



3. ULUSLARARASI **İYONYA**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ
24-25 AĞUSTOS 2025
İZMİR**

EDİTÖRLER:

Prof. Mohammed WAHEEB

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK

Doç. Dr. Dilek KONUK ŞENER

Dr. Ali Buğra KÜÇÜK

Dr. Murat ATA

INDEX

CONGRES ID		II-IV
PROGRAM		V-XIII
GALLERY		XIV-XVII
ACADEMIC INCENTIVE		XVIII
NOTIFICATIONS		XIX-XXI

ISBN: ' 978-625-378-301-3 '

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

3. INTERNATIONAL İYONYA SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

DATE AND PLACE

24-25 August 2025 İzmir/Türkiye

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK

Prof. Mohammed WAHEEB

Assoc. Prof. Dr. Dilek KONUK ŞENER

Assist. Prof. Dr. Ali Buğra KÜÇÜK

Dr. Murat ATA

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ

Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA

Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV

Prof. Dr. Hilmi YÜCEL

Prof. Dr. Mehmet DEMİR

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN

Prof. Dr. Sancar BULUT

Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN

Prof. Dr. Tolga ULUSOY

Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR

Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ

Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ

Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL

Assoc. Prof. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT

Assoc. Prof. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ

Assoc. Prof. Dr. Gönül HASANOVA

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK

Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN

Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN

Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ

Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK

Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI

Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ

Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK

Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI

Assoc. Prof. Dr. Zamiğ TEHMEZOV

Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN

Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU

Dr. Sevil ÖZCAN

Dr. Şaban ÖNCEBE

Dr. Şengül ŞENTÜRK

Dr. Elvan CAFEROV

Dr. Fatma AZİZOĞLU

Dr. Gönül GÖKÇAY

Dr. Hakkı ŞİMŞEK

Dr. Hayri YILDIRIM

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

- Prof. Dr. Adil AKINCI
Bilecik Şeyh Edebali University
Prof. Dr. Ahmet Niyazi ÖZKER
Bandırma Onyedi Eylül University
Prof. Dr. Ali AKİL
Saiyed Parul University
Prof. Dr. Aparna SRIVASTA
Noida International University
Prof. Dr. Cengiz SARIKÜRKÜ
Afyonkarahisar University
Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Sakarya University
Prof. Dr. Emrullah FATİŞ
Kırşehir Ahi Evran University
Prof. Dr. Faiz Muhammad SHAİKH
Sindh Agriculture University Tando Jam
Prof. Dr. Gülçin YAHYA KAÇAR
Ankara Hacı Bayram Veli University
Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Selçuk University
Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE
Alkitab University
Prof. Dr. Halil BOLU
Dicle University
Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Selçuk University
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep University
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt University
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University
Assoc. Prof. Abdurahman KARAMAN
Uşak University
Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
İğdır University
Assoc. Prof. Dr. Fariz AHMADOV
Azerbaycan Devlet İktisat University
Assoc. Prof. Dr. Faruk KALAY
Yüzüncü Yıl University
Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Assoc. Prof. Dr. İkrametdin DAŞDEMİR
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. İsa YILDIRIM
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Kalsoom TARIQ
Khyber Girls Medical Collage
Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Yozgat Bozok University

Assoc. Prof. Dr. Naseem AKHTER
Shaheed Benazir Bhutto Women University
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Dicle University
Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Batman University
Assoc. Prof. Dr. Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA
Uşak University
Assoc. Prof. Dr. Reyhan DADAŞOVA
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Assoc. Prof. Dr. Rozina KHATTAK
Shaheed Benazir Bhutto Women University
Dr. Ali ARSHAD
University Utara
Dr. Aygün MEHERREMOVA
Bakü Devlet University
Dr. Bhavtosh AWASTHI
Jecrc University India
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
University of Tizi Ouzou
Dr. Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education
Dr. Muhammad IMRAN
Government College University Faisalabad

ISARC
3. INTERNATIONAL
İYONYA SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
24-25 AUGUST 2025

İZMİR/TÜRKİYE
CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting:

Meeting ID: 852 5338 8875

Passcode: 060981

<https://us02web.zoom.us/j/85253388875?pwd=C8UVCfAYfla1UqSQ5ITZdIKKglCMJb.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

Algeria/Azerbaijan/India/Indonesia/Jordan/ Morocco/Nigeria/Pakistan/



Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ❖ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- ❖ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ❖ The Zoom application can be used without registration.
- ❖ The application works on tablets, phones and PCs.
- ❖ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ❖ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ❖ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ◆ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ◆ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ◆ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- ◆ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

ÖNEMLİ NOT: SUNUMLARINIZI HEM TÜRKÇE HEM İNGİLİZCE HAZIRLAMANIZI RİCA EDERİZ

24.08.2025
SUNDAY / 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-1
MODERATOR: Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK	Hitit University	Analysis Of Apple Drying In A Single-Slope Solar Dryer
Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK	Hitit University	Analysis Of Sweet Cherry Drying In A Single-Slope Solar Dryer
Assist. Prof. Dr. Abdulrazzak AKROOT	Karabük University	Upgrading The Marib Gas Turbine Power Plant In Yemen With A Brayton–Organic Rankine Cycle For Higher Efficiency And Lower Emissions
Ecem GÜLDAR Prof. Dr. Sevim Feyza ERDOĞMUŞ	Afyonkarahisar Health Sciences University	Novel Approaches Against Antibiotic Resistance: Phage Therapy, Antimicrobial Peptides, And Crispr Technologies
Ecem GÜLDAR Prof. Dr. Sevim Feyza ERDOĞMUŞ	Afyonkarahisar Health Sciences University	Nanotechnology In Cancer Therapy: Targeted Smart Drug Delivery Systems
Assist. Prof. Mr. Anirbit SENGUPTA	Brainware University ,West Bengal	A.I-Based Model for the Identification of Schizophrenia from Resting-stage EEG
Engin AVCI Engin GÜR	Çanakkale Onsekiz Mart University	An Examination Of The Production Of Biodiesel From Olive Pomace Extracted With Various Solvents In The Çanakkale Region

24.08.2025
SUNDAY / 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-2
MODERATOR: Lect. Dr. Murat ATA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Resc. Assist. Dr. Ali AKSAÇ	Çukurova University	Religion In Weber's Interpretive Sociology
Rojan ÇİLTEPE	İnönü University	Francis Bacon And The Design Of Dominion Over Nature
Rojan ÇİLTEPE	İnönü University	The Concept Of Reason As Calculation In Hobbes's Philosophy
Lect. Dr. Murat ATA Prof. Dr. Fatma Feryal ÇUBUKÇU	Dokuz Eylül University	Teaching Values In Formal Settings: Higher Education Case
Lect. Dr. Murat ATA	Dokuz Eylül University	Pre-Service English Teachers' Attitudes Toward Alternative Assessment: Perceptions, Challenges, And Pedagogical Implications
Aybaniz AHADOVA	Ministry of Science and Education, Azerbaijan	A Thermoluminescent Dating Study Of Ceramic From Gobustan
Assist. Prof. Dr. Ali Buğra KÜÇÜK	Kırıkkale University	The Concept Of Bureaucracy As A Form Of Cultural Performance
Assist. Prof. Dr. Ersin SÜNBÜL Assist. Prof. Dr. Figen YAVUZ	Ufuk University, Ankara İstanbul Nişantaşı University	The Relationship Between Foreign Trade, Technology Transfer, And Economic Growth: A Theoretical And Comparative Literature Review On Developed And Developing Countries

24.08.2025
SUNDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-3
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Dilek KONUK ŞENER

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Sude SEVİM GÜNAY Mücahit PALAZ	Yörsan Süt ve Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.,	Development And Recipe Optimization Of Collagen-Enriched Yogurt
Sude SEVİM GÜNAY Mücahit PALAZ Aslan Deniz KARAOĞLAN	Yörsan Süt ve Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Balıkesir University	Development And Recipe Optimization Of Milk Enriched With Vitamin D3 And B12
Enes MANAV Özden BASKAN	FizEm Health Physiotherapy Center, İstanbul Rumeli University	Evaluation Of The Effect Of Osteopathy Applications On Neck Pain
Assoc. Prof. Dr. Dilek KONUK ŞENER	Duzce University	Duchenne Muscular Dystrophy: A Holistic Assessment In The Light Of Current Literature
Assoc. Prof. Dr. Dilek KONUK ŞENER	Duzce University	Spinal Muscular Atrophy: A Comprehensive And Current Overview
HİDƏYƏTOVAVA Firəngiz Şahmurad qızı	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	Using Heuristic Training In Music Lessons
Assist. Prof. Dr. Kadir ÇETİN Abdulkadir KARANCI	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	Consumer Perception Of Gastronomic Products Produced By Women Entrepreneurs: Free Word Association And Multiple Correspondence Analysis
Bilal KAYA Enise SUKUŞU	Izmir Metropolitan Municipality, Siirt University	Grass Types Commonly Used In Green Space Facilities And Fertilizer Doses That Should Be Applied For Optimal Yield
İBRAHİMOVA Nabat	Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Dövlət İdarəçilik Akademiyası, “Dillər” kafedrası	Azərbaycan nitq mədəniyyətinə Qədim Türk ritorikasının təsiri

24.08.2025
SUNDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-4
MODERATOR: Prof. Mohammed WAHEEB

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Research Scholar, Saloni SHARMA MSc. Clinical Research Student, Suhani SHARMA	Manav Rachna International Institute of Research Studies, Jamia Hamdard University, India	Nutraceuticals in Chronic Inflammatory Diseases: Bridging Nutrition and Therapeutics
TASKEEN Fatima ADNAN Sarwar	Hajvery University	The Clinical Significance Of Normal Physiological Blood Parameters In Health Assessment
ARRAJI Maryem, Khaoula EL BARBI CHAHBOUNE Mohamed	Hassan First University of Settat,	Prevalence and determinants of medication adherence in Moroccan patients with type 2 diabetes: a multicenter cross-sectional study
Dr. Khaoula EL BARBI PhD Student, Maryem ARRAJI Prof. Abdellah GANTARE	Higher institute of health sciences	Building Ethical Competence: The Case for Structured Research Ethics Training in Nursing Education
Prof. Dr. Mohammed WAHEEB	The Hashemite University, Jordan	Cultural Heritage Between Northern Arabia and Southern Jordan During the Pre and Post-Islamic Periods
Maharramova Ramina Mekhmanovna	Baku	Multimodal And Contextual Expansion In Modern Functional Grammar

24.08.2025
SUNDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-5
MODERATOR: EL RHOCH Mohamed

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
EL RHOCH Mohamed, MAAZOUZI Soukaina, MOUDEN Najoua, SELLAL Zineb, SELMAOUI Karima, OUAZZANI TOUHAMI Amina, DOUIRA Allal	Ibn Tofaïl University, Mohammed 1st Oujda University, Morocco	Influence of Trichoderma-Based Seed Treatment on Early Growth of Argan (<i>Argania spinosa</i>) Seedlings
Mohamed EL RHOCH, Najoua MOUDEN, Zineb SELLA, Karima SELMAOUI, Amina OUAZZANI TOUHAMI, Amar RABHI, Allal DOUIRA	Ibn Tofaïl University, Mohammed 1st Oujda University, Morocco	First Report of <i>Clonostachys rosea</i> Associated with Disease Symptoms in <i>Argania spinosa</i> Seedlings in Morocco
EL RHOCH Mohamed, MAAZOUZI Soukaina, MOUDEN Najoua, SELLAL Zineb, SELMAOUI Karima, OUAZZANI TOUHAMI Amina, DOUIRA Allal	Ibn Tofaïl University, Mohammed 1st Oujda University, Morocco	Improving Argan Seedling Development Using Trichoderma-Based Seed Treatment
Mohamed EL RHOCH, Soukaina MAAZOUZI, Mohamed OUAJDI, Zineb SELLAL, Najoua MOUDEN, Karima SELMAOUI, Amina OUAZZANI TOUHAMI, Amar RABHI, Allal DOUIRA	Ibn Tofaïl University, Mohammed 1st Oujda University, Morocco	Involvement of <i>Fusarium solani</i> in Dieback Disease of Argan Trees in Moroccan Nurseries
Karima SENNOUR, Khadidja CHIALLI-CHARIF, Sabrine BOUCETTA, Faiza BENABI, Ahmed KERFOUF	University of Sidi Bel Abbes, Annaba University, Algeria	Diversity and Community Structure of Microalgae and Cyanobacteria in Oglet Eddaira Wetland (South-Western Algeria)

24.08.2025
SUNDAY / 10:30-12:30

SESSION-3 HALL-6
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Mansoor AHMED

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dung Rondong MANGAI Rasheed Babatunde ISA Abdulkabir Opeyemi BELLO	Federal University of Technology, Minna, Nigeria	Living Condition Of Workers In the Construction Industry: A Systematic Literature Review And Bibliometric Analysis
Assist. Prof. Dr. Mansoor AHMED	Government College University, Faisalabad	Role Of Scientific Innovations For Women Empowerment In Pakistan 1947-1977
Muhammad Umar ANDREANTO Jihan Mifta SABILA	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan	Ambition To Make Indonesia A Center For Halal Cosmetics
Murugan SHANTHAKUMAR Vidya PADMAKUMAR	Bangalore University, Bangalore, India	Exploring Cutting-Edge Approaches for Jerdon's Courser Conservation and Research
Rokhmatus SOLEKHA Fara LUSTIANI Winata PRASETYO Muhammad Sultan MUBAROK	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia	Consumption Ethics In The Perspective Of Islamic Economic Philosophy
Abdullahi, A., Shuaibu, U. Muhammad, H.U., Ahmed, I.I. Jibrin, S.	Federal University of Technology, Nigeria	Assessment of Farmers' Adaptation Strategies to Flood Related Losses in Zone One Area of Ekiti State, Nigeria
Hanane TOUDAMRINI Ahmed ALGOUTI Abdellah ALGOUTI	Cadi Ayyad University, Morocco	Modeling Groundwater Potential Using Novel Gis-Based Machine- Learning Ensemble Techniques Chichaoua, Morocco

24.08.2025
SUNDAY / 10:30-12:30

SESSION-3 HALL-7
MODERATOR: Dr. Vadim ALEXANDROV

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Navila Bunga SAFIRA Olga VALENTINA Lailah Nur AZIZAH Eva Zulmi MEILAWATI Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia	Meaning, Objectives And Functions Of Monetary Policy
Fahad ASIM	Hajvery University, Lahore, Pakistan	Antihyperlipidemic Activity of Different Extracts of Punica granatum's Leaves in Rats
GHRABÍ Amira DRÍDÍ Manel HAMLAOUI Youcef	Mohamed Cherif Messaadia university, Algeria	Study Of Nickel Electroplating Process On Copper
Dr. Hina KHALÍD Dr. Lubna SHALÍK Ali RAZA Malaika QADEER	Hajvery University, Lahore, Pakistan	A Study Of Prevalence Of Side Effects Caused By Different Skin Whitening Treatments And Its Adjuvant Therapy
Shuaibu, U. Abdullahi, A. Jibrin, S.	Federal University of Technology, Nigeria	Gender Analysis of Resources-Use Efficiency among Sesame Farmers in Agricultural Zone One Area Niger State, Nigeria
Dr. Vadim ALEXANDROV	Kazan National Research Technical University,Russia	New Methods Of Noise Control And Diagnostics Of The Technical Condition Of An Electronic Component
SAHANA S. POOJA P. VISHALI C. THANA LEKSHIMI J. L.	R.M.K. Engineering College	Analysis Of Highe Speed Low Power Level Shifter

PHOTO GALERY

zoom Workplace Toplantı - Oda 2 Giriş yapın Görüntüle

Rojan Çiltepe ISARC Yasemin AGAOĞLU murat ata Hall 2 Session 1

Dr. Ali AKSAÇ (S...

