gibi faktörler bu sürecin zayıflamasına neden olabilmekte ve beklenen kazanımların tam olarak gerçekleşmesini engelleyebilmektedir. Bu durumda entegrasyonun sağlayacağı yararlar uygulamada sınırlı kalmakta ve daha çok potansiyel düzeyde değerlendirilmektedir (Dahiyat ve Owais, 2021).

SONUÇ

Bu çalışmada sigorta sektöründeki muhasebe uygulamaları ile sigorta operasyonlarının dijital dönüşüm süreci içinde nasıl bütünleşebileceği incelenmiş ve bu entegrasyonun finansal raporlama kalitesi ile kurumsal risk yönetimine sağlayabileceği katkılar nitel analiz yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, sigorta sektöründe muhasebe ve operasyon süreçleri arasındaki entegrasyonun yalnızca teknolojik bir dönüşüm olarak ele alınmasının yeterli olmadığını; bunun aynı zamanda finansal raporlama, veri yönetimi, iç kontrol ve kurumsal yönetim boyutlarını içeren kapsamlı bir dönüşüm sürecini ifade ettiğini göstermektedir. Araştırma sonuçları, IFRS 17 standardının sigorta muhasebesinde önemli bir değişim yarattığını ortaya koymaktadır. Sigorta sözleşmelerinin ölçümüne ilişkin yeni yaklaşım, yükümlülüklerin ekonomik gerçekliği daha doğru yansıtacak biçimde raporlanmasını amaçlamakta ve bu doğrultuda veri kalitesi, model doğruluğu ve açıklama disiplinine yönelik beklentileri artırmaktadır. Bununla birlikte standardın uygulanma sürecinde veri entegrasyonu, sistem altyapısı ve organizasyonel koordinasyon gibi alanlarda önemli uyum gereksinimlerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum, muhasebe, aktüerya ve bilgi teknolojileri fonksiyonlarının ortak bir veri ve model altyapısı üzerinde birlikte çalışmasını gerekli kılmaktadır.

Dijital dönüşümün sigorta değer zinciri üzerindeki etkileri incelendiğinde, büyük veri analitiği ve yapay zekâ uygulamalarının özellikle fiyatlama, hasar yönetimi ve rezerv hesaplama süreçlerinde önemli fırsatlar sunduğu görülmektedir. Bu teknolojiler, daha kapsamlı veri kullanımını mümkün kılarak tahmine dayalı muhasebe kalemlerinin doğruluğunu artırabilmektedir. Ancak bu gelişmeler aynı zamanda veri yönetimi, algoritmik şeffaflık, model riskleri ve veri güvenliği gibi yeni risk alanlarını da gündeme getirmektedir. Bu nedenle analitik kapasitenin geliştirilmesi kadar, veri yönetimi altyapısının güçlendirilmesi ve etkin denetim izlerinin oluşturulması da büyük önem

taşımaktadır. Araştırmada ulaşılan bir diğer önemli bulgu ise muhasebe bilgi sistemi ile iç kontrol ve iç denetim mekanizmaları arasındaki ilişkinin giderek güçlenmesidir. Dijital veri akışlarının sürekli izlenebilir hâle gelmesi, risk odaklı denetim yaklaşımlarının uygulanmasını kolaylaştırmakta ve özellikle yüksek riskli alanların daha etkili biçimde denetlenmesine imkân tanımaktadır. Bununla birlikte iç denetimin etkinliğinin yalnızca teknolojik araçlara bağlı olmadığı; kurum içi yönetim yapısı, denetim komitesinin işlevselliği ve kurumsal risk yönetimi sistemlerinin olgunluğu gibi unsurlarla da yakından ilişkili olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bulgular doğrultusunda, sigorta sektöründe muhasebe ve operasyon süreçlerinin sürdürülebilir biçimde bütünleştirilebilmesi için üç temel öncelik alanı öne çıkmaktadır. İlk olarak, IFRS 17 uygulamasının gerektirdiği veri ve model altyapısının sigorta operasyonlarından elde edilen verilerle entegre şekilde tasarlanması gerekmektedir. İkinci olarak, büyük veri ve yapay zekâ uygulamalarının yalnızca analitik performans açısından değil, aynı zamanda veri yönetimi ve düzenleyici uyum boyutları dikkate alınarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Üçüncü olarak ise iç kontrol, iç denetim ve kurumsal risk yönetimi süreçlerinin muhasebe bilgi sistemiyle bütünleşik bir yapı içinde ele alınması gerekmektedir. Sonuç olarak, sigorta sektöründe dijitalleşme ile muhasebe uygulamalarının entegrasyonunun finansal raporlama kalitesi ve kurumsal risk yönetimi açısından önemli fırsatlar sunduğu söylenebilir. Bununla birlikte bu fırsatların etkin biçimde değerlendirilebilmesi için veri altyapısı, organizasyonel koordinasyon, düzenleyici uyum ve insan kaynağı yetkinliği gibi alanlarda eş zamanlı gelişmelerin sağlanması gerekmektedir. Aksi hâlde dijital dönüşümün sağlayabileceği katkılar sınırlı kalabilir ve finansal raporlama ile risk yönetimi süreçlerinde beklenen iyileşmeler tam olarak gerçekleşmeyebilir.

KAYNAKÇA

Blier-Wong, C., Cossette, H., Lamontagne, L., & Marceau, E. (2020). Machine learning in P&C insurance: A review for pricing and reserving. *Risks*, 9(1), 4.

Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO). (2013). *Internal control—Integrated framework*. https://ce.jalisco.gob.mx/sites/ce.jalisco.gob.mx/files/coso_mejoras_al_control_interno.pdf

Corradi, D., Panagiotou, A., Bergamini, N., Panjwani, D., & Sheth, H. (2023, August 10). *IFRS 17 calls for a new take on data and technology*. Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/publications/2023/ifrs-17-requires-new-data-technology-strategies>

Dahiyat, A., & Owais, W. (2021). The expected impact of applying IFRS (17) insurance contracts on the quality of financial reports. *Accounting*, 7(3), 581–590.

du Preez, A., Bhattacharya, S., Beling, P., & Bowen, E. (2025). Fraud detection in healthcare claims using machine learning: A systematic review. *Artificial Intelligence in Medicine*, 160, 103061.

Efe, A. (2023). A comparison of key risk management frameworks: COSO-ERM, NIST RMF, ISO 31000, COBIT. *Denetim ve Güvence Hizmetleri Dergisi*, 3(2), 185–205.

Eling, M., & Lehmann, M. (2018). The impact of digitalization on the insurance value chain and the insurability of risks. *The Geneva Papers on Risk and Insurance—Issues and Practice*, 43(3), 359–396.

European Systemic Risk Board. (2021). *Financial stability implications of IFRS 17 insurance contracts*.

<https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/reports/esrb.report.FinancialstabilityimplicationofIFRS.202112~1c930d5e1b.en.pdf>

Faccia, A., & Petratos, P. (2024, May). Big data applications in accounting information systems. In *Proceedings of the 2024 9th International Conference on Big Data and Computing* (pp. 1–7).

International Accounting Standards Board. (2018). *Conceptual framework for financial reporting*. <https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/pdf-standards/english/2021/issued/part-a/conceptual-framework-for-financial-reporting.pdf>

International Association of Insurance Supervisors. (2018). *Issues paper on increasing digitalisation in insurance and its potential impact on consumer outcomes*. <https://www.iais.org/uploads/2022/01/181112-Issues-Paper-on-Increasing-Digitalisation-in-Insurance-and-its-Potential-Impact-on-Consumer-Outcomes.pdf>

International Financial Reporting Standards Foundation. (2017). *Effects analysis: IFRS 17 insurance contracts*.

<https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/project/insurance-contracts/ifrs-standard/ifrs-17-effects-analysis.pdf>

International Financial Reporting Standards Foundation. (t.y.). *IFRS 17 insurance contracts*. <https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-17-insurance-contracts/>

Karageyik, B. B. (2023). Regression tree approach to estimation of health insurance premium. *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya*, 16(2), 81–99.

Lois, P., Drogalas, G., Nerantzidis, M., Georgiou, I., & Gkampeta, E. (2021). Risk-based internal audit: Factors related to its implementation. *Corporate Governance: The International Journal of Business in Society*, 21(4), 645–662.

Ramos-Perez, E., Alonso-Gonzalez, P. J., & Núñez-Velázquez, J. J. (2021). Stochastic reserving with a stacked model based on a hybridized artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 163, 113782.

KPMG. (2024). *Real-time IFRS 17: Insurers' YE 2023 reporting*.
<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/be/pdf/Real-Time-IFRS-17-Insurers-YE-2023-reporting.pdf>

World Bank Centre for Financial Reporting Reform. (2023). *IFRS 17 challenges and changes*.
<https://cfrf.worldbank.org/sites/default/files/2023-11/IFRS%2017%20Challeneges%20and%20changes.pdf>

**KÜLTÜREL MİRAS VE İNANÇ TURİZMİ BAĞLAMINDA KAPADOKYA KÜLTÜR
YOLU'NUN ANALİZİ: DÖRT GÜNLÜK ROTA ÜZERİNE BİR İNCELEME**
AN ANALYSIS OF THE CAPPADOCIA CULTURE ROUTE IN THE CONTEXT OF
CULTURAL HERITAGE AND FAITH TOURISM: A STUDY ON THE FOUR-DAY ROUTE

Öğr. Gör. Dr. Şule Sinem SÜRDEM

Gümüşhane Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Gümüşhane, TÜRKİYE

| ORCID: 0000-0001-5789-4875

Dr. Öğr. Üyesi Gamze ÇOBAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Afyon, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-6524-3861

Öğr. Gör. Dr. Elif ÇAM

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Karaman,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-5598-1454

ÖZET

Kapadokya bölgesi, erken Hristiyanlık döneminden itibaren önemli bir dini merkez olarak öne çıkmış ve özellikle Göreme, Hristiyan din adamları için önemli bir ziyaret ve ibadet merkezi olmuştur. Bu bağlamda, bölgede yaşayan din adamlarının kutsal mekânlara yönelik yürüyüşleri, tarihsel bir inanç rotasının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Kapadokya Kültür Yolu, bu tarihsel arka plan temel alınarak, din adamı Arseniy'nin yürüyüş güzergâhı esas alınmak suretiyle oluşturulan ve bölgenin kültürel ve dini mirasını kapsayan önemli bir yürüyüş rotasıdır. Bu çalışmanın amacı, Kapadokya Kültür Yolu'nun dört günlük yürüyüş rotasını kültürel miras ve inanç turizmi açısından analiz ederek, söz konusu rotanın turizm potansiyelini ve kültürel değerini ortaya koymaktır. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmış olup, doküman analizi ve rota incelemesi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında, rota üzerinde yer alan kiliseler, manastırlar, antik yerleşimler ve doğal alanlar kültürel miras ve inanç turizmi açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, Kapadokya Kültür Yolu'nun zengin dini ve kültürel miras unsurlarını bir araya getiren, inanç turizmi ve alternatif turizm türleri açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle Göreme Açık Hava Müzesi, Keşlik Manastırı, Aya Nikola Manastırı ve bölgedeki diğer dini yapılar, rotanın inanç turizmi açısından değerini artırmaktadır. Sonuç olarak, Kapadokya Kültür Yolu'nun uluslararası yürüyüş rotası standartlarına uygun şekilde geliştirilmesinin, bölgenin turizm çeşitliliğini artıracak ve kültürel mirasın korunmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca, bu tür kültür rotalarının sürdürülebilir turizm ve destinasyon gelişimi açısından önemli bir araç olduğu sonucu ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kapadokya Kültür Yolu, kültürel miras, inanç turizmi, kültür rotaları, Kapadokya

ABSTRACT

The Cappadocia region has stood out as an important religious center since the early Christian period, and Göreme, in particular, has served as a significant place of worship and pilgrimage for Christian clergy. In this context, the journeys of religious figures to sacred sites contributed to the formation of a historical faith route in the region. The Cappadocia Culture Route is an important walking route established based on this historical background, specifically following the path walked by the religious figure Arseniy, and encompasses the region's cultural and religious heritage. The aim of this study is to analyze the four-day walking route of the Cappadocia Culture Route in terms of cultural heritage and faith tourism, and to reveal its tourism potential and cultural significance. This study employs a qualitative research method, utilizing document analysis and route analysis techniques. Within the scope of the research, churches, monasteries, ancient settlements, and natural sites located along the route were evaluated in terms of cultural heritage and faith tourism. The findings indicate that the Cappadocia Culture Route has significant potential for faith tourism and alternative tourism, as it brings together rich religious and cultural heritage elements. In particular, sites such as the Göreme Open-Air Museum, Keşlik Monastery, Aya Nikola Monastery, and other religious structures enhance the route's value in terms of faith tourism. As a result, it is concluded that developing the Cappadocia Culture Route in accordance with international walking route standards will contribute to increasing tourism diversity in the region and support the preservation of cultural heritage. Furthermore, cultural routes such as this are considered important tools for sustainable tourism and destination development.

Keywords: Cappadocia Culture Route, Cultural Heritage, Faith Tourism, Cultural Routes, Cappadocia

MİMARLIKTAKİ MEKANSAL GÜVENLİK LİTERATÜRÜNÜN HARİTALANMASI**MAPPING THE LITERATURE ON SPATIAL SECURITY ON ARCHITECTURE****Öğr. Gör. Dr. Elif ÇAM**

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Karaman, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-5598-1454

Dr. Öğr. Üyesi Gamze ÇOBAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Afyon, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-6524-3861

Öğr. Gör. Dr. Şule Sinem SÜRDEM

Gümüşhane Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Gümüşhane, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-5789-4875

ÖZET

Mimarlık disiplininde mekânsal güvenlik kavramı ile ilgili yapılan çalışmalar ilk zamanlarda çoğunlukla fiziksel koruma önlemleri ile sınırlandırılarak ele alınmıştır. Modern yaklaşımlarla birlikte kullanıcı algısı, görünürlük, mekânsal organizasyon, erişilebilirlik ve kamusal-özel alan ilişkileri gibi çok katmanlı bir yapı olarak ele alınmaya başlanmıştır. Fakat bu alandaki çalışmaların disiplin içindeki konumunun, tematik yoğunluklarının ve araştırma eğilimlerinin bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu doğrultuda bu araştırma kapsamında, mimarlıkta mekânsal güvenlik literatürünün sistematik biçimde inceleyerek alanın yapısal ve tematik haritasının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışmada Web of Science veri tabanında belirlenen anahtar kelimeler doğrultusunda tarama gerçekleştirilmiş ve mimarlık alanı ile ilişkili toplam 104 makale analiz kapsamına alınmıştır. Elde edilen veri seti, VOSviewer yazılımı kullanılarak görselleştirilmiş; anahtar kelime eş-bulunuş ağları, yazar ve ülke dağılımları ile tematik kümelenmeler irdelenmiştir. Elde edilen analizler sonucunda literatürde öne çıkan kavramsal odaklar, araştırma yoğunlukları ve disiplinlerarası etkileşim alanları belirlenmiştir. Bulgular, mekânsal güvenlik çalışmalarının özellikle kentsel-kamusal alanlar, suç önleme yaklaşımları, çevresel tasarım stratejileri ve kullanıcı algısı ekseninde yoğunlaştığını göstermektedir. Çalışmada mimari tasarım bağlamında güvenliğin mekânsal kurguyla ilişkisini ele alan çalışmaların görece sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak mekânsal güvenlik araştırmalarının mimarlık disiplini içindeki yerinin görünür kılınmış ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel boşluk alanlarını ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mekânsal güvenlik, yapı çevre, tematik yoğunluk

ABSTRACT

Studies on the concept of spatial security in the discipline of architecture were initially limited to physical protection measures. With modern approaches, it has begun to be addressed as a multi-layered structure, including user perception, visibility, spatial organization, accessibility, and public-private space relationships. However, there have been a limited number of studies evaluating the position of research in this field within the discipline, its thematic intensity, and research trends within a holistic framework. Accordingly, this research aims to systematically examine the literature on spatial security in architecture and to reveal the structural and thematic map of the field. In this context, a search was conducted in the Web of Science database using the identified keywords, and a total of 104 articles related to the field of architecture were included in the analysis. The obtained data set was visualized using VOSviewer software; keyword co-occurrence networks, author and country distributions, and thematic clusters were examined. The analyses revealed the conceptual focuses, research intensities, and interdisciplinary interaction areas that stand out in the literature. The findings show that spatial security studies are particularly concentrated on urban-public spaces, crime prevention approaches, environmental design strategies, and user perception. The study found that research addressing the relationship between security and spatial design in the context of architectural design is relatively limited. Consequently, the place of spatial security research within the discipline of architecture has been made visible, and potential gaps for future research have been identified.

Keywords: Spatial security, built environment, thematic density

STEREOLİTOGRAFI ÜRETİM SÜRECİNDE EMİSYONLARIN İÇ HAVA KALİTESİ VE İŞÇİ SAĞLIĞI AÇISINDAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

INDOOR AIR QUALITY AND OCCUPATIONAL HEALTH IMPLICATIONS OF EMISSIONS DURING STEREOLITHOGRAPHY PRINTING

Tuğçe TEZEL

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID ID 0000-0003-0139-442X

Volkan KOVAN

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID ID 0000-0002-0599-525X

ÖZET

Üç boyutlu (3B) baskı teknolojileri, karmaşık geometrilere sahip bileşenleri yüksek hassasiyet ve maliyet etkinliği ile üretebilme yetenekleri sayesinde endüstriyel ve laboratuvar ortamlarında hızla yaygınlaşmıştır. Eklemeli imalat teknikleri arasında stereolitografi (SLA), üstün yüzey kalitesi ve yüksek çözünürlük sağlaması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. SLA ile üretilen parçaların mekanik performansını geliştirmeye yönelik çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, baskı süreci sırasında ortaya çıkan emisyonların işçi sağlığı üzerindeki olası etkileri literatürde sınırlı düzeyde incelenmiştir.

Bu çalışmada, kapalı muhafaza koşullarında gerçekleştirilen tek bir SLA baskı süreci sırasında iç hava kalitesi (IAQ) parametrelerindeki değişimler ve olası mesleki maruziyet etkileri değerlendirilmiştir. Baskı öncesinde bir temel ölçüm periyodu oluşturulmuş, baskı süresince ise belirli aralıklarla tekrarlı ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçülen parametreler; partikül madde fraksiyonları (PM1.0, PM2.5, PM10), toplam uçucu organik bileşikler (TVOC), karbondioksit (CO₂), sıcaklık ve bağıl nem değerlerini kapsamaktadır. Baskı sırasında gözlenen konsantrasyonlar, arka plan seviyeleri ile karşılaştırılarak artış eğilimleri ve pik değer davranışları analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular, SLA baskı sürecine özgü emisyon dinamiklerini ve laboratuvar ölçekli ortamlardaki kısa süreli mesleki maruziyet açısından olası etkileri ortaya koymaktadır. Önerilen izleme yaklaşımı, risk temelli havalandırma planlaması ve önleyici iş sağlığı ve güvenliği stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Stereolitografi, iç hava Kalitesi, Mesleki Maruziyet, İş Sağlığı ve Güvenliği

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) printing technologies have rapidly expanded across industrial and laboratory environments due to their ability to produce complex components with high precision and cost efficiency. Among additive manufacturing techniques, stereolithography (SLA) is widely adopted for its superior surface quality and fine resolution. While substantial research has focused

on enhancing the mechanical performance of SLA-printed materials, considerably less attention has been given to emission-related occupational health implications during printing operations.

This study evaluates indoor air quality variations and potential occupational exposure during a single SLA printing process conducted under closed-enclosure laboratory conditions. A baseline monitoring period was established prior to printing, followed by repeated interval-based measurements throughout the printing phase. The monitored parameters included particulate matter fractions (PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM₁₀), total volatile organic compounds (TVOC), carbon dioxide (CO₂), temperature, and relative humidity. Emission levels observed during printing were compared with baseline concentrations to quantify excess exposure trends and peak concentration behavior.

The findings provide insight into emission dynamics specifically associated with SLA printing and their short-term occupational health implications in laboratory-scale environments. The proposed monitoring framework contributes to risk-informed ventilation planning and supports preventive occupational safety strategies in photopolymer-based additive manufacturing facilities.

Keywords: additive manufacturing, SLA, air quality, occupational health

1. GİRİŞ

Üç boyutlu baskı teknolojileri, karmaşık geometrileri yüksek hassasiyet ve maliyet etkinliği ile üretebilme yetenekleri sayesinde endüstriyel ve laboratuvar uygulamalarında hızla yaygınlaşmıştır (Aliberti ve ark., 2026). Eklemeli imalat süreçleri, malzeme optimizasyonunu kolaylaştırarak geleneksel üretim kısıtlarını aşmakta ve yeni nesil üretim yaklaşımlarının temelini oluşturmaktadır (Ramadhan ve ark., 2026). Bu teknikler arasında yer alan stereolitografi (SLA), sıvı fotopolimer reçinelerin ultraviyole (UV) ışık ile katmanlı olarak kürlenmesine dayanmakta; yüksek yüzey kalitesi ve boyutsal doğruluk sağlaması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir (Aliberti ve ark., 2026; Abere ve ark., 2026).

SLA ile üretilen parçaların mekanik performansına ilişkin çalışmalar yoğun olmakla birlikte, baskı sürecinde ortaya çıkan emisyonların mesleki sağlık boyutu sınırlı düzeyde incelenmiştir. Fotobaşlatıcılar ve kürlenmemiş reçineler potansiyel toksisite riski taşımakta; kapalı alanlarda uçucu kimyasal kirleticilere maruziyet solunum yolu tahrişi ve uzun vadeli sağlık etkileriyle ilişkilendirilmektedir (Aliberti ve ark., 2026; Qian ve ark., 2026).

İç hava kalitesinin (IAQ) değerlendirilmesinde partikül madde (PM), toplam uçucu organik bileşikler (TVOC), karbondioksit (CO₂), sıcaklık ve bağıl nem gibi parametrelerin izlenmesi kritik önemdedir (Jahromi ve ark., 2026). Kirleticilerin yayılım davranışlarının belirlenmesi, risk temelli havalandırma stratejilerinin geliştirilmesine temel oluşturmaktadır (Jahromi ve ark., 2026).

Literatür, 3B baskı süreçlerinin kapalı ortamlarda IAQ bozulmalarına neden olabildiğini göstermektedir (Ding ve Ng, 2021). Özellikle FFF sistemlerinde ultra ince partikül (UFP) ve VOC emisyonlarının baskı parametrelerine bağlı olarak arttığı; sıcaklık, nozül çapı ve dolgu ayarlarının belirleyici olduğu ortaya konmuştur (Sittichompoo ve ark., 2020; Cheng ve ark., 2018; Hamrol ve Osiński, 2025). Katkı maddelerinin termal bozunmayı katalize ederek toksik VOC oluşumunu artırdığı da rapor edilmiştir (Potter ve ark., 2021). Binder jetting, PBF ve DED gibi diğer

tekniklerde ise toz ve bağlayıcı kaynaklı maruziyet riskleri bildirilmiştir (Afshar-Mohajer ve ark., 2015; Ding ve Ng, 2021).

SLA ve diğer vat fotopolimerizasyon yöntemlerinde emisyonlar yalnızca baskı aşamasıyla sınırlı olmayıp; reçine transferi, IPA ile yıkama, kurutma, UV kürlenme ve zımparalama gibi post-processing adımlarında da ortaya çıkmaktadır (Bowers ve ark., 2022). Özellikle IPA ile yıkama işlemi yüksek TVOC seviyeleriyle, zımparalama ise partikül oluşumuyla ilişkilendirilmiştir (Bowers ve ark., 2022). Bu süreçlerin mekânsal dağılımını ve maruziyet düzeylerini öngörmek amacıyla CFD tabanlı modellemeler de kullanılmaktadır (MacCuspie ve ark., 2021).

Bu çalışma, kapalı muhafaza koşullarında gerçekleştirilen tek bir SLA baskı süreci sırasında IAQ parametrelerindeki değişimleri ve kısa süreli mesleki maruziyet potansiyelini deneysel olarak değerlendirmektedir. Baskı öncesi arka plan ölçümleri oluşturulmuş; baskı süresince PM1.0, PM2.5, PM10, TVOC, CO₂, sıcaklık ve bağıl nem değerleri izlenmiştir. Konsantrasyon değişimleri arka plan seviyeleriyle karşılaştırılarak pik davranışları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, SLA sürecine özgü emisyon dinamiklerinin anlaşılmasına ve risk temelli havalandırma ile iş sağlığı ve güvenliği stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada, stereolitografi (SLA) yöntemi ile gerçekleştirilen reçine bazlı 3B yazdırma sürecinin iç ortam hava kalitesi üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler, Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü bünyesinde bulunan kapalı bir laboratuvar ortamında yürütülmüştür. Deney süresince yazdırma işlemi dışında herhangi bir insan faaliyeti, temizlik, doğal ya da mekanik havalandırma müdahalesi veya ek cihaz çalıştırılmamış; böylece ölçümlerin yalnızca yazdırma sürecinden kaynaklanan emisyonları yansıtması hedeflenmiştir.

Yazdırma işlemleri, masaüstü tip bir stereolitografi teknolojisine sahip olan Anycubic Photon Mono X 6K kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney süresince cihazın UV koruyucu üst kapağı kapalı tutulmuştur. Yazıcı sabit bir konumda konumlandırılmış ve ölçüm cihazı ile mesafesi deney boyunca değiştirilmemiştir.

Deneylerde, üretici tarafından sağlanan UV duyarlı temel reçine (UV Sensitive Basic Resin, Anycubic) kullanılmıştır. Kullanılan reçine, akrilat bazlı fotopolimer reçine sınıfında olup düşük viskoziteli sıvı formdadır ve 355–410 nm dalga boyu aralığında UV ışık altında radikal polimerizasyon mekanizması ile kürlenmektedir. Bu tür reçineler; oligomerler, reaktif monomerler ve fotobaşlatıcı bileşenler içermekte olup baskı süreci boyunca ve özellikle kürlenme esnasında uçucu organik bileşik (VOC) salımı potansiyeline sahiptir.

Katman kalınlığı, pozlama süresi, taban katman pozlama süresi, toplam baskı yüksekliği ve baskı süresi gibi üretim parametreleri deney boyunca sabit tutulmuştur. Yazdırma süresi yaklaşık bir saat olacak şekilde belirlenmiş ve emisyonların zamana bağlı değişiminin gözlemlenebilmesi amacıyla tüm süreç boyunca belirli aralıklarla tekrarlı ölçümler yapılmıştır.

İç ortam hava kalitesi ölçümleri, çok parametrelili bir hava kalitesi ölçüm cihazı olan Air Detector ZN-MT29 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz; CO₂ (ppm), toplam uçucu organik bileşikler (TVOC, mg/m³), formaldehit (HCHO, mg/m³), karbon monoksit (CO, ppm) ve partikül madde

konsantrasyonlarını ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ ve PM_{10} , $\mu g/m^3$) eş zamanlı olarak ölçebilmektedir. AQI değeri, cihazın üretici tarafından tanımlanan birleşik indeks algoritmasına göre hesaplanmıştır. Ayrıca ortam sıcaklığı ve bağıl nem değerleri de yazdırma süreci boyunca izlenmiştir.

3.BULGULAR

Çalışmada, kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen stereolitografi (SLA) yazdırma sürecinin iç ortam hava kalitesi üzerindeki etkileri, bir saatlik kararlı yazdırma fazı boyunca zamana bağlı olarak incelenmiştir. Analizler, gaz fazı kirleticiler (CO_2 , CO, TVOC ve HCHO) ile farklı boyut aralıklarındaki partikül madde konsantrasyonlarını ($PM_{0.3}$, $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ ve PM_{10}) kapsamaktadır.

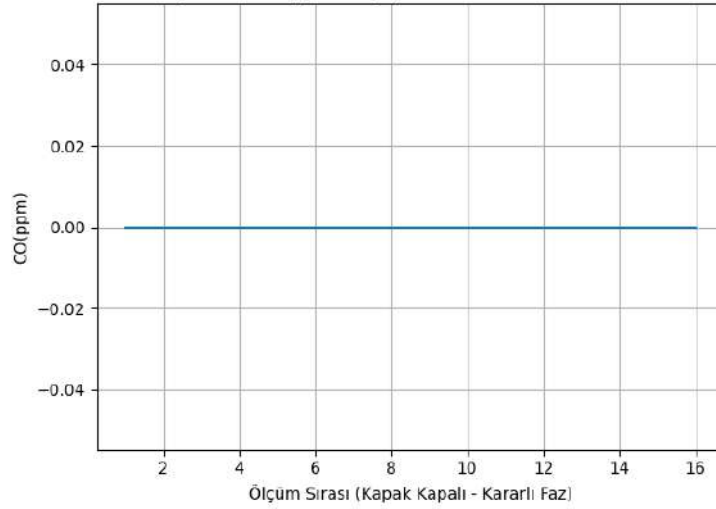
SLA yazdırma süreci boyunca gaz fazı kirleticiler kapsamında CO_2 , CO, toplam uçucu organik bileşikler (TVOC) ve formaldehit (HCHO) konsantrasyonları zamana bağlı olarak değerlendirilmiştir. Ölçümler, kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen bir saatlik yazdırma sürecini kapsamaktadır. Yazdırma başlangıcında yaklaşık 400 ppm seviyesinde olan CO_2 konsantrasyonu, süreç boyunca sınırlı dalgalanmalar göstermiş ve dar bir bant içerisinde seyretmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. SLA yazdırma süreci boyunca CO_2 konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi

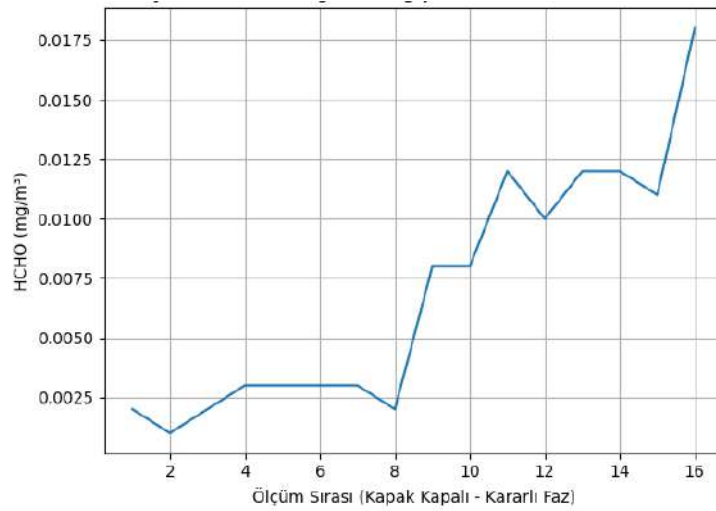
Ölçümler boyunca belirgin, kontrolsüz bir birikim eğilimi gözlenmemiştir. Bu durum, SLA yazdırma sürecinin ortam CO_2 seviyeleri üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Karbon monoksit (CO) konsantrasyonu yazdırma süresi boyunca 0 ppm seviyesinde kalmıştır (Şekil 2). Bu bulgu, SLA teknolojisinin yüksek sıcaklığa dayalı termal bozunma veya yanma mekanizmaları içermemesi ile uyumludur. Fotopolimerizasyon prensibine dayalı bu üretim yönteminde ısıl ayrışma mekanizmasının bulunmaması, CO oluşumunun gözlenmemesini açıklamaktadır.



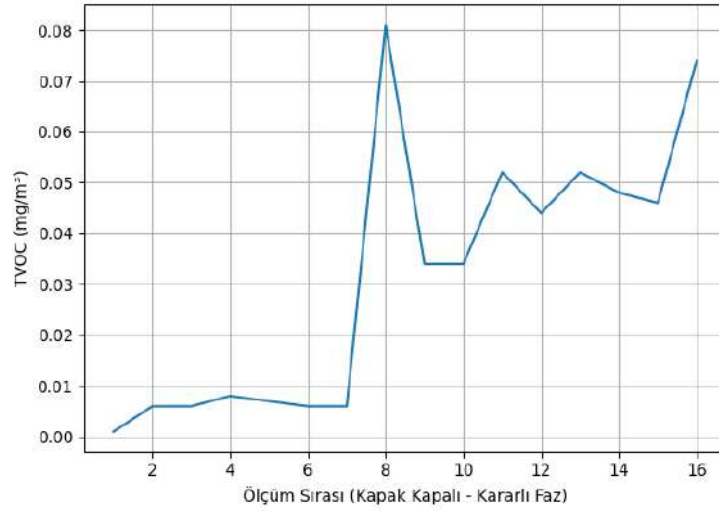
Şekil 2. SLA yazdırma süreci boyunca CO konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

Toplam uçucu organik bileşik (TVOC) konsantrasyonu yazdırma süreci boyunca düşük mg/m^3 mertebesinde seyretmiş ve zaman içinde küçük ancak düzenli dalgalanmalar göstermiştir (Şekil 3). Gözlenen zigzag karakterli değişim, katmanlı UV pozlama döngüsüne bağlı olarak gerçekleşen periyodik kimyasal reaksiyonlar ve reçine yüzeyinden meydana gelen volatilizasyon süreçleri ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte, süreç boyunca kontrolsüz veya doğrusal bir artış trendi gözlenmemiştir.