Ali Buğra Küçük Dr. Ali AKSAÇ (SESSION-1 HALL-2)

Ses Video Katılımcılar Sohbet Ara odalar Tepki ver Paylaş Uygulamalar Kaydet Beyaz Tahtalar Toplantı bilgileri Daha fazla Odadan çı

26°C Kısmen güneşli Ara 10:52 24.08.2025

zoom Workplace Toplantı Ecem Güldar-session 1-hall 1 adlı Giriş yapın Görüntüle

Sağın Üniversitesi www.afsu.edu.tr

1. Akıllı İlaç Taşıyıcı Sistemlerin Çalışma Mekanizmaları

1. Mechanisms of Smart Drug Delivery Systems

1.1. Pasif Hedefleme ve EPR Etkisi

❖ Pasif hedefleme, EPR (Gelişmiş Geçirgenlik ve Retansiyon) etkisi ile gerçekleşir.

❖ Tümör damarları geçirgen olduğundan dolayı, ilaç yüklü nanot taşıyıcılar sağlıklı dokulara göre daha yoğun birikir (Gelişmiş Geçirgenlik).

❖ Bozulmuş lenfatik sistem nanoparçacıkların tümör çevresinde tutulmasını sağlar (Gelişmiş Retansiyon).

❖ EPR etkisi hem geçirgenlik hem de retansiyonu kapsar.

1.1. Passive Targeting via EPR Effect

- Passive targeting occurs through the EPR (Enhanced Permeability and Retention) effect.
- Due to the leakiness of tumor vasculature, drug-loaded nanocarriers accumulate more in tumor tissue than in healthy tissues (Enhanced Permeability).
- A dysfunctional lymphatic system allows nanoparticles to be retained around the tumor (Enhanced Retention).

The EPR effect thus encompasses both enhanced permeability and retention.

7

Ecem Güldar-session 1-hall 1 ISARC Yasemin AGAOĞLU S1_H1_Moderator_seyfi... Prof. Dr. S. Feyz... Prof. Dr. S. Feyza ERDOĞ... Engin AVCI Engin AVCI Abdurrazzak Ak... Abdurrazzak Akroot

Ses Video Katılımcılar Sohbet Ara odalar Tepki ver Paylaş Uygulamalar Kaydet Beyaz Tahtalar Toplantı bilgileri Daha fazla Odadan çı

26°C Kısmen güneşli Ara 10:51 24.08.2025

zoom
Workplace

Toplantı

Enes Manav (Session 2-Hall 3) ad

Giriş yapın

Görüntüle

Enes Manav (Session 2-Hall 3)

ISARC Yasemin AĞAOĞ

S. H3-Dilek KONUK ŞENER

Hidayatova Firangiz Hal

Sude SEVİM GÜ.

bilal kaya

Sude SEVİM GÜNAY

Aslan Deniz Karaoglan

Abdulkadir Karamcı

Dr. Öğr. Üyesi Kadir Çetin

26°C
Kısmen güneşli

Ara

10:52
24.08.2025

9. Modernization and Rationalization

Weber saw modernization as the rationalization of social life. Calculability, specialization, and predictability became defining features of modern institutions.

→ He described this process as the “disenchantment of the world.”

→ Yet, the sacred can re-emerge in new forms even under rationalized conditions.

Dr. Ali AKSAÇ (SESSION-1 HALL-2)

ISARC Yasemin AĞAOĞLU

Rojan Çiltepe

murat ata Hall 2 Session 1

Ali Buğra KÜÇÜK

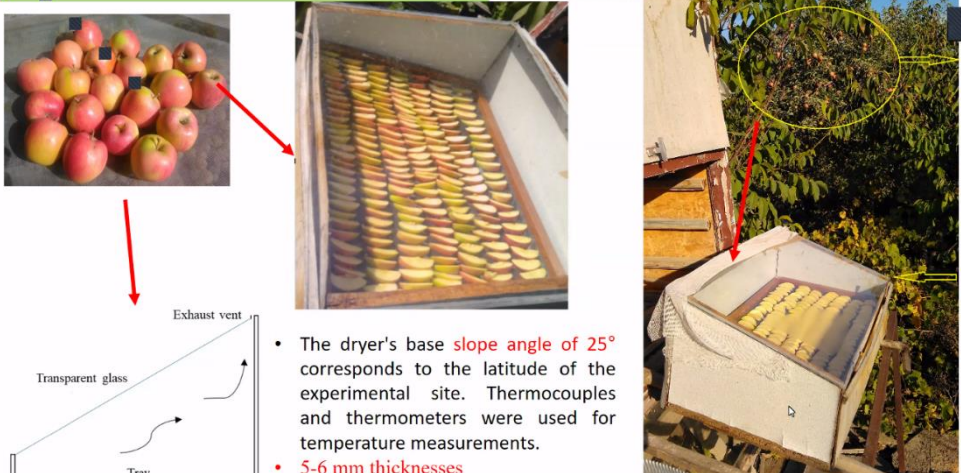
BRE - AVL
Oyun puanı

Ara

10:13
24.08.2025

zoom Workplace S1_H1_Moderator_seyfi şevik adlı Giriş yapın Görüntüle

MATERIAL AND METH



Harvesting
Washing
Water removing
Slicing
Drying

Exhaust vent
Transparent glass
Tray
Air inlet

- The dryer's base **slope angle of 25°** corresponds to the latitude of the experimental site. Thermocouples and thermometers were used for temperature measurements.
- 5-6 mm thicknesses**
- Fresh quince slices were weighed at **1365 g** before drying for each experiment.

Fig. 2. Single-slope solar dryer.

Ses Video Katılımcılar Sohbet Ara odalar Tepki ver Paylaş Uygulamalar Kaydet Beyaz Tahtalar Toplantı bilgileri Daha fazla Odadan çı

EUR/TRY +%0,98 Ara 10:12 24.08.2025

Olive Oil Production

Three - phase
Olives (1000 kg)

↓

Washing (with cold water)

↓

Milling and beating

↓

Hot water (0.6 - 1.3 m³)

Centrifugation (three - phase decanter)

↓

Oil washing / recovery of the oil in the liquid fraction

↓

Washing water

↓

Olive oil (≈ 210 kg)

Olive cake "Orujo" (≈ 550 kg)

OMW (≈ 1-1.6 m³)

Two-phase
Olives (1000 kg)

↓

Washing (with cold water)

↓

Milling and beating

↓

Centrifugation (two - phase decanter)

↓

Oil washing

↓

Washingwater

↓

Olive oil (≈ 200 kg)

"Alperujo" (≈ 800 kg)

Wastewater (≈ 0.2 m³)

Ses Video Katılımcılar Sohbet Tepki ver Paylaş Toplantı bilgileri Uygulamalar Daha fazla Odadan çı

Prof. Dr. S. Feyz...

Prof. Dr. S. Feyza ERDOĞMUŞ SESSION-1 HALL-1

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

REF: AKADEMİK TEŞVİK

12.09.2025

İLGİLİ MAKAMA

3. ULUSLARARASI İYONYA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 24-25 AĞUSTOS 2025 tarihleri arasında **İZMİR/TÜRKİYE** ‘de ve online olarak **8** farklı ülkeden (Türkiye:**20** ve diğer Ülkeler:**28**; Toplam:**48**) akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen ‘‘ Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yaridan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. ‘‘ değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir.
Saygılarımla


Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Seyfi ŞEVİK	Analysis Of Apple Drying In A Single-Slope Solar Dryer	1-20
Seyfi ŞEVİK	Analysis Of Sweet Cherry Drying In A Single-Slope Solar Dryer	21-35
Abdulrazzak AKROOT	Upgrading The Marib Gas Turbine Power Plant In Yemen With A Brayton–Organic Rankine Cycle For Higher Efficiency And Lower Emissions	36-52
Ecem GÜLDAR Sevim Feyza ERDOĞMUŞ	Novel Approaches Against Antibiotic Resistance: Phage Therapy, Antimicrobial Peptides, And Crispr Technologies	53-63
Ecem GÜLDAR Sevim Feyza ERDOĞMUŞ	Nanotechnology In Cancer Therapy: Targeted Smart Drug Delivery Systems	64-76
Anirbit SENGUPTA	A.I-Based Model for the Identification of Schizophrenia from Resting-stage EEG	77-93
Engin AVCI Engin GÜR	An Examination Of The Production Of Biodiesel From Olive Pomace Extracted With Various Solvents In The Çanakkale Region	94-95
Ali AKSAÇ	Religion In Weber’s Interpretive Sociology	96-97
Rojan ÇİLTEPE	Francis Bacon And The Design Of Dominion Over Nature	98-99
Rojan ÇİLTEPE	The Concept Of Reason As Calculation In Hobbes’s Philosophy	100-101
Murat ATA Fatma Feryal ÇUBUKÇU	Teaching Values In Formal Settings: Higher Education Case	102-106
Murat ATA	Pre-Service English Teachers’ Attitudes Toward Alternative Assessment: Perceptions, Challenges, And Pedagogical Implications	107-111
Aybaniz AHADOVA	A Thermoluminescent Dating Study Of Ceramic From Gobustan	112-116
Ali Buğra KÜÇÜK	The Concept Of Bureaucracy As A Form Of Cultural Performance	117-135
Ersin SÜNBÜL Figen YAVUZ	The Relationship Between Foreign Trade, Technology Transfer, And Economic Growth: A Theoretical And Comparative Literature Review On Developed And Developing Countries	136-137
Sude SEVİM GÜNAY Mücahit PALAZ	Development And Recipe Optimization Of Collagen-Enriched Yogurt	138-139
Sude SEVİM GÜNAY Mücahit PALAZ Aslan Deniz KARAOĞLAN	Development And Recipe Optimization Of Milk Enriched With Vitamin D3 And B12	140-142
Enes MANAV Özden BASKAN	Evaluation Of The Effect Of Osteopathy Applications On Neck Pain	143-144
Dilek KONUK ŞENER	Duchenne Muscular Dystrophy: A Holistic Assessment In The Light Of Current Literature	145-155
Dilek KONUK ŞENER	Spinal Muscular Atrophy: A Comprehensive And Current Overview	156-167

AUTHORS	TITLE	NO
HİDƏYƏTOVAVA Firəngiz Şahmurad qızı	Using Heuristic Training In Music Lessons	168-173
Kadir ÇETİN Abdulkadir KARANCI	Consumer Perception Of Gastronomic Products Produced By Women Entrepreneurs: Free Word Association And Multiple Correspondence Analysis	174-185
Bilal KAYA Enise SUKUŞU	Grass Types Commonly Used In Green Space Facilities And Fertilizer Doses That Should Be Applied For Optimal Yield	186-187
İBRAHİMOVA Nabat	Azərbaycan nitq mədəniyyətinə Qədim Türk ritorikasının təsiri	188-192
Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Nutraceuticals in Chronic Inflammatory Diseases: Bridging Nutrition and Therapeutics	193-208
TASKEEN Fatima ADNAN Sarwar	The Clinical Significance Of Normal Physiological Blood Parameters In Health Assessment	210
ARRAJI Maryem, Khaoula EL BARBI CHAHBOUNE Mohamed	Prevalence and determinants of medication adherence in Moroccan patients with type 2 diabetes: a multicenter cross-sectional study	211
Khaoula EL BARBI Maryem ARRAJI Abdellah GANTARE	Building Ethical Competence: The Case for Structured Research Ethics Training in Nursing Education	212-213
Mohammed WAHEEB	Cultural Heritage Between Northern Arabia and Southern Jordan During the Pre and Post-Islamic Periods	214-216
EL RHOCH Mohamed, MAAZOUZI Soukaina, MOUDEN Najoua, SELLAL Zineb, SELMAOUI Karima, OUZZANI TOUHAMI Amina, DOUIRA Allal	Influence of Trichoderma-Based Seed Treatment on Early Growth of Argan (Argania spinosa) Seedlings	217
Mohamed EL RHOCH, Najoua MOUDEN, Zineb SELLA, Karima SELMAOUI, Amina OUZZANI TOUHAMI, Amar RABHI, Allal DOUIRA	First Report of Clonostachys rosea Associated with Disease Symptoms in Argania spinosa Seedlings in Morocco	218
EL RHOCH Mohamed, MAAZOUZI Soukaina, MOUDEN Najoua, SELLAL Zineb, SELMAOUI Karima, OUZZANI TOUHAMI Amina, DOUIRA Allal	Improving Argan Seedling Development Using Trichoderma-Based Seed Treatment	219
Mohamed EL RHOCH, Soukaina MAAZOUZI, Mohamed OUJDI, Zineb SELLAL, Najoua MOUDEN, Karima SELMAOUI, Amina OUZZANI TOUHAMI, Amar RABHI, Allal DOUIRA	Involvement of Fusarium solani in Dieback Disease of Argan Trees in Moroccan Nurseries	220
Karima SENNOUR, Khadidja CHIALI-CHARIF, Sabrine BOUCETTA, Faiza BENABI, Ahmed KERFOUF	Diversity and Community Structure of Microalgae and Cyanobacteria in Oglet Eddaira Wetland (South-Western Algeria)	221
Dung Rondong MANGAI Rasheed Babatunde ISA Abdulkabir Opeyemi BELLO	Living Condition Of Workers In the Construction Industry: A Systematic Literature Review And Bibliometric Analysis	222-238
Mansoor AHMED	Role Of Scientific Innovations For Women Empowerment In Pakistan 1947-1977	239
Muhammad Umar ANDREANTO Jihan Mifta SABILA	Ambition To Make Indonesia A Center For Halal Cosmetics	240

AUTHORS	TITLE	NO
Murugan SHANTHAKUMAR Vidya PADMAKUMAR	Exploring Cutting-Edge Approaches for Jerdon's Courser Conservation and Research	241-242
Rokhmatus SOLEKHA Fara LUSTIANI Winata PRASETYO Muhammad Sultan MUBAROK	Consumption Ethics In The Perspective Of Islamic Economic Philosophy	243-244
Abdullahi, A., Shuaibu, U. Muhammad, H.U., Ahmed, I.I. , Jibrin, S.	Assessment of Farmers' Adaptation Strategies to Flood Related Losses in Zone One Area of Ekiti State, Nigeria	245-256
Hanane TOUDAMRINI Ahmed ALGOUTI Abdellah ALGOUTI	Modeling Groundwater Potential Using Novel Gis-Based Machine-Learning Ensemble Techniques Chichaoua, Morocco	257
Navila Bunga SAFIRA Olga VALENTINA Lailah Nur AZIZAH Eva Zulmi MEILAWATI Muhammad Sultan MUBAROK	Meaning, Objectives And Functions Of Monetary Policy	258
Fahad ASIM	Antihyperlipidemic Activity of Different Extracts of Punica granatum's Leaves in Rats	259
GHARBĪ Amira DRĪDĪ Manel HAMLAOUĪ Youcef	Study Of Nickel Electroplating Process On Copper	260
Hina KHALĪD, Lubna SHALĪK Ali RAZA, Malaika QADEER	A Study Of Prevalence Of Side Effects Caused By Different Skin Whitening Treatments And Its Adjuvant Therapy	261
Shuaibu, U., Abdullahi, A., Jibrin, S.	Gender Analysis of Resources-Use Efficiency among Sesame Farmers in Agricultural Zone One Area Niger State, Nigeria	262-272
Vadim ALEXANDROV	New Methods Of Noise Control And Diagnostics Of The Technical Condition Of An Electronic Component	273
SAHANA S., POOJA P. VISHALI C., THANA LEKSHIMI J. L.	Analysis Of Highe Speed Low Power Level Shifter	274
Maharramova Ramina Mekhmanovna	Multimodal And Contextual Expansion In Modern Functional Grammar	275-285

ANALYSIS OF APPLE DRYING IN A SINGLE-SLOPE SOLAR DRYER

Seyfi ŞEVİK

Hitit University Vocational School of Technical Sciences, Electrical and Energy, Çorum, Türkiye,
ORCID ID: 0000-0003-4063-0456

ABSTRACT

In this study, it was aimed to dry apples (*Malus domestica*) in a single-inclined solar dryer. Apples were dried in two consecutive weeks in October, with varying weather conditions. In Exp-2, the drying cabinet air temperature was 6 °C higher than in Exp-1. Thus, drying time decreased by 55.47%. Because there was cold weather in Exp-1, while there was comparatively better weather in Exp-2. The Exp-2 experiment demonstrated superior performance in both solar energy conversion to heat (dT/I) and moisture removal efficiency per unit of energy ($SMER$), demonstrating a more effective and energy-efficient drying process. In Exp-2, the $SMER$ value reached a maximum of 13.8 g water/Wh, which was 68.18% higher than the maximum observed in Exp-1. Based on average values, the specific energy consumption (SEC) value in Exp-2 was 18% lower compared to Exp-1. In Exp-2, the average energy efficiency (EE) was 24.97%, while the maximum reached 34.93%. In Exp-2, the average drying efficiency (DE) was 24.84%, whereas the maximum reached 35.98%. The maximum effective diffusivity coefficient (D_e) values were 1.9×10^{-12} and 4.3×10^{-12} m²/s for Exp-1 and Exp-2, respectively. The mass transfer coefficient (hm) value increased as the product surface temperature rose due to the reduction in moisture content (X_{db}). As a result, it has been established that apple drying can be achieved using a dryer made from simple and recyclable materials.

Keywords: Solar drying, recycle, apple drying, drying efficiency, drying characteristics.

ÖZET

Bu çalışmada, elmaların (*Malus domestica*) tek eğimli bir güneş kurutucusunda kurutulması amaçlanmıştır. Elmalar, Ekim ayında iki ardışık hafta boyunca değişen hava koşullarında kurutulmuştur. Exp-2'de kurutma kabini hava sıcaklığı Exp-1'e göre 6 °C daha yüksek olmuştur. Dolayısıyla kurutma süresi %55.47 oranında azalmıştır. Çünkü Exp-1'de soğuk hava varken, Exp-2'de nispeten daha iyi hava koşulları vardı. Exp-2 deneyi hem güneş enerjisini ısıya dönüştürme (dT/I) hem de enerji birimi başına nem giderme verimliliğinde ($SMER$) üstün performans göstererek, daha etkili ve enerji açısından verimli bir kurutma işlemi ortaya koymuştur. Exp-2'de $SMER$ değeri, Exp-1'de gözlenen maksimum değerden %68.18 daha yüksek olan 13.8 g su/Wh'lik maksimum değere ulaşmıştır. Ortalama değerlere göre, Exp-2'deki özgül enerji tüketimi (SEC) değeri Exp-1'e göre %18 daha düşük çıkmıştır. Exp-2'de ortalama enerji verimliliği (EE) %24.97 iken, maksimum %34.93'e ulaşmıştır. Exp-2'de

ortalama kurutma verimliliği (DE) %24.84 iken, maksimum %35.98'e ulaşmıştır. Maksimum etkili difüzyon katsayısı (D_e) değerleri Exp-1 ve Exp-2 için sırasıyla $1,9 \times 10^{-12}$ ve $4,3 \times 10^{-12}$ m^2/s olmuştur. Nem içeriğindeki (X_{db}) azalmaya bağlı olarak kütle transfer katsayısı (hm) değeri ürün yüzey sıcaklığı arttıkça artmıştır. Sonuç olarak, basit ve geri dönüştürülebilir malzemelerden yapılmış bir kurutucu kullanılarak elma kurutulabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjili kurutma, geri dönüşüm, elma kurutma, kurutma verimliliği, kurutma karakteristikleri.

1. INTRODUCTION

One of the healthiest fruits is the apple (*Malus domestica*), which is rich in dietary fiber, total soluble solids, acids, vitamins, polyphenols, and antioxidants (Oyenihi et al., 2022). In this context, it is an accessible, widely grown, and commonly consumed fruit around the world. Apples are rich in minerals (such as potassium, calcium, nitrogen, and magnesium), organic acids (such as malic acid), vitamins (such as C, E, and B6), macronutrients (such as sugars, fiber, pectin, fat, and protein), and trace elements (such as zinc, iron, copper, and manganese) (Skinner et al., 2018). Apples can be preserved by different methods and can be consumed in various ways, the first of which is drying. In addition, dried apples can be found in a variety of processed goods, including morning cereals, whole grain cereals, snacks, functional foods, and quick infant products (Doymaz, 2009; Khanizadeh et al., 2008).

Due to its high nutritional value, ease of accessibility, and popularity as a snack, apple drying has been the focus of numerous studies (Nowak and Lewicki, 2004; Mabrouk et al., 2012; Hazervazifeh et al., 2016; Ullah et al., 2017; Şevik et al., 2019; Ghinea et al., 2022; Thakur et al., 2024). The impact of near-infrared energy on the drying process of apple slices was examined by Nowak and Lewicki (2004). According to their experimental findings, infrared drying was crucially effective in drying, and it reduced drying time by 50%. Furthermore, the infrared dryer's energy efficiency ranged from 35% to 45%. The energy impact of apples' intermittent and convective drying processes was examined by Mabrouk et al. (2012). The studies demonstrated that solar radiation and air drying conditions are useful parameters, and that raising air temperature and lowering air velocity resulted in energy gain. In 2016, Blanco-Cano and colleagues studied an indirect solar radiation collector. They used temperatures ranging from 20 °C to 50 °C to dry apple slices. The findings showed that raising the drying air temperature shortened the drying time. Hazervazifeh et al. (2016) looked into how different drying techniques affected the drying of apple slices. Slices of apple were dried using hot air flow, a microwave, and a microwave-hot air-drying combo. The results showed that using a

microwave and a hot air dryer together produced a minimum drying time of 17 minutes. A parabolic collector and dried apple slices were constructed by Ullah et al. (2017). Tests were conducted on the collector at various absorber diameters and air mass flow rates. Energy efficiency in their investigation ranged from 20.8 to 23.33%, while mass flow rates varied from 1.5 to 3.5 kg/min. The higher flow rates resulted in higher efficiency. Higher efficiency was also demonstrated by the reduced diameter. When Thakur et al. (2024) looked at the quality metrics of apples with pretreated and altered apple slice thicknesses, they found that pretreatment improved the quality. Additionally, hybrid drying techniques were applied for apple drying (Chong et al., 2014; Şevik et al., 2019; Musielak et al., 2024). Şevik et al. (2019) used a dryer that combined infrared and solar energy to dry apples. They reported that the double-pass solar air dryer (DPSAD) had an energy efficiency of roughly 27%, while the infrared-assisted DPSAD (DPSAIRD) had an energy efficiency of roughly 9%.

As is evident, a number of studies on apple drying have been conducted. There is much research on how different fruits and vegetables dry in the sun, but there isn't much on how apples dry in the single-sloped solar dryer. This study's primary goals are to: a) create a simple single-slope solar dryer out of recycled materials; b) test a direct solar dryer that provides cost-effective drying process control and relative protection from environmental factors; c) determine how well the dryer dries apples in two different conditions; and d) evaluate the quality of the dried products.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Sample preparation

Dried apples are juicy and firm fruits with a moisture content of 82–86% based on w.b. and are suitable for drying with solar energy and air circulation. Dry matter content of the apples was determined with the 105 ± 3 °C for 24 h method, which is the most common and reliable method for dry matter determination. The initial moisture content of apples was determined as 5.825 g water/g dry matter. Apples were harvested from a tree located near the solar dryer, as shown in Figs. 1 and 2. They were washed and dried with a dry cloth. The apples were sliced into crescent moon shapes, placed on a drying rack, and prepared for the drying experiment. For every experiment, 1365 g of fresh apples were weighed before they were dried. Fresh apple slices, without any pretreatment, were placed on an aluminum-framed fly tray. Photographs of the apple slices were taken as soon as the drying process began.



Fig. 1. Apples.

2.2. Experimental setup

As shown in Fig. 2, a low-cost single-slope solar dryer was designed for drying apples. The experiment's direct-type, single-tray, single-slope solar dryer operates on the principle of natural convection (Şevik, 2025). A wire grid style structure, which is quite suitable for air circulation, is used to increase convective drying performance. There is no insulation in the dryer. The trial site's latitude is matched by the dryer's base slope angle of 25° . Temperature readings are taken using thermocouples, thermometers, and thermal cameras.

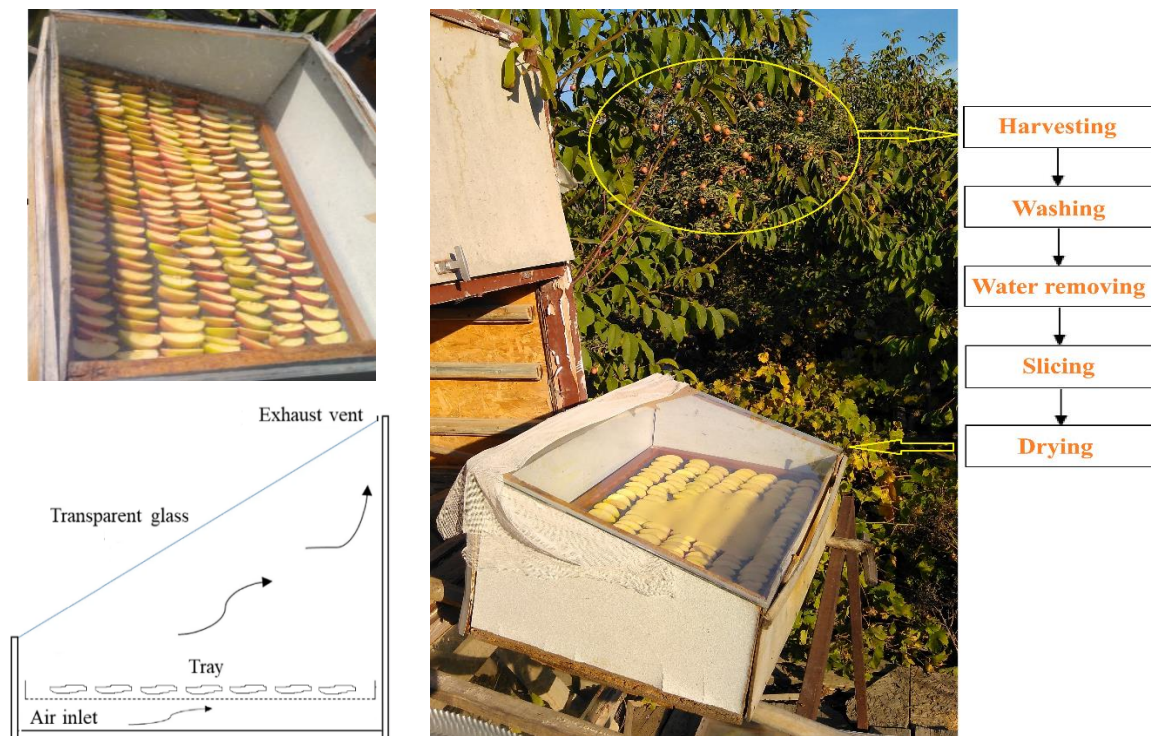


Fig. 2. Single-slope solar dryer.

2.3. Theoretical analysis

The moisture content (X_{db}) is:

$$X_{db} = \left(\frac{M_t - M_d}{M_d} \right) 100 \quad (1)$$

The drying rate (DR) is:

$$DR = \frac{X_{t+dt} - X_t}{dt} \quad (2)$$

According to Crank (1975), the amount of moisture that is transferred from the product to the air for slab products can be explained using the following formulas. Therefore, effective moisture diffusivity (D_e) can be expressed using the following formula:

$$\frac{\partial X_{db}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_e \frac{\partial X_{db}}{\partial x} \right) \quad (3)$$

Thuwapanichayanan et al. (2011) state that the beginning and boundary conditions are represented by the following equations:

$$X_{db} \left(\frac{L}{2}, 0 \right) = X_0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial X_{db}(0,t)}{\partial z} = 0 \quad (5)$$

$$-D_e \frac{\partial X_{db}(\frac{L}{2}, t)}{\partial z} = h_m (X_{db} - X_{eq}) \quad (6)$$

The moisture ratio (MR) is the most widely used experimental metric to forecast product mass loss during drying processes. The effective diffusion coefficient, which is dependent on the product's temperature and moisture content, is a crucial transport parameter for drying process modelling. Fick's second diffusion law provides a heat and mass transfer equation for product drying (Bispo et al. 2015). The slab products' MR can be written as follows:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left(-(2n+1)^2 \pi^2 \frac{D_e}{4L^2} t \right) \quad (7)$$

The equation's initial term is (Lopez et al. 2000);

$$\ln(MR) = \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \right) - \left(\frac{\pi^2 D_e}{4L^2} \right) t \quad (8)$$

The convective boundary condition is often established using a Biot number (Bi) in the wall thermal boundary condition. Bi is a dimensionless number that establishes a correlation between the heat transfer rate of internal convection and outside convection. Differential equations can be used to characterise the transport processes when surface boundary conditions on internal and external influences are expressed in dimensionless form (Giner et al. 2010). The Bi can be calculated in this way:

$$Bi = \frac{h_m L}{D_e} \quad (9)$$

Dincer and Hussain (2002) state that it can be computed using the relationship between Dincer number (Di) and Bi . is as follows:

$$Bi = \frac{24.85}{Di^{0.375}} \quad (10)$$

Dincer and Hussain (2002) state that Di is a measure of how flow velocity affects the heating or cooling coefficient. The Dincer model can be used to compute the movement of moisture to goods exposed to solar radiation. One way to calculate the Di is as

$$Di = \frac{V_a}{k_c L} \quad (11)$$

The drying constant (k_c) is (Aboltins, 2013);

$$k_c = -DR/(X_{db} - M_e) \quad (12)$$

The amount of solar irradiance that reaches the dryer's surface and the energy the dryer absorbs are two important variables that impact drying efficiency (DE). The DE can be calculated by dividing the energy used to heat the product and remove the moisture from it by the total energy used. It can be computed using

$$DE = \frac{\dot{E}_{heating} + \dot{E}_{evap}}{\dot{E}_{tot}} = \frac{\dot{m}_p \cdot c_{p,p} \cdot (T_{p,t+dt} - T_{p,t}) + h_{fg} \cdot \dot{m}_w}{A_d I} \quad (13)$$

Energy efficiency (EE) is:

$$EE = \frac{\dot{E}_{evap}}{\dot{E}_{tot}} \quad (14)$$

The specific energy consumption (SEC) is:

$$SEC = \frac{\dot{E}_{tot}}{\dot{m}_w} \quad (15)$$

The specific moisture extraction rate ($SMER$) is:

$$SMER = \frac{\dot{m}_w}{\dot{E}_{tot}} \quad (16)$$

3. RESULT AND DISCUSSION

During two distinct weeks in October, apple slices were dried in two different tests under comparable circumstances. Exp-1 lasted approximately 6 days (7680 minutes), from October 3rd to October 8th. Ramirez et al. (2017) dried apple slices in an air-drying oven at 30 °C, 40 °C, and 50 °C for a time ranging from 180 to 815 min. Nowak and Lewicki (2004) dried apple slices in an infrared drying oven at speeds of 0.5, 1, and 1.5 m/s for approximately 170 min. They found that infrared drying can reduce drying time by up to 50% compared to convective drying (295 min). However, while these dryers offer significant time savings, it's important to remember that they also come with significant energy, maintenance, and IR lamp replacement costs.

Fig. 3 illustrates the dynamic relationship among solar irradiance (I), ambient air temperature

($T_{d,i}$), and solar dryer outlet temperature ($T_{d,o}$) over time in Exp-1. The graph offers insight into the continuity of the drying process for Exp-1. This data is essential for predicting how the drying system performed over time. The solar irradiance curve indicates the availability of environmental energy for drying. As expected, solar irradiance increases in the morning, peaks around noon, and declines rapidly in the evening. The daily cyclical pattern of increases and decreases is clearly visible. From October 3rd to October 8th, a similar daily pattern is observed, reflecting consistent weather conditions. In Exp-1, solar irradiance reached a maximum of 703 W/m^2 . However, the maximum effective solar irradiance for the dryer area is 688 W/m^2 . This irradiance behavior directly influences the timing and efficiency of the drying process in solar dryers. While the outdoor air temperature remains relatively stable during the day, it drops significantly at night. The ambient air temperature varies from 5.0°C to 19.0°C , with an average of 10.7°C . The interior temperature of the cabinet ranges from 5.2°C to 44.8°C , averaging 20.9°C . Factors such as insulation effectiveness and thermal mass explain these variations. The interior temperature helps prevent sudden fluctuations during drying, protecting against physical damage like cracking. The data clearly demonstrates that solar radiation directly influences outdoor temperature, while the interior temperature remains more stable.