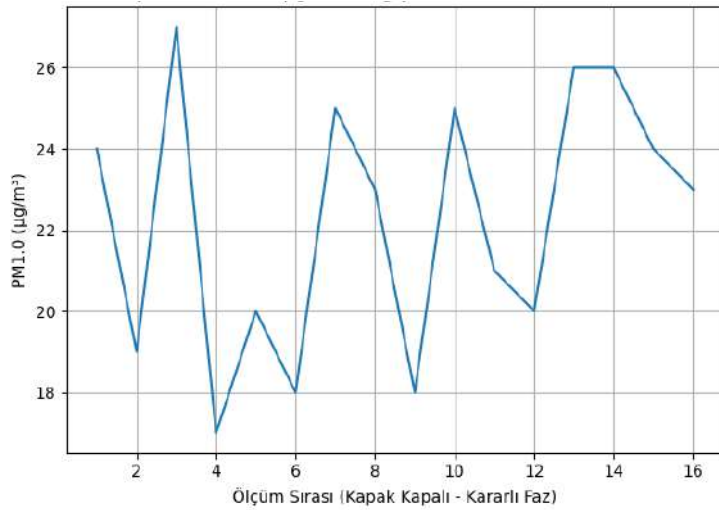
Şekil 3. SLA yazdırma süreci boyunca TVOC konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

Formaldehit (HCHO) konsantrasyonu başlangıçta düşük seviyelerde ölçülmüş, süreç ilerledikçe sınırlı bir artış eğilimi göstermiştir (Şekil 4). Ölçülen değerler dar bir aralıkta dalgalanmış ve kararlı bir profil sergilemiştir. HCHO oluşumu, akrilat bazlı fotopolimer reçinelerde UV kürleme sırasında meydana gelebilecek yan reaksiyon ürünleri ile ilişkilendirilebilir. Ancak gözlenen konsantrasyonlar sürekli artan bir birikim davranışı göstermemektedir.



Şekil 4. SLA yazdırma süreci boyunca HCHO konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen SLA yazdırma süreci boyunca gaz fazı kirleticiler düşük seviyelerde seyretmiş ve zamana bağlı olarak sınırlı dalgalanmalar göstermiştir. Bu durum, SLA teknolojisinde emisyon karakterinin termal bozunmaya dayalı süreçlerden ziyade fotokimyasal volatilizasyon mekanizmalarına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

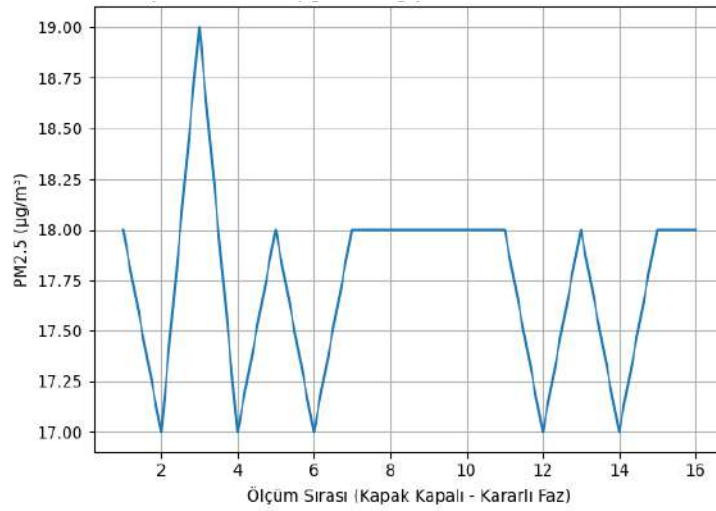


Şekil 5. SLA yazdırma süreci boyunca PM_{0.3} konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

SLA yazdırma süreci boyunca partikül madde konsantrasyonları PM_{0.3}, PM_{1.0}, PM_{2.5} ve PM₁₀ boyut aralıklarında zamana bağlı olarak incelenmiştir. Ölçümler, kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen bir saatlik yazdırma sürecini kapsamaktadır.

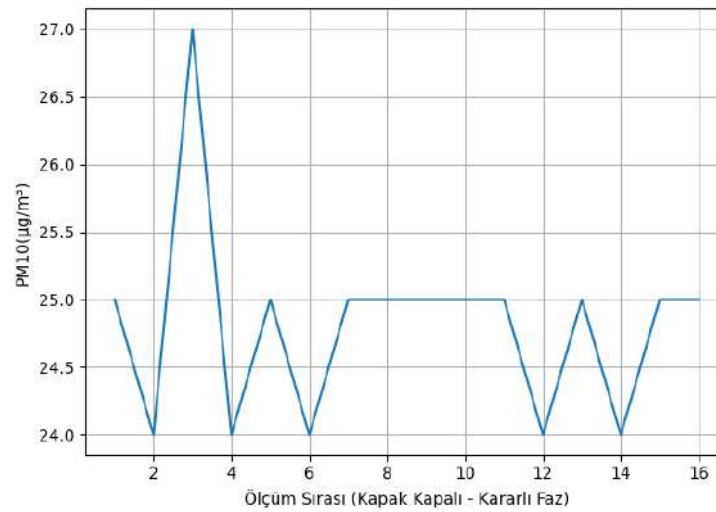
PM_{0.3} konsantrasyonu süreç boyunca dar bir bantta dalgalanmış ve belirgin bir artış eğilimi göstermemiştir (Şekil 5). Ölçüm değerleri stabil bir profil sergilemiş olup, yazdırma sürecine bağlı olarak ince partikül oluşumunda anlamlı bir artış gözlenmemiştir.

PM_{1.0} konsantrasyonu da benzer şekilde küçük dalgalanmalar göstermiştir (Şekil 6). Ölçülen değerler süreç boyunca sınırlı değişim göstermiş ve kontrolsüz bir artış davranışı ortaya koymamıştır. Bu durum, vat fotopolimerizasyon prensibine dayalı SLA teknolojisinin partikül üretimi açısından düşük etkili olduğunu göstermektedir.



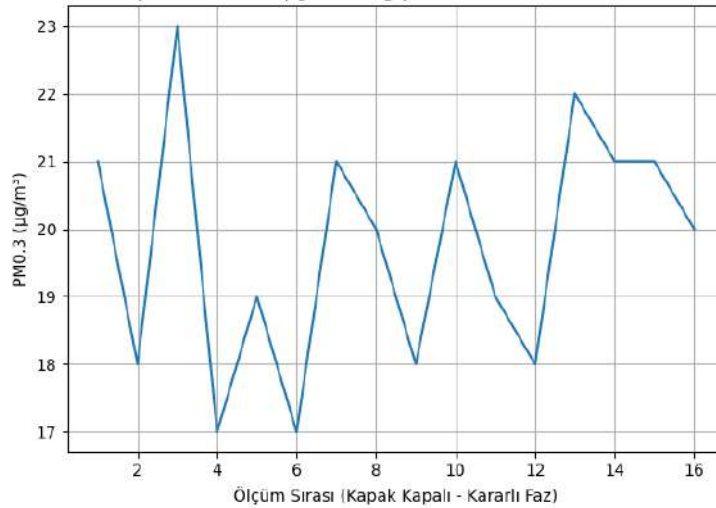
Şekil 6. SLA yazdırma süreci boyunca PM_{1.0} konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

PM_{2.5} konsantrasyonu yaklaşık 17–19 µg/m³ aralığında seyretmiş ve süreç boyunca kararlı bir profil sergilemiştir (Şekil 7). Değerlerde gözlenen küçük değişimler ortam arka plan konsantrasyonları ile uyumlu olup yazdırma sürecine bağlı belirgin bir partikül emisyon artışı tespit edilmemiştir.



Şekil 7. SLA yazdırma süreci boyunca PM_{2.5} konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

PM₁₀ konsantrasyonu da benzer şekilde yaklaşık 24–27 µg/m³ aralığında kalmış ve süreç boyunca stabil bir davranış göstermiştir (Şekil 8). Bu sonuçlar, SLA yazdırma sürecinin büyük boyutlu partikül oluşumuna yol açmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 8. SLA yazdırma süreci boyunca PM₁₀ konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen SLA yazdırma sürecinde partikül madde konsantrasyonlarının düşük seviyelerde ve dar bir bantta seyrettiği görülmektedir. Bu bulgular, yüksek sıcaklıkta malzeme eritme veya ekstrüzyon içermeyen fotopolimerizasyon tabanlı üretim mekanizmasının, partikül emisyonu açısından görece düşük riskli bir profil sergilediğini göstermektedir. Emisyon karakteri, partikül-dominant bir yapıdan ziyade gaz fazı volatilizasyon süreçleri ile ilişkilendirilebilir.

Tablo 1’de sunulan değerler, yazdırma işlemi tamamlandıktan sonra cihaz kapağının açılması anında ölçülen ani konsantrasyon artışlarını göstermektedir.

Tablo 1. SLA yazdırma tamamlandıktan sonra kapak açılma anında ölçülen ani pik değerler

Parametre	Ölçülen Değer	Birim
CO ₂	2146	ppm
CO	41	ppm
HCHO	0.507	mg/m ³
TVOC	3278	mg/m ³
PM _{0.3}	18	µg/m ³
PM _{1.0}	19	µg/m ³
PM _{2.5}	17	µg/m ³
PM ₁₀	24	µg/m ³

Partikül madde parametrelerinde ($PM_{0.3}$, $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ ve PM_{10}) belirgin bir artış gözlenmezken, gaz fazı kirleticilerde dikkat çekici yükselmeler tespit edilmiştir. Özellikle CO_2 , CO, TVOC ve HCHO konsantrasyonlarında ölçülen ani artışlar, kapalı muhafaza içerisinde yazdırma süresince biriken uçucu bileşiklerin kapağın açılması ile birlikte kısa sürede ortama salındığını göstermektedir. Ölçüm cihazının TVOC sensörü göreceli konsantrasyon değişimini göstermektedir. Mutlak konsantrasyon doğrulaması yapılmamış olup değerler eğilim analizi amacıyla değerlendirilmiştir. Bu durum, SLA yazdırma sürecinde kararlı çalışma fazının yanı sıra operasyon sonrası müdahale anının da maruziyet değerlendirmesinde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Gaz fazı emisyon karakterinin partikül üretiminden ziyade volatilizasyon süreçlerine dayandığı bu sonuçlarla desteklenmektedir.

4. TARTIŞMA

Çalışmada kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen SLA yazdırma sürecinin iç ortam hava kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, emisyon karakterinin partikül üretiminden ziyade gaz fazı volatilizasyon mekanizmalarına dayandığını göstermektedir.

Kararlı yazdırma sürecinde partikül madde konsantrasyonları ($PM_{0.3}$, $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ ve PM_{10}) dar bir bandta seyretmiş ve belirgin bir artış eğilimi göstermemiştir. Ölçülen $PM_{2.5}$ ve PM_{10} değerleri, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) açısından değerlendirilmiştir. Ölçülen değerler 24 saatlik rehber değerlerle doğrudan karşılaştırılamamakla birlikte, kısa süreli ölçüm süresi göz önüne alındığında düşük seviyede kalmıştır. Bu durum, fotopolimerizasyon prensibine dayalı SLA teknolojinin yüksek sıcaklıkta malzeme eritmeye dayanmaması nedeniyle partikül emisyonu açısından görece düşük riskli bir profil sergilediğini göstermektedir.

Gaz fazı kirleticiler açısından değerlendirildiğinde, kararlı yazdırma sürecinde CO konsantrasyonu 0 ppm olarak ölçülmüş ve yanma veya termal bozunma temelli reaksiyonların gerçekleşmediği doğrulanmıştır. CO_2 konsantrasyonu süreç boyunca sınırlı dalgalanma göstermiş ve tipik kapalı ortam aralığında kalmıştır.

TVOC ve formaldehit (HCHO) parametrelerinde ise ölçülebilir dalgalanmalar tespit edilmiştir. Kararlı faz boyunca bu parametreler kontrolsüz bir artış göstermemekle birlikte, katmanlı UV pozlama döngüsüne bağlı periyodik değişim sergilemiştir. Fotopolimer reçinelerde UV kütleme sırasında gerçekleşen radikal polimerizasyon reaksiyonları, monomer volatilizasyonu ve fotobaşlatıcı parçalanma ürünleri gaz fazı konsantrasyonlarında mikro ölçekte artışlara neden olabilmektedir.

Yazdırma tamamlandıktan sonra kapağın açılması ile birlikte gaz fazı parametrelerinde belirgin pik değerler oluşmuştur. Özellikle formaldehit konsantrasyonu 0.507 mg/m^3 seviyesine ulaşmıştır. Bu değer, birçok uluslararası kısa süreli maruziyet sınır değeri (örneğin $0.3 \text{ ppm} \approx 0.37 \text{ mg/m}^3$ civarında bildirilen STEL eşik değerleri) ile kıyaslandığında dikkat çekici bir düzeydedir. Kısa süreli maruziyet sınır değerinin üzerine çıkmıştır. Benzer şekilde TVOC değerindeki ani artış, kapalı hacimde biriken uçucu organik bileşiklerin operatör müdahalesi sırasında kısa sürede ortama salındığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular, SLA yazdırma sürecinde maruziyet riskinin yalnızca yazdırma sürecine değil, operasyon sonrası müdahale anına da bağlı olduğunu göstermektedir. Kapalı muhafaza sistemi

yazdırma süresince gaz birikimini sınırlamakla birlikte, sistem içindeki uçucu bileşikler kapak açıldığında ani olarak ortama karışabilmektedir. Bu durum aşağıdaki önlemlerin önemini ortaya koymaktadır:

- Yazdırma sonrası kapağın açılmadan önce kısa süre beklenmesi
- Lokal egzoz havalandırması kullanımı
- Yazıcıların iyi havalandırılan ortamlarda konumlandırılması
- Operatörlerin doğrudan solunum bölgesinde maruziyeti azaltacak konumlandırma

Özellikle reçine bazlı sistemlerde, gaz fazı kirleticilerin değerlendirilmesi partikül ölçümleri kadar önemlidir. Bu nedenle SLA sistemlerinde iç hava kalitesi izleme çalışmalarının çok parametrelili yaklaşım ile yürütülmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ

Çalışmada, kapalı muhafaza altında gerçekleştirilen SLA yazdırma sürecinin iç ortam hava kalitesi üzerindeki etkilerini deneysel olarak ortaya koymuştur. Bulgular, fotopolimerizasyon tabanlı bu üretim yönteminin partikül madde emisyonu açısından sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, gaz fazı kirleticiler — özellikle TVOC ve formaldehit — süreç boyunca ölçülebilir düzeyde oluşmakta ve operasyon sonrası müdahale anında ani konsantrasyon artışları gözlemlenebilmektedir.

Sonuç olarak, SLA teknolojisinin emisyon profili partikül-dominant değil, gaz-dominant karakterdedir. Bu nedenle iç ortam hava kalitesi değerlendirmelerinde yalnızca partikül ölçümlerine odaklanmak yeterli değildir. Gaz fazı kirleticilerin izlenmesi ve uygun havalandırma stratejilerinin uygulanması, güvenli çalışma koşullarının sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.

Bu çalışma, reçine bazlı eklemeli imalat sistemlerinde maruziyet değerlendirmesine yönelik deneysel veri sunarak literatüre katkı sağlamaktadır ve SLA sistemlerinin güvenli kullanımına yönelik teknik bir çerçeve ortaya koymaktadır.

6. KAYNAKÇA

Abere, D. V., Ojo, S. A., Apaji, A. N., Uzuh, F. D., Aremo, B. ve Igweagu, C. (2026). Additive manufacturing of high-temperature ceramics for extreme environments: progress, challenges, and future perspectives. *Progress in Additive Manufacturing*.

Aliberti, F., Longo, R., Raimondo, M., Pantani, R., Vertuccio, L. ve Guadagno, L. (2026). Additive manufacturing of polymers and composites for applications in aerospace and aeronautics. *Materials Horizons*, 13, 532.

Afshar-Mohajer, N., Wu, C.-Y., Ladun, T., Rajon, D. A. ve Huang, Y. (2015). Characterization of particulate matters and total VOC emissions from a binder jetting 3D printer. *Building and Environment*, 93, 293-301.

- Bowers, L. N., Stefaniak, A. B., Knepp, A. K., LeBouf, R. F., Martin, S. B., Ranpara, A. C., Burns, D. A. ve Virji, M. A. (2022). Potential for Exposure to Particles and Gases throughout Vat Photopolymerization Additive Manufacturing Processes. *Buildings*, 12(8), 1222.
- Cheng, Y.-L., Zhang, L.-C., Chen, F. ve Tseng, Y.-H. (2018). Particle Emissions of Material-Extrusion-Type Desktop 3D Printing: the Effects of Infill. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 5(4), 487-497.
- Ding, S. ve Ng, B. F. (2021). Particle emission levels. *Rapid Prototyping Journal*, 27(6), 1124-1132.
- Hamrol, A. ve Osiński, F. (2025). Workplace Exposure to Dust Emissions in Additive Manufacturing with an FFF Method. *Processes*, 13(11), 3470.
- Jahromi, R. H., Di Fraia, S., Massarotti, N. ve Mauro, A. (2026). Air quality and thermal comfort conditions in train cabins: a systematic review. *Energy and Buildings*, 354, 116998.
- MacCuspie, R. I., Hill, W. C., Hall, D. R., Korchevskiy, A., Strode, C. D., Kennedy, A. J., Ballentine, M. L., Rycroft, T. ve Hull, M. S. (2021). Prevention through design: insights from computational fluid dynamics modeling to predict exposure to ultrafine particles from 3D printing. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 84(11), 458-474.
- Potter, P. M., Al-Abed, S. R., Hasan, F. ve Lomnicki, S. M. (2021). Influence of polymer additives on gas-phase emissions from 3D printer filaments. *Chemosphere*, 279, 130543.
- Qian, F., Sun, H. ve Yang, L. (2026). Review of thermal comfort, health risks, and environmental control strategies in small- and medium-scale indoor swimming venues. *Results in Engineering*, 29, 109393.
- Ramadhan, T. M. N., Masdar, M. S. ve Husaini, T. (2026). Lightweight proton exchange membrane fuel cell's bipolar plates materials selection and design for mobile application. *Journal of Solid State Electrochemistry*.
- Sittichompoo, S., Kanagalingam, S., Thomas-Seale, L. E. J., Tsolakis, A. ve Herreros, J. M. (2020). Characterization of particle emission from thermoplastic additive manufacturing. *Atmospheric Environment*, 239, 117765.

**ENERJİ TEMELLİ ALTERNATİF ENERJİ SENARYOLARI ALTINDA SANAYİ CO₂
EMİSYONLARININ HESAPLAMALI MODELLENMESİ****ENERGY-DRIVEN COMPUTATIONAL MODELING OF INDUSTRIAL CO₂ EMISSIONS
UNDER ALTERNATIVE ENERGY SCENARIOS****Tuğçe TEZEL**

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID ID 0000-0003-0139-442X

Volkan KOVAN

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID ID 0000-0002-0599-525X

ÖZET

Küresel ekonomilerde hızlanan dijitalleşme ve yapısal dönüşümler, veri temelli yaklaşımların karbon azaltım stratejilerini etkin biçimde destekleyip destekleyemeyeceği yönündeki tartışmaları yoğunlaştırmıştır. Aynı zamanda demografik değişim ve kentleşme, enerji sistemleri üzerindeki baskıyı artırarak Paris Anlaşması hedeflerine ulaşma çabalarını daha karmaşık hâle getirmektedir. Dijitalleşme verimlilik artışları ve dematemalizasyon yoluyla çevresel kazanımlar sağlayabilse de, enerji talebinin artmaya devam etmesi durumunda ortaya çıkabilecek geri tepme etkileri (rebound effects) bu kazanımları sınırlayabilir. Bu bağlamda, bu çalışma Türkiye’de sanayi büyümesi, enerji tüketimi ve ulusal CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi nicel olarak analiz etmek amacıyla enerji temelli bir hesaplamalı modelleme çerçevesi geliştirmektedir.

2010–2023 dönemini kapsayan yıllık veriler Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. 2010–2022 verileri kullanılarak log-lineer bir regresyon modeli tahmin edilmiş ve model 2023 gözlemi ile doğrulanmıştır. Model %1,21 tahmin hatası ve 0,95 determinasyon katsayısı (R²) ile yüksek açıklayıcılık göstermiştir. Bulgular, enerji tüketiminin emisyonların baskın belirleyicisi olduğunu, imalat sanayi büyümesinin ise ikincil ancak pozitif yönlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

2024–2035 dönemi için, imalat çıktısında yıllık sabit %4 büyüme varsayımı altında üç alternatif enerji yolu tanımlanmıştır: enerji artışı (+%2), enerji durağanlığı (%0) ve enerji dönüşümü (–%1). Sonuçlar, enerji tüketimindeki sürekli artışın 2035 yılında emisyonları yaklaşık 688 Mt düzeyine çıkarabileceğini; buna karşılık kademeli enerji azaltımının, sanayi büyümesi sürse dahi, emisyonları 2023 seviyesinin altına indirebileceğini göstermektedir. Bulgular, uzun vadeli karbonsuzlaşma için sanayi büyümesini sınırlamaktan ziyade yapısal enerji dönüşümünün belirleyici olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: CO₂ emisyonları, sanayi büyümesi, enerji tüketimi, senaryo analizi

ABSTRACT

Accelerating digitalization and structural transformations in global economies have intensified the debate on whether data-driven approaches can effectively support carbon mitigation strategies. At the same time, demographic change and urban expansion are increasing pressure on energy systems, complicating efforts to meet the Paris Agreement targets. While digitalization may enable efficiency gains and dematerialization, potential rebound effects may offset environmental benefits if energy demand continues to grow. Within this context, this study develops an energy-driven computational modeling framework to quantify the relationship between industrial growth, energy consumption, and national CO₂ emissions in Türkiye.

Annual data covering the 2010–2023 period were obtained from the World Bank's World Development Indicators (WDI) database. A log-linear regression model was estimated using 2010–2022 data and validated with the 2023 observation, achieving a forecast error of 1.21% and a coefficient of determination (R^2) of 0.95. The results indicate that energy consumption is the dominant driver of emissions, while manufacturing growth exerts a secondary but positive influence.

Scenario projections for 2024–2035, assuming a constant 4% annual growth in manufacturing output, were constructed under three alternative energy pathways: energy growth (+2%), stabilization (0%), and transition (–1%). Findings show that sustained energy expansion could raise emissions to approximately 688 Mt by 2035, whereas gradual energy reduction could lower emissions below 2023 levels despite continued industrial growth. The results underscore that structural energy transformation, rather than limiting industrial expansion, is central to long-term decarbonization.

Keywords: CO₂ Emissions, Industrial Growth, Energy Consumption, Scenario Analysis.

1. GİRİŞ

Sanayi Devrimi, küresel karbon dinamiklerinde bir dönüm noktası olmuş ve antropojenik karbondioksit (CO₂) emisyonlarının hızla artmasına yol açmıştır. Günümüzde sanayi sektörü ve işletmeler, küresel enerji kullanımının ve sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmından sorumlu olup, sürdürülebilir enerji sistemlerine geçişte odak noktası haline gelmiştir. Giderek tırmanan iklim krizine yanıt olarak, Paris Anlaşması gibi küresel girişimler ülkeleri 2050 yılına kadar "net sıfır" ekonomilere geçmeye teşvik etmektedir (Sarıışık, Göncü & Öğütlü, 2026).

Türkiye değerlendirildiğinde, sanayide kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların tüketimi ulusal CO₂ emisyonlarını belirgin bir şekilde yükseltmektedir (Garip & Oktay, 2018). İklim değişikliğiyle küresel mücadeleye uyum sağlamak amacıyla Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylamış ve 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmayı taahhüt etmiştir (Gokce & Kayakutlu, 2025). Bu küresel ve ulusal hedeflerle uyum sağlamak için, sanayi büyümesi ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin analiz edilmesi ve enerji geçişinin etkili politikalarla planlanması büyük önem taşımaktadır.

Doğru enerji politikaları ve emisyon azaltım stratejileri oluşturmak için CO₂ emisyonlarının güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi hayati önem taşır. Son yıllarda literatürde, karmaşık veri yapılarını analiz edebilen Makine Öğrenmesi (ML) algoritmaları öne çıkmaktadır. Örneğin, tekstil gibi enerji yoğun imalat sektörlerinde Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), Extreme Gradient Boosting (XGBoost) ve Long Short-Term Memory (LSTM) gibi gelişmiş ML teknikleri tahmin ve optimizasyon için başarıyla kullanılmaktadır (Güldürek, 2026). Benzer şekilde, Türkiye'nin ulusal CO₂ emisyonlarını tahmin etmeye yönelik çalışmalarda da yakıt tüketimi ve nüfus gibi bağımsız değişkenler kullanılarak RF ve DVM (Destek Vektör Makineleri) modelleri ile yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmiştir (Garip & Oktay, 2018). Bu tür veri odaklı modeller, politika yapıcılara gelecekteki emisyon yörüngelerini değerlendirmek için güçlü bir karar destek mekanizması sunmaktadır.

Tüm bu nedenlerle, Türkiye'de imalat sektörü büyümesi ile CO₂ emisyonları arasındaki nicel ilişkinin anlaşılması, sürdürülebilir üretim ve enerji politikalarının şekillendirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışma, Türkiye'de imalat sektörü büyümesinin ulusal CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini, enerji kullanım dinamikleri çerçevesinde nicel olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. 2010–2023 dönemini kapsayan ve Dünya Bankası'nın World Development Indicators (WDI) veri tabanından temin edilen yıllık makroekonomik ve çevresel veriler kullanılarak, çalışmada log-lineer regresyon temelli veri odaklı bir modelleme yaklaşımı uygulanmıştır. İmalat sektörünün yıllık %4 büyüdüğü varsayımı altında 2024–2035 dönemi için oluşturulan üç farklı enerji senaryosu (işlerin olağan seyri, sabit enerji kullanımı ve enerji azalımı) ile CO₂ emisyonlarının gelecekteki seyri projelendirilmektedir. Elde edilecek bulguların, sürdürülebilir sanayileşme stratejilerinde enerji dönüşümünün belirleyici rolünü nicel olarak ortaya koyması ve ulusal iklim hedeflerine ulaşılması için uygulanabilir içgörüler sağlaması hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada Türkiye'ye ait 2010–2023 dönemini kapsayan yıllık makroekonomik ve çevresel veriler kullanılmıştır. Veriler Dünya Bankası'nın *World Development Indicators (WDI)* veri tabanından temin edilmiştir. Analizde kullanılan değişkenler aşağıda verilmiştir:

- Toplam CO₂ emisyonları (Mt)
- İmalat sanayi katma değeri (% GDP)
- Kişi başına enerji kullanımı (kg petrol eşdeğeri)

Veriler yıllık frekansta olup nominal dönüşüm yapılmamış, doğrudan WDI verileri kullanılmıştır.

Analiz öncesinde veri seti Python programlama ortamında işlenmiştir. Veri analizi için Python 3.x sürümü kullanılmış olup, temel olarak aşağıdaki kütüphanelerden yararlanılmıştır:

- pandas (veri işleme)
- numpy (sayısal işlemler)
- statsmodels (regresyon analizi)
- matplotlib (grafik üretimi)

Eksik gözlemler analizden çıkarılmıştır. 2024 yılına ait enerji verisinde eksiklik bulunduğundan bu yıl model eğitimine dahil edilmemiştir. CO₂ değişkenine doğal logaritma dönüşümü uygulanarak model aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$\ln(CO_2)_t = \beta_0 + \beta_1 Manufacturing_t + \beta_2 Energy_t + \varepsilon_t$$

Bu yaklaşım, değişkenler arasındaki elastikiyet benzeri ilişkilerin daha istikrarlı biçimde modellenmesini sağlamaktadır.

Model parametreleri En Küçük Kareler (OLS) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Model 2010–2022 dönemine ait veriler kullanılarak eğitilmiş, 2023 yılı gözlemi tek-yıl doğrulama (hold-out validation) yöntemi ile test edilmiştir.

Model performansı; belirleme katsayısı (R²), mutlak hata, yüzde tahmin hatası ölçütleri ile değerlendirilmiştir: Model, 2023 yılı için %1,21 tahmin hatası ve 0,95 düzeyinde açıklama gücü göstermiştir.

Projeksiyon analizinde 2023 yılı baz yıl olarak alınmış ve 2024–2035 dönemi için sabit %4 yıllık imalat büyümesi varsayılmıştır. Enerji kullanımı için üç farklı senaryo tanımlanmıştır:

1. İşlerin olağan seyri (BAU): Yıllık %2 enerji artışı
2. Enerji stabilizasyonu: %0 değişim
3. Enerji dönüşümü: Yıllık %1 enerji azalımı

Her senaryo için açıklayıcı değişkenler projekte edilmiş ve elde edilen değerler regresyon modeline uygulanarak CO₂ emisyon tahminleri hesaplanmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

2010–2022 dönemine ait veriler kullanılarak kurulan log-lineer OLS modeli, 2023 yılı için gerçekleştirilen tek-yıl doğrulama testinde yüksek tahmin doğruluğu göstermiştir. Gözlenen CO₂ emisyonu 446,44 Mt iken model tahmini 441,00 Mt olarak hesaplanmış ve %1,21 düzeyinde düşük bir hata oranı elde edilmiştir. Modelin belirleme katsayısı R² = 0,954 olup, bağımsız değişkenlerin CO₂ emisyonlarındaki varyasyonun yaklaşık %95’ini açıkladığını göstermektedir.

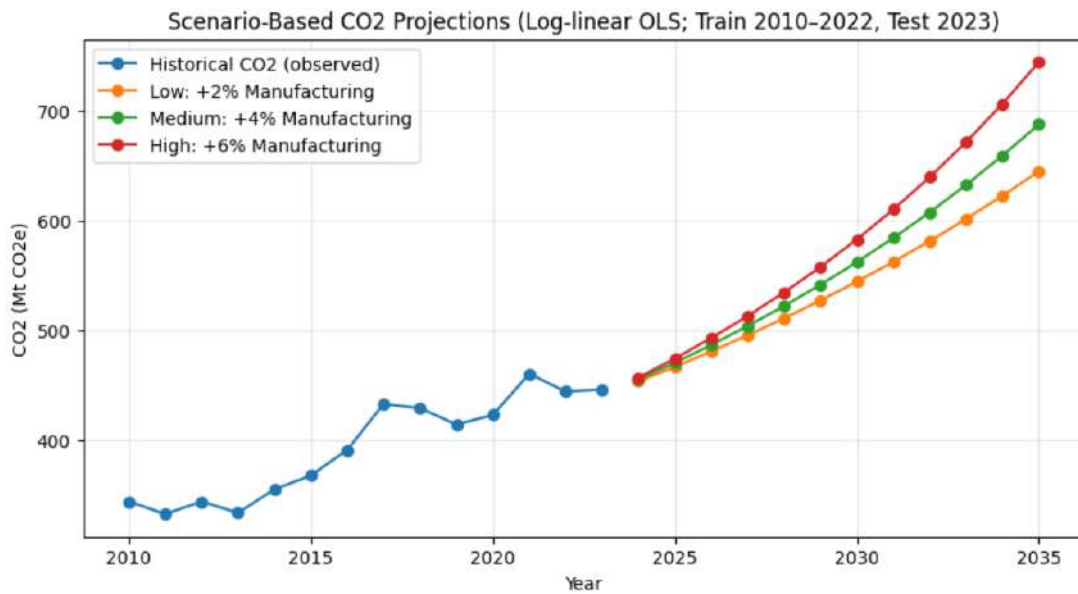
Model katsayıları Tablo 1’de sunulmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde enerji kullanım değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü bir belirleyici olduğu (p < 0,01), imalat değişkeninin ise pozitif fakat istatistiksel olarak daha zayıf olduğu görülmektedir. Energy değişkenine ait katsayının büyüklüğü, enerji kullanımındaki artışların emisyonlar üzerinde sistematik ve yukarı yönlü bir baskı oluşturduğunu göstermektedir. Buna karşılık imalat değişkeninin katsayısının görece düşük kalması, üretim artışının enerji verimliliği ile dengelenebileceğine işaret etmektedir. Bu sonuç, Türkiye’de emisyon artışının temel sürükleyicisinin üretim hacminden ziyade enerji kullanım yoğunluğu olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Model Katsayıları

Değişken	Katsayı	p-değeri

Sabit (const)	4.6700	0.000
Manufacturing	0.0099	0.177
Energy	0.000663	0.000

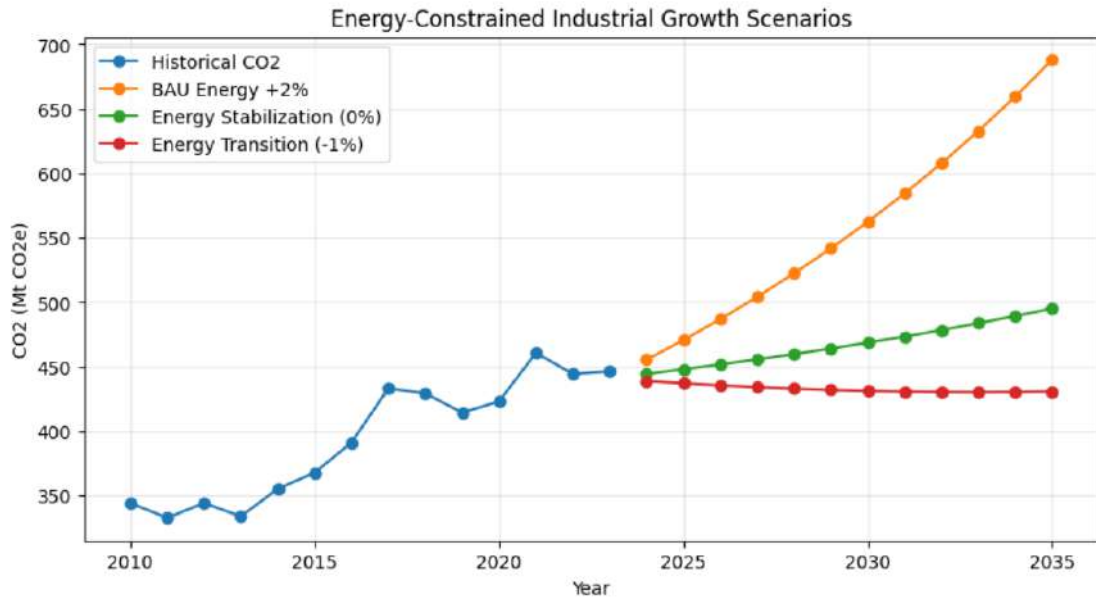
Şekil 1’de imalat büyümesine dayalı senaryo analizleri sunulmaktadır. Enerji eğiliminin mevcut patikasını koruduğu varsayımı altında imalatın yıllık %2, %4 ve %6 büyümesi durumunda 2035 yılı CO₂ emisyonları sırasıyla yaklaşık 645 Mt, 688 Mt ve 745 Mt seviyelerine ulaşmaktadır. Bu projeksiyonlar, üretim artışının mevcut enerji yapısı altında emisyon artışını hızlandırabileceğini göstermektedir. Ancak senaryolar arasındaki farkın sınırlı kalması, tek başına imalat büyümesinin emisyonları belirleyen ana faktör olmadığını düşündürmektedir.