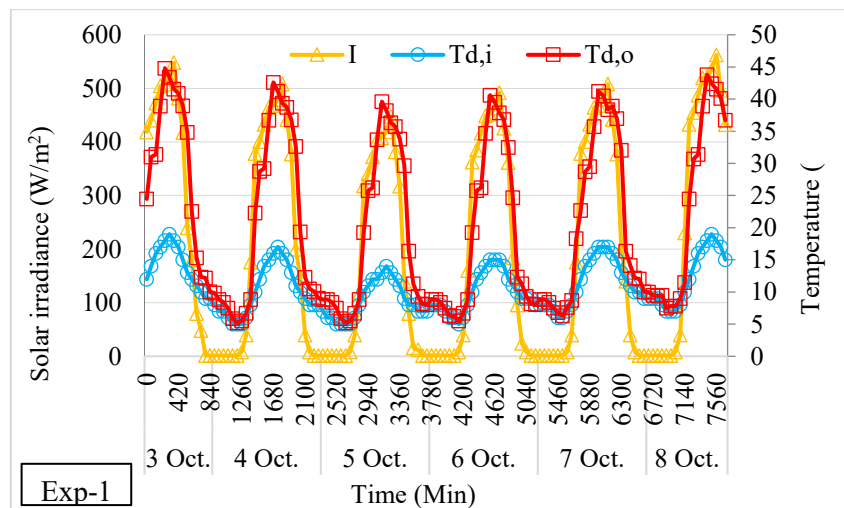


Fig. 3. A dynamic relationship showing the variation of solar irradiance, ambient air temperature, and solar dryer outlet air temperature with time in Exp-1.

Exp-2 lasted approximately 3 days (3420 minutes), from October 12th to October 14th. Fig. 4 illustrates the dynamic relationship between solar irradiance (I), ambient air temperature ($T_{d,i}$), and solar dryer outlet temperature ($T_{d,o}$) as they change over time in Exp-2. As anticipated, solar irradiance increases noticeably in the morning, peaks at midday, and then sharply declines in the evening. As in Exp-1, the daily cyclical increases and decreases are quite clear in Exp-2.

From October 12th to October 14th, a similar pattern is observed every day, indicating a regularity in weather conditions. In Exp-1, the solar irradiance amount reached a maximum of 806 W/m^2 . However, the maximum effective solar irradiance for the solar dryer area is 688 W/m^2 . In solar dryers, this irradiance behavior directly affects the timing and efficiency of the drying process. This can be easily seen from the difference in drying time between Exp-1 and Exp-2. As in Exp-1, while the outdoor air temperature does not change significantly during the day, it drops significantly at night. The ambient air temperature varies from 6.0°C to 24°C , with an experimental average of 14.3°C . The inside temperature of the cabinet varied from 6.2°C to 50.8°C , with an experimental average of 26°C . When maximum temperature values are compared, in Exp-2, the ambient air temperature is 5°C higher than in Exp-1. Similarly, in Exp-2, the inside air temperature is only 6°C higher than in Exp-1. However, drying time decreased by 55.47% . This is because there is cold weather in Exp-1, while there is comparatively better weather in Exp-2.

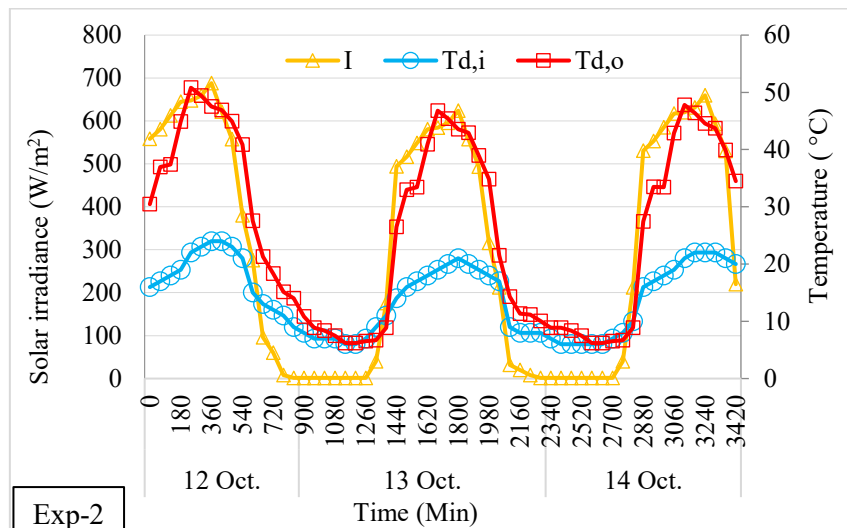
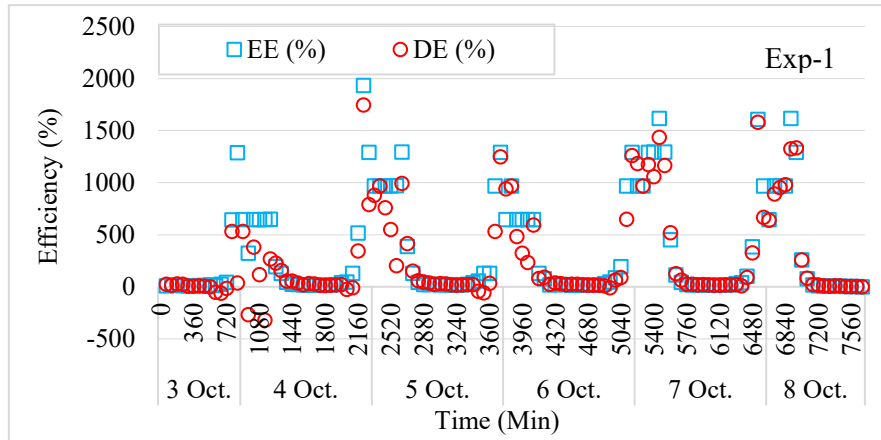


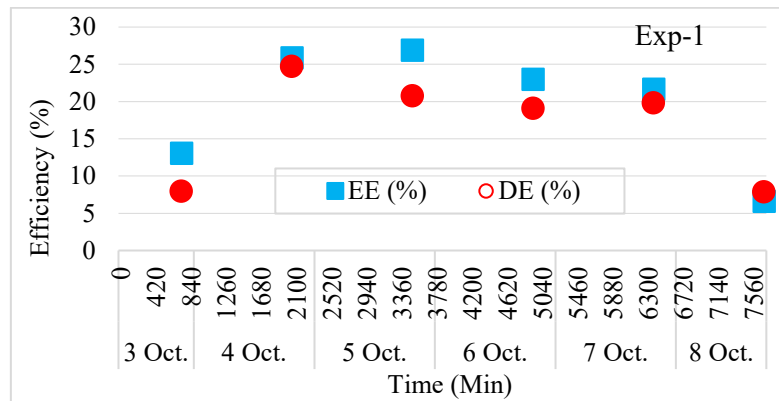
Fig. 4. A dynamic relationship showing the variation of solar irradiance, ambient air temperature, and solar dryer outlet air temperature with time in Exp-2.

Fig. 5a shows the changes in EE and DE during the experiment in Exp-1. When the graphs are examined, significant fluctuations and comparative dynamics are observed between EE and DE in the time period between October 3rd and 8th. While EE and DE are more stable during the day, they increase significantly in the evening and at night. This can be attributed to the removal of water vapor from the product despite the lack of energy input. More reliable data can be obtained during the hours when the drying system can benefit more from solar irradiance. For this purpose, Fig. 5b was obtained. Fig. 4b shows the changes in EE and DE obtained based

only on daytime averages in Exp-1. Accordingly, the average EE is 19.5%, while the maximum reaches 26.9%. While the average DE is 16.7%, the maximum reaches 24.7%.



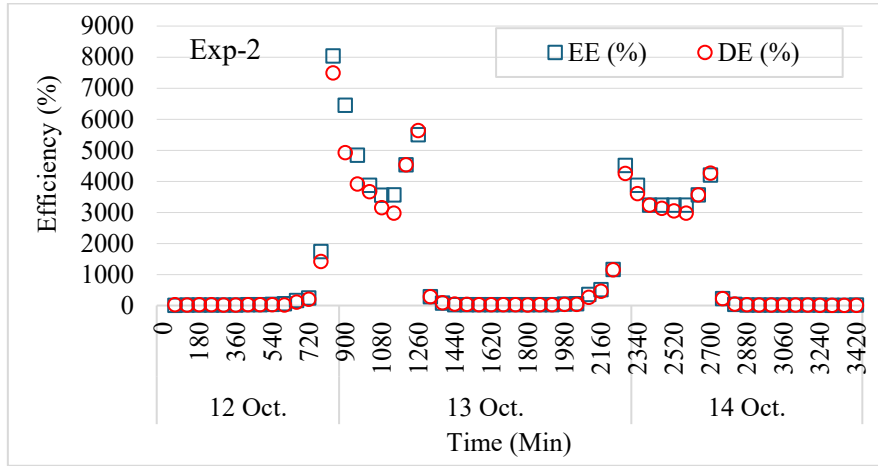
a) Variations in EE and DE during the experiment in Exp-1



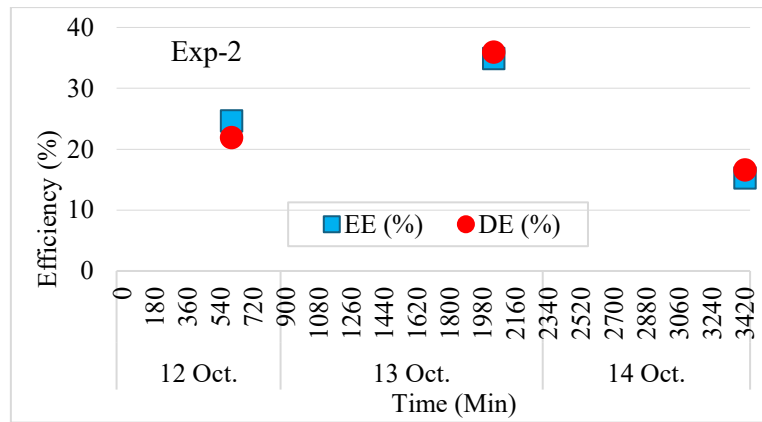
b) Variations in EE and DE obtained based only on daytime averages in Exp-1

Fig. 5. Variations in EE and DE during the experiment in Exp-1.

Similar situations are also seen in Exp-2. Fig. 6a shows the changes in EE and DE during the experiment in Exp-1. When the graphs are examined, significant fluctuations and comparative dynamics are observed between EE and DE in the period between October 12th and 14th. Fig. 6b shows the changes in EE and DE obtained based only on daytime averages in Exp-2. Accordingly, the average EE is 24.97%, while the maximum reaches 34.93%. While the average DE is 24.84%, the maximum reaches 35.98%. The average DE in Exp-1 was 18.9% for quince slices in Şevik's (2025) study, while it was almost equal to 19.04% in Exp-2.



a) Variations in *EE* and *DE* during the experiment in Exp-2



b) Variations in *EE* and *DE* obtained based only on daytime averages in Exp-2

Fig. 6. Variations in *EE* and *DE* during the experiment in Exp-2.

Fig. 7 shows the $T_{(d,o)} - T_{(d,i)} / \dot{m}_w$ ($^{\circ}\text{C/g}$) versus *DE* (%). In Exp-1, the average value was found to be 1°C/g , with a maximum value of 10.8°C/g . Generally, it remained below 1°C/g , peaking in the final hours of the experiment. In Exp-2, the average value was found to be 0.6°C/g , with a maximum value of 2.9°C/g . Generally, it remained below 1°C/g , peaking in the final hours of the experiment. According to Şevik's (2025) research, quince slices' average value in Exp-1 was 1.59°C/g , whereas in Exp-2, it was almost the same at 1.61°C/g . The results of the current study show that the evaporation rate is crucial for drying efficiency, especially when there is a large amount of free moisture on the surface. Evaporation occurs as free moisture diffuses from the surface through a thin layer of air in contact with the material, which directly influences the drying rate. This air layer creates significant resistance to both mass and heat transfer, impacting the drying process. While increasing the drying air velocity can somewhat reduce the film thickness, it cannot eliminate it. Saturated water vapor forms on the inner surface of this film along the material, establishing a constant vapor pressure gradient between it and the surrounding air, which ensures continuous evaporation. The evaporation rate is

directly proportional to the total surface area and the particle properties of the material, as well as the vapor pressure difference in the gaseous environment; it is inversely proportional to the air film thickness.

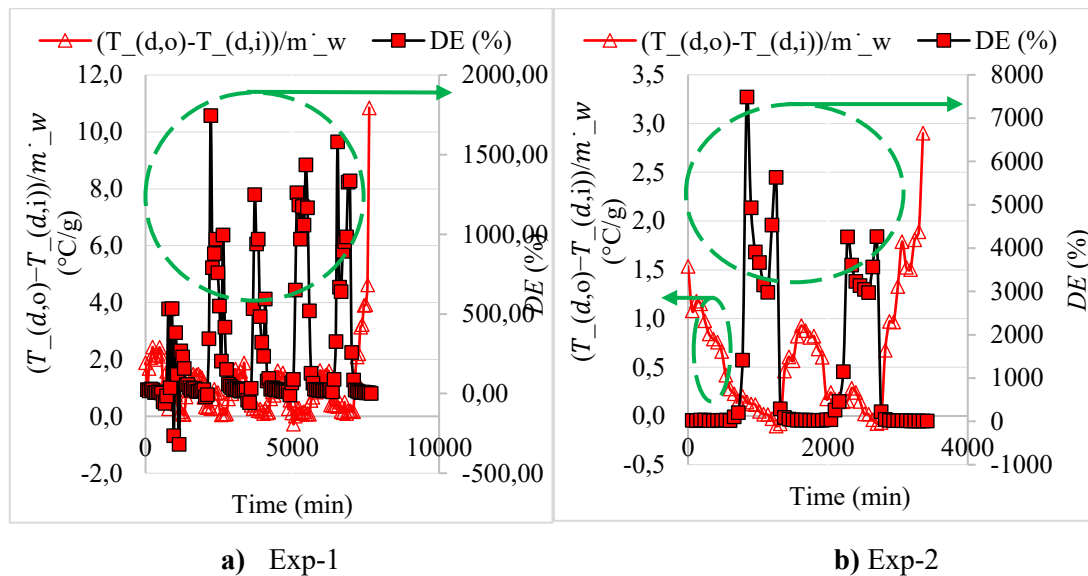


Fig. 7. $T_{(d,o)}-T_{(d,i)}/\dot{m}_w$ ($^{\circ}\text{C/g}$) versus DE (%).

Fig. 8 shows the instantaneous variation of X_{db} and MR in Exp-1 and Exp-2. Initial X_{db} was measured as 5.83 g water/g dry matter. Exp-1 was completed in 7680 min, while Exp-2 took 3420 min. Depending on the length of the drying period, it is seen that the Classical curves repeat downward every day. The findings show that the parameters important for removing surface moisture depend on environmental conditions, meaning external factors rather than the particles' intrinsic properties. These external factors, especially temperature, humidity, and the velocity of the drying air, as well as how much the air contacts the material, greatly influence the drying process's effectiveness. Similarly, the physical shape of the material also significantly impacts this process. All these external parameters are directly tied to the design of the drying equipment. The importance of external conditions becomes even more critical during the initial phase of drying—the removal of free and bound moisture from the surface. During this stage, the primary factor controlling the drying rate is how effectively heat is transferred to the material. Indeed, the results suggest that adjusting air temperature and humidity can help optimize the drying rate.

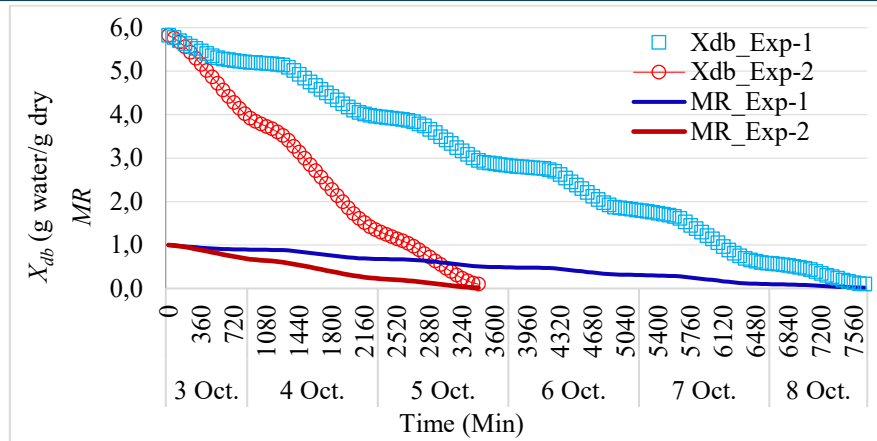


Fig. 8. The instantaneous variation of X_{db} and MR in Exp-1 and Exp-2.

Fig. 9 shows the instant change of X_{db} and DR in Exp-1 and Exp-2. As expected, DR rises during the day and falls in the evening and night. When humidity drops, DR also drops accordingly. The main factors influencing DR include airflow and temperature. In other words, the moisture capacity of the passing drying air (or the ambient air around the product) is a key part of the drying process. How much vapor air can hold affects both the drying rate and how long drying takes. As expected, a decrease in the product's moisture content matches a lower DR value. Initially, moisture evaporates from near the apple's surface. As drying continues, a crust forms on the surface while the inside remains wet, making it harder for moisture to escape. This indicates the beginning of the second stage. During this stage, the drying rate drops quickly, leading to longer drying times. In Exp-2, a higher DR is achieved, but it decreases as the humidity drops toward the end of the experiment. Analyses show that removing surface moisture does not always mean the process will be fast. In hygroscopic materials like ceramics and wood, continued drying after this initial phase can create significant internal moisture and pressure differences. These stresses can cause cracking and fractures. To prevent damage, the drying process must be carefully managed. In particular, air temperature and humidity should be optimized to enable a gentler, more controlled drying process. This helps maintain the product's quality and encourages sustainable drying. Since no cracking or fractures were seen in the apples, temperature and humidity were not controlled during this study.

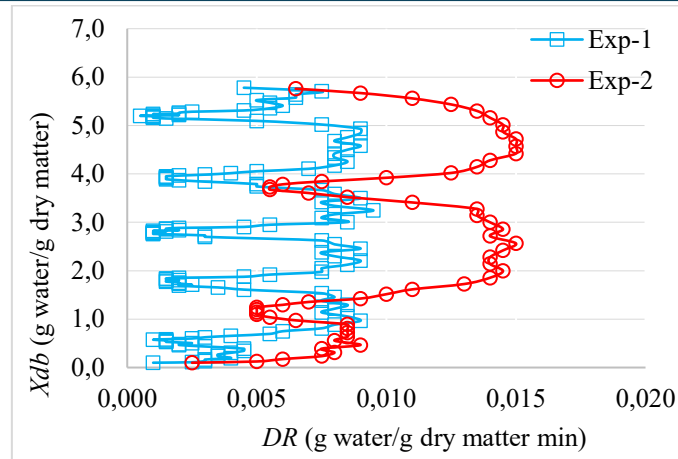


Fig. 9. The instantaneous variation of X_{db} and DR in Exp-1 and Exp-2.

Fig. 10 shows the instantaneous changes between the X_{db} and two performance indicators—the ratio of temperature difference to solar irradiance level (dT/I) and the $SMER$ —for two separate experiments (Exp-1 and Exp-2). Exp-1 has lower dT/I values, while Exp-2 has higher values. The dT/I value averages 0.2 in Exp-1 and 0.3 in Exp-2. This is due to the more efficient drying conditions and energy conversion in Exp-2. In Exp-2, the amount of moisture removed per unit of energy is quite high. Although $SMER$ varies, it can be said that $SMER$ decreases as X_{db} decreases because, as moisture decreases, less can be removed per unit of energy used. Exp-2 data has higher $SMER$ values, indicating higher energy efficiency of the system. The $SMER$ value in Exp-2 averages 2.5 g water/Wh and a maximum of 13.8 g water/Wh. Based on maximum values, Exp-1 is 68.18% lower than Exp-2. In conclusion, the Exp-2 experiment appears to be more successful than Exp-1 in terms of both thermal response (dT/I) and $SMER$. As a result, the Exp-2 experiment demonstrated superior performance in both solar energy conversion to heat (dT/I) and moisture removal efficiency per unit of energy, demonstrating a more effective and energy-efficient drying process. Accordingly, although the dryer can dry high-quality products at lower temperatures, drying time is significantly shorter on days with higher solar irradiance.

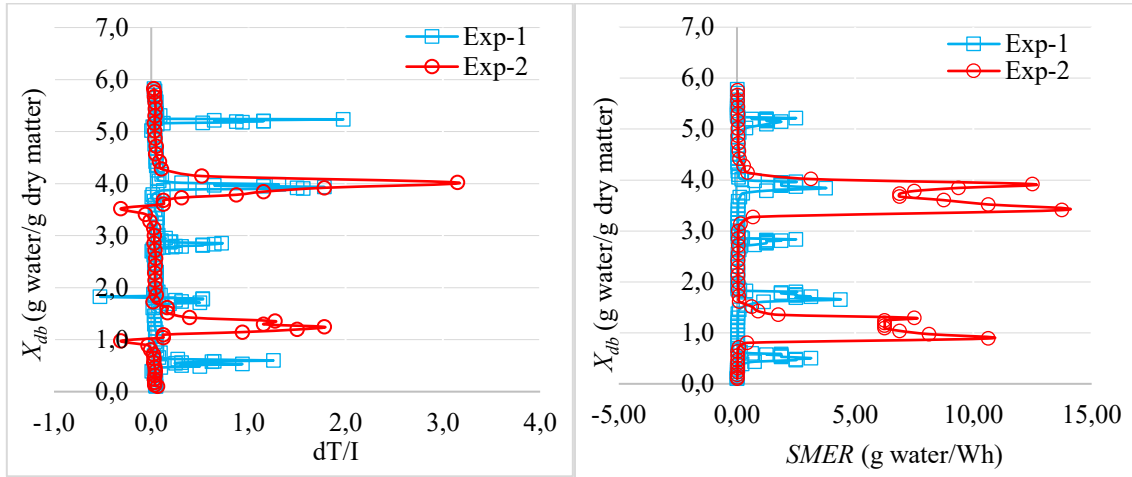


Fig. 10. Instantaneous variations in dT/I and $SMER$ versus X_{db} in Exp-1 and Exp-2.

Fig. 11 shows the instantaneous changes between the SEC and $SMER$ for two separate experiments. Throughout the experiments, $SMER$ values fall while SEC values rise. This indicates that moisture extraction gets harder as the experiment goes on, and energy usage rises in tandem. It is generally seen that the values are concentrated in a particular area, indicating that the investigations are still in their early phases. Exp-2 stands out with its higher $SMER$ ratios even at low X_{db} values, indicating the system's success in removing more moisture with less energy. Based on average values, the SEC value in Exp-2 is 18% lower compared to Exp-1. These results reveal that Exp-2 provides higher moisture removal efficiency with lower energy consumption (drying in 3 days).

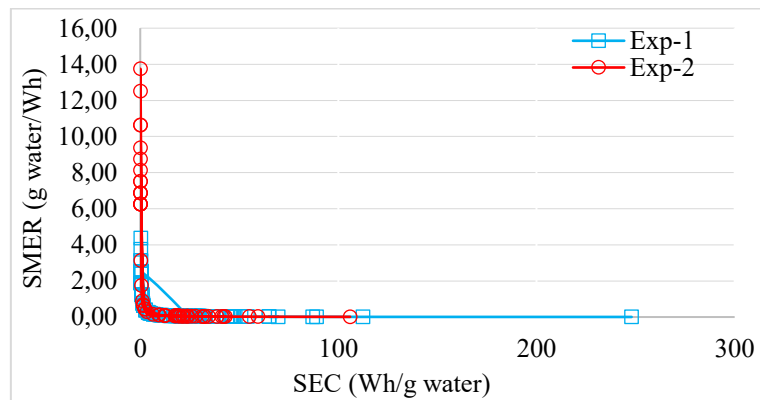


Fig. 11. The instantaneous changes between the SEC and $SMER$ for experiments.

Fig. 12 displays the correlation between the MR and D_e . Fig. 13 shows the instantaneous variation of hm . Since D_e heavily depends on the moisture content of the product, D_e , MR , and X_{db} values are directly related. At high temperatures, with high product moisture, and during

the initial drying stage, water molecules in the product move faster and reach the surface more quickly due to the increased kinetic energy of water. This is because of the low product surface temperature and high moisture content at the start of the experiment. Although moisture removal becomes more difficult in the final drying stage, the higher drying temperature allows faster evaporation of water molecules in the apple, leading to a quicker reduction in the apple's X_{db} and a corresponding increase in the effective D_e value. Consequently, D_e and hm values tend to rise together. Since both parameters depend on temperature, D_e increases proportionally with temperature as hm rises. The maximum D_e values are 1.9×10^{-12} and $4.3 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ for Exp-1 and Exp-2, respectively. In a study conducted by Şevik (2025), for Exp-1 and Exp-2, the maximum D_e values of quince slices, which were dried in the same dryer in October and were thinner than apple slices, are 4.8×10^{-11} and $4.65 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, respectively. Ramirez et al. (2017) calculated D_e values in the range of 5.59×10^{-12} to $25.52 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ for apple slices in an air-drying oven at 30°C , 40°C , and 50°C . The hm value increases as the product surface temperature rises due to the reduction in X_{db} . Similarly, hm increases while MR decreases. The moisture gradient developed during drying causes stress in the food's cellular structure, resulting in physical changes like shrinkage and color alteration. Significant increases in both Bi and D_e occur alongside rises in surface temperature. Bi fluctuates between 0.1 and 1.0, and as temperature increases, the moisture content drops, causing Bi to increase as well.

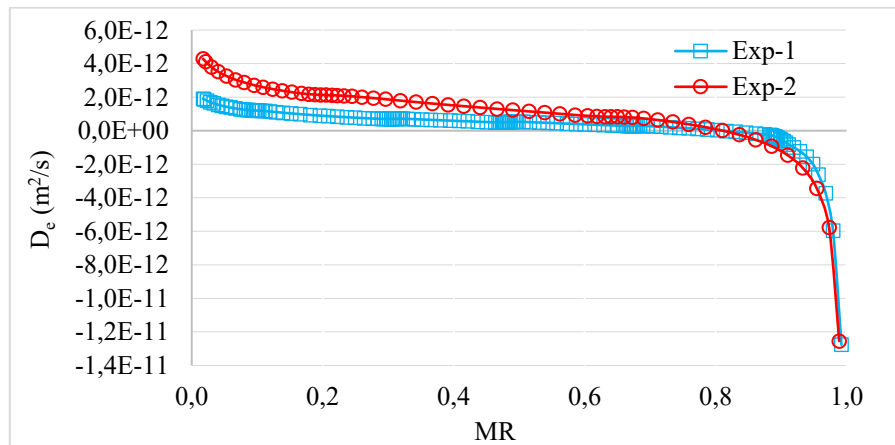


Fig. 12. Correlation between the MR and D_e

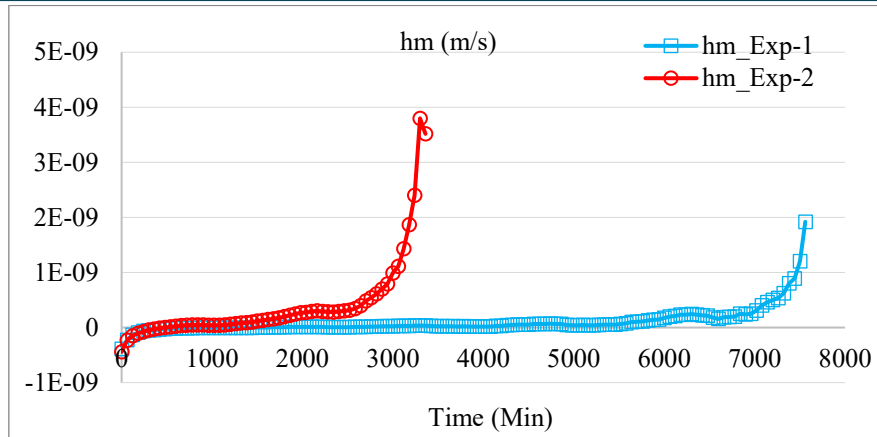


Fig. 13. The instantaneous variation of hm .

Fig. 14 shows the thermal image and photograph of vapor on the glass surface during the experiment. To observe the relationship between the vapor distribution on the glass surface and the temperature, comparing the image with the vapor on the glass surface and the thermal image can yield very meaningful results. The images demonstrate the relationship between temperature distribution and condensation behavior during the drying process. Observing vapor behavior on the glass surface helps optimize the moisture removal process of products. The images provide data to establish a relationship between temperature gradient and water vapor density for solar dryer design and to observe its impact on drying efficiency. Thermal analysis reveals that the temperature distribution on the glass surface is not homogeneous; local temperature differences occur. This difference can be attributed to localized condensation occurring during the interaction of evaporation processes with the glass surface. The vapor trails seen in the actual image affect drying by altering the rate of solar irradiance entering the cabinet from the glass surface. Vapor on the glass surface not only affects product surface temperatures but also affects moisture removal efficiency. These images can be used to optimize the internal dynamics of solar dryers, especially those incorporating glass coating systems.

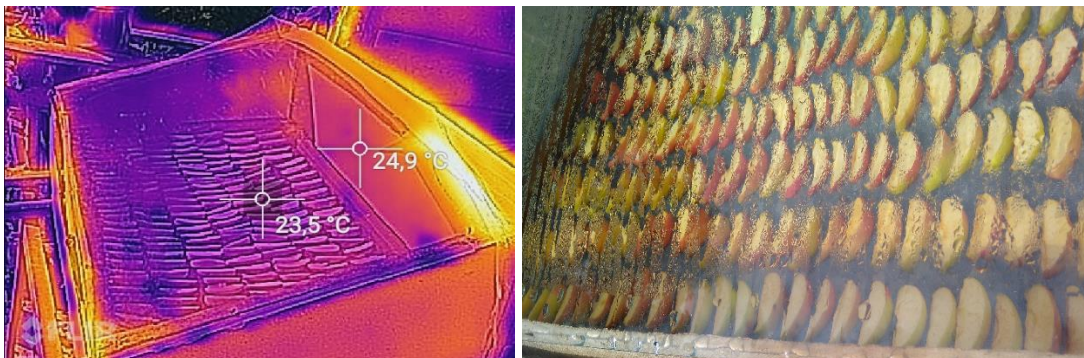


Fig. 14. Thermal image and photograph of vapor on the glass surface during the experiment.

In two distinct studies conducted during two successive weeks in October, apple slices were dried under comparable settings. Fig. 15 displays photos of the dried apples. The apple slices look quite uniform and thin, which helps balance drying time and improves quality. As drying gradually occurs, changes in the color of the apple slices are visible. The fact that the apples do not turn brown indicates that proper temperature and time controls are in place. Slicing the apples with their skins on offers benefits for flavor preservation and color stability, while slightly slowing moisture loss. By ensuring even drying of high-moisture apples in a smooth-flow solar dryer, good results are achieved.



a) Exp-1



b) Exp-2

Fig. 15. Photos of the dried apples.

4. CONCLUSION

This study aimed to dry apples (*Malus domestica*) using a single-inclined solar dryer. Apples were dried over two consecutive weeks in October under different weather conditions. An outline of the experiments' results is provided below:

- In Exp-2, the air temperature inside the drying cabinet was 6 °C higher than in Exp-1,

resulting in a 55.47% reduction in drying time. This was because Exp-1 experienced cold weather, whereas Exp-2 had comparatively better weather.