Şekil 1. İmalat büyüme senaryolarına göre CO₂ emisyon projeksiyonları

Enerji odaklı senaryoların sonuçları Tablo 2’de özetlenmekte ve Şekil 2’de grafiksel olarak gösterilmektedir. Tablo 2’ye göre imalat sektörünün yıllık %4 büyüdüğü varsayımı altında enerji kullanımının yıllık %2 artması durumunda 2035 yılı emisyonu 688 Mt seviyesine ulaşmaktadır. Buna karşılık enerji kullanımının sabit tutulduğu senaryoda emisyonlar yaklaşık 495 Mt seviyesinde sınırlanmakta; yıllık %1 enerji azalımı senaryosunda ise 2035 yılı CO₂ emisyonları 431 Mt seviyesine gerileyerek 2023 düzeyinin altına inmektedir.

Tablo 2’deki sonuçlar enerji patikasının uzun vadeli emisyon dinamikleri üzerindeki kritik etkisini açıkça göstermektedir. Enerji kullanım oranındaki görece küçük değişimlerin dahi uzun vadede büyük emisyon farklılaşmalarına yol açtığı görülmektedir. Özellikle enerji dönüşüm senaryosunda, imalat büyümesine rağmen emisyonların kontrol altında tutulabilmesi, sanayi büyümesi ile karbon artışı arasındaki ilişkinin mutlak olmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Enerji kısıtlı sanayi büyüme senaryoları altında CO₂ projeksiyonları

Tablo 2. 2035 Yılı CO₂ Emisyon Karşılaştırması

Senaryo	2035 CO ₂ (Mt)
BAU Energy (+2%)	688
Energy Stabilization (0%)	495
Energy Transition (-1%)	431

Bu bulgular sürdürülebilir sanayileşme literatüründe yer alan “büyüme-emisyon ayrışması (decoupling)” yaklaşımı ile uyumludur. Türkiye örneğinde emisyon azaltım stratejisinin üretimi sınırlamak yerine enerji sisteminin yapısal dönüşümüne odaklanmasının daha etkili olabileceği anlaşılmaktadır.

Model yıllık veri setine ve sınırlı değişken sayısına dayanmaktadır; enerji bileşimi ve teknolojik verimlilik göstergeleri modele dahil edilmemiştir. Bununla birlikte Tablo 1’deki katsayı sonuçları ve Tablo 2’deki senaryo karşılaştırmaları birlikte değerlendirildiğinde, enerji kullanım eğiliminin CO₂ emisyon projeksiyonlarında baskın rol oynadığı açıkça görülmektedir.

4. SONUÇ

Türkiye’de sanayi büyümesi ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişki, bu çalışmada enerji kullanım dinamikleri çerçevesinde veri temelli bir model aracılığıyla incelemiştir. 2010–2023 dönemine ait

World Development Indicators verileri kullanılarak kurulan log-lineer OLS modeli, yüksek açıklama gücü ($R^2 = 0,954$) ve düşük doğrulama hatası (%1,21) ile güvenilir bir projeksiyon çerçevesi sunmuştur.

Elde edilen bulgular, CO₂ emisyonlarının temel belirleyicisinin imalat büyümesi değil, enerji kullanım eğilimi olduğunu göstermektedir. İmalat sektöründeki artış emisyonlar üzerinde pozitif etki yaratmakla birlikte, enerji değişkeninin istatistiksel ve nicel etkisi daha baskındır. Bu durum, emisyon artışının üretim hacminden ziyade enerji yoğunluğu ve enerji yapısı ile daha yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Senaryo analizleri, enerji kullanımının mevcut artış eğilimini sürdürmesi durumunda 2035 yılına kadar emisyonların belirgin şekilde yükselebileceğini göstermiştir. Buna karşılık enerji kullanımının sabit tutulması ya da yıllık %1 oranında azaltılması halinde, imalat sektöründeki büyümeye rağmen emisyonların kontrol altında tutulabileceği hatta mevcut seviyelerin altına indirilebileceği ortaya konmuştur. Bu sonuç, sanayi büyümesi ile karbon emisyonları arasındaki ilişkinin zorunlu bir artış ilişkisi olmadığını, uygun enerji politikaları ile büyüme-emisyon ayrışmasının mümkün olduğunu göstermektedir.

Çalışma, sürdürülebilir sanayileşme stratejilerinde üretim artışını sınırlamak yerine enerji sisteminin yapısal dönüşümüne, enerji verimliliğine ve düşük karbonlu enerji geçişine odaklanmanın daha etkili bir yaklaşım olabileceğini nicel olarak ortaya koymaktadır. Bu çerçevede enerji politikalarının sanayi politikalarıyla entegre biçimde tasarlanması, uzun vadeli emisyon hedeflerine ulaşmada kritik öneme sahiptir.

5. KAYNAKÇA

Garip, E., & Oktay, A. B. (2018). CO2 Emisyonunun Makine Öğrenmesi Metotları ile Tahmin Edilmesi. *IEEE*, 1-4.

Gokce, B., & Kayakutlu, G. (2025). Agent-Based Energy Market Modeling with Machine Learning and Econometric Forecasting for the Net-Zero Emissions Transition. *Energies*, 18(5655).

Güldürek, M. (2026). A Dual Approach to Profitability and Sustainability: AI-Powered Pricing and Emissions Control in Textiles. *IEEE Access*.

Sarıışık, G., Göncü, B., & Öğütlü, A. S. (2026). Harnessing industry 4.0 technologies to reduce SMEs' carbon footprint: A machine learning-based assessment. *Journal of Environmental Management*, 398, 128459.

**SPT SONUÇLARINA DAYALI SIVILAŞMA POTANSİYELİ ANALİZİ: TEORİK VE
SAYISAL BİR ÇALIŞMA**
LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS BASED ON SPT RESULTS: A THEORETICAL
AND NUMERICAL STUDY

Dr. Dilek Cansu BOZACIOĞLU

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Zonguldak, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-7579-6494

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk ÇAPAR

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Adana, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-6325-8223

ÖZET

Bu çalışmada, deprem etkisi altındaki zeminlerde sıvılaşma potansiyelinin SPT sonuçlarına dayalı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikle sıvılaşma olgusunun oluşum mekanizması, sıvılaşmayı etkileyen temel parametreler ve mühendislik yapılarında oluşturabileceği başlıca hasar türleri özetlenmiştir. Ardından, arazi verilerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) esas alınmış ve deneyden elde edilen darbe sayılarının gerekli düzeltmeler sonrasında analizlerde nasıl kullanıldığı açıklanmıştır. Uygulama bölümünde üç farklı zemin örneği için sıvılaşma potansiyeli, literatürde yaygın kullanılan farklı değerlendirme yöntemleri ile sayısal olarak hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırmalı biçimde incelenmiştir. Hesaplamalarda devrinsel gerilme oranı, gerilim azalım faktörü, düzeltilmiş SPT-N değerleri, devrinsel direnç oranı, ince dane düzeltmeleri ve deprem büyüklüğü etkisini temsil eden katsayılar göz önünde bulundurulmuştur. Elde edilen bulgular, zeminlerin sıklık derecesi, ince dane oranı, yeraltı su seviyesi ve deprem yükünün büyüklüğüne bağlı olarak sıvılaşma duyarlılığının belirgin biçimde değiştiğini göstermiştir. Ayrıca farklı yöntemlerin aynı zemin profili için genel eğilim bakımından benzer sonuçlar verdiği, ancak güvenlik değerlendirmesi açısından farklı seviyelerde sonuçlar üretebildiği görülmüştür. Bu durum, yönteme bağlı belirsizliklerin mühendislik yorumuna etkisini ortaya koymuştur. Çalışma, teorik çerçeve ile sayısal uygulamayı birlikte sunarak SPT tabanlı sıvılaşma değerlendirmesinde izlenecek işlem basamaklarını düzenli bir akış içinde ortaya koymakta; özellikle ön inceleme, veri düzeltme, yöntemler arası karşılaştırma ve sonuçların tasarım açısından yorumlanması aşamalarında uygulayıcıya yol gösterici bir kaynak niteliği taşımaktadır. Bu yönüyle lisans düzeyindeki çalışmalar için ayrıca anlaşılır bir örnek oluşturmaktadır. Sonuç olarak, SPT verilerine dayalı sıvılaşma analizlerinin saha koşullarının hızlı ve pratik biçimde değerlendirilmesinde etkili olduğu, ancak mühendislik kararlarında yöntem seçimi ve kullanılan düzeltme katsayılarının sonuçlar üzerindeki etkisinin mutlaka dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zemin Sıvılaşması; Sıvılaşma Potansiyeli, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT); SPT Tabanlı Sıvılaşma Analizi.

ABSTRACT

This study aims to determine the liquefaction potential of soils under seismic loading based on SPT results. The study first summarizes the formation mechanism of liquefaction, the fundamental parameters affecting liquefaction, and the main types of damage it can cause in engineering structures. Subsequently, the Standard Penetration Test (SPT), which is commonly used in the evaluation of field data, is adopted, and it is explained how the blow counts obtained from the test are used in the analyses after the necessary corrections. In the application section, the liquefaction potential for three different soil samples was calculated numerically using different evaluation methods commonly used in the literature, and the results were examined comparatively. The calculations took into account the cyclic stress ratio, stress reduction factor, corrected SPT-N values, cyclic resistance ratio, fine particle corrections, and coefficients representing the effect of earthquake magnitude. The findings revealed that liquefaction susceptibility varies significantly depending on the soil density, fine-grained content, groundwater level, and magnitude of the seismic load. Furthermore, it was observed that different methods produced similar results in terms of general trends for the same soil profile, but could yield results at different levels in terms of safety assessment. This situation highlighted the impact of method-dependent uncertainties on engineering interpretation. The study presents the theoretical framework and numerical application together, outlining the steps to be followed in SPT-based liquefaction assessment in a systematic flow; it serves as a guiding resource for practitioners, particularly in the stages of preliminary review, data correction, inter-method comparison, and interpretation of results from a design perspective. In this respect, it also provides a clear example for undergraduate-level studies. In conclusion, it is emphasized that liquefaction analyses based on SPT data are effective in the rapid and practical assessment of field conditions, but that the choice of method and the effect of the correction factors used on the results must be taken into account in engineering decisions.

Keywords: Soil Liquefaction; Liquefaction Potential; Standard Penetration Test (SPT); SPT-Based Liquefaction Analysis

GİRİŞ

Deprem etkisi altındaki zemin davranışı, geoteknik mühendisliğinin en önemli araştırma konularından biridir. Özellikle doygun granüler zeminlerin deprem sırasında taşıma gücünü kaybederek sıvı benzeri davranış göstermesi olarak tanımlanan zemin sıvılaşması, yapı hasarlarının oluşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Sıvılaşma, zemin içerisindeki boşluk suyu basıncının artması ve efektif gerilmenin azalması sonucunda zeminin kesme dayanımını kaybetmesi ile ortaya çıkan bir olaydır (Terzaghi, 1943; Seed ve Idriss, 1971). Bu durum özellikle gevşek kum ve silt içeren doygun zeminlerde deprem sırasında önemli deformasyonlara ve yapı hasarlarına neden olabilmektedir (Kramer, 1996).

Zemin sıvılaşması, ilk olarak büyük deprem felaketlerinin ardından mühendislik literatüründe geniş biçimde incelenmeye başlanmıştır. 1964 Niigata ve Alaska depremleri sırasında meydana gelen yaygın yapı hasarları, sıvılaşma olgusunun mühendislik açısından önemini ortaya koymuştur (Seed ve Lee, 1966; Seed ve Idriss, 1967). Bu depremler sırasında özellikle gevşek kumlu zeminlerde yer alan yapıların önemli ölçüde oturduğu, devrildiği veya yanal yer değiştirmelere maruz kaldığı gözlemlenmiştir. Bu gözlemler, deprem mühendisliği ve geoteknik mühendisliği alanında

sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik çok sayıda araştırmanın yapılmasına yol açmıştır (Youd ve Idriss, 2001).

Sıvılaşma olayının temel mekanizması, deprem sırasında zemin tanecikleri arasındaki boşluk suyu basıncının artması ve bunun sonucunda efektif gerilmenin azalması ile açıklanmaktadır. Dinamik yükler altında zemin tanecikleri yeniden düzenlenmeye çalışırken, drenajın gerçekleşmemesi durumunda boşluk suyu basıncı artar ve zemin kesme dayanımını kaybederek sıvı benzeri davranış göstermeye başlar (Seed ve Idriss, 1971). Bu süreç sonucunda zeminde önemli deformasyonlar meydana gelir ve yapı temellerinde diferansiyel oturmalar, yana yatmalar veya yanal yayılmalar görülebilir (Kramer, 1996).

Zemin sıvılaşması genellikle gevşek kumlu zeminlerde ve yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu bölgelerde meydana gelmektedir. Nehir deltaları, kıyı dolguları ve alüvyon ovalar sıvılaşma açısından en riskli zemin ortamları olarak kabul edilmektedir (Tokimatsu ve Seed, 1987). Bu tür zeminler deprem sırasında yüksek deformasyon potansiyeline sahip olup, mühendislik yapıları için önemli riskler oluşturmaktadır. Türkiye gibi aktif deprem kuşaklarında yer alan ülkelerde bu risk daha da belirgin hale gelmektedir (Özcep ve Zarif, 2006).

Türkiye’de meydana gelen büyük depremler sıvılaşma olayının mühendislik yapıları üzerindeki etkilerini açık biçimde ortaya koymuştur. 1999 Kocaeli depremi sırasında özellikle Adapazarı ve çevresinde meydana gelen sıvılaşma olayları çok sayıda yapının oturmasına veya devrilmesine neden olmuştur (Bray ve Sancio, 2006). Benzer şekilde 2023 Kahramanmaraş depremleri sırasında da birçok bölgede sıvılaşma kaynaklı zemin deformasyonları gözlemlenmiştir (Tonyalı, 2025). Bu tür saha gözlemleri sıvılaşma potansiyelinin önceden belirlenmesinin önemini göstermektedir.

Sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesine yönelik olarak literatürde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler genel olarak saha deneylerine, laboratuvar deneylerine veya sayısal analizlere dayanmaktadır. Saha deneylerine dayalı yöntemler arasında en yaygın kullanılanlardan biri Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) verilerine dayalı sıvılaşma değerlendirme yöntemidir (Seed vd., 1985). Bu yöntem, zeminlerin dinamik yükler altındaki davranışını pratik ve hızlı biçimde değerlendirme imkânı sağlaması nedeniyle mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Youd ve Idriss, 2001).

SPT verilerine dayalı sıvılaşma analizinde temel yaklaşım, zeminin deprem sırasında maruz kaldığı devirsel gerilme oranı (CSR) ile zeminin sıvılaşmaya karşı direncini temsil eden devirsel direnç oranının (CRR) karşılaştırılmasına dayanmaktadır (Seed ve Idriss, 1971). Bu iki parametrenin oranı sıvılaşma güvenlik sayısını belirlemekte ve zeminlerin sıvılaşma potansiyeli hakkında bilgi vermektedir (Youd ve Idriss, 2001). Bu yaklaşım günümüzde de birçok mühendislik projesinde kullanılmaktadır.

Literatürde SPT verilerine dayalı sıvılaşma analizlerinin farklı saha koşullarında uygulanmasına yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Düzce ilinde yapılan bir çalışmada yerleşim alanlarındaki sıvılaşma potansiyeli SPT verileri kullanılarak değerlendirilmiş ve bölgesel sıvılaşma risk haritaları oluşturulmuştur (Taşer Aydın, 2025). Benzer şekilde Balıkesir ili Ayvalık ilçesinde gerçekleştirilen bir çalışmada, zemin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla çok sayıda sondaj verisi analiz edilmiştir (Kılıç, 2025).

Türkiye’de sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar genellikle deprem sonrası saha gözlemleri ve geoteknik verilerin analizine dayanmaktadır. İzmit Körfezi kıyı kesiminde gerçekleştirilen bir araştırmada, sıvılaşma potansiyeli jeofizik veriler ve sondaj sonuçları kullanılarak değerlendirilmiştir (Gülsoy, 2023). Ayrıca İskenderun bölgesinde yapılan çalışmalar, deprem sırasında meydana gelen sıvılaşma olaylarının yapı hasarları üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur (Toktanış, 2023).

Sıvılaşma potansiyelini etkileyen en önemli parametreler arasında zemin türü, yeraltı su seviyesi, zemin yoğunluğu ve deprem yer ivmesi yer almaktadır (Kramer, 1996). Bunun yanında ince dane içeriği, kum tabakası kalınlığı ve zemin sıkılığı gibi parametreler de sıvılaşma davranışını önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Kaygusuz, 2025). Bu nedenle sıvılaşma analizlerinde zemin özelliklerinin doğru biçimde belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda sıvılaşma analizlerinde sayısal modelleme ve gelişmiş zemin modelleri de kullanılmaya başlanmıştır. Sonlu eleman yöntemine dayalı analizler, zeminlerin dinamik davranışının daha ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak sağlamaktadır (Tonyalı, 2025). Bununla birlikte saha verilerine dayalı ampirik yöntemler hâlâ mühendislik uygulamalarında en yaygın kullanılan yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada, zemin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan SPT verilerine dayalı analiz yöntemleri teorik ve sayısal olarak incelenmiştir. Çalışma kapsamında farklı zemin profilleri için sıvılaşma analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu sayede zemin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesine yönelik mühendislik uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

SPT ile SIVILAŞMA HESABI

Zemin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yaklaşımlardan biri, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) verilerine dayalı basitleştirilmiş ampirik yöntemdir. Bu yaklaşımda temel esas, deprem sırasında zeminde oluşan çevrimsel gerilme etkisinin, zeminin çevrimsel direnci ile karşılaştırılmasıdır. Başka bir ifadeyle, zemin tabakasının sıvılaşmaya karşı güvenliği, deprem talebini temsil eden çevrimsel gerilme oranı ile zeminin sıvılaşma direncini temsil eden çevrimsel direnç oranının oranlanmasıyla belirlenmektedir. İncelenen çalışmalarda da sıvılaşma değerlendirmelerinin büyük ölçüde bu çerçevede ele alındığı görülmektedir (Taşer Aydın, 2025).

SPT’ye dayalı sıvılaşma analizinde ilk aşama, deprem etkisi altında zemin tabakasında oluşan çevrimsel gerilme oranının (CSR) hesaplanmasıdır. Seed ve Idriss tarafından geliştirilen basitleştirilmiş yaklaşıma göre bu oran,

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma_v'} = \frac{a_{max}}{g} \times \frac{\sigma_v}{\sigma_v'} \times r_d \quad (1)$$

eşitliği ile ifade edilmektedir. Burada;

a_{max} = maksimum yatay zemin yüzey ivmesi (g)

g = yerçekimi ivmesi

σ_v = z derinliğine bağlı toplam örtü basıncı

σ_v' = derinliğe bağlı efektif gerilme

r_d = gerilim azalım faktörü

CSR hesabında en kritik büyüklüklerden biri olan gerilim azaltım faktörü r_d , rijit olmayan zemin profillerinde derinliğe bağlı olarak deprem kayma gerilmelerinin azalmasını temsil etmektedir. İncelenen tezlerde bu parametrenin farklı ampirik bağıntılarla hesaplandığı ve sonuçların buna bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Bu nedenle r_d seçimi, sınırlama değerlendirmesinin hassas bileşenlerinden biridir (Kaygusuz, 2025).

Gerilim azaltım faktörü hesaplamaları için literatürde geliştirilmiş çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler: Idriss (1999), NCEER (1997), Kayen (1992), Liao and Whitman (1986a)'dır. Gerilim azaltım faktörünün belirlenmesinde kullanılan en yaygın yaklaşımlardan biri Liao and Whitman (1986a) tarafından önerilen bağıntılardır. Bu yöntemde r_d , derinliğin parçalı doğrusal fonksiyonu olarak tanımlanmakta ve sığ derinliklerde daha yüksek, derinlik arttıkça daha düşük değerler almaktadır. Özellikle klasik uygulamalarda ve erken dönem mühendislik analizlerinde bu bağıntı oldukça yaygın olarak kullanılmıştır. Söz konusu yaklaşım, uygulama kolaylığı nedeniyle tercih edilmekle birlikte, deprem büyüklüğünün etkisini doğrudan içermemektedir (Eşitlik 2 a ve b).

$$r_d = 1.0 - 0.00765 \times z \quad z \leq 9.15m \quad (2.a)$$

$$r_d = 1.174 - 0.0267 \times z \quad 9.15 m < z \leq 23 m \quad (2.b)$$

Burada;

z = yüzeyden itibaren derinlik (m)

Bir diğer yaklaşım Kayen (1992) tarafından önerilmiştir. Kayen yaklaşımında gerilim azaltım faktörü, yalnızca derinliğe bağlı değişimi daha iyi temsil etmeye yönelik bir formda ele alınmıştır. Bununla birlikte bu yöntemin kullanımı, uygulamadaki alışkanlıklar ve veri işleme kolaylığına bağlı olarak diğer bazı yöntemlere göre daha sınırlı kalabilmektedir.

$$r_d = 1 - 0.012 \times z \quad (3)$$

Burada;

z = yüzeyden itibaren derinlik (m)

NCEER (1997) çalışmayı sonrasında önerilen yaklaşım, sınırlama değerlendirmelerinde uzun süre yaygın biçimde kullanılan standart çerçevelerden biri olmuştur. Bu yöntemde de r_d derinliğe bağlı ampirik bağıntılarla tanımlanır ve farklı derinlik aralıkları için farklı ifadeler kullanılır (Eşitlik 4 a,b,c ve d). NCEER yaklaşımı, mühendislik uygulamalarında pratikliği nedeniyle sıklıkla tercih edilmiş ve çok sayıda tez ile teknik raporda temel başvuru yöntemi olmuştur. İncelenen dosyalarda da gerilim azaltım faktörünün bu yöntemle hesaplandığı örnekler bulunmaktadır

$$r_d = 1.0 - 0.00765 \times z \quad z \leq 9.15m \quad (4.a)$$

$$r_d = 1.174 - 0.0267 \times z \quad 9.15m < z \leq 23m \quad (4.b)$$

$$r_d = 0.744 - 0.008 \times z \quad 23m < z \leq 30m \quad (4.c)$$

$$r_d = 0.50 \quad z > 30m \quad (4.d)$$

Burada; z = derinlik (m)

Daha gelişmiş yaklaşımlardan biri ise Idriss (1999) tarafından önerilmiştir. Bu yöntemde gerilim azaltım faktörü yalnızca derinliğin değil, aynı zamanda deprem moment büyüklüğünün de bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır. Böylece deprem büyüklüğü değişiminin zemin içerisindeki gerilme dağılımına etkisi dolaylı biçimde hesaba katılmaktadır. Bu yönüyle Idriss (1999) bağıntısı, özellikle farklı büyüklüklerdeki senaryo depremlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda daha gerçekçi sonuçlar verebilmektedir (Eşitlik 5). Son yıllardaki birçok akademik çalışmada bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni de budur.

$$\ln(r_d) = \alpha(z) + \beta(z) \times M_w \quad (5)$$

Burada;

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \times \sin\left(\frac{z}{11.7} + 5.133\right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \times \sin\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

z = derinlik (m) ≤ 34

M_w = deprem büyüklüğüdür.

CSR belirlendikten sonra ikinci aşama, zeminin sıvılaşmaya karşı direncini temsil eden çevrimsel direnç oranının (CRR) belirlenmesidir. SPT'ye dayalı yöntemde bu işlem, arazi deneyinden elde edilen ham N darbe sayısının çeşitli düzeltmelere tabi tutulmasıyla gerçekleştirilir. Çünkü sahada ölçülen ham SPT değeri; örtü gerilmesine, enerji aktarım verimine, sondaj çapına, tij boyuna ve örnekleyici tipine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle ilk olarak düzeltilmiş darbe sayısı $(N_1)_{60}$ hesaplanır:

$$N_{1.60} = (C_N * C_{BF} * C_E * C_R * C_B * C_S * C_A * C_C) * N \quad (6)$$

Burada; C_N örtü gerilmesi düzeltmesini, C_E enerji oranı düzeltmesini, C_B sondaj çapı düzeltmesini, C_R tij boyu düzeltmesini ve C_S örnekleyici düzeltmesini ifade etmektedir. Bu düzeltmelerin amacı, farklı saha koşullarında elde edilen SPT sonuçlarını ortak bir referans seviyeye getirmektir.

SPT'ye dayalı sıvılaşma analizlerinde yalnızca $(N_1)_{60}$ değerinin kullanılması çoğu zaman yeterli değildir. Zemin içerisindeki ince dane oranının sıvılaşma davranışı üzerinde etkili olduğu bilindiğinden, çoğu yöntemde ince dane düzeltmesi de uygulanmaktadır. Bu işlem sonucunda temiz kum eşdeğeri düzeltilmiş darbe sayısı olarak ifade edilen $(N_1)_{60cs}$ değeri elde edilir. Bu parametre, CRR tayininde esas alınan büyüklüktür. İnce dane içeriğinin artması, bazı durumlarda zeminin sıvılaşma davranışını azaltabilirken bazı durumlarda karmaşık etkiler oluşturabilmektedir. Ancak SPT tabanlı ampirik yöntemde bu etki, genel olarak düzeltme bağıntıları yardımıyla hesaba katılır.

Elde edilen $(N_1)_{60cs}$ değeri kullanılarak, çoğunlukla $M_w=7.5$ büyüklüğündeki bir deprem için geçerli olan $CRR_{7.5}$ değeri belirlenir. Bu işlem çoğu zaman ampirik eğriler, korelasyon bağıntıları ya da standartlaştırılmış grafikler yardımıyla yapılmaktadır. Böylece zemin tabakasının referans deprem düzeyindeki çevrimsel direnci tanımlanmış olur. Eğer değerlendirmeye esas alınan deprem büyüklüğü 7.5'ten farklıysa, büyüklük etkisini temsil eden magnitüd ölçekleme faktörü (MSF) kullanılarak direnç değeri düzeltilir. Bu durumda genel ifade Eşitlik 7'deki gibi yazılır.

$$CRR = CRR_{7.5} \times MSF \quad (7)$$

Son aşamada sıvılaşma güvenliği, çevrimsel direnç oranının çevrimsel gerilme oranına bölünmesiyle elde edilen güvenlik sayısı üzerinden değerlendirilir ve Eşitlik 8’de verilmektedir.

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (8)$$

Burada $FS < 1.0$ olması, ilgili zemin tabakasında sıvılaşma potansiyelinin bulunduğu; $FS > 1.0$ olması ise zeminin sıvılaşmaya karşı göreceli olarak güvenli olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte mühendislik uygulamalarında yalnızca kritik eşik değer değil, güvenlik marjı da önemlidir. Bu nedenle birçok çalışmada FS değerinin büyüklüğüne göre düşük, orta ve yüksek risk sınıflamaları yapılmaktadır (Karagöz, 2025).

Sonuç olarak, SPT verilerine dayalı sıvılaşma hesabı; deprem etkisinin CSR ile, zemin direncinin ise düzeltilmiş SPT verilerinden elde edilen CRR ile temsil edildiği basitleştirilmiş fakat uygulamada son derece etkili bir yöntemdir. Bu yöntemin doğruluğu büyük ölçüde doğru SPT düzeltmelerine, uygun gerilim azaltım faktörü seçimine ve saha koşullarının doğru tanımlanmasına bağlıdır. Özellikle gerilim azaltım faktörü için Liao and Whitman (1986a), Kayen (1992), NCEER (1997) ve Idriss (1999) yöntemlerinin kullanılması, aynı saha için farklı değerlendirme sonuçları verebildiğinden, yöntem seçiminin açık biçimde belirtilmesi bilimsel açıdan zorunludur. Kısacası, sıvılaşma hesabında mesele sadece formülü yazmak değil, hangi ampirik çerçeveyi kullandığını dürüstçe ortaya koymaktır.

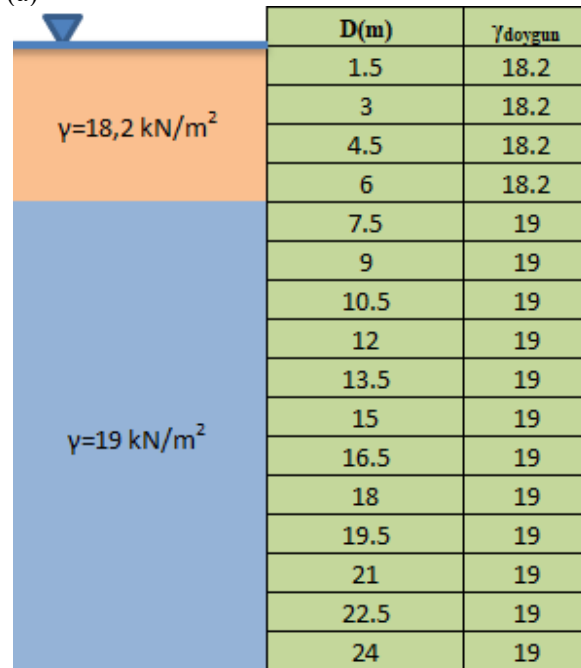
YÖNTEM

Bu çalışmada zemin sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla SPT verilerine dayalı basitleştirilmiş sıvılaşma analizi yöntemi kullanılmıştır. Analizlerde deprem sırasında zeminde oluşan çevrimsel gerilme ile zeminin sıvılaşmaya karşı direnci karşılaştırılmış ve her bir zemin tabakası için sıvılaşma güvenlik sayısı belirlenmiştir. Bu çalışmada SPT deney sonuçları ile sıvılaşma analizinin yapılması için 3 farklı zemin örneği kullanılmıştır. Bu zeminlere ait örnekler Mollamahmutoğlu (2006)’da yer alan çözümlü örneklerden seçilmiştir ve özellikleri Şekil 1.

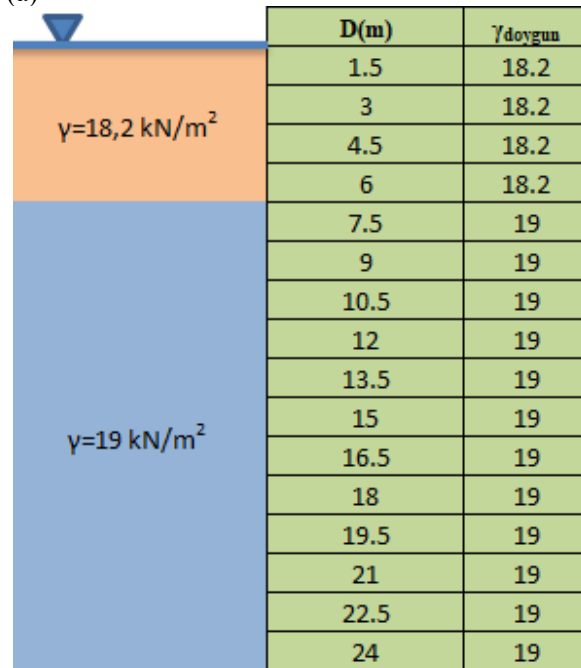
Gerilim azaltım faktörü değerleri Idriss (1999), Kayen (1992), Liao and Whitman (1986a) yöntemleri ile ayrı ayrı hesaplanmıştır. İlgili formüller Microsoft Excel programına girilip güvenlik katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Bu sayede zemin özelliklerinin ve tabaka derinliğinin sıvılaşma potansiyeli üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.