- The Exp-2 experiment showed superior performance in both dT/I and $SMER$, indicating a more effective and energy-efficient drying process.
- In Exp-2, the $SMER$ value reached a maximum of 13.8 g water/Wh, which was 68.18% higher than the maximum observed in Exp-1.
- The average SEC in Exp-2 was 18% lower compared to Exp-1.
- The average EE in Exp-2 was 24.97%, with a maximum of 34.93%.
- The average DE was 24.84%, reaching a maximum of 35.98%.
- The maximum D_e values were 1.9×10^{-12} and 4.3×10^{-12} m²/s for Exp-1 and Exp-2, respectively.
- The hm increased as the product surface temperature rose due to the reduction in moisture content (X_{db}).

It has been noted that successful drying can be achieved with a dryer constructed of basic, recyclable materials. Furthermore, it may be argued that, in terms of drying performance, it produces outcomes comparable to those of the dryers described in the literature. The problems of forced or energy storage can be investigated in the future, and different items can be evaluated. Dryers can be made from recycled composite insulated materials.

Nomenclature

A_d	dryer area (m ²)
Bi	Biot number
$C_{p,a}$	specific heat capacity of air (kJ/kg K)
$C_{p,p}$	specific heat capacity of product (kJ/kg K)
DE	drying efficiency (%)
D_e	effective diffusivity coefficient (m ² /s)
Di	Dincer number
DR	drying rate (g water/g dry matter min)
E	energy consumption (kJ/s)
h_{fg}	latent heat energy (kJ/kg)
h_m	mass transfer coefficient (m/s)
I	solar irradiance (W/m ²)
k_c	drying constant (1/min)
L	characteristic dimension and corresponds to the half thickness for a slab object (m)
X_{db}	moisture content in dry bases (g water/g dry matter)
X_{eq}	equilibrium moisture content (g water/g dry matter)
M_i	initial wet weight (g)
M_d	final dry weight (g)
M_e	equilibrium moisture content (g water/g dry matter)
M_o	initial moisture content (g water/g dry matter)

M	moisture content of the product at any level and at any time (g water/g dry matter)
X_t	moisture content at the time “t” (g water/g dry matter)
X_{t+dt}	moisture content at the time “t + dt” (g water/g dry matter)
MR	moisture ratio
m_p	product weight (kg)
$\dot{m}_w$	vaporized water weight (kg/s)
Rh	relative humidity (%)
SEC	specific energy consumption (kJ/kg)
$SMER$	specific moisture extraction rate (g water/Wh)
$T_{d,o}$	temperature of dryer outlet air (°C)
$T_{d,i}$	temperature of dryer inlet air (°C)
T_p	temperature of product (°C)
t	drying time (min)
V_a	velocity (m/s)
z	direction of diffusion process (m)
Subscripts	
aai	ambient air inlet
db	dry bases
i	inlet
o	outlet
oa	outlet air
s	surface
tot	total

References

- Aboltins, A. (2013). Theoretical study of material drying coefficient. *Engineering for Rural Development*, Jelgava, 5, 23–24.
- Bispo, J.A.C., Bonafe, C.F.S., Santana, K.M.O.V., Santos, E.C.A. (2015). A comparison of drying kinetics based on the degree of hydration and moisture ratio. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 192-198.
- Blanco-Cano, L., Soria-Verdugo, A., Garcia-Gutierrez, L.M., Ruiz-Rivas, U. Modeling the thin-layer drying process of Granny Smith apples: Application in an indirect solar dryer. *Applied Thermal Engineering*, 2016, 108, 1086-1094.
- Chong, C. H., Figiel, A., Law, C. L., & Wojdyło, A. (2014). Combined drying of apple cubes by using of heat pump, vacuum-microwave, and intermittent techniques. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 975-989.
- Crank, J. (1975). *The Mathematics of Diffusions*, 2nd ed. Oxford University Press, London, 104-106.
- Dincer, I. and Hussain, M., M. (2002). Development of a new Bi-Di correlation for solids drying, *Heat and Mass Transfer*, 45, 3065-3069.
- Doymaz, İ. An experimental study on drying of green apples. *Drying Technology*, 2009, 27(3), 478-485.
- Ghinea, C., Prisacaru, A. E., & Leahu, A. (2022). Physico-chemical and sensory quality of oven-dried and dehydrator-dried apples of the Starkrimson, Golden Delicious and Florina cultivars. *Applied Sciences*, 12(5), 2350.
- Giner, S.A., Torrez Irigoyen, R.M., Cicuttin, S., Fiorentini, C. (2010). The variable nature of Biot numbers in food drying. *Journal of Food Engineering*, 101(2), 214-222.
- Hazervazifteh, A., Nikbakht, A.M., Moghaddam, P.A. Novel hybridized drying methods for processing of apple fruit: Energy conservation approach. *Energy*, 2016, 103, 679-687.
- Khanizadeh, S., Tsao, R., Rekika, D., Yang, R., Charles, M.T., Rupasinghe, H.P.V. Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2008, 21, 396-401.
- Lopez, A., Iguaz, A., Esnoz A. and Virseda, P. (2000). Thin-layer drying behavior of vegetable wastes from wholesale market. *Drying Technology*, 18(4-5), 995-1006.
- Mabrouk, S., Benali, E., Oueslati, H. Experimental study and numerical modelling of drying

- characteristics of apple slices. *Food and Bioproducts Processing*, 2012, 90(4), 719-728.
- Musielak, G., Mieszczakowska-Frać, M., & Mierzwa, D. (2024). Convective drying of apple enhanced with microwaves and ultrasound—process kinetics, energy consumption, and product quality approach. *Applied Sciences*, 14(3), 994.
- Nowak, D., Lewicki, P.P. Infrared drying of apple slices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2004, 5(3), 353-360.
- Oyenihi, A. B., Belay, Z. A., Mditshwa, A., & Caleb, O. J. (2022). “An apple a day keeps the doctor away”: The potentials of apple bioactive constituents for chronic disease prevention. *Journal of food science*, 87(6), 2291-2309.
- Ramírez, C., Astorga, V., Nuñez, H., Jaques, A. Simpson, R. Anomalous diffusion based on fractional calculus approach applied to drying analysis of apple slices: The effects of relative humidity and temperature. *Journal of Food Process Engineering*, 2017, 40(5).
- Şevik, S. Assessment of quince drying in a low-cost single-slope solar dryer. *ISARC 8. International Dicle Scientific Research and Innovation Congress*, 15-16 March 2025, 218–232, ISBN: 978-625-378-205-4, Issued: 26.03.2025, Diyarbakir, Türkiye.
- Şevik, S., Aktaş, M., Dolgun, E. C., Arslan, E., & Tuncer, A. D. (2019). Performance analysis of solar and solar-infrared dryer of mint and apple slices using energy-exergy methodology. *Solar Energy*, 180, 537-549.
- Skinner, R. C., Gigliotti, J. C., Ku, K. M., & Tou, J. C. (2018). A comprehensive analysis of the composition, health benefits, and safety of apple pomace. *Nutrition reviews*, 76(12), 893-909.
- Thakur, A., Sharma, R., Vaidya, D., Sharma, N., Thakur, D., & Suhag, R. (2024). Effect of Slice Thickness and Pretreatments on the Quality of Dried Apple Slices (Golden Delicious). *Journal of Food Biochemistry*, 2024(1), 1711150.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., Kunwisawa, J., Soponronnarit, S. (2011). Determination of effective moisture diffusivity and assessment of quality attributes of banana slices during drying. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1502-1510.
- Ullah, F., Kang, M. Impact of air flow rate on drying of apples and performance assessment of parabolic trough solar collector. *Applied Thermal Engineering*, 2017, 127, 275-280.
- Yuan, Y., Ma, K., Xu, Y., Yang, L., Li, Y., Lin, X., & Yuan, Y. (2022). Research on operation performance of multi-heat source complementary system of combined drying based on TRNSYS. *Renewable Energy*, 192, 769-783.

ANALYSIS OF SWEET CHERRY DRYING IN A SINGLE-SLOPE SOLAR DRYER

Seyfi ŞEVİK

Hitit University Vocational School of Technical Sciences, Electrical and Energy,
Çorum, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4063-0456

ABSTRACT

The expected income from the product cannot be obtained because a large amount of sweet cherries (*Prunus avium*) are thrown away as they do not meet export standards, are sold at a low price in local markets, have a short shelf life, are wormy due to rain, are damaged by hail, etc. Therefore, they need to be stored for a long time, and one of the best storage methods is drying. In this regard, direct sun dryers are advantageous due to their low cost, effective drying process management, and reasonable insulation from external influences. In this context, the sun-drying method was evaluated to enhance the value of sweet cherries and extend their storage life in this study. A remarkably low moisture value was reached, as evidenced by the cherries' final moisture content of 0.18 g water/g dry matter. The highest effective diffusivity coefficient (D_e) value was 1.8×10^{-12} m²/s, and the highest drying rate (DR) value was 7.3×10^{-3} g water/g dry matter h. The maximum moisture removal efficiency per unit of energy ($SMER$) was 13.8 g water / Wh, whereas the average specific energy consumption (SEC) was 17.1 Wh / g water. The energy efficiency (EE) ranged from a maximum of 42.4% to an average of 31.3%. The drying efficiency (DE) was 40.7% on average. The highest mass transfer coefficient (hm) was 1.5×10^{-9} m/s, whereas the average was 8.9×10^{-11} m/s. In June, 5760 minutes were needed for the sweet cherries to dry in the solar drier. The drying time was lower than that of the sun-dryer, but it was still significantly longer than that of dryers operating in controlled and consistent environments.

Keywords: Solar drying, recycling, sweet cherry drying, drying efficiency, drying characteristics.

ÖZET

Büyük miktarda tatlı kirazın (*Prunus avium*) ihracat standartlarını karşılayamadığı için çöpe atılır, yerel pazarlarda düşük bir fiyata satılır, kısa ömür nedeniyle raf ömrü kısadır, yağmur nedeniyle kurtlanır ve dolu nedeniyle yaralanır vb nedenlerle üründen beklenen gelir elde edilemez. Bu nedenle uzun süreli muhafaza edilmesi gerekir ki en iyi muhafaza yöntemlerinden biri de kurutmadır. Bununla birlikte direkt güneş kurutucuları düşük maliyeti, etkin kurutma proses yönetimi ve dış etkenlerden makul izolasyonu nedeniyle oldukça avantajlıdır. Bu bağlamda bu çalışmada kirazın değerini arttırmak ve depolama ömrünü uzatmak amacıyla

güneşte kurutma yöntemi değerlendirilmiştir. Kirazların son nem içeriğinin 0.18 g su/g kuru madde olmasıyla kanıtlandığı gibi, dikkat çekici derecede düşük bir nem değerine ulaşıldı. En yüksek D_e değeri 1.8×10^{-12} m²/s ve en yüksek DR değeri 7.3×10^{-3} g su/g kuru madde h idi. Maksimum enerji birimi başına nem giderme verimliliğinde ($SMER$) 13.8 g su/Wh iken, ortalama özgül enerji tüketimi (SEC) 17.1 Wh/g su idi. Enerji verimliliği (EE), maksimum %42.4 ile ortalama %31.3 arasında değişti. kurutma verimliliği (DE) ortalaması %40.7 idi. En yüksek kütle transfer katsayısı (hm) 1.5×10^{-9} m/s iken, ortalama 8.9×10^{-11} m/s idi. Haziran ayında tatlı kirazların güneş kurutucusunda kuruması için 5760 dakika gerekti. Kurutma süresi güneş kurutucusundan daha düşüktü, ancak kontrollü ve tutarlı ortamlarda çalışan kurutuculardan önemli ölçüde daha uzundu.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjili kurutma, geri dönüşüm, kiraz kurutma, kurutma verimliliği, kurutma karakteristikleri.

5. INTRODUCTION

Cherry (*Prunus avium* L.) is a fruit of temperate climates that holds high value in international markets. Usually consumed raw, cherries are an early-season fruit (Usenik et al., 2008). Global cherry production is increasing rapidly, with Türkiye, the United States, and Iran as the main producers. Sweet cherries contain vitamins, especially vitamin C, along with minerals like calcium, magnesium, phosphorus, and potassium (Yigit et al., 2009). These cherries are low in sodium compared to other minerals, such as potassium, consist of about 80% water, and are low in calories (63 kcal per 100 grams). They have low levels of organic acids (ranging from 3.67 to 8.66 g/kg of fresh weight) and simple sugars (from 125 to 265 g/kg of fresh weight) (Usenik et al., 2008). A key factor behind the health benefits of sweet cherries is their high fiber content (McCune et al., 2010). Valued for their flavor and health properties, cherries are a good source of organic acids, sugars, anthocyanins, and derivatives of hydroxycinnamic acid (Hayaloglu and Demir, 2015). They contain abundant carbohydrates, especially simple sugars like glucose, fructose, sucrose, and sorbitol. Compared to other fruits, cherries have high levels of phytochemicals, notably phenols; however, the variation among cultivars can be significant (Faenza et al., 2020). According to Michailidis et al. (2019), sweet cherries are highly perishable due to their strong respiratory activity, quick softening, and susceptibility to physical damage. Their short shelf life makes them prone to cracking, worming, rain-induced decay, and damage from hail. It is also believed that cracking can result from prolonged exposure to water in the root zone or rainwater on the fruit. Consequently, extreme practices like flying helicopters over the trees after rain to remove water are considered both risky and costly. Besides being

eaten fresh, sweet cherries are used to produce syrups, marmalades, jams, jellies, stewed fruit, and various soft beverages (Vursavuş et al., 2006). Their shelf life in standard cold storage is only 7–10 days, underscoring their perishability (Chockchaisawasdee et al., 2016). To improve long-term storage, drying is one of the simplest methods after harvest. Typically, cherries dry in the sun within 5–8 days. Doymaz and İsmail (2011) dried pretreated sweet cherries in a laboratory dryer at air temperatures of 60, 70, and 75 °C with an air speed of 2.0 m/s for 1590, 660, and 600 minutes, respectively.

Sweet cherries of the "Burlat" cultivar were dried at 60, 70, and 80 °C using an indirect solar convective dryer, as studied by Ouaabou et al. (2020). They were then stored for a year, and their total phenolics, antioxidant activity, total flavonoids, and total anthocyanins were measured. Total flavonoids and anthocyanins decreased by 24% and 33%, respectively, while the greatest retention of total phenolics and antioxidant activity was found in dried cherries stored for a year. Vakula et al. (2020) applied an artificial neural network (ANN) to vacuum drying of sweet cherries at 50–70 °C and 20–200 mbar conditions. Uribe et al. (2023) tested various drying methods for sweet cherries, including freeze-drying (FD), convective drying (CD), vacuum drying (VD), infrared radiation (IRD), and solar drying (SD). In FD, they observed the lowest total color change (TCC) and the highest total anthocyanin content (TAC), along with an increase in chlorogenic acid (CA) compared to fresh cherries. In CD, they noted an increase in total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC), indicating higher free radical levels. The highest antioxidant activity (AC) was seen in IRD. Conversely, the lowest TPC and TFC values were recorded with the SD method, while the lowest TAC was found in IRD. Berk et al. (2023) used microwave (MwD), hot air (HAD), and a microwave-hot air hybrid (Mw-HAD) for drying pretreated and non-pretreated white cherries. They reported that the color, antioxidant capacity, and total phenolic components of pretreated white cherry samples dried by Mw-HAD at 200W+80 °C showed improved results.

As can be seen, various studies have been done on sweet cherry drying. Although there are many studies on the sun-drying behavior of various vegetables and fruits, studies on the sun-drying characteristics of sweet cherries are limited. The main objectives of this investigation are to a) design a basic single-slope solar dryer using recycled materials, b) test a direct solar dryer that offers effective drying process control, affordability, and relative protection against environmental factors, c) ascertain the dryer's sweet cherry drying performance, and d) assess the quality of the final products.

6. MATERIAL AND METHOD

6.1. Sample preparation

The sweet cherries were harvested from our garden. The stems were removed. After the sweet cherries were washed and dried with a dry cloth, then, they were laid out on the drying rack and prepared for the drying experiment. The dry matter content of the sweet cherries was determined by drying in a laboratory oven at 70 ± 3 °C for 24 h. Sweet cherries were found to have an initial moisture level of 3.317 g water/g dry matter. Sweet cherries were plucked from a tree close to the solar dryer. After washing, they were separated from their stems, and a dry cloth was used to pat them dry. To be ready for the drying experiment, the sweet cherries were put on a drying rack. 3000 g of fresh sweet cherries were weighed before drying for each experiment. Fresh sweet cherries were put on a fly tray with an aluminium frame. As soon as the drying process started, pictures of the Fresh sweet cherries were taken (Fig. 1).

6.2. Experimental setup

To dry sweet cherries, a low-cost single-slope solar dryer was developed, as shown in Fig. 1. The experiment used a natural convection, direct-type, single-tray, single-slope solar dryer (not insulated). The dryer's base slope angle of 25° aligns with the testing site's latitude. Temperature was measured with a thermal camera, thermocouples, and thermometers.

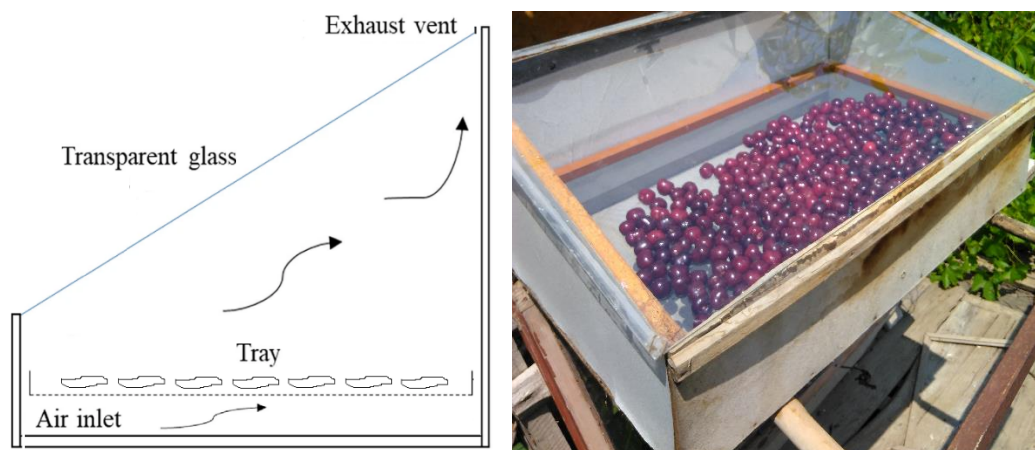


Fig. 1. Low-cost single-slope solar dryer

6.3. Theoretical analysis

In this section, the equations employed to characterize the drying process are presented, including those related to drying kinetics (such as moisture content, moisture ratio, and drying rate), energy efficiency indicators (*EE*, *DE*, *SEC*, and *SMER*), and thermodynamic relationships involving heat and mass transfer mechanisms (D_e and hm). The equations take into account

convective and heat variations, moisture diffusion, and solar irradiance effects on thermal performance. The tabulated equations are used for evaluating system behavior, optimizing process parameters, and comparing experimental outcomes across different drying conditions. Mathematical expressions defining drying behavior and thermodynamic performance are given in Table 1.

Table 1. Mathematical expressions defining drying behavior and thermodynamic performance.

Parameter	Equation	Definition
Moisture content (X_{db})	$X_{db} = \left(\frac{M_i - M_d}{M_d} \right) 100$	Amount of moisture per unit dry matter (g water/g dry matter).
Moisture content (X_{db}) (Thuwapanichayanan et al., 2011)	$X_{db} \left(\frac{L}{2}, 0 \right) = X_0$ $\frac{\partial X_{db}(0, t)}{\partial z} = 0$	Initial and boundary conditions.
Moisture ratio (MR) (defined by Fick's second diffusion law, Bispo et al., 2015)	$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e}$ $= \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left(-(2n+1)^2 \pi^2 \frac{D_e}{4L^2} t \right)$	Ratio of current moisture content to initial and equilibrium values.
$\ln(MR)$ (Lopez et al., 2000)	$\ln(MR) = \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \right) - \left(\frac{\pi^2 \cdot D_e}{4L^2} \right) t$	Equation's initial term.
Drying rate (DR)	$DR = \frac{X_{t+dt} - X_t}{dt}$	Change in moisture over time.
Effective moisture diffusivity (D_e) (Crank, 1975)	$\frac{\partial X_{db}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_e \frac{\partial X_{db}}{\partial x} \right)$ $-D_e \frac{\partial X_{db} \left(\frac{L}{2}, t \right)}{\partial z} = h_m (X_{db} - X_{eq})$	Fick's law-based moisture migration in slab geometry. To explain the quantity of moisture that is moved from the product to the air for slab products.
Biot number (Bi) (Giner et al., 2010)	$Bi = \frac{h_m L}{D_e}$	It is a dimensionless number that forms a correlation between the exterior convection and the interior convection heat transfer rate.
Dincer number (Di) (Dincer and Hussain, 2002)	$Bi = \frac{24.85}{Di^{0.375}}$ $Di = \frac{V_a}{k_c L}$	The relationship between two dimensionless numbers. The transport of moisture to products exposed to solar irradiance can be defined.
Drying constant (k_c) (Aboltins, 2013)	$k_c = -DR / (X_{db} - M_e)$	This is the drying constant in the equation Di.
Specific moisture extraction rate (SMER)	$SMER = \frac{\dot{m}_w}{\dot{E}_{tot}}$	Water removed per unit of energy (g water/Wh).
Specific energy consumption (SEC)	$SEC = \frac{\dot{E}_{tot}}{\dot{m}_w}$	Energy used per gram of moisture evaporated (Wh/g water).
Drying efficiency (DE)	$DE = \frac{\dot{E}_{heating} + \dot{E}_{evap}}{\dot{E}_{tot}}$	The fraction of total system moisture handling that resulted in effective drying.
Energy efficiency (EE)	$EE = \frac{\dot{E}_{evap}}{\dot{E}_{tot}}$	Percentage of energy converted to moisture removal.

7. RESULT AND DISCUSSION

Sweet cherries were dried in two different experiments under similar conditions on two different days in June. The experiments (Exp-1 and Exp-2) were conducted sequentially, and

there were no significant differences between them. Therefore, only the graphs and interpretations for the first experiment are presented. However, the final products of both experiments are presented in Fig. 2. Pictures of dried sweet cherries are shown in Fig. 2. Sweet cherries were dried from an initial moisture level of 3.317 g water/g dry matter to a final moisture content of 0.18 g water/g dry matter. Typically, cherries dry in the sun within 5–8 days. In this study, the drying time was approximately 4 days. The experiment started at 14:00 on June 27 and ended at 14:00 on July 1. To extend the shelf life of cherries and make them suitable for rehydration before use, they were dried to a slightly lower final moisture content than those reported in the literature (Doymaz and İsmail, 2011; Ouaabou et al., 2020). In the study of Doymaz and İsmail (2011), sweet cherries reduced the moisture content from 3.34 g water/g dry matter to 0.28 g water/g dry matter. They found values ranging from 600 to 1590 min, depending on the drying temperature and pre-treatments in a hot air dryer at 60–75 °C and 2.0 m/s. In the current study, 3000 g of sweet cherries were used. In Doymaz and İsmail (2011), 125 g of sweet cherries were used in the thin-layer tests. Although the maximum drying temperature in this study reached 66 °C, the drying time was much longer than in the study by Doymaz and İsmail (2011). This is because, while their study involved continuous drying for 1590 minutes, the temperature in the current study dropped to 16 °C at night.

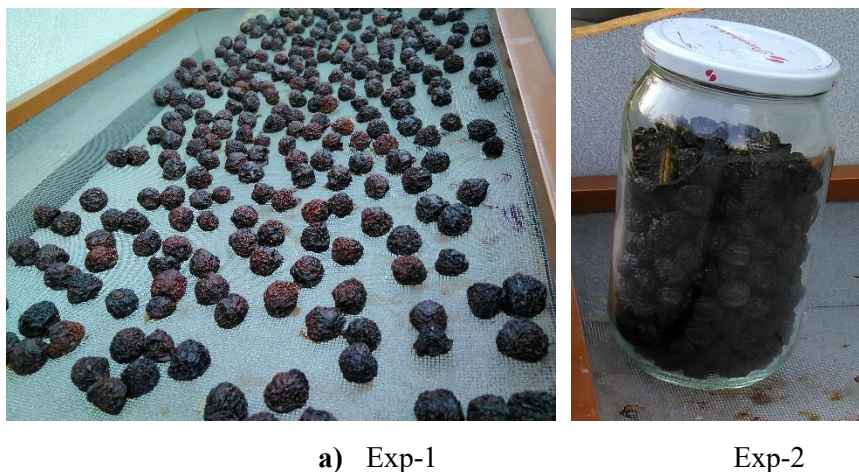


Fig. 2. Pictures of the dried sweet cherries.

Fig. 3 illustrates how solar irradiance and air temperatures vary. Exp-1 had a maximum solar irradiation of 880.8 W/m². As the volume and duration of irradiation increase, the dryer's efficiency declines because of the increased heat loss. In the meantime, it's significant to remember that a variety of things influence how efficient the dryer is. Great solar irradiance ensures great drying energy efficiency by facilitating drying over a wide temperature range.

22.6 °C is the average dryer inlet temperature. The trials' high sun irradiation and drying cabin inlet temperature were highly successful in drying. For Exp-1, the highest drying outlet temperature recorded was 65.7 °C.

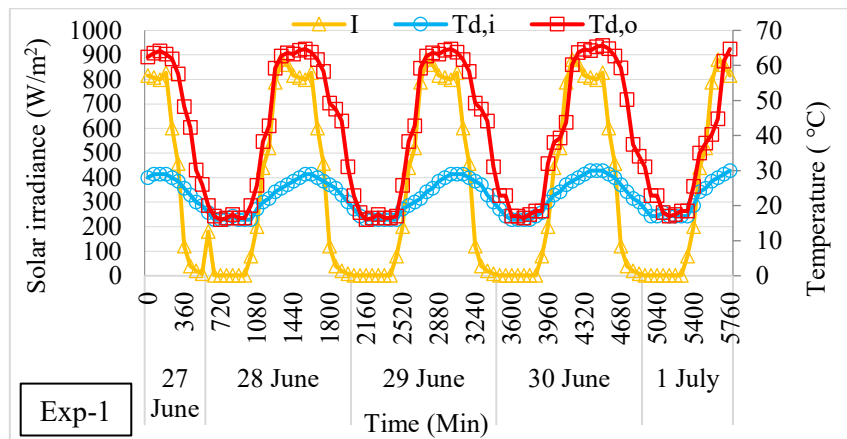


Fig. 3. The instantaneous variation of I and T .

Studies have shown that the factors influencing surface moisture removal depend primarily on external environmental factors rather than the internal structural properties of the particles. In particular, the temperature of the drying environment, humidity level, airflow velocity, and the degree of interaction between the air and the material shape the drying performance. The physical form of the material also stands out as a direct factor influencing the process efficiency. All of these external factors are closely related to the engineering design of the drying system used. The influence of external conditions becomes more pronounced in the first phase of drying, the removal of free and bound moisture from the surface. The key variable governing the rate of drying during this phase is the amount of heat transferred to the material. The data obtained indicate that the drying rate can be effectively regulated by adjusting the ambient temperature and humidity levels. The findings also indicate that surface moisture removal does not always proceed rapidly. Especially in moisture-retaining materials such as ceramics and timber, if the drying process continues unabated after removing the free moisture from the surface, significant moisture and pressure gradients can develop in the internal structure. These internal stresses can cause structural deterioration in the material, such as cracks and fractures. To prevent such damage, the drying process must be carefully planned, and air temperature and humidity must be optimized in a controlled manner. This meticulous approach both increases the sustainability of drying and preserves the product's integrity. No cracking was observed in the sweet cherries in this study; therefore, temperature and humidity parameters were kept

constant.

Furthermore, the evaporation rate directly affects drying efficiency, especially on surfaces with high free moisture content. Evaporation occurs when moisture on the material surface is transferred to the surrounding environment through diffusion through a thin layer of air in contact with it. This layer creates a critical resistance zone for both mass and heat transfer. While increasing the gas velocity can reduce the thickness of this film, it cannot be eliminated. Saturated water vapor forms along this film on the material surface; this creates a constant vapor pressure difference between the film and the surrounding gas, ensuring continuous evaporation. The evaporation rate is positively related to the material's surface area and particle structure, and negatively related to the air film thickness. The variation of X_{db} and MR is displayed in Fig. 4. The initial X_{db} value was 3.317 g water/g dry matter. The testing durations were near to one another because of the same conditions. Exp-1 took 5760 minutes to finish.

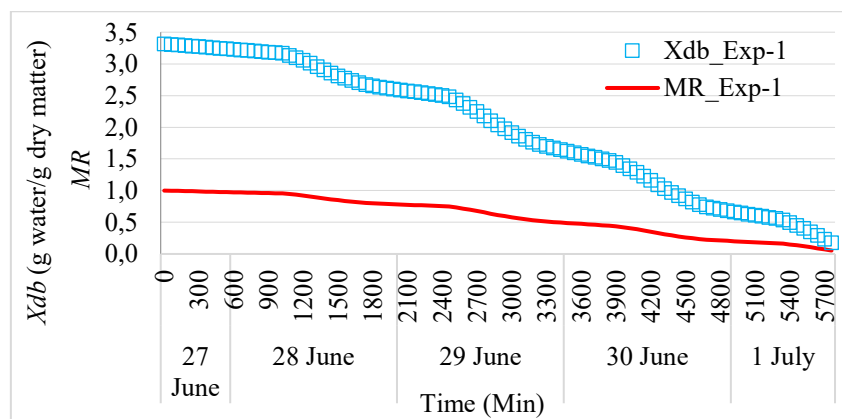


Fig. 4. The instantaneous variation of X_{db} and MR .

Fig. 5 shows the instantaneous variation of X_{db} and the ratio of temperature difference to solar irradiance level (dT/I). Throughout the experiment, the dT/I value averages 0.5. Consequently, the experiment showed better results in terms of moisture removal efficiency per unit of energy and solar energy conversion to heat (dT/I), indicating an efficient and effective drying process. As a result, drying times are noticeably shorter on days with higher sun irradiance, even if the dryer can dry high-quality products at lower temperatures.

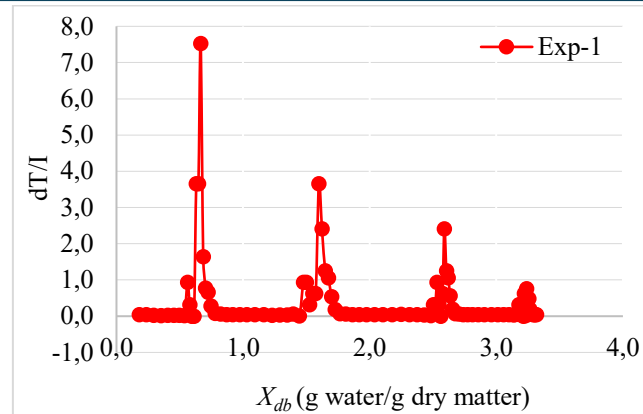


Fig. 5. The instantaneous variation of X_{db} and dT/I .

One important component affecting the drying process is the drying air's ability to carry moisture as it passes over the product. The drying air temperature influences both the drying rate and the length of the drying process to convey vapour. Fig. 6 illustrates how DR varies. As expected, the DR value decreased in tandem with a decrease in the product's moisture value. Moisture evaporation took place close to the sweet cherry's surface at the start of the experiment. As the sweet cherries dried further, a crust developed on the outside while the inside remained moist, making it harder for moisture to get to the top. The second stage was passed.