(a)



(b)

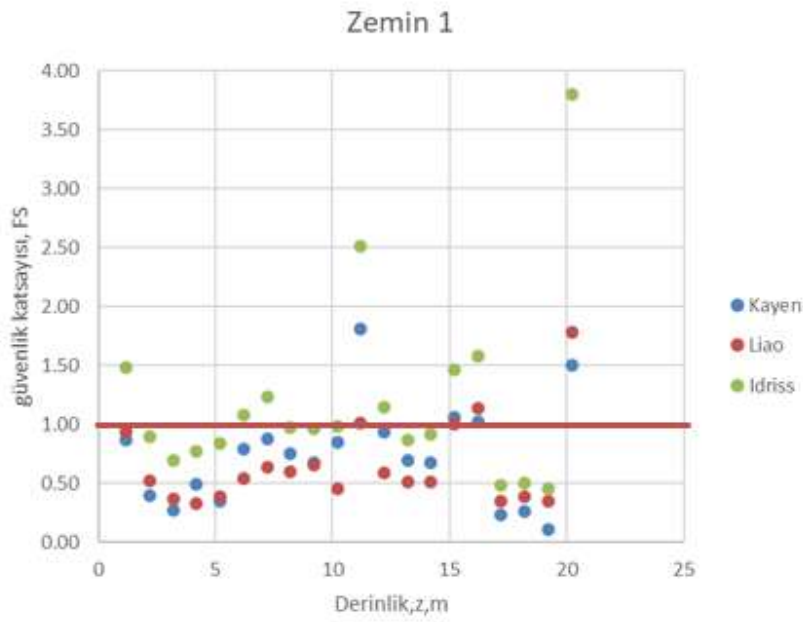


(c)

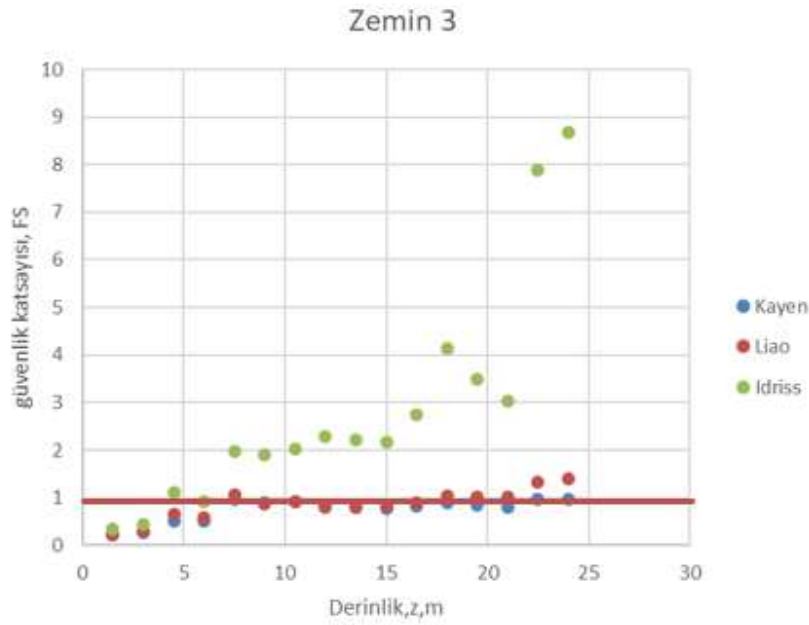
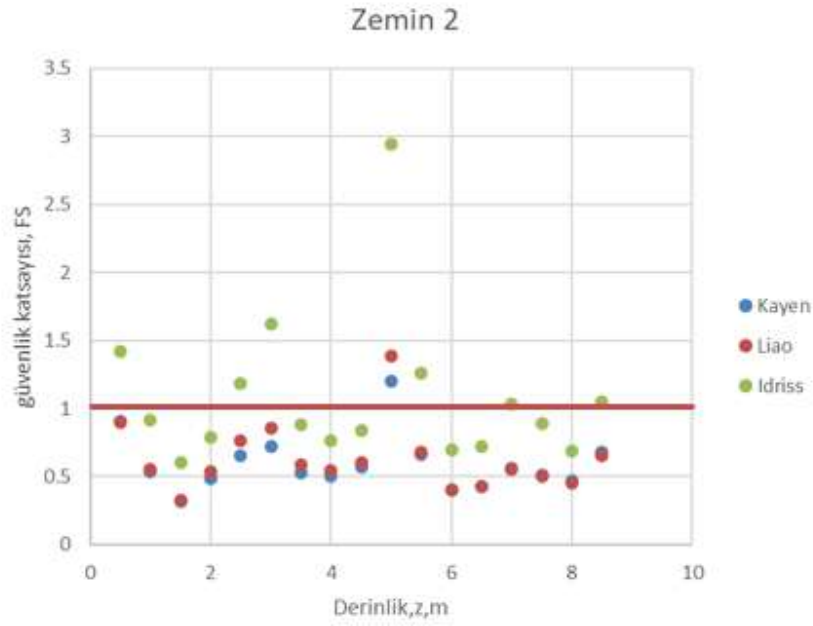
Şekil 1. Zemin Profili a) 1. Zemin b) 2. Zemin c) 3. Zemin

BULGULAR

Bu çalışmada SPT verilerine dayalı sıvılaşma potansiyeli analizi kapsamında üç farklı zemin profili için teorik ve sayısal değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Her zemin profili için deprem etkisi altında oluşan devirsel gerilme oranı (CSR) ile zeminlerin sıvılaşmaya karşı direncini temsil eden devirsel direnç oranı (CRR) hesaplanmış ve bu iki parametrenin oranı kullanılarak sıvılaşma güvenlik sayıları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar zemin özellikleri, tabaka derinliği ve SPT darbe sayılarının sıvılaşma potansiyeli üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Şekil 2'de zeminlerin farklı yöntemler ile hesaplanmış güvenlik katsayısı değerlerinin derinlik ile değişimi grafiği verilmiştir. Hesaplanan güvenlik katsayıları göz önüne alındığında yöntem farklılıkları güvenlik sayılarının 1,5-2 kata yakın farklı çıkmasına sebep olmuştur.



(a)



Şekil 2. Derinliğe bağlı FS değişimi a) 1. Zemin b) 2. Zemin c) 3. Zemin

TARTIŞMA

İlk zemin profiline ait analiz sonuçları incelendiğinde, özellikle düşük SPT darbe sayısına sahip gevşek kumlu zemin tabakalarında sıvılaşma potansiyelinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu tabakalarda hesaplanan çevrimsel direnç oranının, deprem sırasında oluşan çevrimsel gerilme oranına oldukça yakın olduğu veya bazı derinliklerde bu değerin altında kaldığı belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu zemin tabakalarının deprem etkisi altında sıvılaşma açısından kritik davranış gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte derinlik arttıkça SPT darbe sayısındaki artışa bağlı olarak zemin sıklığının yükseldiği ve buna bağlı olarak sıvılaşma direncinin arttığı gözlenmiştir.

İkinci zemin profiline ilişkin analiz sonuçları, zemin tabakalarının sıvılaşma potansiyelinin yalnızca SPT darbe sayısına değil aynı zamanda tabaka derinliği ve efektif gerilme koşullarına da bağlı olduğunu göstermektedir. Bu profilde bazı zemin tabakalarında güvenlik sayısının kritik değerlere oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Özellikle yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu durumlarda efektif gerilmenin azalmasına bağlı olarak çevrimsel gerilme oranının arttığı ve bunun sıvılaşma riskini yükselttiği tespit edilmiştir. Buna karşılık daha sıkı zemin tabakalarında çevrimsel direnç oranının daha yüksek olduğu ve bu tabakaların sıvılaşmaya karşı daha güvenli davranış sergilediği görülmüştür.

Üçüncü zemin profiline ait sonuçlar incelendiğinde, zemin özelliklerinin sıvılaşma potansiyeli üzerindeki belirleyici rolü daha açık biçimde ortaya çıkmaktadır. Bu profilde bazı tabakalarda güvenlik sayısının diğer profillere göre daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu durum zemin sıklığı ile ilişkilendirilmiştir. Daha yüksek SPT darbe sayısına sahip zeminlerde çevrimsel direnç oranının artması nedeniyle sıvılaşma potansiyelinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte bazı sıkı zemin tabakalarında, özellikle ince dane içeriğinin düşük olduğu gevşek kumlu zeminlerde sıvılaşma riskinin devam ettiği belirlenmiştir.

Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, sıvılaşma potansiyelinin en çok SPT darbe sayısı, rölatif sıklık ve yeraltı su seviyesi gibi parametrelerden etkilendiği görülmektedir. Düşük SPT darbe sayısına sahip gevşek kumlu zeminlerin deprem etkisi altında sıvılaşmaya daha yatkın olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık daha yüksek darbe sayısına sahip sıkı zemin tabakalarının sıvılaşmaya karşı daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca zemin profilinin derinliğe bağlı değişimi de sıvılaşma potansiyeli üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Çalışmada kullanılan farklı gerilim azaltım faktörü yaklaşımlarının sonuçlar üzerinde belirli ölçüde farklılıklar oluşturduğu da görülmüştür. Özellikle derin zemin tabakalarında farklı yöntemlerle hesaplanan r_d değerlerinin CSR sonuçlarını etkilediği ve bunun sıvılaşma güvenlik sayılarında değişimlere yol açabildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte genel eğilimler tüm yöntemlerde benzer olup, gevşek zeminlerin sıvılaşma açısından daha kritik davranış gösterdiği görülmektedir.

Sonuç olarak elde edilen bulgular, zemin sıvılaşma potansiyelinin doğru şekilde değerlendirilebilmesi için zemin özelliklerinin ayrıntılı biçimde belirlenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle düşük SPT darbe sayısına sahip, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu gevşek kumlu zeminlerde deprem sırasında sıvılaşma riskinin önemli ölçüde artabileceği belirlenmiştir. Bu nedenle deprem riski yüksek bölgelerde gerçekleştirilecek mühendislik projelerinde sıvılaşma potansiyelinin mutlaka dikkate alınması gerekmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, SPT verilerine dayalı sıvılaşma potansiyeli analizi teorik ve sayısal olarak incelenmiş ve üç farklı zemin profili için değerlendirme yapılmıştır. Analizlerde CSR (Cyclic Stress Ratio) ve CRR (Cyclic Resistance Ratio) parametreleri kullanılarak sıvılaşma güvenlik sayısı belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda zemin özelliklerinin (SPT-N değeri, rölatif sıklık ve ince dane oranı) sıvılaşma potansiyelini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Düşük SPT-N değerine sahip gevşek kumlu zeminlerde sıvılaşma potansiyelinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu zeminlerde efektif gerilmenin azalması nedeniyle sıvılaşma riskinin arttığı görülmüştür.

Analiz sonuçları, zemin profilinin derinliğe bağlı değişiminin sıvılaşma potansiyeli üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Yapılan hesaplamalar, bazı zemin tabakalarında güvenlik sayısının kritik değerlerin altına düşebileceğini ve bu durumun deprem sırasında sıvılaşma riskini artırabileceğini ortaya koymuştur.

Deprem riski yüksek bölgelerde yapılacak mühendislik projelerinde zemin sıvılaşma potansiyeli mutlaka değerlendirilmelidir. Sıvılaşma analizlerinde SPT verilerine ek olarak CPT, V_s veya laboratuvar deneyleri ile desteklenen daha kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir. Sıvılaşma potansiyeli yüksek zeminlerde zemin iyileştirme yöntemleri (drenaj, vibro-kompaksiyon, jet grout vb.) uygulanmalıdır. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu bölgelerde temel tasarımında sıvılaşma etkileri dikkate alınmalıdır. Sıvılaşma riski bulunan sahalarda daha detaylı geoteknik araştırmalar ve saha deneyleri yapılması önerilmektedir. Geoteknik tasarım aşamasında deprem büyüklüğü, yer ivmesi ve zemin özellikleri birlikte değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Bray, J.D., Sancio, R.B. (2006). Assessment of the liquefaction susceptibility of fine-grained soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*.
- Das, B.M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
- Dobry, R., Vucetic, M. (1987). Dynamic properties of soil. *Journal of Geotechnical Engineering*.
- Gülsoy, G. (2023). İzmit Körfezi kıyı kesiminin sıvılaşma analizi. Yüksek Lisans Tezi.
- Idriss, I.M., Boulanger, R.W. (2008). *Soil Liquefaction During Earthquakes*. Earthquake Engineering Research Institute.

Ishihara, K. (1985). Stability of natural deposits during earthquakes. Proceedings of the 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering.

Ishihara, K. (1996). Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics. Oxford University Press.

Kayen, R. E, Mitchell, J. K., Seed, R. B.' Lodge, A., Nishio, S., and Coutinho, R. (1992), "Evaluation of SPT-, CPT-, and shear wave-based methods for liquefaction potential assessment using Loma Prieta data", Proc., 4th Japan-U.S. Workshop on Earthquake-Resistant Des. Of Lifeline Fac. And Countermeasures for Soil Liquefaction, Vol. 1, 177-204.

Kaygusuz, Z. (2025). Zemin değişkenlerinin sıvılaşmaya etkisinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi.

Kılıç, A. (2025). Altınova Mahallesi sahilinin sıvılaşma potansiyelinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi.

Kramer, S.L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall.

Liao, S. S. C., Veneziano, D., Whitman, R.V. (1988), "Regression Models for Evaluating Liquefaction Probability", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 114, No. 4, pp. 389-409.

Mollamahmutoğlu, M. ve Babuçcu, F. (2006). Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri. Ankara: Gazi Kitabevi.

Mitchell, J.K., Soga, K. (2005). Fundamentals of Soil Behavior. John Wiley & Sons.

NCEER, 1997, "Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils", Edited by Youd, T. L., Idriss, I. M., Technical Report No. NCEER-97-0022, December 31, 1997.

Özcep, F., Zarif, İ. (2006). Liquefaction potential assessment using geophysical methods. Engineering Geology.

Robertson, P.K., Wride, C.E. (1998). Evaluating cyclic liquefaction potential using CPT. Canadian Geotechnical Journal.

Seed, H.B. (1979). Soil liquefaction and cyclic mobility evaluation for level ground during earthquakes. Journal of Geotechnical Engineering.

Seed, H.B., Idriss, I.M. (1967). Analysis of soil liquefaction: Niigata earthquake. Journal of Soil Mechanics and Foundations Division.

Seed, H.B., Idriss, I.M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. Journal of Soil Mechanics and Foundations Division.

Seed, H.B., Lee, K.L. (1966). Liquefaction of saturated sands during cyclic loading. Journal of Soil Mechanics and Foundations Division.

Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder, L., Chung, R. (1985). Influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations. *Journal of Geotechnical Engineering*.

Taşer Aydın, S. (2025). Düzce ili imara esas yerleşim alanlarında sıvılaşma potansiyelinin SPT verileri ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi.

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. John Wiley & Sons.

Tokimatsu, K., Seed, H.B. (1987). Evaluation of settlements in sands due to earthquake shaking. *Journal of Geotechnical Engineering*.

Toktanış, A. (2023). Zemin sıvılaşması ve İskenderun’da bazı örnek alanlar. Yüksek Lisans Tezi.

Tonyalı, İ. (2025). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde gözlenen sıvılaşma ve döngüsel yumuşama davranışlarının incelenmesi. Doktora Tezi.

Youd, T.L. (2003). Liquefaction hazards. *Earthquake Engineering Handbook*.

Youd, T.L., Idriss, I.M. (2001). Liquefaction resistance of soils: Summary report from the NCEER and NCEER/NSF workshops. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*.

COMPARATIVE EVALUATION OF FLY ASH GEOPOLYMERS USING A FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN UNDER CONSTANT L/S RATIO

Assoc. Prof. Dr. Kemal ŞAHBUDAK

Sivas Cumhuriyet University (Türkiye)

Lect. Birol YAZARLI

Yozgat Bozok University (Türkiye)

ABSTRACT

A three-factor, three-level experimental design was applied under a constant liquid-to-solid ratio ($L/S = 0.50$) to improve the comparability of fly ash-based geopolymer mixtures and to systematically investigate the main variables affecting mechanical performance. The independent variables were defined as activator type (NaOH, KOH, Na_2O/SiO_2), activator level (8, 12, and 16 M for NaOH and KOH; modulus values of 2.00, 2.75, and 3.50 for Na_2O/SiO_2), and sand/fly ash ratio (0, 1, and 2). In all mixtures, the total solids content, activator amount, and L/S ratio were kept constant at 150 g, 75 g, and 0.50, respectively. A coding system in the form of [Activator]-[Level]-[K] was established to improve mixture traceability. The experimental matrix enabled a comparative evaluation of compressive strength under 7-day ambient curing, 7-day water curing, and 7- and 28-day conditions after pre-curing at 70 °C for 48 h. The results showed that the constant L/S approach improved physical comparability and contributed to a clearer interpretation of the effects associated with activator type, activator level, and sand/fly ash ratio. Under the 28-day pre-cured condition, the highest compressive strength was obtained in the N-8-K0 mixture with 20.70 ± 3.49 MPa, while K-8-K0 and K-12-K1 in the KOH series and S-3.5-K2 in the Na_2O/SiO_2 series were identified as the prominent mixtures. The findings indicate that the factorial design approach provides a practical methodological framework for evaluating main effects and possible interaction patterns in geopolymer mixture design.

Keywords: Geopolymer, fly ash, factorial experimental design, L/S ratio, mixture design, compressive strength

2. Materials and Method

In this study, Class C fly ash obtained from Kangal Thermal Power Plant was used as the binder material. The major oxide composition of the fly ash was dominated by SiO_2 (~35%), Al_2O_3 (~14%), and CaO (~26%), and the relatively high CaO content may be considered a feature that can support early-age strength development (Guo et al., 2010). Other major components were MgO (~3%), Fe_2O_3 (~5%), and SO_3 (~8%). Standard sand was used as the aggregate phase. As alkaline activators, NaOH ($\geq 98\%$) and KOH ($\geq 85\%$) solutions, together with a Na_2O/SiO_2 -based sodium silicate solution, were employed. In the hydroxide series, the activator level was set at 8, 12, and 16 M, whereas in the sodium silicate series, modulus values of 2.00, 2.75, and 3.50 were used.

The experimental design was established using a three-factor, three-level factorial approach. The independent variables were defined as activator type (NaOH, KOH, Na_2O/SiO_2), activator level (8–12–16 M for NaOH/KOH and modulus values of 2.00–2.75–3.50 for Na_2O/SiO_2), and sand/fly ash ratio (0–1–2; K0–K1–K2). Nine mixtures were prepared for each activator system,

resulting in a total experimental matrix of 27 mixtures. The combination structure is schematically presented in Figure 1.

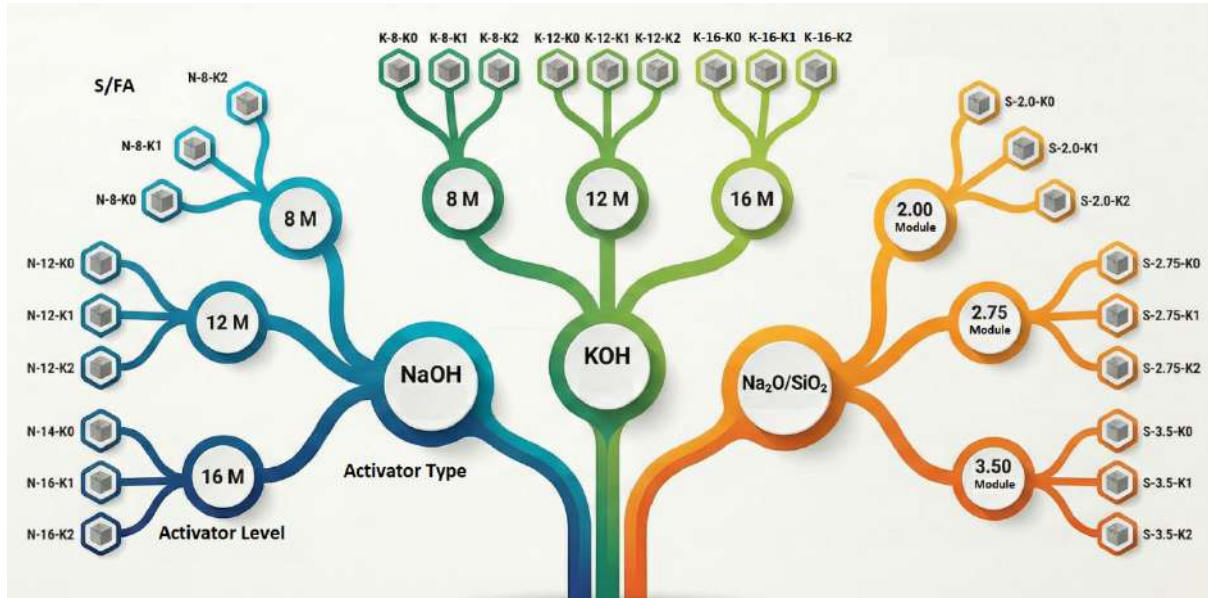


Figure 1. Schematic representation of the factorial experimental matrix.

The dependent variable was defined as compressive strength (MPa). To improve comparability among mixtures, the total solids content (fly ash + sand) was fixed at 150 g, the activator amount at 75 g, and the liquid-to-solid ratio at $L/S = 0.50$ for all mixtures. The specimens were prepared in cylindrical geometry with a diameter of 14 mm and a height of 50 mm. Compressive strength was determined based on three replicates for each mixture ($n = 3$), and the results were reported as mean $\pm$ SD. In some combinations, the strength did not reach a measurable level; therefore, the result was recorded as 0.00 MPa. This value indicates that measurable strength could not be obtained during testing or that the strength remained at a negligible level.

The constant L/S approach contributes to a more reliable interpretation of the effects associated with activator type, activator level, and sand/fly ash ratio by limiting differences in workability and liquid-phase-related pore structure. This approach does not aim to establish chemical equivalence; rather, it primarily seeks to strengthen methodological consistency (Sun et al., 2023). During specimen preparation, fly ash, sand, and the corresponding alkaline activator solution were mixed at the predetermined proportions, and the mortar was placed into cylindrical molds after a homogeneous consistency was achieved. The molds were subjected to vibration for approximately 5 min to reduce void formation. The curing regimes were arranged as 7-day ambient curing, 7-day water curing, and 7- and 28-day compressive strength measurements for specimens that had been thermally pre-cured at 70 °C for 48 h and then stored under ambient conditions.

To improve traceability, a coding system in the form of [Activator]-[Level]-[K] was used. The first component of the code indicates the activator type (N, K, S), the second component indicates the molarity in the hydroxide series or the modulus value in the sodium silicate series,

and the third component indicates the sand/fly ash level (K0–K1–K2). Examples of the coding system are presented in Table 1.

Table 1. Example representation of the mixture coding system.

Mixture code	Code component	Description
N-8-K0	N	Activator type = NaOH
	8	Activator level = 8 M
	K0	Sand/FA = 0
K-12-K1	K	Activator type = KOH
	12	Activator level = 12 M
	K1	Sand/FA = 1
S-3.5-K2	S	Activator type = Na ₂ O/SiO ₂
	3.5	Activator modulus = 3.5
	K2	Sand/FA = 2

3. Results and Discussion

The 27 mixtures established within the experimental design enabled the comparison of NaOH, KOH, and Na₂O/SiO₂ activator systems within the same methodological framework. The [Activator]-[Level]-[K] coding system used for specimen identification facilitated the organization and classification of the data by combining activator type, level information, and sand/fly ash ratio in a single notation (Table 1). Keeping the L/S ratio constant at 0.50 reduced consistency and porosity differences that could arise from the liquid phase, thereby allowing the effects associated with activator type, activator level, and sand/fly ash ratio to be evaluated more clearly. This approach may be regarded as a control framework that supports methodological integrity in multivariable geopolymers systems (Sun et al., 2023). The compressive strength distributions of the NaOH series are presented in Figure 2.

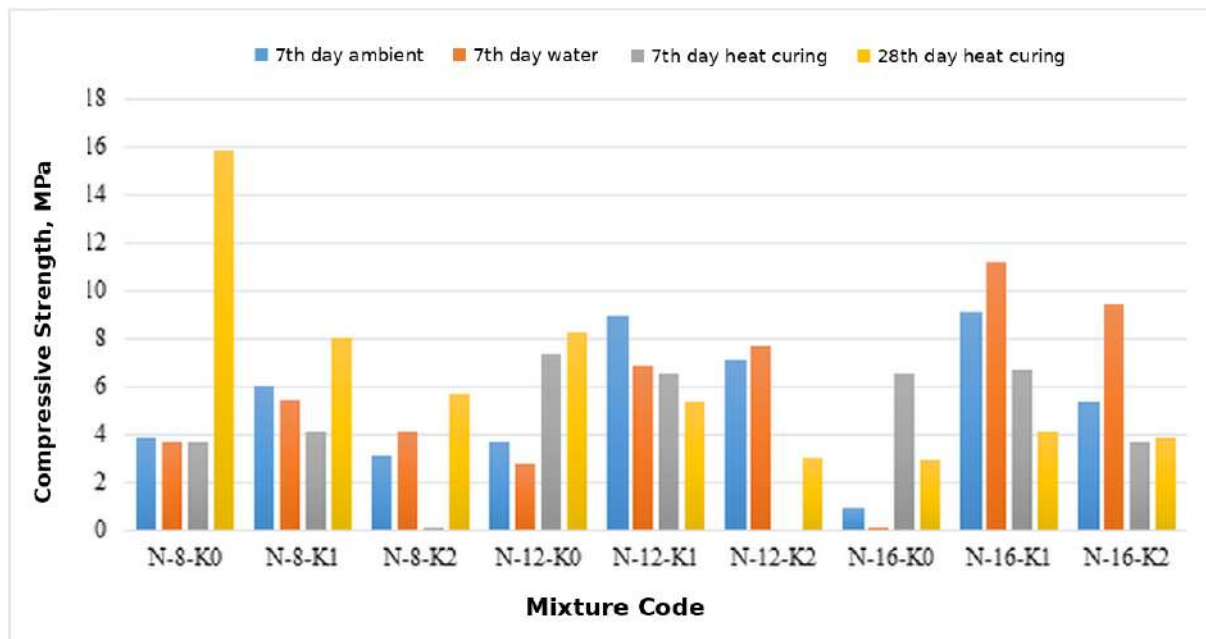


Figure 2. Distribution of compressive strength according to mixture codes in the NaOH series.

Figure 2 shows that, in NaOH-activated mixtures (N-series), compressive strength is sensitive to both the curing regime and the combined effects of mixture parameters. The fact that increasing molarity at the same sand/fly ash ratio did not produce a regular increase in strength under all conditions indicates that mechanical performance in the NaOH system cannot be adequately explained by a single variable. The observed trend points to an interaction behavior requiring activator level and sand/fly ash ratio to be considered together.

The fact that the N-8-K0 mixture yielded the series maximum under the 28-day thermal pre-curing condition indicates that the low-molarity–low sand/fly ash combination may provide a more favorable reaction environment. The absence of a comparable increase in strength at higher molarities and/or higher sand/fly ash levels suggests that increasing alkalinity and aggregate content do not always promote microstructural densification. The relatively low strength range observed under early-age (7-day) ambient and water curing indicates that reaction progress remained limited, whereas the acceleration of strength development in some mixtures after thermal pre-curing shows that temperature promoted dissolution and gel formation processes.

Taken as a whole, Figure 2 reveals that strength development in the NaOH series is governed by the combined influence of activation intensity, solid-phase composition, and curing condition. In identifying the optimum mixture region, molarity and sand/fly ash ratio should be considered together, while the curing regime should be regarded as one of the principal control variables governing performance. The results for the KOH series are presented in Figure 3.

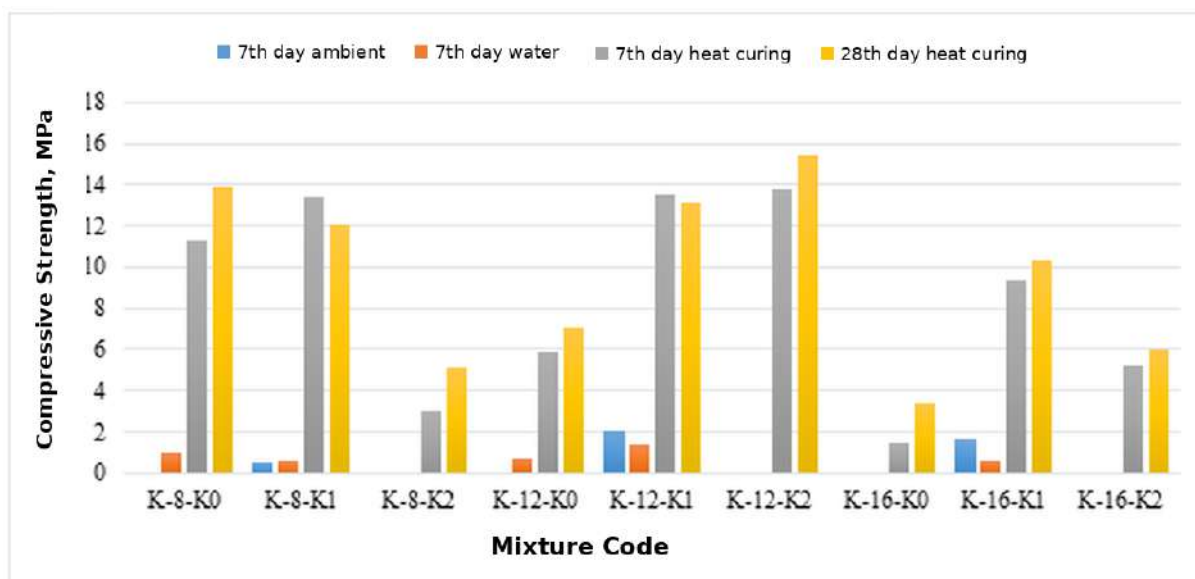


Figure 3. Distribution of compressive strength according to mixture codes in the KOH series.

Figure 3 comparatively presents the compressive strength values of KOH-activated mixtures (K-series) under 7-day ambient curing, 7-day water curing, 7-day thermal pre-curing (70 °C, 48 h), and 28-day thermal pre-curing conditions. Examination of the distribution indicates that the curing regime plays a decisive role in mechanical performance, and especially that thermal pre-curing markedly improves strength development.

At early age (7 days), the compressive strength values measured under ambient and water curing generally remained at low levels. In contrast, the specimens subjected to thermal pre-curing exhibited a significant increase in strength, and the 28-day measurements showed a more stable distribution. This suggests that, in the KOH system, the effect of temperature accelerates dissolution and polycondensation reactions, thereby supporting the formation of a denser binding matrix.

When molarity and sand/fly ash ratio are evaluated together, some mixtures at the 8 M and 12 M levels appear to lie within a higher-performance region. In particular, the high strength values obtained for the K-12-K2 and K-8-K1 mixtures under the 28-day thermal pre-curing condition indicate that the optimum region cannot be explained solely by an increase in molarity. At the 16 M level, the relatively low strength observed in some combinations shows that microstructural integrity does not always improve despite increased alkalinity.

The distribution observed in the KOH series indicates that mechanical performance is strongly influenced by the interaction between activator concentration and sand/fly ash ratio. The fact that strength development does not exhibit a simple linear increase with molarity demonstrates the need for joint optimization of parameters in mixture design. The pronounced performance increase under thermal pre-curing conditions further shows that temperature is a key control variable in the KOH system, accelerating reaction kinetics and thereby promoting strength gain. The results for the Na₂O/SiO₂ series are presented in Figure 4.

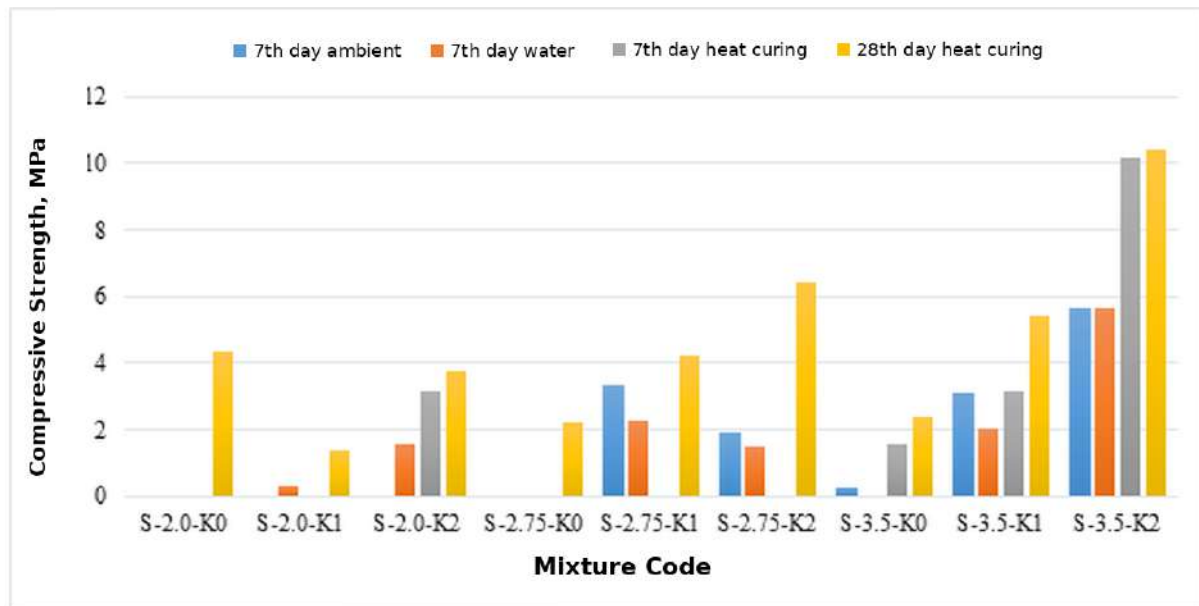


Figure 4. Distribution of compressive strength according to mixture codes in the Na₂O/SiO₂ series.

Figure 4 presents the compressive strength distributions of mixtures prepared with the Na₂O/SiO₂-based activator system (S-series) under 7-day ambient curing, 7-day water curing, 7-day thermal pre-curing (70 °C, 48 h), and 28-day thermal pre-curing conditions. A general evaluation of the graph indicates that lower strength ranges were obtained compared with hydroxide-based systems; however, the curing regime and the modulus–sand/fly ash combination had a pronounced effect on performance.

The strength values measured at early age (7 days) under ambient and water curing mostly remained low. After thermal pre-curing, however, strength showed an increasing tendency, and a more distinct differentiation emerged in the 28-day measurements. In particular, the values obtained at the 3.5 modulus level and high sand/fly ash ratio (K2) suggest that, in the sodium silicate system, an increase in modulus together with aggregate ratio may create a more favorable structure.

Whereas the increase in strength remained limited at modulus levels of 2.00 and 2.75, the series maximum was reached at the 3.5 modulus level, particularly in the K2 combination, under the 28-day thermal pre-curing condition. On the other hand, the fact that increasing modulus did not produce a similar improvement in performance at low sand/fly ash ratios indicates that binder matrix formation in the sodium silicate system is not governed solely by silica modulus.

The distribution observed in the S-series reveals that mechanical performance exhibits a multiparameter behavior jointly shaped by modulus value, sand/fly ash ratio, and curing condition. The fact that thermal pre-curing particularly supports strength development at higher modulus levels indicates that temperature plays a decisive role in reaction progress and gel densification. Therefore, in Na₂O/SiO₂-based systems, optimum mixture design should be determined by considering the interaction between modulus and aggregate ratio.

The prominent mixtures under the 28-day thermal pre-curing condition and the maximum compressive strength results of each series are presented in Table 2.

Table 2. Maximum compressive strength values determined under 28-day thermal pre-curing (MPa, mean $\pm$ SD, n = 3).

Indicator	Mixture code	Compressive strength (MPa)
Overall maximum	N-8-K0	20.70 $\pm$ 3.49
High performance	K-8-K0	18.80 $\pm$ 0.66
High performance	K-12-K1	16.06 $\pm$ 3.59
S-series maximum	S-3.5-K2	9.65 $\pm$ 1.55

According to the results presented in Table 2, the N-8-K0 mixture exhibited the highest strength in the entire experimental matrix, with a value of 20.70 $\pm$ 3.49 MPa. In the KOH series, the K-8-K0 and K-12-K1 mixtures represented the high-performance region, with values of 18.80 $\pm$ 0.66 MPa and 16.06 $\pm$ 3.59 MPa, respectively. In the Na₂O/SiO₂ series, the series maximum was determined for the S-3.5-K2 mixture as 9.65 $\pm$ 1.55 MPa. These findings indicate that compressive strength does not depend on a single variable, but rather exhibits a multiparameter behavior jointly influenced by activator type, activator level, sand/fly ash ratio, curing condition, and testing age.

4. Conclusions

The three-factor, three-level experimental setup established under a constant L/S ratio (0.50) provided an organized data structure suitable for the comparative evaluation of fly ash-based geopolymer mixtures. The coding system in the form of [Activator]-[Level]-[K] contributed to the clear and consistent tracking of mixtures in tables, figures, and the main text.

Keeping the total solids content, activator amount, and L/S ratio constant limited variability arising from the liquid phase and allowed the effects associated with activator type, activator level, and sand/fly ash ratio to be evaluated more clearly. Under the 28-day thermal pre-curing condition, the highest compressive strength was obtained in the N-8-K0 mixture as 20.70 $\pm$ 3.49 MPa. In the KOH series, K-8-K0 (18.80 $\pm$ 0.66 MPa) and K-12-K1 (16.06 $\pm$ 3.59 MPa) were the prominent mixtures, whereas in the Na₂O/SiO₂ series, the highest value was determined for the S-3.5-K2 mixture as 9.65 $\pm$ 1.55 MPa.

The results indicate that compressive strength is sensitive to activator chemistry and that the most favorable mixture conditions may vary depending on the system used. In this respect, factorial design provides a systematic and comparative framework for examining the effects of multiple variables.

References

- Aruntaş, H. Y., Gürü, M., Dayi, M., & Tekin, I. (2010). Utilization of waste marble dust as an additive in cement production. *Materials & Design*, 31(8), 4039–4042. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.03.036>
- Bhagath Singh, G. V. P., & Subramaniam, K. V. L. (2017). Evaluation of sodium content and sodium hydroxide molarity on compressive strength of alkali activated low-calcium fly ash. *Cement and Concrete Composites*, 81, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.05.001>

- Cretescu, I., Harja, M., Teodosiu, C., Isopescu, D. N., Chok, M. F., Sluser, B. M., & Salleh, M. A. M. (2018). Synthesis and characterisation of a binder cement replacement based on alkali activation of fly ash waste. *Process Safety and Environmental Protection*, 119, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.07.011>
- Guo, X., Shi, H., Chen, L., & Dick, W. A. (2010). Alkali-activated complex binders from class C fly ash and Ca-containing admixtures. *Journal of Hazardous Materials*, 173(1–3), 480–486. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.08.110>
- Sun, B., Sun, Y., Ye, G., & De Schutter, G. (2023). A mix design methodology of blast furnace slag and fly ash-based alkali-activated concrete. *Cement and Concrete Composites*, 140, 105076. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105076>
- Ürünveren, H., Beycioğlu, A., Resuloğulları, E. Ç., & Dişken, N. B. (2024). A comparative investigation of eco-friendly fly ash-based geopolymer mortar produced by using electrical and heat curing: Mechanical properties, energy consumption and cost. *Construction and Building Materials*, 439, 137200. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137200>
- Venkatesan, G., Alengaram, U. J., Ibrahim, S., & Ibrahim, M. S. I. (2024). Effect of fly ash characteristics, sodium-based alkaline activators, and process variables on the compressive strength of siliceous fly ash geopolymers with microstructural properties: A comprehensive review. *Construction and Building Materials*, 437, 136808. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136808>
- Wei, G., Dong, B., Peng, R., Zhong, H., & Wang, Y. (2025). Synthesizing amorphous single-phase of fly ash to understand its alkali activation effect. *Cement and Concrete Composites*, 164, 106293. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2025.106293>

DESIGN, PREPARATION, AND VIBRATIONAL SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF A NEWLY FORMED ALLANTOIN–DICYANDIAMIDE CONDENSATION PRODUCT (LG-7)

Natiga Suleymanli ¹, Afsun Sujayev ², Yusif Abdullayev ³, Ibadulla Mahmudov.⁴

¹Baku Engineering University, Baku, Azerbaijan

² Academician A.M. Guliyev Institute of Chemistry of Additives, Baku, Azerbaijan

³The University of Texas at Austin

⁴ Academician A.M. Guliyev Institute of Chemistry of Additives, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

The present study describes the synthesis and structural characterization of a previously unreported condensation product derived from the reaction of allantoin and dicyandiamide under aqueous reflux conditions, followed by modification with dicyanomethane. Equimolar quantities of allantoin and dicyandiamide were dissolved in water, subjected to ultrasonic activation, and refluxed at 95 °C to initiate the primary condensation sequence. Subsequent addition of dicyanomethane under identical thermal conditions yielded a light-yellow solid designated as LG-7. The reaction product was purified using a mixed alcoholic aqueous system to remove unreacted materials and polar by-products.

FTIR measurements were performed using an Agilent Cary 630 spectrometer, and the obtained spectra were critically compared with those of the precursor molecules. Significant shifts in the carbonyl, N–H, and C≡N vibrational regions confirmed the formation of new intermolecular linkages and the disappearance of key functional groups characteristic of the starting materials. The altered spectral profile, together with the emergence of new absorption bands, provided evidence for successful structural transformation and formation of LG-7.

This work offers a new insight into the reactivity of allantoin–dicyandiamide systems and demonstrates a straightforward synthetic route toward novel nitrogen-rich heterocyclic derivatives.

MICROBIAL LOAD PROFILING AND DETERMINATION OF AFLATOXIN B₁ IN PALM WINE FROM SELECTED MARKETS IN KADUNA SOUTH AND CHIKUN LOCAL GOVERNMENT AREAS, NIGERIA

Sabi'u Shitu,^{1*} Nabeela Bello Umar and Amira Aliyu

^{*1}Department of Microbiology, Faculty of Life Sciences, Ahmadu Bello University, Zaria- Nigeria

²Department of Applied Biology, College of Science and Technology, Kaduna Polytechnic

ABSTRACT

The study aims at assessing the microbiological quality and aflatoxin B₁ levels of palm wine commercially available in the Kaduna South and Chikun Local Government Area of Kaduna state. A total of 10 composite samples of palm wine was gathered from various palm wine sale locations within the study area, spanning a duration of two months. Standard microbiological analysis was conducted on all the samples in order to ascertain the bacterial count and fungal colony count. Aflatoxin B₁ was detected and quantify using Enzyme Link Immunosorbent Assay techniques. The findings indicated that the palm wine samples had mean values of bacterial colony counts of 6.6×10^5 CFU/mL and 4.6×10^5 CFU/ml, whereas the colony count of fungi was 4.6×10^5 and 3.2×10^5 CFU/mL. Bacterial identified include *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp., *Bacillus* sp., *Lactobacillus* species, and *Escherichia coli*. While fungi contaminants include *Saccharomyces* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. and *Aspergillus flavus*. The mean aflatoxin B₁ levels in the samples across the two local governments were in the range of 5.3 ppm – 15.7 ppm. The results of the analyses of the two local governments statically significant with a *P* value ≤ 0.05 . The results of this study indicate that the microbial contaminants and aflatoxin B₁ levels in the palm wine in the study areas are generally substandard, necessitating immediate attention. Hence, it is imperative to establish and enforce suitable and efficient measures for food safety and hygiene control to safeguard the well-being of consumers.

Keywords: Aflatoxin B₁, Palm wine, Microbial contamination, *Saccharomyces* sp., *Bacillus* sp.

1.0 Introduction

Palm wine is an alcoholic beverage that enjoys significant popularity within African societies, with Nigeria being a notable example. The aforementioned substance is an alcoholic beverage that is derived through the process of fermenting sugar and other fermentable substances found in palm sap Ingram and Ingraham 2004.

Palm wine typically exhibits a pale hue and possesses a saccharine composition, rendering it effervescent due to the presence of live microorganisms responsible for the fermentation process upon consumption. Several microorganisms including bacteria and fungi were reported to contaminate palm wine during processing, storage and handling.

As the process of fermentation progresses, the inherent sweetness of palm wine gradually diminishes, resulting in a transformation of the initially colourless liquid into a milky appearance. If the product is not consumed or bottled within a 24-hour timeframe after production, it undergoes souring as a result of extended fermentation and the conversion of malic acid to lactic acid by bacterial microflora (Ezeronye, 2003).

These microorganisms are particularly prevalent when the palm wine is stored at low temperatures. Fungi, particularly *Aspergillus* species were the most common contaminants found in palm wine. The present of these fungi facilitate the production of aflatoxin. Aflatoxin B₁ is carcinogenic and may lead serious health challenges to human. This toxin is mainly produce by *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*. Therefore, this prompted the need to carry out a thorough research and assessment of the microbiological quality and aflatoxin B₁ contamination level of palm wine sold within Chikun and Kaduna south local government area.

2.0 Materials and Methods

2.1 Materials

A total of 10 composite samples of fresh palm wine was collected from different palm wine sales spots within Chikun and Kaduna South Local Government Area of Kaduna State. In a glass sterilized containers with an ice pack cooling flask and stored in the refrigerator in the laboratory.

The pH of the palm wine samples undergoing fermentation was determined by employing a pH meter (Hanna, Model Hi 9810). The temperature of the fermenting samples was measured at ambient temperature using a mercury-in-glass thermometer.

2.2 Isolation and identification of Bacterial and Fungal isolates

Nutrient Agar and Sabourad dextrose agar were used for the enumeration and isolation. A stock solution was formed using 1ml of the palm wine in 9ml of distilled water. Serial dilution was carried out in six folds. The fifth fold (10^5) was used for the inoculation onto the prepared media and incubated for 24 -48hrs at 35 °C for bacterial isolates and 3-5 days at room temperature for fungal isolates. The colonies were counted and recorded as colony forming units per mL (CFU/mL). From the primary plates, distinct colonies were subcultured and incubated to obtain pure isolate. The pure isolates were further subjected for gram staining reaction and biochemical test and lactophenol cotton blue stain in order to identify the bacterial and fungal isolates. The following tests were done to characterize the bacterial isolates. These include; indole test, catalase test, methyl red (MR) test, coagulase test, oxidase test, citrate test and vogos proskauer (VP)

While fungal identification was carried out using lactophenol cotton blue stain. A drop of lactophenol cotton blue stain was dropped in the centre of a clean slide and then a fragment of the fungus was placed in the drop of the stain and teased gently then covered with a cover slip. Then the stained isolates were viewed under the microscope with x10 and x40 objective lenses for their morphological characteristics. The fungi isolates were identified with the aid of an Atlas as a guide. Orimaiye (1997).

2.3 Sample preparation

A volume of 20 mL of the liquid sample was carefully transferred into a conical flask, followed by the addition of 100 mL of methanol with a concentration of 70%. As for the palm wine sample, hundred (100mL) was placed into a 250 mL conical flask, to which 100 mL of methanol with a concentration of 70% was added. The mixtures were subjected to agitation using an orbit shaker operating at a speed of 150 revolutions per minute (rpm) for a duration of 30 minutes. Subsequently, the mixture underwent filtration, and the resulting filtrate was utilised for the purpose of quantifying aflatoxin B₁.

2.4 Aflatoxin B₁ Quantification Procedure

The quantification of aflatoxin B₁ was performed utilising the Indirect Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) technique, following the protocol outlined below. A volume of 150 µl of the diluted toxin-BSA conjugate was allocated to each well of the ELISA plate. Subsequently, the plate was placed in an oven set at a temperature of 37°C and incubated for 1 hour, with intermittent shaking. Following the incubation period, the toxin was disposed of in a designated disposal chamber. The plate underwent three washes using PBS-Tween, with each wash lasting 3 minutes. Approximately 150 µl of a 0.2% BSA solution was subsequently introduced into each well of the plate. The plate was then subjected to incubation at a temperature of 37°C for 30 minutes within a shaking oven. Following the designated incubation period, the plate was subsequently extracted and its contents were disposed of in a waste sink. Subsequently, the plate underwent another round of washing, following the aforementioned procedure. A volume of 150 µl of anti-serum solution was introduced into each well, followed by incubation of the plate at 37°C for 30 minutes. The plate was retrieved after incubation, and its contents were discarded. Subsequently, the plate underwent a thorough washing process, wherein it was rinsed three times with a solution of phosphate-buffered saline (PBS) containing tween. Each wash cycle lasted for 3 minutes. The aflatoxin standard was prepared by

diluting 1.5 µl of the standard in a mixture of methanol and PBST at a ratio of 1:1, with a total volume of 0.6 mL. The established protocol was employed to generate a serial solution by utilising a diluent composed of a 1:1 combination of methanol and PBST. A volume of 20 µl of the sample was diluted in 180 µl of a 0.2% BSA solution, and the resulting mixture was thoroughly vortexed. A volume of 100 µl of both standards and samples was accurately distributed into the wells of the plates, with duplicates for each. Subsequently, a volume of 50 µl of antiserum was introduced. The plate was subjected to incubation at a temperature of 37 degrees Celsius for a duration of 1 hour, during which it was agitated. Following the incubation period, the plate was subsequently removed, the contents were discarded, and the plate was washed three times with PBST. A volume of 150 µl of goat anti-rabbit was introduced into the wells of the plate, followed by an additional incubation period of 1 hour under the same experimental conditions. Subsequently, the plate was removed, the contents were discarded, and the plate was subsequently washed three additional times. A solution containing 5 mg of para-nitrophenyl phosphate was prepared by dissolving it in 10 mL of a 10% diethanol amine solution. A volume of 150 µl of the solution was carefully transferred into the designated wells of the plate, followed by an incubation period of 30 minutes under identical conditions as described previously. The measurement of absorbance at 405nm was conducted for both the standards and samples using the ELISA plate reader. The automated calculation of aflatoxin concentrations in the samples was performed using software provided with the ELISA reader.

2.5 Statistical Analysis

Data generated were presented in Tables and subjected for statistical analysis using Analysis of variance (ANOVA) at 5% probability.

3.0 Results and Discussion

Enumeration, Isolation and Identification of Bacterial and Fungal species

Table 1 shows the present the bacterial and fungal loads as well as the occurrences of both. The presence of bacterial and fungal loads in palm wine samples gave rise to the isolation and identification of some bacteria and fungi species: *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus* species, *Escherichia coli*, *Bacillus* species, and *Streptococcus* species and *Saccharomyces cerevisiae*, and *Saccharomyces cerevisiae*, *Fusarium* sp., *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp. *Aspergillus niger*. Agu *et al.*, (2023) stated that palm wine is rich in non-pathogenic microorganisms, so the presence of *E. coli* (a pathogen) in fresh palm wine suggests faecal contamination through the untreated water that is traditionally used to dilute the palm wine and thereby increase the quantity for market sales. *Bacillus* species and *Staphylococcus aureus* have been reported to be mostly found as food contaminants and their presence in large amounts could result to food poisoning (Whong *et al.*, 2006). The microbial counts showed the bacterial count progressively decreased as fermentation mixed on. This could be attributed to various growth factors like decrease in the yeast count obviously due to the competition for the microorganism as fermentation progressed. The high bacteria and fungi in the samples indicated inadequate hygienic conditions during collecting, dilution, processing and can also result in spoilage and subsequent production of aflatoxin. The genus *saccharomyces* was the organism of important in palm wine as revealed in the study. Due to its superior fermentative ability, *saccharomyces* may have adapted to growth in the special condition of the palm-sap (Faparusi and Bassir 2020). *Lactobacillus* species were responsible for the sour taste of palm wine in this study. Earlier, Bassir (2021) had reported *Lactobacillus* being responsible for the souring of palm wine.

From the results of the fungal analysis, the fungal distribution in the palm wine samples observed, Kaduna South had a total number of 3 fungal isolates which are *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium* species. Also from Chikun Local Government a total number of four (4) fungal were observed to be *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Fusarium* sp. as presented in Table 1.

Aflatoxin B₁ Analysis

On the other hand, the aflatoxin B₁ were observed in the palm wine samples with the highest mean value in the samples from Chikun local government (14.70 µg/ml) and Kaduna South with (11.04 µg/ml) *P* value ≤ 0.05 as shown in Table 2.

Table 1: Mean Values of Colony Counts and Distribution of Bacterial and Fungal Isolates in Palm Wine Sample in Two Local Governments of Kaduna State

Sample Area	Bacterial		Fungal	
	Load (CFU/mL)± SD	Isolate	Load (CFU/mL)±SD	Isolate
Kaduna south	6.6 × 10 ⁵ ±2.70	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Lacto bacillus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	4.6 × 10 ⁵ ±8.45 <i>flavus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>S. cerevisiae</i> <i>Penicillium</i> sp.
Chikun	4.6 × 10 ⁵ ±8.45	<i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Bacillus</i> sp. <i>Escherichia coli</i> <i>Lactobacillus</i> sp.	3.2×10 ⁵ ±1.69 <i>niger</i>	<i>Aspergillus</i> <i>S. cerevisiae</i> <i>Fusarium</i> sp. <i>Aspergillus flavus</i>
W.H.O. STANDARD		< 10 ⁴		

Key: CFU : Coliform Forming Unit
mL : Millilitre

Table 2: Mean Values of Aflatoxin B₁ Level in Palm wine samples

Local Gov't.	Mean range AfB ₁ (µg/ml)	Mean AfB ₁ (µg/ml)	NAFDAC STANDARD
Kaduna South	4.50 – 13.10	11.04 ^a	10 µg/ml
Chikun	6.09 – 11.30	14.70 ^b	

Values with different superscript across the column are statistically significant *P* values ≤ 0.05

4.0 Conclusion

The result of this investigation reveal that palm wine samples analysed are of poor microbiological quality. Palm wine samples from Kaduna South had the highest bacterial count of 6.6 x 10⁵ CFU/mL while palm wine samples from Chikun had the least bacterial count of 4.6 x 10⁵ CFU/mL. Palm wine samples from Kaduna South had the highest fungal count of 4.6 x 10⁵ CFU/mL while Palm wine samples from Chikun had the least fungal count of 3.2 x 10⁵ CFU/mL. More so, the bacterial isolates and identified were *Staphylococcus aureus*, *Bacillus species*, *Lactobacillus species*, *Streptococcus species* and *Escherichia coli* while the fungal isolates were *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Fusarium species*, *Penicillium*

sp. and Aspergillus flavus. Aflatoxin B₁ were detected in Chikun local government (14.70 µg/ml) and Kaduna South (11.04 µg/ml). The AFB₁ level detected exceed the standard limit. The presence of these possible pathogens and the aflatoxin B₁ in the analysed palm wine samples is generally poor and requires urgent attention. Therefore, appropriate and effective food safety and hygiene control measures need to be implemented in order to protect consumer's health. Further study should be conducted to assess other mycotoxins that could be present in palm wine sold in study area.

References

- Agu, R. C.; Okenchi, M. U.; Ude, C. M.; Onyia, A. I.; Onwumelu, A. H. and Ajiwe, V. I. E. (2023). Fermentation kinetic studies of Nigerian palm wines; *Elaeis guineensis* and *Raphia hookeri* for preservation by bottling. *J. Food Sci. Technol.* 36(3): 205-209
- Bassir, O. (2021). Observation on the fermentation of palm wine. *West African Journal of Biological Chemistry*; 6:5 -21.
- Bergey, D.H and Holt, D.H (1993). *Bergeys Manual of Determinative Bacteriology*, the Williams and Wilkins Company Baltimore; Pp 812- 821.
- Cheesbrough M (1994). *Medical Laboratory Manual for Tropical Country Volume 11: Microbiology*. Butterworth, Heinemann Ltd Cambridge. pp 56 -58
- Ezeronye, O.U (2003) Hybridization of palm wine yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) with brewers yeast by protoplast fusion; *Journal of Biological Resource and Biotechnology*; 1:53-62.
- Faparunsi, S.I and Bassir, O (2020). Factors affecting palm wine. Period of Tapping. *West African Journal of Biotechnology and Applied Chemistry*; 15:17-23.
- Ingram, J.L and Ingraham, C.A (2004). *Benefits and Uses of microorganisms*; Julet, M (Edition) *Introduction to Microbiology; A Case History Approach*. Third Edition, Books/ cole -thomson, calif. USA. Pp 270-276.
- Kreger -Van Rig, N.J.N (1987). *The yeasts; A Taxonomic study* 3rd Editon. Elsevier Science Netherlands; Pp 89-90.
- Lodder, J (1970). *The yeasts a taxonomic study*, 2nd Edition, North Holland amsterdam. Nd Edition. Cambridge Press; Pp 605-610.
- Obire,O (2005). Activity of *Zymomonas Spp* in palm sap obtained from three areas in Edo state, Nigeria. *Journal of Applied Science and Environmental Management*; 9:25-30.
- Orimaiye, DO (1997). Isolation and characterization of Yeast from palm oil wine (*Elaeis guineensis* and *Raphia hookeri* for Industrial production. *Biotechnology of Alcoholic Beverage proceedings of 1997 International Conference on Biotechnology for the development in Africa, Enugu Nigeria* 196-203.

ASSESSMENT OF AFLATOXIN B₁ LEVELS IN READY-TO-EAT SNACKS FROM KADUNA, NIGERIA

Sabi'u Shitu,^{1*} Dungus Falmata Bashir Maina¹ and Maryam Garba Abdullahi²

¹Department of Microbiology, Faculty of Life Sciences, Ahmadu Bello University, Zaria- Nigeria

²Department of Applied Biology, School of Applied Sciences, College of Science and Technology, Kaduna Polytechnic, Kaduna State, Nigeria

ABSTRACT

Snacks are simple and light foods, usually eaten between-meal. Processed snacks are more durable and portable than prepared meals. Most of these street snacks are contaminated by unsanitary sellers, poor packaging and open market system. Aflatoxin B₁ produced by *Aspergillus* species as a result of fungal contamination posed threat to the human health. Hepatocellular carcinoma is linked to long-term aflatoxin B₁ exposure. Hence the study aimed at assessing the level of aflatoxin B₁ and public health safety of selected snacks in Kaduna Metropolis. A total of ten (10) snacks samples, five each were purchased from street and super markets in Kaduna metropolis. The samples were analysed for moisture content and aflatoxin B₁ assay using enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) kit. Aflatoxin B₁ and moisture content level distributions were analysed using descriptive statistics. Egg rolls and meat pies from the streets and supermarkets had the highest moisture content, while plantain chips had the lowest. Street snacks had the highest aflatoxin B₁ (13.69 µg/g), whereas supermarkets recorded the least (5.2 µg/g). The study revealed that street-vended snacks were substandard compare to supermarket snacks, with the highest aflatoxin B₁ levels. There is significant different between street and super market snacks in the moisture content and aflatoxin B₁ levels, P value ≤ 0.05 . To ensure snack safety, manufacturers and hawkers must maintain a clean environment, minimise direct contact with hands during processing or packaging. This will help curb the incidence of food infections related to consumption of contaminated snacks and improve public health safety.

Keywords: Aflatoxin B₁, Snacks, Supermarket, Public health Safety, Street-vended snacks

EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL QUALITY AND THE CONTRIBUTION OF GIS IN THE MAPPING OF GROUNDWATER IN THE TIFLET REGION (MOROCCO)

Khalid SBAI¹, Latifa TAHRI¹, Amal SAIDI¹, Mohemmed ACHAB¹, Oumaima IBEN HALIMA⁵, Rim BOUGASSA¹, H'maida KHALIHANA⁴, Mohammed FEKHAOUI¹

¹ Geo-Biodiversity and Natural Patrimony Laboratory GEOPAC Research Center
Scientific Institute, University Mohammed V, Rabat, Morocco.

² Laboratory of Condensed Matter Physics and Interdisciplinary Sciences_ Previously
(LMPHE), Faculty of Sciences, University Mohammed V, Rabat, Morocco.

³ Hassan First University of Settat, Faculty of Science & Techniques, CAE Laboratory,
Settat, Morocco

⁴ Laboratory of Zoology and animal Ecology, GEOPAC Research Center Scientific
Institute, Mohammed V University, Rabat, Morocco

⁵ Research Unit on Environment and Conservation of Natural Resources, Regional Center
of Rabat, National Institute of Agricultural Research (INRA), Morocco

ABSTRACT

This study aims to assess the physicochemical quality of groundwater and to characterize the hydro geochemical facies of Jurassic aquifers located in the irrigated rural communes surrounding the city of Tiflet (Sidi Abderrazak, M'kam Attalb, and Aïn Johra) in the Rabat-Sale-Kénitra region of Morocco. Twenty groundwater-sampling points were collected during **January and February 2024**, taking into account the dominant agricultural practices in the study area. The major ions (Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and HCO_3^-) were analyzed using ion chromatography, and their spatial distribution was examined using a Geographic Information System (GIS). The results reveal a general northward flow of the shallow groundwater aquifer toward the El Kansra dam. Groundwater temperatures range from 17.5 to 20.5°C, while pH values are close to neutral (7.30-7.65), indicating relatively stable physicochemical conditions. Overall, groundwater quality is considered satisfactory for all the sampled wells. Hydrogeochemical analysis, supported by the Schoeller-Berkaloff diagram, reveals a predominance of the calcium-bicarbonate facies, indicating that groundwater mineralization is mainly controlled by the dissolution of carbonate formations. Four hydrogeochemical facies were identified: a sodium-chloride facies in the central-southern area, a sodium-sulfate facies in the northern and northeastern zones, a calcium-magnesium-bicarbonate facies in the central-western area, and evolved mixed facies in the transitional zones. The observed spatial variability results from the combined effects of lithological controls, water-rock interactions, and, locally, anthropogenic influences. Principal Component Analysis (PCA) highlights a clear structuring of the groundwater physicochemical parameters, with the first two factorial axes explaining a significant proportion of the total variance (approximately 68%). These findings provide essential scientific insights into the hydrogeochemical functioning of the Jurassic aquifers in the Oued Beht basin and constitute a solid basis for the sustainable and rational management of groundwater resources.

Keywords: GIS ; Groundwater ; Hydrochemical analysis ; PCA ; Quality ; Tifelt – Morocco.

BIOMASS PYROLYSIS FOR RENEWABLE ENERGY PRODUCTION IN SHENDAM LOCAL GOVERNMENT USING ASPEN-PLUS AND MONTE-CARLO

¹Isaac Jato., ¹Pyokpang Adamu Gyenvwot., ²Kabir Garba, and ²Maryam Ibrahim ¹Babatunde
M. O., ¹Ugoh Ijeoma Ogechi and ²Lawal Jibril Imam

¹Department of Science Laboratory Technology, Federal Polytechnic N'yak Shendam 940103,
Plateau, Nigeria

²Department of Chemical Engineering, Abubakar Tafawa Balewa University 740272, Bauchi, Nigeria

ABSTRACT

The global decline in fossil fuel availability, coupled with increasing concerns over climate change, has accelerated the search for sustainable and decentralized energy solutions. Agro-waste, particularly lignocellulosic food waste, has shown great promise as an alternative energy feedstock. This study explores the potential of pyrolysis technology for onsite energy production using fruit-based food waste collected from markets and food enterprises in Shendam Local Government Area, Plateau State, Nigeria. The selected biomass comprises banana peels, orange peels, watermelon peels, and mango endocarps, with each type contributing 25% of a total feed rate of 100 kg/h. A detailed process simulation of the pyrolysis system was conducted to evaluate syngas yield and power generation efficiency under varying reactor temperatures. Sensitivity analysis identified optimal thermal conversion within the 400-550 °C range. The system demonstrated significant energy recovery potential, with estimated operational and capital expenditures (OPEX and CAPEX) of approximately 3.88×10^{11} USD/year and 8.05 million USD, respectively. Economic assessment showed a payback period of 6 years and an internal rate of return (IRR) of 42%, indicating strong financial viability. The results suggest that pyrolysis of agro-waste from Shendam Local Government offers a feasible, environmentally beneficial pathway for local energy production and waste valorization.

Keywords: Pyrolysis, Agro Wastes, Sustainable Energy, Generation, Shendam Local Government, Aspen-Plus, Monte-Carlo.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF CURCUMIN NANOPARTICLES USING NATURAL TURMERIC EXTRACT

M.S. Mohamed Sathak Affan

First year Doctor of Pharmacy

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, Tamil
Nadu, India.

Dr.R.Devi

ORCID ID:0000-0002-6554-6771

Professor, Department of

Pharmaceutics,

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, Tamil
Nadu, India.

Dr.R. Srinivasan

Professor & Dean

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, Tamil
Nadu, India.

ABSTRACT

Curcumin is a natural, non-toxic bioactive compound found in turmeric (*Curcuma longa*) and has been traditionally used for various health benefits. In this study, sun-dried turmeric rhizomes were powdered and processed to obtain nanocurcumin using the Soxhlet extraction method with ethanol as the solvent. The primary aim was to reduce the particle size of curcumin to enhance its bioavailability and biological activity.

The synthesized nanocurcumin particles ranged from 62–75 nm in size. Structural analysis using FTIR and XRD confirmed that the chemical structure of curcumin remained unchanged during nanoparticle preparation. All characteristic peaks of nanocurcumin corresponded well with those of pure curcumin, indicating structural stability.

Biological evaluation revealed strong antioxidant activity, with 92% nitric oxide (NO) scavenging and 98% hydrogen peroxide (H₂O₂) scavenging activity. In addition, nanocurcumin showed significant antibacterial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. The in vitro antibacterial assay demonstrated inhibition zones of 3.8 ± 0.12 cm against *Escherichia coli* and 3.1 ± 0.13 cm against *Staphylococcus aureus*.

Overall, the reduction of curcumin to nanoscale size through Soxhlet extraction enhances its bioavailability, antioxidant potential, and antibacterial effectiveness, making nanocurcumin a promising candidate for therapeutic applications.

Keywords: Curcumin, Nanocurcumin, *Curcuma longa*, Soxhlet extraction, Antioxidant activity, Antibacterial activity, Bioavailability, Nanoparticles.

DRUG-LIKENESS EVALUATION OF A NOVEL MOLECULE BASED ON LIPINSKI AND VEBER RULES

PhD Gulnar Atakishiyeva

Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan

Orcid ID: 0000-0002-9659-5218

PhD Sevinc Mukhtarova

Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical
University, Baku, Azerbaijan,

Orcid ID: 0000-0002-1388-2319

Associate professor Sima Musayeva

Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical
University, Baku, Azerbaijan,

Orcid ID: 0000-0002-9482-2405

Associate professor Ilhama Hamdullayeva

Department of Metallurgy and Materials Technology, Azerbaijan Technical University,
Baku, Azerbaijan,

Orcid ID: 0009-0001-9343-7185,

Associate professor Shukufa Eyvazova

Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical University,
Baku, Azerbaijan,

Orcid ID: 0009-0005-9848-5919

Associate professor Naila Veysova

Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical University,
Baku, Azerbaijan

0009-0005-9848-5919

Dr Namiq Shikhaliyev

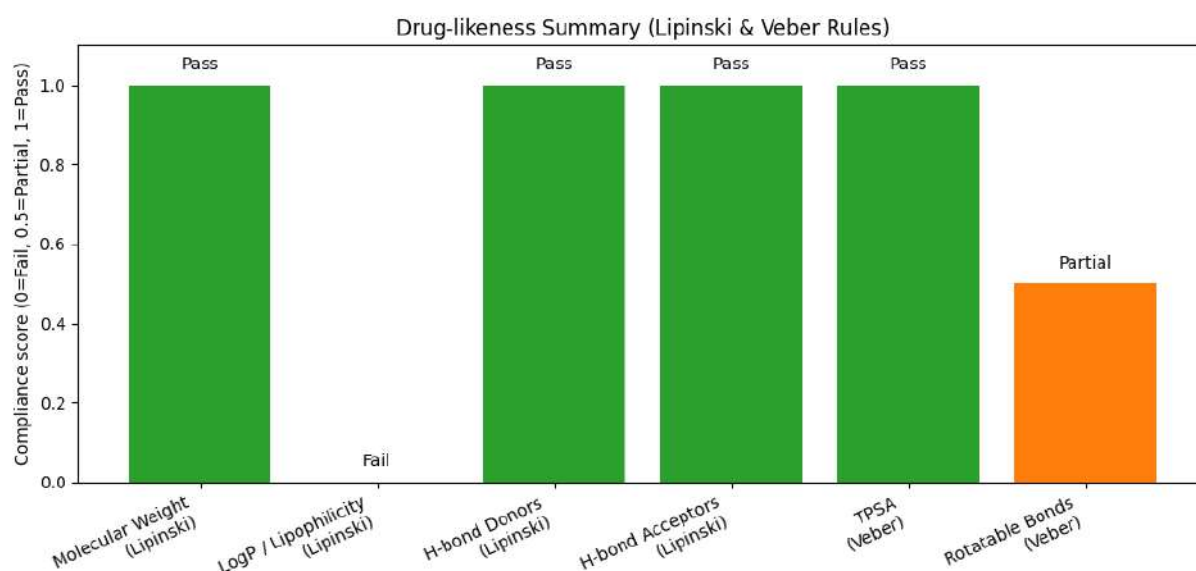
Department of Chemical Engineering, Baku Engineering University, Baku, Azerbaijan

Orcid ID: 0000-0002-6842-151X,

Abstract

In this study, the drug-likeness profile of a novel molecular structure was evaluated using the widely accepted Lipinski and Veber rules. Drug-likeness analysis is a fundamental step in early-stage drug discovery, as it helps predict the oral bioavailability and pharmacokinetic suitability of candidate compounds. The Lipinski rule of five was applied to assess molecular weight, lipophilicity, and hydrogen bond donor and acceptor counts. The results indicated that several key parameters of the molecule fall within the acceptable range for orally active drugs. However, deviations were observed particularly in the lipophilicity-related parameters. Elevated lipophilicity may improve membrane permeability but can negatively affect aqueous solubility and metabolic

behavior. The Veber rule, which emphasizes topological polar surface area and the number of rotatable bonds, was also applied to evaluate molecular flexibility and permeability. The molecule exhibited acceptable TPSA values, suggesting favorable membrane transport characteristics. However, minor inconsistencies in molecular flexibility were noted, which may influence absorption efficiency. The combined evaluation using both Lipinski and Veber rules provided a comprehensive insight into the overall drug-likeness profile of the molecule. These findings indicate that the compound possesses partial compliance with conventional drug-likeness criteria. Structural optimization may be required to improve its pharmacokinetic suitability. Overall, this computational assessment demonstrates that the molecule remains a promising drug candidate with potential for further optimization and experimental investigation.



Keywords-Drug-likeness, Lipinski rule of five, Veber rule, oral bioavailability, in silico analysis, pharmacokinetic prediction

ROLE OF EXOGENOUS CuO NANOPARTICLES IN MODULATING WHEAT MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY UNDER DROUGHT STRESS

Saira Malik¹, Syed Mohsan Raza Shah¹, Muhammad Javed*

University of Education, Lahore, Division of Science and Technology, Department of Botany

ABSTRACT

Drought is a major environmental stressor that severely limits wheat productivity by disrupting its morphological, physiological and biochemical processes. This study investigated whether foliar application of copper oxide nanoparticles (CuO-NPs) could mitigate drought-induced damage in two wheat varieties, Dilkash-20 and Nawab-20. A completely randomized design (CRD) was used, with plants grown under four moisture regimes: well-watered control, drought stress, rewatering after drought and CuO-NPs application under drought. A comprehensive set of attributes was analyzed, including biomass traits, shoot and root length, relative water content, soil moisture content, photosynthetic pigments, total soluble proteins, total free amino acids, electrolyte leakage, mineral uptake (N, P, K, Zn, Na, Ca), and anatomical features of the root, stem, leaf blade, and leaf sheath. Drought stress markedly reduced plant height, leaf size, biomass accumulation, water retention, chlorophyll concentration and nutrient uptake. Rewatering improved several morphological and physiological traits, indicating partial recovery. Foliar application of CuO-NPs resulted in greater enhancement, promoting shoot and root growth, maintaining relative water content, stabilizing chlorophyll pigments, and improving photosynthetic efficiency under drought. Anatomical observations revealed variety-specific adaptations: Dilkash-20 showed thickening of the stem epidermis, sclerenchyma, phloem, and vascular bundles, indicating stronger structural integrity under stress and CuO-NP treatment. Conversely, Nawab-20 exhibited increased root cortical and endodermal thickness and enhanced metaxylem development under rewatering and CuO-NPs, suggesting improved water and nutrient transport. Overall, CuO-NPs effectively alleviated drought-induced damage in wheat by enhancing growth performance, water balance, pigment stability, and anatomical resilience. Dilkash-20 displayed higher drought tolerance and a stronger response to CuO-NPs, while Nawab-20 responded better to rewatering. These findings suggest that integrating CuO-NP foliar application with rewatering practices may serve as a sustainable strategy to improve wheat performance under water-deficit conditions.

Key words: Crop, Foliar application, NPs, Effect, Anatomy, Water stress

EXPLORING THE ANTICANCER POTENTIAL OF GREEN CHILI SEEDS: MECHANISMS AND THERAPEUTIC INSIGHTS

Tasawar IQBAL

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5854-9069>

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Sidra ALTAF

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7717-1375>

Department of Pharmacy, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Cancer remains one of the leading causes of mortality worldwide, necessitating the exploration of novel and natural therapeutic agents with minimal side effects. Green chili (*Capsicum annuum*) seeds, traditionally considered agricultural by-products, have recently gained attention for their bioactive compounds with potential anticancer properties. Phytochemical analyses of green chili seeds have revealed the presence of capsaicinoids, flavonoids, carotenoids, and phenolic acids, all of which exhibit antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities. Preclinical studies suggest that these compounds may induce apoptosis, inhibit cell proliferation, and modulate key signaling pathways involved in tumor progression, such as NF- κ B, PI3K/Akt, and MAPK pathways. Furthermore, green chili seed extracts have demonstrated selective cytotoxicity toward cancerous cells while sparing normal cells, indicating a favorable therapeutic index. Mechanistic insights indicate that these bioactive molecules may trigger mitochondrial-mediated apoptosis, enhance reactive oxygen species (ROS) generation in cancer cells, and interfere with angiogenesis and metastasis processes. Despite these promising findings, most research remains at the in vitro and animal model stages, highlighting the need for well-designed clinical studies to validate efficacy, safety, and optimal dosing in humans. Integrating green chili seeds into dietary interventions or developing novel nutraceutical formulations could serve as complementary strategies in conventional cancer therapy. Overall, this review underscores the potential of green chili seeds as a natural source of anticancer agents, emphasizing the importance of further mechanistic and translational research to harness their therapeutic benefits effectively.

Keywords: Green Chili Seeds, Cancer Therapy, Phytochemicals, Apoptosis, NF-Kb Signaling, Anticancer Mechanisms

BIOREMEDIATION OF ENDOCRINE DISRUPTING CHEMICALS USING MANGANESE PEROXIDASE: A CASE STUDY ON ERYTHROMYCIN AND PROPRANOLOL DEGRADATION

Dr. Shagufta KAMAL
Sumble MALIK

¹Department of Biochemistry, Government College University, Faisalabad.

ABSTRACT

Pharmaceutical drugs and other endocrine-disrupting chemicals pose a serious threat to human health and also to the environment because of their enduring and bio-accumulative capability in aquatic ecosystems. The remarkable potential of peroxidase as a biocatalyst for the potent bioremediation of environmental pollutants is evident. In this study, Manganese peroxidase (MnP) was used for the bioremediation of erythromycin and propranolol by optimization of degradation factors via response surface methodology. The concentration of MnP, Mn^{2+} , drugs, effect of pH, temperature, and time were optimized degradation factors that resulted in 98% for erythromycin and 100% degradation for propranolol in 60 and 110 minutes, respectively, as verified by HPLC and UV-Vis spectroscopy. The kinetic studies revealed Michaelis-Menten constant K_m of 2.0 μM and 4.0 μM , while V_{max} of 0.55 $\mu mol/min$ and 0.32 $\mu mol/min$ for erythromycin and propranolol, respectively, illustrate competent enzyme-substrate affinity. The optimization of degradation factors was also designed through RSM, which confirms the accuracy of the biodegradation process. The degraded products were analyzed for toxicity through hemolytic and cytotoxicity. The hemolytic activity exhibited a significant reduction in red blood cell lysis, with only 5 to 6% hemolysis observed in comparison to the higher lysis rates of standard drugs, erythromycin and propranolol, respectively. While cytotoxicity analysis of degraded products was analyzed through wheat germination assay showed effective sprouting in contrast to standards that exhibit dormancy conditions (no-growth phase). The above findings demonstrate MnP's potential as an environmentally acceptable and efficient biocatalyst for the bioremediation of endocrine-disrupting chemicals in water systems, laying the groundwork for long-term wastewater treatment plans.

Keywords: Endocrine disruptors, MnP, HPLC, Hemolytic activity, Cytotoxicity.

THYROID HORMONE LEVELS AND THEIR ASSOCIATION WITH PLASMA ZINC LEVELS AMONG ADOLESCENT AFGHAN REFUGEES; A CROSS-SECTIONAL STUDY

Dr. Saima SHAHEEN

Demonstrator

Department of Biochemistry,
Khyber Girls Medical College,
Hayatabad, Peshawar.

Dr. Nabila SHER

Professor

Khyber Girls Medical College,
Hayatabad, Peshawar

Abstract

Introduction: Thyroid hormones play an important role in the development and maintenance of nearly all tissues. In Pakistan, hypothyroidism and hyperthyroidism prevalence are 4.1% and 5.1%, respectively, and with increasing age, prevalence increases approximately to 10% in adults over 65 years of age. Malnutrition or nutritional deficiencies in the body can be the cause of thyroid disorders. Zinc (Zn) and copper (Cu), have important roles in regulating biological processes, maintaining normal thyroid function, and preventing thyroid diseases.

Objective: The objective of study was to find out levels of the thyroid hormones (TSH, T3 and T4) and its association with plasma zinc levels among adolescents Afghan refugees living in Peshawar, Pakistan.

Methodology:

Study design: Cross-sectional study

Study setting; It was conducted in the experimental Laboratory of Hayatabad Medical Complex, Hayatabad, Peshawar, Khyber Pakhtunkhwa (Pakistan) and University of Nottingham, England.

Subjects: A total of 206 adults from Khazana Afghan Refugee Camp, Peshawar were recruited and demographic details were done using a standard questionnaire.

Methods: We measured the patient's weight and height to calculate body mass index (BMI). Each participant blood sample was taken, so that many indicators could be measured. The concentrations of plasma zinc were measured by Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICPMS), and TSH, T3, and T4 were done by using cobas e 601 which is a completely automated analyzer that performs immunoassay analysis using electrochemiluminescence (ECL) technology.

Results: Gender was equally divided into 103 females and 103 males with age group of 10-14 was (65.5%) and 15-19 was (34.5%). According to results (99.0%) participants had normal TSH levels, (79.1%) of participants had normal T3 levels, while (78.6%) of participants had normal T4 levels. T3 and T4 was low in (10.7 and 18.4 %) respectively. Serum Zinc levels in majority (65%) of participants had normal zinc levels while 35% of the participants were found to be deficient in zinc. There was significant association between gender and age group p value 0.02. A significant association was found between the gender and T3 levels. Females had more ratio of increased T3 levels. There was significant association between gender and T4 levels. However there was no significant association between thyroid hormones Zinc and other parameters.

Conclusion: This non-significant study did not find a direct relationship between thyroid hormones and zinc levels, there is still evidence to suggest that maintaining adequate zinc levels may be important for proper thyroid function. Further research is needed to fully understand the relationship between these two factors. Keywords; malnutrition, hyperthyroidism, hypothyroidism

Keywords; malnutrition, hyperthyroidism, hypothyroidism

Registration number: 2019/KMU/ KGMC/MPhil/BIO/1

RESPONSE OF CAULIFLOWER (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) TO DIFFERENT VOLUMES OF SOIL AND RATES OF COMPOST

Komolafe, A. F.*, AyanfeOluwa, O. E., Kayode, C. O. and Samuel, E. A.
School of Agriculture, Federal College of Agriculture,
P.M.B. 5029, Moor Plantation, Ibadan, Nigeria

ABSTRACT

This study evaluated the response of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to different volumes of soil and rates of nitrogen derived from compost under the agro-ecological conditions of Ibadan, Nigeria at the Federal College of Agriculture, Moor Plantation Ibadan. The factorial experiment involving two factors (soil volume; 10 and 25 kg and compost levels; 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80 kg N/ha) replicated four times was laid out in a Completely Randomized Design (CRD). Data on plant height, number of leaves, dry matter weight and nutrient uptake were collected and analyzed using ANOVA while significant treatment means were separated with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5% probability level. The results showed that soil volume and compost application significantly influenced all the parameters. The result showed that the 25 kg soil volume consistently gave a higher value of plant height, number of leaves, dry matter weight and nutrient uptake compared to the 10 kg soil volume. Also, the 30 kg N/ha compost consistently produced the highest / optimum value of plant height, number of leaves, dry matter weight and nutrient uptake of the cauliflower plant. However, curd formation was not observed, traceable to prevailing temperatures (28–30°C) exceeding the optimum range (15–25°C) required for curd initiation. The study concludes that soil volume of 25 kg could be better for cauliflower cultivation than 10 kg soil volume while compost can serve as a sustainable nutrient source for cauliflower production, with 30 kg N/ha suggested as the optimal rate for vegetative growth. However, further studies are recommended to assess the response of curd yield of cauliflower to compost application under cooler conditions.

Keywords: Compost, Soil Volume, Cauliflower, Nutrient uptake, Curd initiation

POTATO LATE BLIGHT (*PHYTOPHTHORA INFESTANS*): HISTORICAL, BIOLOGICAL, CULTURAL OVERVIEW FOR AN INTEGRATED PEST MANAGEMENT PERSPECTIVE

Karima ALAOUI

Mohammed Premier University, Faculty of Science, Laboratory of Bioresources, Biotechnology,
Ethnopharmacology and Health, Oujda, Morocco

ORCID ID <https://orcid.org/0009-0002-5836-8644>

Abstract

Phytophthora infestans, causing Potato Late blight, inflicts a \$6.7 billion global economic burden, notably impacting potato-reliant regions like Morocco. Thriving at 20-28°C, it swiftly propagates sporangia. As an Oomycetes family member resembling brown algae, it historically devastates crops, potentially leading to complete wipeout. Traditional methods (prevention, chemicals, genetic resistance) face environmental criticism. However, through our research, we have delved into the biological, histological, and cultural factors of this pathogen. Our focus on environmentally-friendly methods has led us to explore Integrated Pest Management (IPM) as a promising and holistic approach for tackling both the pathogen and its ecological consequences.

Keywords: Potato Late blight, *Phytophthora infestans*, Chemical fungicides, Integrated pest management, Alternative control measures.

**SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF JUNIPERUSETA-
ELYTRIGIASSETUM-TRIFOLIOSUM FORMATION IN THE MOUNTAIN XEROPHYTE
(FRIGANA) VEGETATION OF AZERBAIJAN**

Mammadova Zulfiyya Jalal qizi, Gurbanov Elshad Majnun oglu, Rzayeva Afaq Aydin qizi

Baku State University

ABSTRACT

The research findings revealed that the mountain-xerophyte or phrygana vegetation in Azerbaijan's natural plant communities consists of 1 vegetation type, 3 formation classes, 6 formation groups, and 7 associations, which often group with legumes.

It was determined that the Juniperuseta-Elytrigiasetum-Trifoliosum formation group found in mountain gray-brown soils in the territory of Khizi region consists of one association: *Juniperuseta foetidissima* - *Elytrigiasetum repens* - *Trifoliosum canescens*.

During the conducted research, 28-32 species were recorded in the plant community. It was determined that the vegetation coverage is 70-80%. The studied vegetation includes *Trifolium canescens* Willd. with an abundance of 3 points, and the subdominant is *Elytrigia repens* (L.) Nevsky, with an abundance of 2-3 points. Additionally, *Juniperus foetidissima* Willd. was evaluated with an abundance of 2 points.

The research data indicates that the *Juniperuseta-Elytrigiasetum-Trifoliosum* formation in the mountain xerophyte or phrygana vegetation of Azerbaijan differs from previous formations in its vegetation structure. This formation has a higher abundance of fodder plants, with short grass cover averaging 10-50 cm in height. It is also a suitable grazing area for livestock due to the widespread presence of grasses and legumes.

We must mention that heavy juniper, short juniper, etc. bushes prevent soil compaction and erosion on slopes. Therefore, it is crucial to protect and efficiently use shrubs, dense grass-forming cereals, and legumes for implementing surface improvement measures. The species composition of the recorded formation is rich in fodder plants, including other valuable plants, and its preservation and protection is one of the urgent issues.

Keywords: Mountain xerophyte vegetation, Phrygana vegetation, Species composition, Vegetation structure, Juniperus formation, Fodder plants

EFFECT OF PLANT MATERIALS ON SOIL SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY, BULK DENSITY AND MAIZE YIELD IN A RAINFOREST AGRO ECOLOGICAL ZONE OF NIGERIA

Ijiyokun, A. O^a, Fasanu, O^a. and Komolehin, F^a.

^aDepartment of Agricultural Education, Federal College of Education(Technical), Akoka, P. O. Box. 269,

Yaba , Lagos-State, Nigeria

ABSTRACT

Maize is an important staple food globally. The yield of maize is influenced by soil physical properties. Incorporation of plant materials into the soil is known to influence soil physical properties in which saturated hydraulic conductivity (Ks) and bulk density (BD) are parts and has effects on maize yield. Saturated hydraulic conductivity (Ks) and bulk density (BD) are mostly used to indicate soil's physical quality which did not only determine the germination rate on the field but also determine the biological activities since the pore system is the habitation for micro-organism. An experiment was conducted in wet season. It was designed using Randomized complete block. The experiment involved application of three different plant materials into the soil, the plant materials are Guinea grass (*Megathyrsus maximum*), and Siam weed (*Chromolaena odorata*) and Banana leaf (*Musa acuminata*) at 10 at rate of tons /ha. While the Control is without any plant material. The experiment was replicated thrice. Prior to the experiment, soil samples was taken at depth of 0-20cm for initial soil routine analysis and after crop harvesting. The saturated hydraulic conductivity and bulk density were determined. There were positive significant effects of the application of the three plant materials on saturated hydraulic conductivity and yields but the effect on bulk density was not significant. The saturated hydraulic conductivity values were 16.7%, 43.3% and 16.2% higher than the control while bulk densities values were 3.0%, 4.2% and 1.9% lower than the control for banana leaves, control, siam weed and guinea grass respectively. The yield showed percentage increase of 10.5%, 9.2% and 2.8% for banana leaves, siam weed and guinea grass respectively. Banana gave the highest increase percentage change in maize yield followed by siam weed while the lease percentage change was recorded in guinea grass. This may be as a result of mineralization.

Keywords: Saturated hydraulic conductivity, bulk density, siam weed, guinea grass, banana leaves and maize.

INFLUENCE OF PLANT MATERIALS ON SOIL SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY, BULK DENSITY AND MAIZE YIELD IN A RAINFOREST AGRO ECOLOGICAL ZONE OF NIGERIA

Ijiyokun, A. O^a, Fasanu, O^a. and Komolehin, F^a.

^aDepartment of Agricultural Education, Federal College of Education(Technical), Akoka, P. O. Box. 269,

Yaba , Lagos-State, Nigeria

ABSTRACT

Maize is an important staple food globally. The yield of maize is influenced by soil physical properties. Incorporation of plant materials into the soil is known to influence soil physical properties in which saturated hydraulic conductivity (Ks) and bulk density (BD) are parts and has effects on maize yield. Saturated hydraulic conductivity (Ks) and bulk density (BD) are mostly used to indicate soil's physical quality which did not only determine the germination rate on the field but also determine the biological activities since the pore system is the habitation for micro-organism. An experiment was conducted in wet season and designed using Randomized complete block. The experiment involved application of three different plant materials into the soil, the plant materials are Guinea grass (*Megathyrsus maximum*), Siam weed (*Chromolaena odorata*) and Banana leaf (*Musa acuminata*) at 10 tons /ha. While the Control is without any plant material. The experiment was replicated thrice. Prior to the experiment, soil samples was taken at depth of 0-20cm for initial soil routine analysis and after harvesting. The Ks and BD were determined. There were positive significant effects of the application of the three plant materials on Ks and yields but the effect on BD was not significant. The Ks values were 16.7%, 43.3% and 16.2% higher than the control while BD values were 3.0%, 4.2% and 1.9% lower than the control for banana leaves, control, siam weed and guinea grass respectively. The yield showed percentage increase of 10.5%, 9.2% and 2.8% for banana leaves, siam weed and guinea grass respectively. Banana gave the highest increase percentage change in maize yield followed by siam weed while the lease percentage change was recorded in guinea grass. This may be as a result of mineralization.

Keywords: Saturated hydraulic conductivity, bulk density, siam weed, guinea grass, banana leaves.

INTEGRATIVE MORPHOLOGICAL AND MULTILOCUS MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *MICROCOTYLE ISYEBI* INFECTING *BOOPS BOOPS* FROM TUNISIAN

Meherzi E FARJALLAH

University of Tunis El Manar, 2092, Tunis, Tunisia,

ABSTRACT

Monogenean parasites represent a major component of helminth biodiversity in marine ecosystems and play a key role in host–parasite interactions affecting fish health and population dynamics. These highly specialized ectoparasites are responsible for chronic infections that may compromise host fitness, increase mortality, and negatively impact both wild and farmed fish populations. In this study, we present the first integrative morphological and phylogenetic characterization of the monogenean *Microcotyle isyebi* infecting *Boops boops* from several Tunisian and Sardinian coastal localities. Detailed morpho-anatomical observations confirmed the presence of *Microcotyle* specimens, with an overall prevalence of 23.76%. Species identification and evolutionary relationships were further assessed using the nuclear 28S rRNA gene and the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) marker. Phylogenetic analyses consistently resolved *M. isyebi* within well-supported monophyletic clades together with conspecific sequences from other Mediterranean regions, including Algeria, France, and Spain. Genetic analyses based on both markers revealed low intra-specific divergence among Mediterranean populations, indicating extensive gene flow and a high degree of genetic homogeneity across the species' geographical range. This study provides the first multilocus molecular evidence of *M. isyebi* parasitizing *B. boops* in Tunisia and Sardinia. Overall, the combined use of nuclear and mitochondrial markers proved to be a robust approach for species delimitation and phylogenetic inference within Microcotylidae, contributing to a better understanding of monogenean biodiversity and biogeographic patterns in Mediterranean teleost fishes.

Keywords: Fish health; *Boops boops*; Tunisia; Sardinia; Molecular characterization; Phylogenetic analyses; 28S; COI; Monophyletic clades.

MORPHOLOGICAL AND MULTILOCUS MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *PSEUDAXINE TRACHURI* INFECTING *BOOPS BOOPS* FROM TUNISIA

Meherzi E FARJALLAH

University of Tunis El Manar, 2092, Tunis, Tunisia

ABSTRACT

Monogeneans are highly specialized parasites capable of causing chronic infections that impair host health, increase mortality, and affect both wild and farmed fish populations. In this study, we conducted, for the first time, a specific and phylogenetic characterization of ectoparasitic monogenean *Pseudaxine trachuri* infecting *Boops boops* from several Tunisian and Sardinian localities. Morpho-anatomical analyses revealed the presence of *Pseudaxine trachuri* with a prevalence of P= 6.93%. Molecular characterization and phylogenetic analyses were performed using the nuclear 28S ribosomal marker and the mitochondrial COI gene. Phylogenetic reconstructions confirmed the occurrence of *P. trachuri*, with isolates clustering within well-supported monophyletic clades together with sequences from other Mediterranean regions (Algeria, France). Analyses of 28S and COI sequences revealed low genetic divergence among Mediterranean populations, suggesting substantial gene flow and genetic homogeneity across the species range. This study provides the first multilocus molecular evidence of *P. trachuri* infecting *B. boops* in Tunisia and Sardinia. Overall, the 28S and COI markers proved effective for genetic characterization and phylogenetic inference within Gastrocotylidae, contributing to a better understanding of monogenean biodiversity in Mediterranean teleost fishes.

Keywords: Monogeneans; *Boops boops*; Tunisia; Sardinia; Molecular characterization; Phylogenetic analyses; 28S; COI; Monogenean biodiversity.

ROLE OF MEDICINAL HERBS IN THE PREVENTION AND MANAGEMENT OF HEAVY METAL-INDUCED TOXICITY

¹Ruksana and ^{2*}Vinod Kumar

¹Research Scholar, SOHAS, G D Goenka University, Gurugram Sohna Haryana, India

^{2*}Associate Professor, SOHAS, G D Goenka University, Gurugram Sohna Haryana, India

Corresponding Author: Dr Vinod Kumar

ABSTRACT

Heavy metal toxicity is a serious health issue worldwide due to exposure to heavy metals like lead, mercury, cadmium, and arsenic. These metals cause oxidative stress, enzyme inhibition, mitochondrial dysfunction, and damage to major organs like the liver, kidneys, brain, and cardiovascular system. Conventional chelation therapy, although successful, has been linked with side effects and lack of accessibility. In recent years, herbal medicines have emerged as promising complementary and alternative medicines for the treatment of heavy metal toxicity. Herbal plants are natural reservoirs of biologically active phytoconstituents like flavonoids, alkaloids, phenolics, terpenoids, and saponins, which possess antioxidant, anti-inflammatory, metal-chelating, and cytoprotective properties. Curcuma longa, Withania somnifera, Phyllanthus niruri, and Ocimum sanctum have shown protective action in experimental models by reducing lipid peroxidation, increasing the activity of endogenous antioxidant enzymes (SOD, CAT, and GPx), restoring biochemical parameters, and promoting metal excretion. The mechanisms of action include scavenging reactive oxygen species, modulation of detoxification enzymes, induction of metallothionein expression, and stabilization of cell membranes. Additionally, phytochemicals may decrease bioaccumulation and prevent chronic damage to organs. The combination of herbal therapies with conventional therapy may provide a safer, more effective, and sustainable approach for the treatment of heavy metal toxicity. However, further clinical trials and standardization studies are required to validate efficacy, optimize dosage, and ensure safety. This review highlights the therapeutic potential, mechanisms of action, and future prospects of herbal medicines in combating heavy metal toxicity.

Keywords: Heavy metals, Herbal medicine, Oxidative stress, Chelation therapy, Phytochemicals, Antioxidant activity, Toxicity management

POISONOUS SPONTANEOUS PLANTS AS SOURCES OF TRADITIONAL AND MODERN MEDICINES IN SOUTH ALGERIA

DEGHICHE DIAB N¹., BOUCIF A²., ABBAS S¹., OUAMENE T. A. ROUMANI M¹.

- ¹. Scientific and Technical Research Center on Arid Regions PoBox 1682 Rp, Biskra, Algeria.
- ². Biological Sciences Department, Mohamed Khider University, BP 145 RP, Biskra, Algeria

ABSTRACT

The study examined the significance use of poisonous spontaneous plants as sources of traditional medicinal plants in arid conditions Northern Africa South Algeria. The study highlights the great ecological diversity of spontaneous toxic plants in the Biskra region, with species adapted to different environments. Using a questionnaire survey containing 300 items was developed and distributed in the region. The obtained results indicated a significant use of poisonous spontaneous plants in preparing bio drugs. The survey on the use of toxic plants in traditional medicine shows that the majority of respondents (65%) are between 30 and 60 years old, with women (59%) being more involved than men (41%). Most live in the outskirts of Biskra (62%), and university graduates (36%) are the most knowledgeable about medicinal plants. The main sources of information are family (49%) and herbalists (20%). *Citrullus colocynthis*, *Ruta chalepensis*, and *Thapsia garganica* were among the most commonly used plants in the region used to treat digestive (20%) and dermatological (20%) disorders. The leaves are the most commonly used parts (38%) administered orally (54%) with common preparations decoctions (33%) and powders (29%). Measured by handful (55%) by spoonful (25%) and by a pinch (20%). In terms of toxicity, digestive effects are the most frequent (30%), followed by dermatological, neurological, and renal toxicities (15%). Although widely used in both traditional and modern medicine, medicinal plants may simultaneously contain beneficial bioactive compounds and potentially toxic substances. This chemical duality makes their use especially in the form of extracts or preparations both promising and risky. It is therefore essential to identify, characterize, and quantify these plants in order to ensure the safety and efficacy of plant-based products.

Keywords: toxic plants, inventory, ethnobotanical, traditional medicine, safe use.

TOWARDS SUSTAINABLE BIOAGRICULTURE IN CYPRUS: GROWTH, ECONOMIC DIMENSIONS AND CHALLENGES

Assoc. Prof. Dr. Polya YORDANOVA

Assoc. Prof. Dr. in Socio-Economic Geography, University of Veliko Tarnovo "St. Cyril and Methodius", Bulgaria

ABSTRACT

Agriculture has always been an important sector of the Cypriot economy. Due to the rapid growth of other sectors of the economy, agriculture today contributes less than 5% to gross domestic product (GDP) and about 10% to paid employment. In terms of the development of organic agriculture, Cyprus ranks 20th in the EU. Biodiversity in organic farms offers a very wide range of financial benefits. Based on the problem studied, we consider it of paramount importance to ensure the demographic renewal of the rural population, as well as the sustainable development of rural areas. Cyprus reserves more than 7 million euros for various types of support for young farmers, under a program from 2021 to 2027. In all efforts for prosperous organic agriculture, we find a new way to design integrative interactions, in which Cyprus begins to create a system of agricultural knowledge and innovation.

Keywords: organic agriculture, Cyprus, farms, integrative, knowledge, sectors, problem

Introduction: Organic farming, according to the Encyclopædia Britannica, is a sustainable agricultural system that uses environmentally-based pest control and organic fertilizers derived primarily from animal and plant waste and nitrogen-fixing cover crops. Modern organic farming was developed as a response to the environmental damage caused by the use of chemical pesticides and synthetic fertilizers in conventional farming and has numerous environmental benefits. The EU Organic Day, which falls on 23 September, is seen as an ideal opportunity to widely celebrate the organic sector and to assess Europe's progress towards achieving its goal of 25% organic land by 2030. Agriculture has always been an important sector of the Cypriot economy. Following the Turkish invasion of 1974 and the occupation of 38% of the country's territory, including Cyprus' most valuable land and water resources, an accelerated downward trend began that continues today. Due to the rapid growth of other sectors of the economy, agriculture today contributes less than 5% to gross domestic product (GDP) and around 10% to paid employment. Nevertheless, we believe that agriculture continues to be important to the Cypriot economy, helping to maintain the environment and the good well-being of the population in rural areas; contributing to food security and supplying the local market, including the country's tourism industry, with fresh, good quality produce; and continuing to earn a significant amount of foreign exchange through exports, which still account for over 20% of all domestic exports. In terms of development of organic agriculture, Cyprus ranks 20th in the EU, for 2024 (See Fig. 1).

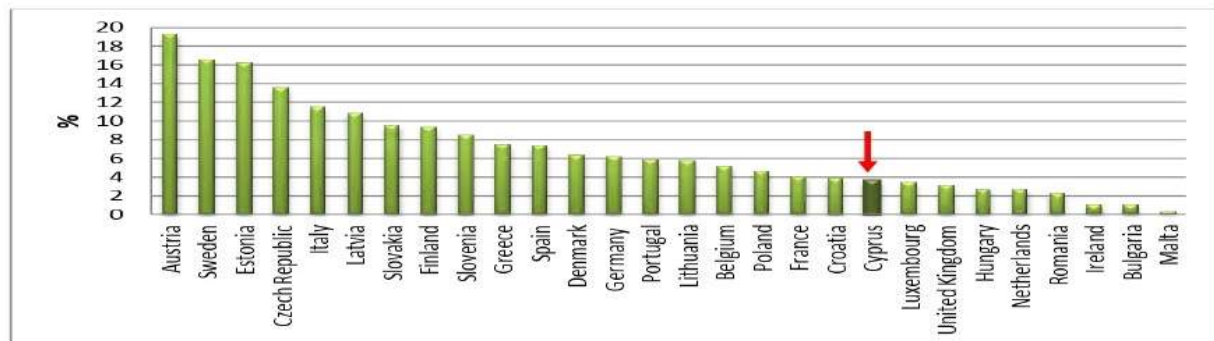


Fig. 1 The place of Cyprus in the development of organic agriculture

http://europa.eu.int/comm/enlargement/cyprus/rep_10_99/ab.htm

Methods and methodology used: research method, analytical synthesis method, statistical method, graphical presentation of data, forecasting, etc., applied in combination.

Research thesis: The CAP Strategic Plans - the EU's common agricultural policy, support the transition to: a smart, sustainable, competitive, resilient and diversified agricultural sector, ensuring long-term food security. They also contribute to the protection of natural resources and the increase of biodiversity, as well as to the strengthening of the socio-economic fabric of rural areas. The CAP Plans in Cyprus support a wide range of interventions aimed at the specific needs of the country. The needs of rural areas are also addressed by other EU instruments such as the Recovery and Resilience Plan (RRF) or the European Structural and Investment Funds (ESIF). The impact of both the Russian aggression against Ukraine and the extreme weather conditions caused by climate change highlight the inseparable link between food security and the need to transition to sustainable and resilient food systems.

The active agricultural policy pursued leads to more sustainable food production, ecological farm management and environmentally and climate-friendly practices and methods. For example, the increasingly used anaerobic digestion technology as a way to convert biomass into energy has been practiced for hundreds of years. In Cyprus, by 2025, more than 10 anaerobic digesters are operating, mainly on large livestock farms. All available studies show that this method has great potential for treating waste with a high organic content. By following the changes and the state of organic agriculture in the country in statistical documents, we can outline the following more important points:

- The entire territory of Cyprus is classified as an “intermediate rural area”, therefore the population of Cyprus is considered rural.
- The agricultural land of Cyprus covers approximately 135,560 hectares. There are about 34,940 farms, relatively small in size, with an average of 3 hectares. In fact, more than 75% of farms occupy less than 2 hectares.
- About 60% of Cypriot farms produce olives, citrus fruits or a combination of other permanent crops, such as vines.

Analyzing the objectives and Strategy of the Cyprus CAP Plan, we conclude that a real opportunity is provided to renew the agricultural potential of the country, creating a healthy primary sector with a priority on organic agricultural production.

Cyprus has also set itself another important goal to achieve by 2030: to increase the sustainability and resilience of the agricultural sector by expanding the production of high-quality agricultural products, while improving the economic viability of small and medium-sized farms. Around 160 million euros are allocated for implementation, needed to support farmers' incomes (around 233 euros per hectare per year) to mitigate the risk of reduced production resulting from price fluctuations and external market influences. Another 66 million euros are earmarked for environmental and climate objectives, such as organic farming, alternative plant protection methods with a view to reducing pesticides, preserving biodiversity, strengthening protected natural areas, as well as contributing to water saving and improving irrigation infrastructure.

Approximately 5,000 hectares are expected to be supported with around EUR 510 per hectare by the end of 2027. More than 28% of the utilized agricultural area is managed by farmers who are committed to implementing practices that improve soil conditions. For example, reducing tillage and covering the soil with crops in sensitive periods helps protect the soil against erosion. Crop rotations that include legumes are expected to significantly improve soil quality. Based on the researched problem, we believe that it is of paramount importance to ensure the demographic renewal of the rural population, as well as the sustainable development of rural areas. And in this regard, more than 7 million euros are being allocated from the budget for various types of support for young farmers, under a program from 2021 to 2027. It includes funds for young farmers up to 35 years of age, paid over five years, which will provide adequate income support and facilitate their access to land. The expectations are that over 900 jobs will be gradually created, with about 250 planned for the highland regions. Following the dynamic changes and innovations, we find that they include improving animal welfare, animal biosecurity and rationalized use of antibiotics. Investments are foreseen for the thermal comfort of animals and ventilation conditions. Significant priority will also be given to financing cage-free chicken farming systems. The economically viable organic farming system of Cyprus relies on more than 120,000 people, representing more than 13% of the total population, who will benefit from local development strategies. According to the statistical department, from 2021 to 2025, over 570 new young farmers started working with CAP support, more than 340 benefit from special set-up support, ranging from EUR 20,000 to EUR 50,000 depending on the location (mountainous or not) and the size of the investment.

Therefore, in all efforts to develop prosperous organic agriculture, we find a new way to design integrative interactions in which a well-functioning agricultural knowledge and innovation system (AKIS) leads to the promotion of innovation in the food industry sector. Farmers can keep their farms modern and innovative, e.g. by investing in digital technologies and/or by forming operational groups to develop innovative solutions and practices. It is also necessary to note one negative element, namely that the Ministry of Agriculture reports a low share of farmers with vocational education specialized in agriculture. Referring to data from 2025, over 94% of farmers registered as farm managers have only practical experience, but have not undergone vocational training.

The positive trend is found in the successful functioning of about 1620 companies and firms engaged in various types of organic production. The total organically cultivated area amounts to 7737 hectares, which represents 5.8% of the total arable area. Organic farming mainly concerns cereals, olives, carob, vineyards, broadleaf, vegetables and aromatic plants, while in the livestock sector a total of 24 livestock units are active in sheep and goat farming, cow farming and poultry farming. The national target is to convert 10% of the total agricultural area into organically cultivated agricultural area with a time horizon of up to 2030.

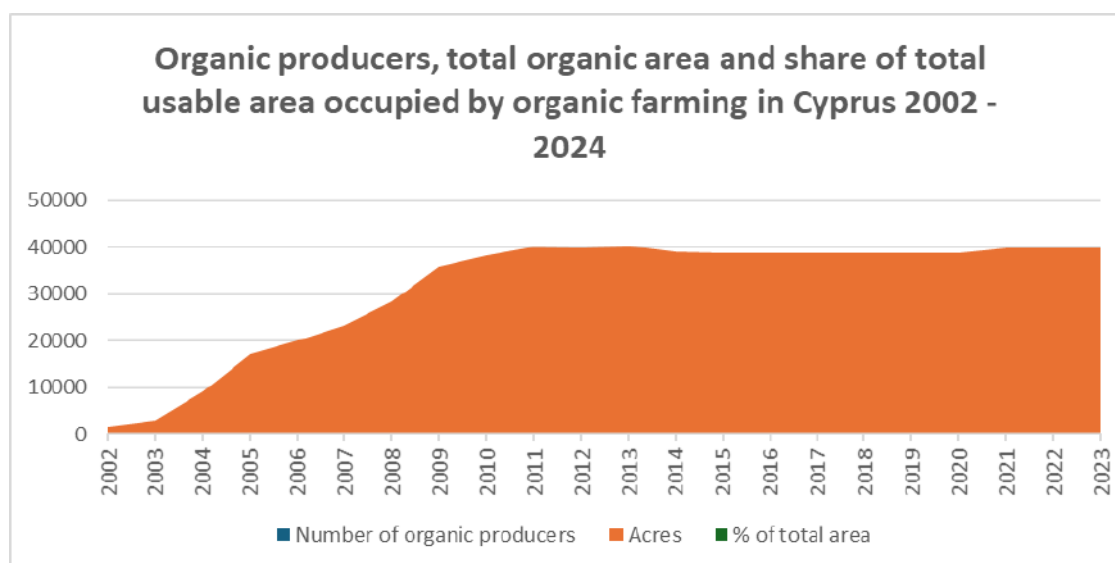


Fig. 2 Scheme of organic production areas for the period 2002 – 2024

Source: based on Eurostat data, 2024.

Following a study carried out by us, in the category of “leading experimental and trial stations” we can name a total of 11, among which six stand out:

- The “Tochni” experimental station, of the Agricultural Research Institute within the framework of the “Vasilikos-Pentaskinos” irrigation project. The station has 11 hectares and supports research activities in the fields of plant protection, soil science, vegetable and ornamental crops, plant improvement and agrobiotechnologies.
- The “Atalassa” experimental farm of the “Animal Husbandry” department covers an area of about 60 hectares, including animal sheds and arable fields for growing fodder crops. The activities mainly include the management of the Dairy Cows Department and the Sheep and Goats Department and the related experimental activities of the Animal Husbandry Department.
- The Achelia Experimental Station is the largest research station, whose activities focus mainly on viticulture, citrus fruits, truffles in olive groves and tropical and subtropical crops, while maintaining a screen house for the maintenance of basic citrus germplasm. A meteorological station has also been installed to collect meteorological data, as well as a satellite laboratory for remote sensing. Within the framework of the Ministry of Education's "Sporaki" project, primary school students visit the station to learn about the procedures related to cereal production such as sowing, fertilizing and harvesting.
- The Xylotymbou Experimental Station is in the area of the British bases in Dhekelia on the site where the nursery used to be. It covers an area of about 100 decares. A collection of almonds from Cypriot branches and/or varieties has also been planted.
- The Saittas Experimental Station is located south of the Troodos Mountains near the villages of Moniatis and Trimiklini at an altitude of 650 m. The climatic conditions of the area are ideal for experiments in viticulture and fruit trees. The proximity of the experimental stations to the main wine-growing areas of Pitsilia, Koumandaria and Krasoxoria Lemesou makes it much easier to experiment in collaboration with winegrowers in these regions.

- The research work of the Natural Resources and Environment (NRE) Section (formerly Soil Science) is a key feature in expanding scientific research to topics related to global warming and climate change, such as sustainable use of soil, water and energy, precision agriculture, biodiversity conservation and environmental issues to support efforts for sustainable and viable agriculture.

The effects of the Internet and the Bio@gro web portal are used throughout the island. It has the resources to support consumers in the most beneficial way. As a result, organic farmers, traders and processors have the opportunity to improve their technologies and at the same time adapt to new developments. Despite the diverse crop varieties, the most important crop in the country remains potatoes. Until the beginning of the 20th century, their production was sold locally, due to problems with distribution and marketing. Since 1993, the production, processing, inspection and certification systems used have been in accordance with Regulation (EEC) No. 2092/91 of the Council of the European Union. The larger companies currently engaged in the export of organic products are Gelero S/M LTD, in Pissouri, Limassol district; Biosert - Nicosia; KOFA, Lacon (Germany); Dio (Greece) and Skal (Netherlands). The Government of Cyprus gives high priority to organic farming for several reasons: human health and food security, environmental protection, favorable climatic conditions, the prevalence of small farms, the presence of family labor, etc. But this is still insufficient, since during the period 2012-2025 the share of organic areas in UAA remained at approximately only 5%, and the entire distribution of organic area by region is shown in Fig. 3.

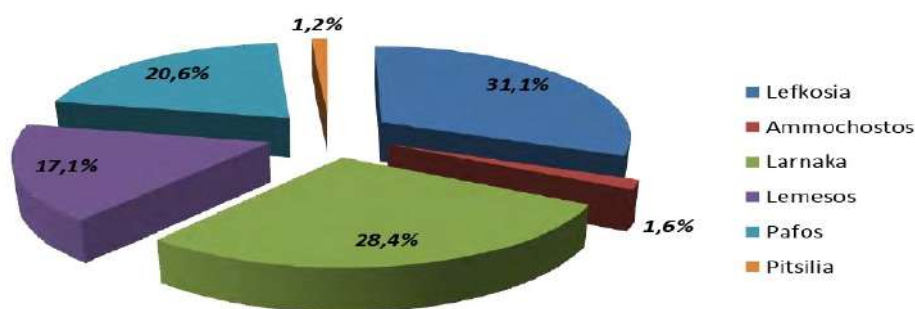


Fig. 3 Territorial distribution of organic land use in settlements of Cyprus

Source: Ministry of Agriculture data, 2025

According to the data, the regions of Lefkosia – Nicosia, Larnaca and Paphos have the largest shares in the total organic land use (31.1%, 28.4% and 20.6%, respectively), followed by Limassol (17.1%), Amohostos – Famagusta (1.6%) and Pitsilia (1.2%) (DoA, 2024). Organic land use - Fig. 5 is achieved through arable land and permanent crops with 47.4% and 43.6% of the total organic land use, respectively. Pastures and meadows account for only 9% of the total organic land use. Organic olive groves are the most important permanent crops with 28.4% of the total biological area, followed by vineyards with approximately 12% of permanent crop land and 5.2% of total organic crop land.

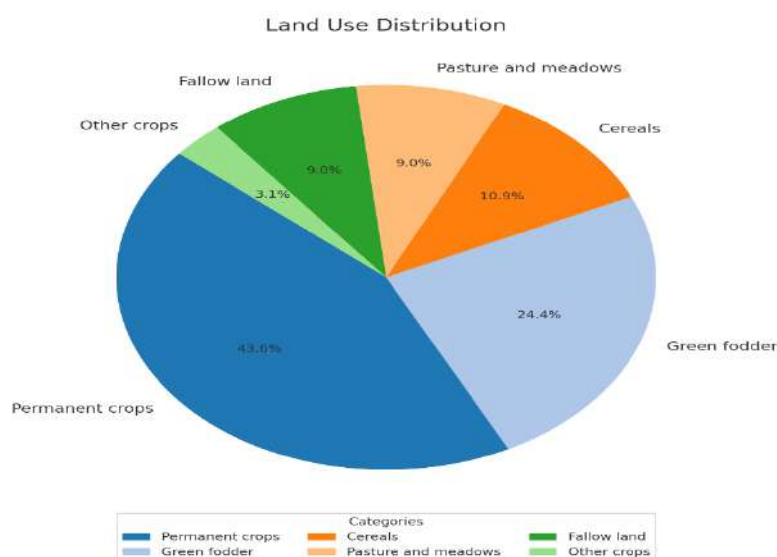


Fig. 4 Organic land use in Cyprus

Source: According to data from the Ministry of Agriculture, 2025

Certified organic production is entirely from converted areas. It is striking that the production volume of most crops in 2025 has significantly decreased compared to e.g. 2013, when much higher quantities were reported. The production of fresh vegetables has been steadily decreasing by around 16%. Olive plantations show the largest positive change (101.7%) (Eurostat, 2024). Although the organic livestock sector in Cyprus shows an upward trend, it is still not at a sufficiently high level of development. Organic livestock farming on the island consists of raising a small number of flocks of sheep, goats and a few types of poultry. There are no organic cattle or pigs. Organic production of animal origin shows a positive result. This positive trend in the growth of bioproducts is reflected in Fig. 5.

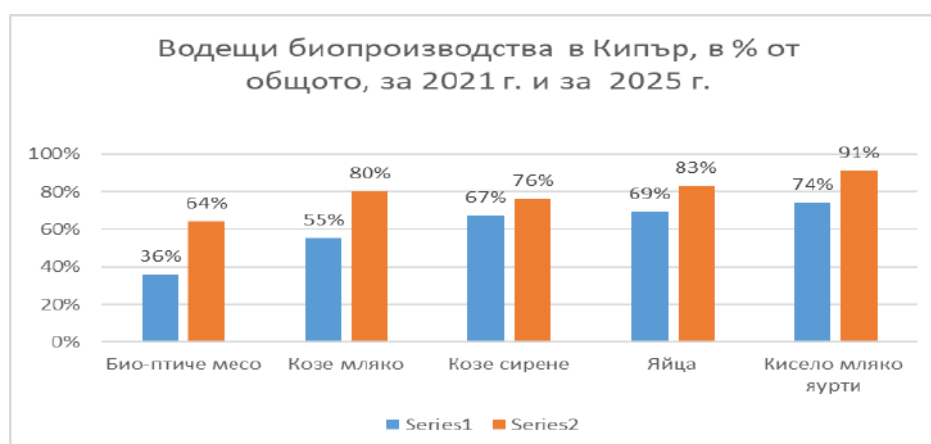


Fig. 5 Leading organic production in Cyprus, in %, comparison for 2021 and 2025

Source: prepared by the author, based on data from the country's statistical office

Activities within the organic sector include not only farm-level production (i.e. organic crops and organic livestock), but also the processing of organic crop products, as well as other important activities, such as wholesale and retail trade, import and export. Unfortunately, the available official data on the processing

and trade of organic products is limited and insufficient. In 2025, the Fourth Annual Organic Farming Festival is held in the Old Port of Limassol, where it is emphasized that organic production is a cornerstone of the EU Green Deal. Statistics show that in 2003 there were only 85 organic farmers on the island, and now their number has reached over 1600. This is an indicator that organic production is among the priorities of the Strategic Plan of the Common Agricultural Policy 2023-2027, also referring to the EU strategy "from farm to fork", which encourages the transition from conventional to organic production and supports the demand for organic products on the market. The presented map - Fig. 6 shows the approximately 30 operating farms.



Fig. 6 Farms operating in Cyprus as of 2025.

Source: based on data from <https://www.gov.cy/moa/en/>

Note: Location of farms in Cyprus. Organic farms are shown in red and conventional farms in green. 13 are organic and 17 are conventional.

Regarding the sales and trade of organic products, approximately 105 traders (wholesalers and retailers), 19 importers and 14 exporters were registered in 2025. Exports to the EU and other countries are limited and include small quantities of grapes, raisins, bananas, olives and citrus fruits. There are almost no official data on retail sales of organic products. According to the Statistical Department (2025), there are over 86 specialized health and organic food stores in Cyprus, while most of the large supermarket chains have specific areas and shelves for organic products. It is noted that retail prices of certified organic products are usually higher than the price of their conventional counterparts (Eurostat, 2025).

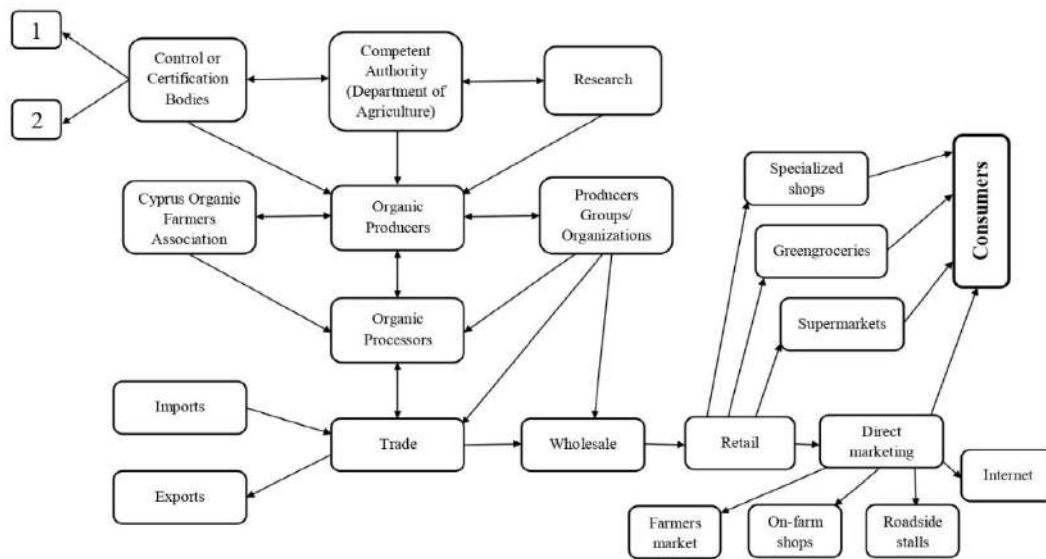


Fig. 7 Organic farming scheme in Cyprus

Source: based on data from <https://www.gov.cy/moa/en/>

Consumers are also part of the organic food supply chain, but there is limited information on their perceptions and attitudes towards organic products in Cyprus.

Findings and conclusion:

According to a database of studies conducted, organic farming is equal to or more profitable than conventional farming. The competitive advantage comes from the premium price, driven by consumer demand – that organic farmers can obtain for their products. After a transition period of 3 to 5 years, organic systems can produce up to 95 percent of conventional yields. Organic farming is less dependent on fossil fuels, expensive raw materials and annual loans, making it less vulnerable to fluctuations in financial markets. “Organic” is a low-waste system that prioritizes quality over quantity, meaning it uses less land for the same profit. Conventional crop subsidies exacerbate the problem by incentivizing farmers to grow more than they can sell, which causes excessive pollution, overuse of resources, and food waste. For farmers, capital means more modern tractors for tilling the land, greenhouses, or hand tools—things that can be reused to facilitate profit and growth in the industry. Organic farming is therefore increasingly becoming a new branch of the economy and a form of capital that we conventionally call natural capital. The biodiversity on organic farms offers a very wide range of financial benefits to the country. The diverse system of plant species means a series of blooms that can feed insect populations (and provide them with habitat) all year round. The genetic diversity on organic vegetable and seed farms acts as a well-stocked gene bank for potential new varieties that will be resilient to future environmental changes, such as climate change. Diversity provides some protection against adverse changes in the prices of a single commodity. Diversified farming also ensures better seasonal distribution of inputs, and costs and revenues are more evenly spread throughout the year. Organic producers are generally less capital intensive, so tax breaks are less beneficial to them. An increase in the price of variable inputs would be less detrimental to organic farmers, as they buy fewer inputs. The most likely price increases in the near future will be for energy, with a subsequent increase in the price of synthetic nitrogen fertilizers. Organic farming provides significant benefits to society by reducing pollution and flooding; conserving energy, soil, nutrients, fish and wildlife. Therefore, organic farming in Cyprus appears as an attractive alternative not only for farmers but also for policymakers.

LITERATURE

- Hadjinicolaou, P., Giannakopoulos, C., Zerefos, C., Lange, M.A., Pashiardis, S., and Lelieveld, J. (2011), Mid-21st century climate and weather extremes in Cyprus as projected by six regional climate models. *Reg. Environ. Change* 11, 441-457;
- de Meij, A., and Lelieveld, J., (2011), Evaluating aerosol optical properties observed by ground-based and satellite remote sensing over the Mediterranean and the Middle East in 2006, *Atmos. Res.*, 99 (3-4), 415–433
- Christoudias, T., A. Pozzer and J. Lelieveld (2011) Influence of the North Atlantic Oscillation on air pollution transport. *Atmos. Chem. Phys.* 12, 869-877.
- Lelieveld, J., P. Hadjinicolaou, E. Kostopoulou, J. Chenoweth, M. El Maayar, C. Giannakopoulos, C. Hannides, M.A. Lange, M. Tanarhte, E. Tyrlis and E. Xoplaki (2012) Climate change and impacts in the eastern Mediterranean and the Middle East. *Clim. Change*, doi: 10.1007/s10584-012-0418-4.
- Department of Agriculture (DoA). 2013. Current Situation Analysis of the Agricultural Sector in Cyprus (in Greek). Available at: [http://www.moa.gov.cy/moa/da/ead/ead.nsf/All/CC795D1070EE1EC9C2257C0F00275C5D/\\$file/SWOT-FINAL%2015.20.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/ead/ead.nsf/All/CC795D1070EE1EC9C2257C0F00275C5D/$file/SWOT-FINAL%2015.20.pdf).
- Department of Agriculture (DoA). 2024. Organic Sector in Cyprus. Quality Products Section (personal communication).
- European Commission (EC). 2014. The rapid growth of EU organic farming: Key facts and figures. EU Agricultural Markets Briefs.
- Eurostat. 2015. Organic farming statistics. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics
- Eurostat. 2024. Organic farming statistics. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics
- Helga, W. and Lernoud, J. 2015. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2024. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn, 306 p.
- Katsarova, I. 2018. Organic food: Helping EU consumers make an informed choice.
- European Parliamentary Research Service, European Parliament.
- Kilcher, L., Willer, H., Huber, B., Frieden, C., Schmutz, R. and Schmid, O. 2011. The Organic Market in Europe: 3rd edition, SIPPO, Zürich and FiBL, Frick.
- Markou, M. and Stylianides, T. 2009. A plan to place successfully organic products in the Cypriot market. *Journal of Development and Agricultural Economics*, Vol. 1 (3), pp. 055-074.
- Estimating the economy-wide impacts of energy policies in Cyprus
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_18_3997
- E. Giannakis, D. Serghides, D. Dimitriou, G. Zittis Land transport CO₂ emissions and climate change: evidence from Cyprus *Int. J. Sustain. Energy* (2020)

B. Peng, H. Du, S. Ma, Y. Fan, D.C. Broadstock Urban passenger transport energy saving and emission reduction potential: a case study for Tianjin, China Energy Convers. Manag., 102 (2015)

G. Bueno Analysis of scenarios for the reduction of energy consumption and GHG emissions in transport in the Basque Country Renew. Sustain. Energy Rev., 16 (2012), pp. 1988-1998, 10.1016/j.rser.2012.01.004.

M. Ram, A. Aghahosseini, C. Breyer Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050 Technol. Forecast. Soc. Change (2019), p. 119-682,

<https://www.cyi.ac.cy/index.php/eewrc/eewrc-research-projects/climate-change-and-impact.html>

<https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/N.pdf>

<https://knews-kathimerini-com-cy.translate.goog/en/news/cyprus-makes-remarkable-strides-in-organic-farming?>

<http://www.organic-world.net/country-info-archive.html>.

<http://www.organic-europe.net>.

<https://cyprus-mail.com/2024/09/22/organic-farming-at-8-per-cent-in-cyprus>

<http://www.laconinstitut.com/frameeng.htm>

PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE SOILS IN UKRAINE: AGROGENIC AND MILITARY-TECHNOGENIC FACTORS¹

Oksana BIHUN, PhD

National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Soil Geoecophysics Laboratory named after Academician of NAAS
V.V. Medvedev, Kharkiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-8461-4928

ABSTRACT

The arable soils of Ukraine are subject to pronounced physical and mechanical degradation stemming from prolonged irrational agricultural utilization and the destructive effects of military aggression on the soil cover. Physical degradation is manifested through increased equilibrium bulk density, deterioration of aggregate composition and water stability, impairment of water and thermal regimes, formation of plow pans, enhanced cloddiness and surface crusting, as well as reduced root-zone thickness and penetrability. These agrogenic processes are driven by heavy machinery traffic (especially on saturated soils), intensive moldboard plowing that destroys water-stable crumb-granular structure, and the absence of perennial forages and green manures in crop rotations, which depletes organic binding agents. Quantitative assessments based on digital soil-property maps and standardized criteria reveal that compaction affects 17.3 million ha (54.1 % of arable land), clod formation occurs on 3.8 million ha (12.1 %), and the decline in agronomically valuable aggregates is recorded on 14.1 million ha (44.1 %). Since 2014, military-technogenic impacts have intensified degradation through tracked-vehicle rut compaction (detectable by remote sensing) and bombturbation resulting from explosions. The latter induces localized explosive displacement of soil mass, disruption of natural profile stratification, horizon mixing, and surface exposure of dense, weakly aggregated subsoil materials, substantially reducing hydraulic conductivity, aeration, and the soil's self-recovery capacity. Consequently, these changes impair hydrological, gaseous-exchange, and nutrient regimes, accelerate erosion, and lower crop productivity, underscoring the urgent need for specialized reclamation and conservation measures to restore soil physical functions.

Keywords: Soil physical degradation, Soil compaction, Bombturbation, Arable soils, Military-technogenic impacts, Ukraine

¹ The research was conducted within the framework of Contract No. BF/A-01-2025 with the Ministry of Education and Science of Ukraine.

IMPROVED CONTROL METHODS FOR ISOLATED SEIG SYSTEMS

Dr. Zabouri Abdelhamid

Department of electrical engineering, Automation laboratory and systems analysis (LAAS),
national polytechnic school-maurice audin Oran, Algeria

ORCID: 0000-0003-3940-7070

Dr. Assia Hamza

Department of electrical engineering, Automation laboratory and systems analysis (LAAS),
national polytechnic school-maurice audin Oran, Algeria

ORCID: 0009-0009-5459-4186

Dr. Bendjeddou Yacine

Department of electrical engineering, Laboratory of electrical and materials engineering (LGEM)

Dr. Abdallah Belabbes

Institute of Industrial Maintenance and Safety, University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Oran,
Algeria.

Dr. Farida DJELGHOUM

Naama Ahmed Salhi University Center, Algeria

Dr. Benabed khadidja

Laboratory of Analysis and Application of Radiation (LAAR), University of Science and
Technology of Oran Mohamed Boudiaf (USTO-MB), Algeria.

ABSTRACT

In this work, we address the challenge of ensuring robust control of a self-excited induction generator (SEIG) operating in isolated wind energy systems, where parameter variations and operating conditions significantly affect performance. As a first contribution, the magnetization curve of the generator is experimentally extracted in order to ensure an accurate modeling of the SEIG under different operating points. Based on this model, two voltage-oriented control (VOC) strategies are implemented and compared: a linear cascade controller (RST for current control and PI for DC-bus regulation) and a nonlinear second-order sliding mode controller (SMC). The proposed study evaluates the robustness of both controllers against parameter variations, wind-speed fluctuations, and load-torque disturbances. Simulation results obtained under MATLAB/Simulink demonstrate that the SMC provides superior disturbance rejection and reduced current harmonic distortion, while the RST-PI structure offers fast dynamics with simpler implementation.

Keywords: Field oriented control, VOC, PLL, SMC control, RST.

ENHANCEMENT OF ADHESION AND WEAR RESISTANCE OF HIGH-SPEED STEEL TOOLS VIA CVD-HARD COATINGS

Osamah Ihsan ALI

Department of Metallurgical Engineering, College of Materials Engineering, University of Babylon,
51002 Hillah/Babel, Iraq

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8864-0103>

ABSTRACT

High-Speed Steel (HSS) remains a cornerstone material in the global manufacturing industry for cutting tools, favored for its balanced toughness and machinability. However, the operational lifespan of HSS tools is frequently compromised by rapid surface degradation, thermal softening, and severe abrasive wear under high-speed machining conditions. This study investigates the strategic surface modification of HSS substrate utilizing Chemical Vapor Deposition (CVD) to deposit high-performance hard coatings. The research objective is to optimize critical CVD process parameters—specifically temperature and gas flow rates—to engineer a coating structure that maximizes both tribological performance and interfacial adhesion.

The microstructural evolution, grains morphology, and phase composition of the deposited layers were rigorously characterized using Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-Ray Diffraction (XRD). Particular attention was paid to the substrate-coating interface to evaluate the extent of elemental diffusion, which is pivotal for bonding integrity. Furthermore, the mechanical competence of the surface was evaluated through Vickers microhardness test, while adhesion strength was quantified using standard scratch test in order to determine the critical load (L_c) for coating failure. The main results indicate that, substantial enhancement in surface microhardness and the reduction in the coefficient of friction (COF) compared to uncoated HSS counterparts. Significantly, the optimized CVD coatings demonstrated superior adhesion strength, effectively mitigating common failure modes such as blistering and premature delamination. The study concludes that controlling the CVD parameters significantly influences the coating's density and homogeneity, confirming that this surface treatment is a viable, cost-effective pathway to extend the service life and cutting efficiency of HSS tools in demanding industrial applications.

Keywords:

High-Speed Steel (HSS); Chemical Vapor Deposition (CVD); Surface Engineering; Tribological Behavior; Adhesion Strength; Wear Mechanism.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION

Faisal NAZIR

Department Of Physics, Faculty Of Sciences,
The University Of Agriculture,
Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Carbon nanotubes (CNTs) are widely used in a variety of fields to produce a diversity of products, including hydrogen storage systems, and field emitters. In the proposed study, CNTs synthesized via biochar under the microwave irradiation method. In this method, the combination of charcoal and ferrocene are used to synthesize CNTs from the biochar approach. Biochar samples for CNTs synthesis are made from pyrolyzed agro-industrial waste such as rapeseed cake, hazelnut hulls, wheat straw, and oat hulls at different temperatures. The biochar was produced from agro-industrial biomass. During experiments, 100g of biomass was placed in a microwave reactor. The samples were pyrolyzed at 400 °C to 600°C. SEM analysis was used to confirm the morphology of CNTs. SEM micrographs revealed the perfect structure of multiwall carbon nanotubes, while interlayers spacing was changed due to variation of catalysts and measured about 0.34nm. Further, the optical properties were examined by UV-visible spectroscopy. In the UV, one band is clear at 240 nm region due to resonance of nanotubes $\pi(\pi)$ electrons of carbon nanotubes. XRD was used to analyze the glassy structure of prepared CNTs under microwave revealed that the creation and growth of CNTs were mostly influenced by microwave irradiation and the ferrocene catalyst. The structure of CNTs was developed under microwave heating and in the presence of ferrocene catalyst. To research how nitrogen impurities adhere to CNTs, FTIR experiments were conducted in the 400–4000 cm^{-1} range. The sample's FTIR spectra exhibit prominent peaks that correspond to C-H and C=C, respectively.

MECHANISM OF FUNGAL DISEASE MANAGEMENT USING BIOEXTRACTED CHITIN MOLECULES: A REVIEW

^{*1,2} Bashir Alabi Ali, ² Kutama Ahmad Shehu, ² Mohammed Isa Auyo, ² Aisha Idris,
² Maryam Muhammed, ³ Adeniyi Kamoru Abdulazeez, and ⁴ Ndah Abigeal Fatima.

1. Department of Plant Science and Biotechnology, Prince Abubakar Audu University, Anyigba, Kogi State.
2. Department of Plant Biology, Faculty of Life sciences, Federal University Dutse, Jigawa State.
3. Department of Animal and Environmental Biology, Faculty of Life sciences, Federal University Dutse, Jigawa State.
4. North Carolina State University, Raleigh, United States of America.

ABSTRACT

Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) is an economically and nutritionally important legume widely cultivated in tropical and subtropical regions, including West Africa. However, its production is significantly constrained by fungal diseases that affect multiple plant parts and result in considerable losses in yield and quality. Existing disease management approaches, such as chemical-based strategies, present challenges related to environmental safety, sustainability, and pathogen resistance, underscoring the need for alternative control measures. Chitin and its deacetylated derivative, chitosan, have emerged as promising biopolymers for fungal disease management due to their biodegradability, biocompatibility, and broad-spectrum antifungal properties. Chitin, a structural polysaccharide found in fungal cell walls and crustacean shells, can be extracted through chemical or biological processes, while chitosan exhibits enhanced bioactivity owing to its cationic nature. These compounds exert antifungal effects through multiple mechanisms, including disruption of fungal cell wall integrity, inhibition of spore germination and mycelial growth, chelation of essential nutrients, and stimulation of host defence responses. In addition, chitin-based substrates promote the activity of beneficial chitinolytic microorganisms, thereby enhancing biological control. In agricultural applications, chitin and chitosan demonstrate potential as eco-friendly disease management tools through their use as biopesticides, soil amendments, and post-harvest protective agents. Their multifunctional properties and low environmental impact position them as sustainable alternatives or complements to conventional fungicides. Integrating chitin and chitosan-based strategies into groundnut disease management systems may contribute to improved crop health, productivity, and long-term food security.

ENHANCED PRODUCTION OF FUNGAL ALPHA AMYLASE BY SOLID STATE FERMENTATION USING AGRO- INDUSTRIAL SUBSTRATES

Thenmozhi . M

Department of Biotechnology, School of Life Sciences, Vels Institute of Science, Technology and
Advanced Studies (VISTAS), Pallavaram, Chennai-600 117, Tamil Nadu, India.

Orcid id: 0000-0002-7957-6648

ABSTRACT

The production of industrial enzymes with low-cost substrates has involved considerable interest in recent years. In the present study, fungal alpha amylase production was studied in solid state fermentation (SSF) using agro industrial substrates. *Aspergillus flavus* was used as the production organism and the enzyme synthesis was optimized by evaluating different substrates and nutritional parameters. Among tested agro residues, palm kernel cake showed the maximum alpha amylase activity of 0.210U/ml and was found suitable as an efficient fermentation substrate. Nutritional optimization studies showed that sucrose enhanced the production of enzyme to a maximum of 0.421U/ml, whereas glucose resulted in low yield. Ammonium nitrate also supported a higher yield of enzyme (0.231 U/ml) than glycine. The supplementation of sucrose along with ammonium nitrate showed a marked increase in the enzyme activity, 0.821 U/ml, which indicates the interactive effect of optimized carbon and nitrogen sources on the biosynthesis of enzyme. These results emphasised the potential of agro-industrial wastes as inexpensive substrates to improve alpha amylase production by SSF, as well as the importance of nutritional optimization for enhanced yields of this enzyme. The work is contributing to the development of sustainable bioprocess for industrial enzyme production.

Key Words: alpha amylase, solid state fermentation, *Asperigillus flavus*, agro- industrial waste

INTRODUCTION:

The valorization of agricultural by products and residues is a strategic approach for the development of sustainable economic and industrial systems, especially in developing countries. These residues are produced on a large scale and their poor management is serious challenge for the environment, economy and logistics. Therefore, the conversion of agricultural residues into valuable biotechnological products has become a high priority research area. These residues can be used as low-cost raw materials for the production of high value compounds using innovative bioprocessing and biorefinery concepts. These compounds include industrial enzyme, bioethanol and other alcohols, biohydrogen, biopesticides and organic acids. This approach not only resolves the issue of waste disposal but also helps in the development of sustainable industries and circular economy models (Melnichuk *et al.*, 2020).

Among the industrially important biocatalyst, α - amylases represent one of the most widely used enzyme families owing to their prime role in starch hydrolysis and fermented food production. Apart from their prime role in the food and starch industry, α - amylases find extensive use in various industrial processes such as paper and pulp bioprocessing, textile desizing and other biotechnological applications. These enzymes catalyse the endo hydrolysis of α - 1,4 glycosidic bonds in Starch, thus facilitating the large-scale production of starch derived value-added products such as glucose, maltose, high fructose corn syrup and cyclodextrins (Kunamneni *et al.*, 2005).

The demand for amylases is steadily increasing across the globe, especially in the paper, pulp and textile sectors, where they improve processing efficiency and quality. In fact, amylase constitute

about 30 % of the total global enzyme output, thereby establishing their immense industrial develop α -amylases with improved catalytic efficiency, heat stability and operational durability in challenging industrial environments, while also focusing on cost effective production methods. α - amylases are secreted by a broad spectrum of biological materials such as microorganisms, algae, plants and animals, where they fulfil vital roles in carbohydrates metabolism. Conventionally, amylases of plant and microbial origin have been widely used as food processing agents. For instance, barely amylases have long been an essential component of brewing technology, while fungal amylase is widely used in preparation and processing of traditional fermented and oriental foods (Mishra *et al.*, 2020).

The α - amylases production has been widely explored in both submerged (SmF) and solid-state fermentation (SSF). Although Smf is still currently in use on a large scale, the use of artificial media has substantially increased the production cost, thus making it less economically viable. As a result, there has been a growing interest in the use of low cost agricultural and agro-industrial byproducts as novel substrates, especially in SSF processes, where these wastes act as nutrient rich and economically feasible materials for enzyme production. Recently, SSF has received considerable attention owing to its advantages over Smf. These include easier process engineering, lower capital investment, lower production cost, higher enzyme production with improved physicochemical properties, reduced catabolite inhibition and easier down stream processing. Additionally, SSF more closely the natural environments of many filamentous fungi and some bacteria, which often leads to higher enzyme productivity and stability (Saxena and Singh, 2011). The Present work focuses on the production of α -amylases through solid state fermentation (SSF) using coconut oil cake , sunflower oil cake and palm kernel cake as agro industrial substrates, with emphasis on optimizing crucial process parameters to improve the productivity of the enzyme.

MATERIALS AND METHODS

Microorganism

A fungal strain of *Aspergillus flavus* was used for the production of α -amylase in this study. The organism was grown on Czapek-Dox agar slants and subcultured periodically to maintain viability.

Screening for Enzyme Production (Naziz *et al.*, 2024)

Preliminary qualitative screening for α -amylase production was carried out using starch agar plate assays. The presence of a clear hydrolysis zone around the fungal colony, as revealed by staining, indicated the presence of amylase in the culture, and the highly productive strain was chosen for further analysis under solid-state fermentation (SSF).

Inoculum Preparation

Spores from actively growing Czapek-Dox agar plates were collected using sterile distilled water to obtain a uniform spore suspension. One milliliter of this standardized spore suspension was used as inoculum for each fermentation flask.

Substrate

Three different agro-industrial substrates, namely coconut oil cake, sunflower oil cake, and palm kernel cake, were purchased from the local market and used as substrates for SSF. The substrates were dried and powdered to get a uniform particle size suitable for fungal growth. The production of enzymes was tested separately for each substrate to identify the best one for the highest production of α -amylase.

Solid-State Fermentation (SSF) Technique

SSF was performed in 250 ml Erlenmeyer flasks with 2.5 g of dried substrate. A sterilized salt solution was used to maintain the desired level of moisture. The contents were autoclaved at 121°C for 15 minutes and then cooled to room temperature. Each flask was inoculated with 1 ml of spore suspension, mixed well, and incubated under static conditions for 72 hours.

Enzyme Extraction

The enzyme was extracted from the fermented substrate by adding distilled water to it and shaking it in a rotary shaker for 1 hour. The contents were then centrifuged at 7000 rpm for 10 minutes, and the supernatant was collected as the crude enzyme extract.

Enzyme Assay

α -Amylase activity was measured by DNS (3,5-Dinitrosalicylic acid) method. The reaction mixture contained 1.25 ml of 1% soluble starch solution, 0.25 ml of acetate buffer, 0.25 ml of distilled water, and 0.25 ml of crude enzyme extract. The reaction mixture was incubated for 10 minutes. The reaction was stopped by adding 3 ml of DNS reagent and 1 ml of sodium potassium tartrate. The tubes were boiled in a boiling water bath for 5 minutes. The tubes were cooled, and the absorbance was measured at 575 nm using a spectrophotometer. One unit of enzyme activity was defined as the amount of enzyme required to liberate 1 μ mol of reducing sugar per minute. All experiments were carried out in triplicate, and mean values were calculated.

Optimization Studies for Enzyme Production

Optimization of enzyme production was done step by step by assessing the effect of various physicochemical factors under SSF conditions (Balakrishnan *et al.*, 2021).

Effect of Substrate

Coconut oil cake, sunflower oil cake, and palm kernel cake were tested individually to find out the most effective substrate for α -amylase production.

Effect of Carbon Sources

The effect of the presence of additional carbon sources, such as glucose and sucrose, on the production of the enzyme was also studied.

Effect of Nitrogen Sources

The role of the addition of nitrogen sources, such as ammonium nitrate and glycine, was also explored to increase the production of the enzyme.

Effect of Combination of Carbon and Nitrogen Sources

The effect of various combinations, such as sucrose and ammonium nitrate, and glucose and glycine, was also studied to explore their combined effect on the production of α -amylase.

RESULT AND DISCUSSION

Effect of Different Substrates:

Table 1 shows the effect of different substrates on enzyme activity. Among the substrates tested, palm kernel cake recorded the highest enzyme activity (0.219 U/ml), followed by sunflower oil cake (0.138 U/ml) and coconut oil cake (0.102 U/ml). The control values for coconut oil cake, sunflower oil cake, and palm kernel cake were 0.021, 0.018, and 0.023 respectively, while the test values increased to 0.123,

0.156, and 0.242. The highest net increase was observed with palm kernel cake, indicating its superior suitability for enzyme production.

The variation in enzyme activity suggests that substrate composition significantly influences microbial growth and enzyme synthesis. Palm kernel cake may provide better nutrient availability, including essential carbon and nitrogen sources, enhancing enzyme secretion. In contrast, coconut oil cake showed comparatively lower activity, possibly due to lower nutrient accessibility or inhibitory factors. Thus, substrate selection plays a crucial role in optimizing enzyme production. The increased enzyme activity measured in palm kernel cake is in line with the findings of Ng et al. (2013), which showed efficient hydrolysis of palm kernel cake protein because of its optimal nutrient composition. This validates the importance of substrate selection in improving microbial growth and efficiency of enzyme production.

Table : 1. Effect of Different Substrates:

Substrate	Control	Test	Enzyme activity (U/ ml)
Coconut oil cake	0.021	0.123	0.102
Sunflower oil cake	0.018	0.156	0.138
Palm Kernel cake	0.023	0.242	0.219

Effect of Carbon Sources

The Table 2 shows the effect of different carbon sources on enzyme activity. Among the tested sources, sucrose produced higher enzyme activity (0.421 U/ml) compared to glucose (0.215 U/ml). The test value for glucose was 0.261 U/ml, with a control of 0.046 U/ml, resulting in a net activity of 0.215 U/ml. In contrast, sucrose showed a test value of 0.476 U/ml and a control of 0.055 U/ml, giving the highest net enzyme activity of 0.421 U/ml. The results indicate that carbon source significantly influences enzyme production. Sucrose appears to enhance enzyme synthesis more effectively than glucose, possibly due to reduced catabolite repression and better metabolic regulation. Glucose, being a simple sugar, may partially suppress enzyme formation. Therefore, sucrose was found to be the most suitable carbon source for maximizing enzyme activity under the given experimental conditions. The results are in accordance with Begum and Munjam (2021), who found that carbon sources have a significant effect on pectinase enzyme production by *Aspergillus niger* in submerged fermentation. Sucrose was found to be a better carbon source for enzyme production compared to glucose. This is because glucose, being a readily metabolizable sugar, can repress the production of inducible enzymes.

Table: 2. Effect of Carbon Sources

Carbon source	Test (U/ ml)	Control	Enzyme activity (U/ ml)
Glucose	0.261	0.046	0.215
Sucrose	0.476	0.055	0.421

Effect of Nitrogen Sources

Effect of nitrogen source illustrates (Table 3) the effect of different nitrogen sources on enzyme activity. Among the nitrogen sources tested, ammonium nitrate showed higher enzyme activity (0.231 U/ml) compared to glycine (0.212 U/ml). The test value for ammonium nitrate was 0.272 U/ml, while the control was 0.041 U/ml, resulting in a net enzyme activity of 0.231 U/ml. In the case of glycine, the test value was 0.249 U/ml and the control was 0.037 U/ml, giving a net activity of 0.212 U/ml. The results indicate that nitrogen source plays an important role in enzyme production.

Table: 3. Effect of Nitrogen Sources

Nitrogen source	Test (U/ ml)	Control	Enzyme Activity (U/ ml)
Ammonium nitrate	0.272	0.041	0.231
Glycine	0.249	0.037	0.212

Ammonium nitrate, being an inorganic nitrogen source, may be readily assimilated by microorganisms, thereby enhancing enzyme synthesis. Glycine, an organic nitrogen source, also supported enzyme production but to a slightly lesser extent. Thus, ammonium nitrate was found to be more effective for maximizing enzyme activity under the given experimental conditions. The findings on the significance of nitrogen source in enzyme production are in agreement with Jiang et al. (2026) in Microorganisms, who found that varying forms of nitrogen have a significant impact on nutrient utilization and the biological microenvironment. The study found that inorganic nitrogen sources, such as ammonium-based sources, are easily assimilated and can increase metabolic activity. Likewise, ammonium nitrate can potentially increase efficient enzyme production because of easy microbial uptake. While organic nitrogen sources, such as glycine, can also increase metabolic activity, their assimilation can be relatively slower, leading to slightly lower enzyme production.

Effect of Combination of Carbon and Nitrogen Sources

Table 4 presents the effect of combined carbon and nitrogen sources on enzyme activity. The combination of sucrose and ammonium nitrate showed the highest enzyme activity (0.821 U/ml), whereas the combination of glycine and glucose recorded lower activity (0.455 U/ml). The test value for sucrose and ammonium nitrate was 0.870 U/ml with a control of 0.049 U/ml, resulting in a net enzyme activity of 0.821 U/ml. In comparison, glycine and glucose showed a test value of 0.490 U/ml and a control of 0.035 U/ml, giving a net activity of 0.455 U/ml. The results clearly indicate that the combined effect of suitable carbon and nitrogen sources significantly enhances enzyme production. Sucrose and ammonium nitrate may provide an optimal balance of energy and nitrogen for microbial growth and enzyme synthesis. In contrast, glycine and glucose were comparatively less effective. Thus, proper nutrient combination is essential for maximizing enzyme yield.

Table: 4. Effect of Combination of Carbon and Nitrogen Sources

Carbon and nitrogen	Test (U/ml)	Control	Enzyme Activity (U/ ml)
Sucrose and Ammonium nitrate	0.870	0.049	0.821

Glycine and Glucose	0.490	0.035	0.455

The significant increase in enzyme production with the combination of sucrose and ammonium nitrate is consistent with the results of Wang et al. (2025). Their results indicated that microbial metabolism has distinct preferences for carbon and nitrogen sources, which directly affect the efficiency of metabolism and enzyme production. A combination of easily accessible carbon and inorganic nitrogen sources enhances metabolic flux and protein synthesis. This suggests that sucrose and ammonium nitrate may provide conducive regulatory environments for enzyme production, whereas glucose and glycine may not be as effective in supporting metabolic pathways, leading to relatively lower enzyme production.

SUMMARY AND CONCLUSION

The substrate carbon and nitrogen nutrient supplementation have been found to be potentially influence enzyme production. Compare to all other substrate palm kernel cake was found to be the best substrate, while sucrose (carbon) and ammonium nitrate (nitrogen) were best combination for enzyme production. The combine supplementation of sucrose and ammonium nitrate was found to be significantly increase the enzyme activity, compared with other treatments. Hence, optimization of pH, temperature, substrate concentration and nutrient supplementation is important for increasing the enzyme production.

REFERENCE:

1. Balakrishnan, M., Jeevarathinam, G., Kumar, S. K. S., Muniraj, I., & Uthandi, S. (2021). Optimization and scale-up of α -amylase production by *Aspergillus oryzae* using solid-state fermentation of edible oil cakes. *BMC Biotechnology*, 21(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s12896-021-00686-7>
2. Begum, G., & Munjam, S. (2021). Carbon and nitrogen sources effect on pectinase synthesis by *Aspergillus niger* under submerged fermentation. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 18(1). <https://doi.org/10.13005/bbra/2906>
3. Jiang, S., Sun, J., Jin, N., Wang, S., Huang, S., Li, Z., Yu, J., Lyu, J., & Jin, L. (2026). Effects of combined application of different nitrogen forms on substrate nutrient utilization, root microenvironment, and tomato yield. *Microorganisms*, 14(1), 158. <https://doi.org/10.3390/microorganisms14010158>
4. Khar Ling Ng, N., Mohd Khan Ayob, M., Mamot Said, M., Md Anuar Osman, M., & Amin Ismail, A. (2013). Optimization of enzymatic hydrolysis of palm kernel cake protein (PKCP) for producing hydrolysates with antiradical capacity. *Industrial Crops and Products*, 43, 725–731. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.08.017>
5. Kunamneni, A., Permaul, K., & Singh, S. (2005). Amylase production by the thermophilic fungus *Thermomyces lanuginosus* under solid-state fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100(2), 168–171.
6. Melnichuk, N., Braia, J. M., Anselmi, P. A., Meini, M. R., & Romanini, D. (2020). Valorization of two agroindustrial wastes to produce alpha-amylase enzyme from *Aspergillus oryzae* by solid-state fermentation. *Waste Management*, 106, 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.025>
7. Mishra, S. K., Kumar, P. R., Singh, R. K., & Singh, A. K. (2020). Agro-industrial residues as solid substrate for α -amylase production using solid state fermentation by filamentous fungi: A review. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13(2), 550–555.

8. Naziz, P. S., Das, R., & Sen, S. (2024). Enzyme activity of culturable fungi and bacteria isolated from traditional agarwood fermentation basin indicate temporally significant lignocellulosic and lipid substrate modulations. *Indian Journal of Microbiology*, 64(2), 705–718. <https://doi.org/10.1007/s12088-024-01257-y>
9. Saxena, R., & Singh, R. (2011). Amylase production by solid-state fermentation of agro-industrial wastes using *Bacillus* sp. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(4), 1334–1342. <https://doi.org/10.1590/S1517-838220110004000014>
10. Wang, Z., Li, S., Pan, H., Li, Y., Wang, X., Zhou, H., & Shan, J. (2025). Prediction of carbon and nitrogen source preferences in microbial metabolism using protein sequence data. *Journal of Microbiological Methods*, 238, 107266. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2025.107266>

A MULTISCALE COMPUTATIONAL APPROACH TO THE THERMOELECTRIC OF β -Cu₂Se: COMBINING DFT+U AND MOLECULAR DYNAMICS

Faiza Baghida
Pr. Mourad Boughrara

Physics, Moulay Ismail University Faculty of Sciences, Meknes
, Morocco

ABSTRACT

β -Cu₂Se is a highly promising thermoelectric material due to its low lattice thermal conductivity and favorable electronic transport properties. In this work, we employ a multiscale computational approach that combines DFT+U and molecular dynamics to investigate its thermoelectric behavior. The electronic structure and transport coefficients are obtained from DFT+U and Boltzmann transport calculations, while temperature-dependent lattice dynamics and thermal conductivities are evaluated using equilibrium and non-equilibrium molecular dynamics simulations. The combined results allow us to determine the thermoelectric figure of merit ZT and to clarify the role of Cu-d electron correlations and dynamic disorder in charge and heat transport. This integrated methodology provides a reliable framework for predicting thermoelectric performance in complex chalcogenides and can be extended to other correlated materials.

Keywords:

Thermoelectric materials

Beta-Cu₂Se

DFT+U

Molecular dynamics

Electronic transport

Lattice thermal conductivity Multiscale modeling

IMMUNE COMPETENCE AND OXIDATIVE STRESS ADAPTIVE MECHANISMS IN SAHEL DESERT GOATS FED DIETS SUPPLEMENTED WITH FUNGAL-BIODEGRADED *SACCHARUM OFFICINARUM* SCRAPINGS

Emmanuel Ugochukwu ANASO

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Federal University of Agriculture Mubi,
Adamawa, Nigeria.

Corresponding Author: Dr. Anaso, Emmanuel Ugochukwu <https://orcid.org/0009-0001-6886-8557>

ABSTRACT

Goat production systems in sub-Saharan Africa are largely constrained by seasonal fluctuations in feed availability and persistent shortages in both the quantity and quality of forages throughout the year. These limitations adversely affect growth performance efficiency in goats. In addition, the increased cost of conventional feed ingredients used in ration formulation has intensified the search for viable alternatives, affordable, and locally available feed resources that do not compete directly with human food systems. Particular attention has been directed toward the nutritional utilization of lignocellulosic agro-industrial residues, which often constitute environmental pollutants in Nigeria when improperly disposed of. The present study investigated the effects of replacing corn bran with biodegraded sugarcane scrapings (BSS) treated with *Pleurotus ostreatus* on the physiological and immunological responses of growing goats. Twenty-four clinically healthy Sahel desert goats (6–7 months old; mean body weight 9.68 ± 0.16 kg) were randomly allotted to three dietary treatments in a completely randomized design: 0% (T1), 15% (T2), and 30% (T3) inclusion levels of BSS over a 12-week feeding period. The study specifically evaluated immune and physiological indices, including serum immunoglobulins (IgA, IgM, and IgG), triiodothyronine (T3), total antioxidant capacity (TAC), and major antioxidant enzymes; superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), and glutathione reductase (GR). The results demonstrated that dietary inclusion of BSS did not significantly influence these immunological and oxidative stress parameters, and all measured values remained within normal physiological ranges across treatments. Furthermore, it was concluded that the 30% inclusion level proved safe and did not compromise health status or adaptive responses in the goats. Overall, the findings suggest that biodegraded sugarcane scrapings represent a highly viable, sustainable alternative feed resource for small ruminant production in resource-constrained environments in West Africa and Africa as a whole.

Keywords: Biodegradation/Solid state fermentation, *Pleurotus ostreatus*, sugarcane scrapings, immune and oxidative stress status, small ruminant welfare

MITIGATING OIL AND GAS IMPACTS : HEALTH PROMOTION STRATEGIES FOR COMMUNITY WELL-BEING

Nneoma Lydia Dorbor ¹, Success Daikwo ²

¹Department of Biological Sciences, Federal University Lokoja, P.M.B 1154 Lokoja, Kogi State, Nigeria

¹Department of Zoology, Federal University Lokoja, P.M.B 1154 Lokoja, Kogi State, Nigeria

²Department of Biological Sciences, Federal University Lokoja, P.M.B 1154 Lokoja, Kogi State, Nigeria

ABSTRACT

The oil and gas industry poses significant environmental health risks to Nigerian communities. This study explores health promotion strategies to mitigate these impacts, enhancing community and industry well-being. A mixed-methods approach was used, combining community surveys (n=500), environmental monitoring, stakeholder interviews, and health risk assessments in a Niger Delta oil-producing community. Interventions included community health education, environmental monitoring systems, and targeted health interventions. Community engagement increased awareness of environmental health risks by 70%. Environmental monitoring led to a 30% reduction in air pollutant levels. Incidence of respiratory issues decreased from 25% to 15% of the population. Implementing health promotion strategies can effectively mitigate environmental health impacts, enhancing community well-being and industry sustainability in Nigeria's oil and gas sector.

Keywords: Oil and gas industry, environmental health, health promotion, community engagement, Nigeria, air pollution, respiratory health, sustainability

EVALUATING THE EFFICIENCY OF BIOPHARMACEUTICALS IN PID TREATMENT

Nneoma Lydia Dorbor ¹, Success Daikwo ²

¹Department of Biological Sciences, Federal University Lokoja, P.M.B 1154 Lokoja, Kogi State, Nigeria

²Department of Biological Sciences, Federal University Lokoja, P.M.B 1154 Lokoja, Kogi State, Nigeria

ABSTRACT

Biopharmaceuticals have revolutionized the treatment of Primary Immunodeficiency Diseases (PIDs), offering targeted and effective therapies to manage these complex conditions. The efficiency of biopharmaceuticals in PID treatment is evaluated, focusing on their mechanisms of action, clinical efficacy, and safety profiles. The current landscape of biopharmaceuticals approved for PID treatment is examined, including immunoglobulin replacement therapies, cytokine-based therapies, and monoclonal antibodies. Our analysis reveals significant improvements in patient outcomes, including reduced infection rates, improved quality of life, and enhanced immune function. However, challenges persist, such as high treatment costs, variable patient responses, and potential adverse effects. This review highlights the need for continued research and development of novel biopharmaceuticals, as well as optimized treatment strategies, to further enhance PID management and patient outcomes.

Keywords: Biopharmaceuticals, Primary Immunodeficiency Diseases, PID treatment, immunoglobulin replacement therapy, cytokine-based therapy, monoclonal antibodies.

RHEOLOGICAL INVESTIGATION OF DISPERSIONS PREPARED FROM POLYVINYL ALCOHOL AND VARIABLE CONTENTS OF METAL OXIDE PARTICLES

Drd. Vasile-Bogdan MARDARI

“Petru Poni” Institute of Macromolecular Chemistry, Iasi, Romania

ORCID: 0009-0007-4907-0471

Dr. Raluca Marinica ALBU

“Petru Poni” Institute of Macromolecular Chemistry, Iasi, Romania

ORCID: 0000-0002-7707-9613

Dr. Andreea Irina COSUTCHI

“Petru Poni” Institute of Macromolecular Chemistry, Iasi, Romania

ORCID: 0000-0001-7131-5120

ABSTRACT

Rheology is a sensitive experimental method for assessing the shear deformation characteristics of a wide range of materials, including polymers. In this work, a set of aqueous dispersions were attained from polyvinyl alcohol, which was combined with a cross-linking compound and variable amounts of inorganic particles, namely hafnium(IV) dioxide. The latter is popular for its high dielectric constant (or refractive index), good thermal stability, and wide band gap. These features are relevant when fabricating optical coatings for lenses, filters or other devices. The idea of this work was to design new encapsulant materials for light emitting diodes, where the light extraction efficiency can be augmented via specific optical parameters. However, the key is to achieve uniform coatings, thus the goal here is to investigate the shear flow profile of the targeted materials in solution phase and analyze the interactions in the system via molecular modeling. Thus, the shear viscosity was monitored at different imposed deformations and variable compositions to elucidate the best conditions that assure the thickness uniformity of the samples when processing them via spin coating. Moreover, shear oscillatory tests were conducted and the observed behavior resembled to that of “liquid-like” fluids. The presented rheological data provided additional perspectives in processing filled-polymer systems into proper solid films, which are useful as optical coatings.

Keywords: Polyvinyl alcohol, Inorganic particles, Molecular modeling, Shear viscosity, Viscoelastic behavior

QUANTITATIVE ANALYSIS OF TUMOR BURDEN AND LOBAR DYNAMICS TO PREDICT LUNG SHUNT FRACTION IN Y-90 RADIOEMBOLIZATION FOR HEPATOCELLULAR CARCINOMA

Hameed Adavize Momoh^{a,b,*}, Nurul Ab Aziz Hashikin^a, Muhammad Fahmi Rizal Abdul Hadi^a,
Bello Ayodeji Ibrahim^c, Ahmed Kehinde Usman^d

^aSchool of Physics, Universiti Sains Malaysia, 11800, Penang, Malaysia

^bConfluence University of Science and Technology, Osara, Kogi State, Nigeria

^cDivision of Agricultural Colleges, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria

^dDepartment of Physics, Faculty of Physical Sciences, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.

ABSTRACT

Background: Accurate assessment of the lung shunt fraction (LSF) is very important for safe and effective Y-90 transarterial radioembolization (TARE) in hepatocellular carcinoma (HCC) patients. However, variability in LSF and its predictors remain underexplored. Existing approaches usually overlook how tumour burden and tumour location interact to influence LSF.

Purpose: To examine and compare the predictive value of tumour burden versus tumour volume on LSF, integrating liver lobe position and dosimetric parameters into a modeling framework.

Methods: An analysis of 20 HCC patients who underwent Y-90 radioembolization treatment was retrospectively conducted. Tumour burden, tumour volume, activity, lung dose and tumour locations were recorded. Two regression models were developed: one involving tumour volume (model 1) and the other including tumour burden (model 2), each with interaction terms including lobe positions. LSF was the outcome variable.

Results: Model 2 (tumour burden-based) significantly outperformed model 1. Tumour burden, activity, lung dose and left lobe location were significant LSF predictors (all $p < 0.05$). Remarkably, the left lobe's tumour burden attenuated the positive effect on LSF ($p = 0.006$), which suggests a location-specific vascular dynamics. Descriptive analysis showed that tumours in the left lobe had the maximum mean LSF (12.8%), even though the burden was moderate. The tumours of the right lobe showed higher burden but a lower LSF.

Conclusion: Tumour burden is a more robust predictor of LSF than tumour volume. Additionally, the relationship between tumour burden and left lobe location significantly affects LSF, thus, emphasizing the need for lobe-specific modeling in pre-treatment planning. These results set the pace for more personalized TARE procedures and warrant validation in larger cohorts.

Keywords: hepatocellular carcinoma, radioembolization, lung shunt fraction, tumour burden, tumour volume, Y-90 TARE, predictive modeling, liver lobe



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Sayı : E-31746851-200-2600021998
Konu : Akademisyen Temsilcisi Daveti (Doç.
Dr. Ceren GÜRSELER)

27.02.2026

ULUSLARARASI İLİŞKİLER BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 27.02.2026 tarihli ve E-99523431-100-2600021944 sayılı yazınız.

İlgi yazıya istinaden, Bölümünüz öğretim üyesi Doç. Dr. Ceren GÜRSELER'in Uluslararası Akademik Platform (AKAP), GREFF Reklam Mat. Org. Tur. Dan. ve Tic. Ltd. Şti., Göreme Belediyesi ve GREFF Yayıncılık iş birliğiyle 6-8 Mart 2026 tarihlerinde Nevşehir'de düzenlenecek olan "Uluslararası Kapadokya Akademik Çalışmalar Kongresi'nde" "Kongre Düzenleme Kurulu Akademisyen Temsilcisi" olarak görev alması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.
Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Şükran GÜNGÖR TANÇ
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: ADH7F9C

Belge Takip Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/nevu-ebys>

Adres: 2000 Evler Mah. Zübeyde Hanım Cad. 50300 / Nevşehir

Telefon No: (0 384) 2281110

e-Posta: iibf@nevsehir.edu.tr

Kep Adresi: nevsehiruniversitesi@hs01.kep.tr

Faks No: (0 384) 2152010

İnternet Adresi: iibf.nevsehir.edu.tr

Bilgi için :

Telefon No:

Direkt Hat:

Zafer Bulut

Fakülte Sekreteri





T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Sayı : E-31746851-200-2600020870
Konu : Akademisyen Temsilcisi Daveti (Prof.
Dr. Korhan KARACAOĞLU)

24.02.2026

İŞLETME BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 23.02.2026 tarihli ve E-81507527-200-2600020230 sayılı yazınız.

İlgi yazıya istinaden, Bölümünüz öğretim üyesi Prof. Dr. Korhan KARACAOĞLU'nun Uluslararası Akademik Platform (AKAP), GREFF Reklam Mat. Org. Tur. Dan. ve Tic. Ltd. Şti., Göreme Belediyesi ve GREFF Yayıncılık iş birliğiyle 6-8 Mart 2026 tarihlerinde Nevşehir'de düzenlenecek olan "Uluslararası Kapadokya Akademik Çalışmalar Kongresi'nde" "Kongre Düzenleme Kurulu Akademisyen Temsilcisi" olarak görev alması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.
Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Şükran GÜNGÖR TANÇ
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanı

Belge Doğrulama Kodu: MTAACFU

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/nevu-ebys>

Adres: 2000 Evler Mah. Zübeyde Hanım Cad. 50300 / Nevşehir

Telefon No: (0 384) 2281110

e-Posta: iibf@nevsehir.edu.tr

Kep Adresi: nevsehiruniversitesi@hs01.kep.tr

Faks No: (0 384) 2152010

İnternet Adresi: iibf.nevsehir.edu.tr

Bilgi için :

Telefon No:

Direkt Hat:

Zafer Bulut

Fakülte Sekreteri



18.03.2026

Konu: Akademik Teşvik

İlgili Makama,

Uluslararası Kapadokya Akademik Çalışmalar Kongresi, 06-08 Mart 2026 tarihleri arasında Nevşehir'da gerçekleştirilmiştir. Kongreye Türkiye Cumhuriyeti, ABD, Azerbaycan, Bulgaristan, Cezayir, Fas, Hindistan, Irak, İran, Malezya, Nijerya, Pakistan, Romanya, Tunus, Ukrayna olmak üzere toplam 15 farklı ülkeden akademisyen ve araştırmacılar katılım sağlamıştır. Kongre kapsamında Türkiye'den 28, diğer ülkelere 35 olmak üzere toplam 63 bildiri sunulmuştur.

Kongre, 16 Ocak 2020 tarihli Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğinde yapılan "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." hükmüne uygun şekilde düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.
Saygılarımla.

Prof. Dr. Korhan Karacaoğlu
Congress Organizing Board

Prof. Dr. Mohammad WAHEEB
Congress Organizing Board