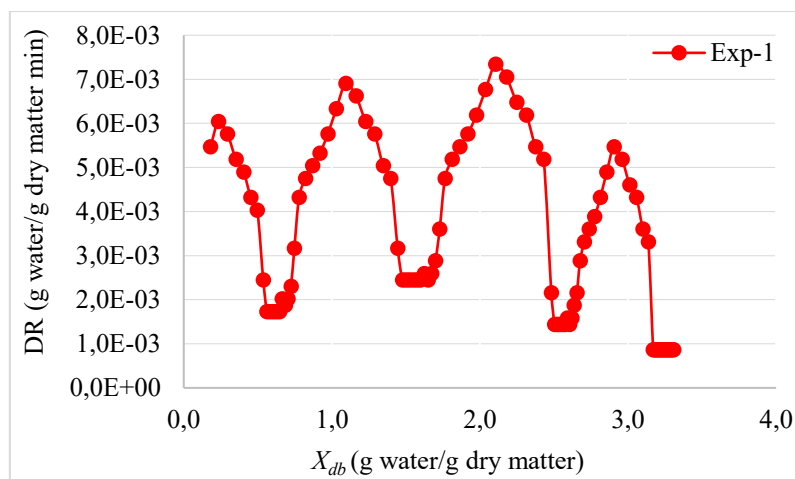


Fig. 6. The instantaneous variation of DR .

The variation of De according to MR is displayed in Fig. 7. De and MR are closely linked because De heavily depends on the product's moisture content. Water molecules move faster and reach the surface more quickly at high temperatures, high moisture levels, and during the initial drying stage due to increased water kinetic energy. This is because of the low surface temperature and high moisture content at the beginning of the experiment. The higher drying

temperature caused water molecules in the sweet cherries to evaporate more rapidly, resulting in a faster decrease in the MR and a higher effective D_e value, even though removing moisture from the product became more difficult in the final drying stage. It is found that the maximum D_e value is 1.5×10^{-9} , while the average value is 8.9×10^{-11} . In the Doymaz and İsmail (2011) study, the D_e values were found to be between 5.683×10^{-10} and $1.544 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ for sweet cherries at 60–75 °C. In a study of Ouaabou et al. (2020), D_e values were $2.85 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ to $6.51 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ at 60, 70, and 80 °C. For sweet cherries, the results are similar to those in previous research. However, they were able to achieve higher values because higher drying air temperature and air velocity were provided in a more controlled and continuous manner. Additionally, it is observed that D_e and hm values increase together. Since both parameters depend on temperature, the D_e value rises proportionally as hm increases with temperature.

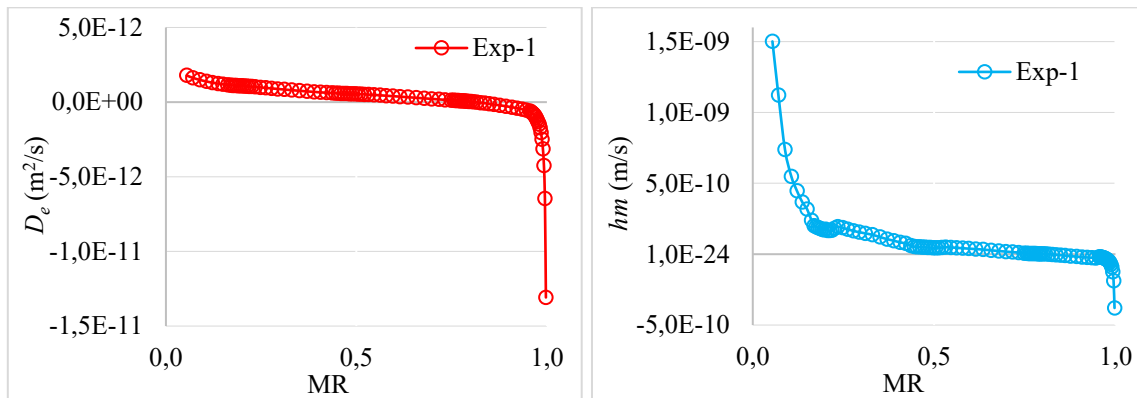


Fig. 7. The variation of D_e and hm .

Fig. 8 displays a link between the X_{db} , SEC , and $SMER$. The $SMER$ levels varied and were relatively high over the first third of the experiment. But over time, $SMER$ values fall while SEC values rise. This indicates that moisture extraction gets harder as the experiment goes on, and energy usage rises in tandem. While average $SMER$ was 2.3 g water / Wh, average SEC reached 16.8 Wh / g water. It is generally seen that the values are concentrated in a particular area, indicating that the investigations are still in their early phases. These values exhibited more consistent behaviour after that. At the end of the experiment, the $SMER$ levels were lower than those at the start. The food's cellular structure is under some stress due to the moisture gradient that develops during drying, which causes physical changes like shrinkage and colour changes. It was determined that significant increases in the Bi and D_e coincided with increases in the surface temperature. It was determined that the Bi varied from 0.1 to 1.0. The product's moisture content decreased as the temperature increased, increasing the Bi .

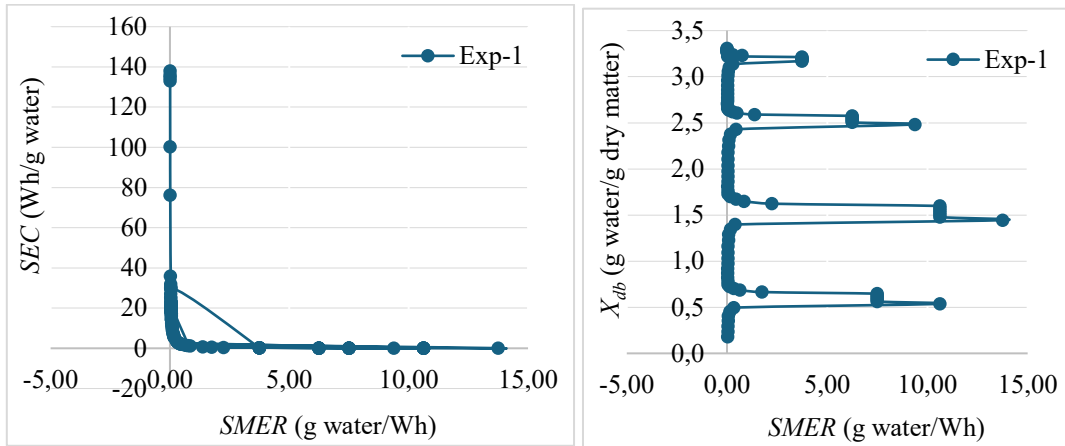


Fig. 8. Correlation between the *SEC* and *SMER*.

The relationship between *DE* and $T_{(d,o)} - T_{(d,i)} / \dot{m}_w$ (°C/g) is displayed in Fig. 9. As one falls, the other rises because their movements are inversely proportional. Because of the product's high X_{db} and quick evaporation, *DE* was relatively high at the start of the studies. Even when the drying temperature rose later on, it became more challenging to remove moisture. As a result, *DE* significantly dropped. The average *DE* was 40.7%. The average value of $T_{(d,o)} - T_{(d,i)} / \dot{m}_w$ (°C/g) was 1.0 °C/g, while the maximum value was 5.9 °C/g.

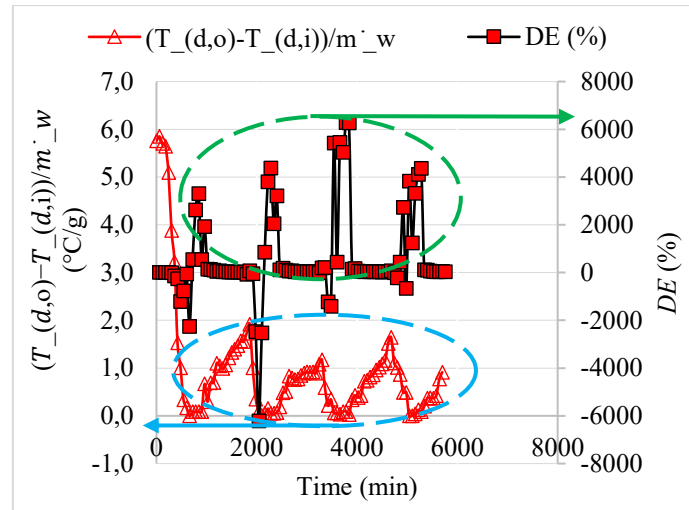
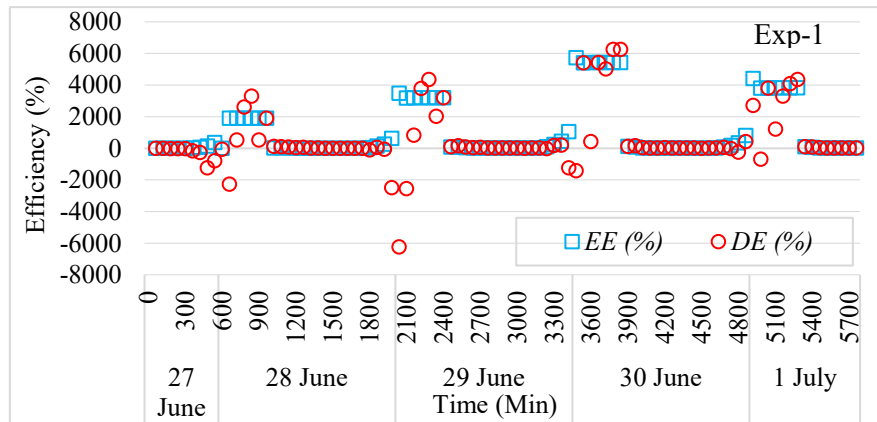


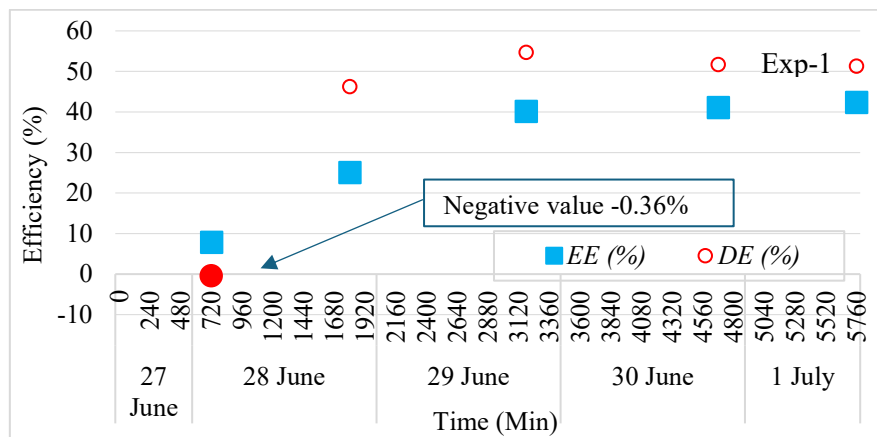
Fig. 9. Correlation between *DE* and $(T_{d,o} - T_{d,i}) / \dot{m}_w$.

The variations in *EE* and *DE* throughout the experiment are displayed in Fig. 10a. Examining the plots reveals notable variations and comparative dynamics between *EE* and *DE*. As expected, *EE* and *DE* values increased significantly in the evening and at night due to evaporation despite no energy consumption. Therefore, Fig. 10b was plotted. The variations in

EE and *DE* derived solely from daytime averages are displayed in Fig. 10b. As a result, the maximum *EE* is 42.4%, while the average is 31.3%. 40.7% is the average *DE*.



c) Variations in *EE* and *DE* during the experiment



d) Variations in *EE* and *DE* obtained based only on daytime averages

Fig. 10. Variations in *EE* and *DE* during the experiment.

8. CONCLUSION

This study was purposed to use a single-inclined solar dryer to dry sweet cherries (*Prunus avium*). In June, sweet cherries were dried. The following is a summary of the experiments' findings:

- The experiment's conclusion showed that the cherries' final moisture content was 0.18 g water/g dry matter, indicating that a very low moisture value was attained.
- The drying time of sweet cherries in the solar dryer in June was 5760 minutes. Although the drying time was quite longer compared to dryers under constant and controlled conditions, it was shorter compared to the sun-dryer.
- The average *SEC* was 17.1 Wh / g water, whereas the maximum *SMER* was 13.8 g water

/ Wh. The values are typically found to be concentrated in one place, suggesting that the investigations are still in their early stages.

- The average EE is 31.3%, and the maximum was 42.4%. The mean DE was 40.7%.
- The average hm was 8.9×10^{-11} , and the maximum was 1.5×10^{-9} .
- The maximum DR value was 7.3×10^{-3} g water/g dry matter h while the maximum D_e value was 1.8×10^{-12} m²/s.

The results of this study indicate that even dryers made of sustainable or recycled materials can achieve good drying performance. These points lead to a viable path towards environmentally responsible system design without sacrificing drying quality or thermal efficiency. Comparative data show that these systems produce outcomes comparable to those of traditional dryers documented in the literature, especially when it comes to energy usage and moisture removal rates. Beyond this encouraging result, next research might look at more complex configurations, including adding thermal energy storage modules, active air flow systems (forced convection), or hybrid systems that combine passive and active solar components. Additionally, the versatility of recycled dryer architecture makes it possible to expand applications to include a greater variety of industrial and agricultural goods. It is possible to argue that incorporating recyclable materials into the design of solar dryers is a technically sound, scalable, and sustainable alternative that merits more research and development, both experimentally and through sophisticated modelling studies.

Nomenclature

A_d	dryer area (m ²)
Bi	Biot number
$C_{p,a}$	specific heat capacity of air (kJ/kg K)
$C_{p,p}$	specific heat capacity of product (kJ/kg K)
DE	drying efficiency (%)
D_e	effective diffusivity coefficient (m ² /s)
Di	Dincer number
DR	drying rate (g water/g dry matter min)
E	energy consumption (kJ/s)
EE	energy efficiency (%)
h_{fg}	latent heat energy (kJ/kg)
h_m	mass transfer coefficient (m/s)
I	solar irradiance (W/m ²)
k_c	drying constant (1/min)
L	characteristic dimension and corresponds to the half thickness for a slab object (m)
X_{db}	moisture content in dry bases (g water/g dry matter)
X_{eq}	equilibrium moisture content (g water/g dry matter)

M_i	initial wet weight (g)
M_d	final dry weight (g)
M_e	equilibrium moisture content (g water/g dry matter)
M_o	initial moisture content (g water/g dry matter)
M	moisture content of the product at any level and at any time (g water/g dry matter)
X_t	moisture content at the time “t” (g water/g dry matter)
X_{t+dt}	moisture content at the time “t + dt” (g water/g dry matter)
MR	moisture ratio
m_p	product weight (kg)
$\dot{m}_w$	vaporized water weight (kg/s)
Rh	relative humidity (%)
SEC	specific energy consumption (kJ/kg)
$SMER$	specific moisture extraction rate (g water/Wh)
$T_{d,o}$	temperature of dryer outlet air (°C)
$T_{d,i}$	temperature of dryer inlet air (°C)
T_p	temperature of product (°C)
t	drying time (min)
V_a	velocity (m/s)
z	direction of diffusion process (m)
Subscripts	
aai	ambient air inlet
db	dry bases
i	inlet
o	outlet
oa	outlet air
s	surface
tot	total

References

- Aboltins, A. (2013). Theoretical study of material drying coefficient. *Engineering for Rural Development*, Jelgava, 5, 23–24.
- Berk, Ş., Demircan, H., Yıldız, G., Yıldız, G., Taşkın, O., Oral, R.A. (2023). Microwave-hot air hybrid drying: The impact of pre-treatment solution on some quality characteristics of white cherry fruit. *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 7(2).
- Bispo, J.A.C., Bonafe, C.F.S., Santana, K.M.O.V., Santos, E.C.A. (2015). A comparison of drying kinetics based on the degree of hydration and moisture ratio. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 192-198.
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K., & Stathopoulos, C. E. (2016). Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends in food science & technology*, 55, 72-83.
- Crank, J. (1975). *The Mathematics of Diffusions*, 2nd ed. Oxford University Press, London, 104-106.
- Dincer, I. and Hussain, M., M. (2002). Development of a new Bi-Di correlation for solids drying, *Heat and Mass Transfer*, 45, 3065-3069.
- Doymaz, İ., & İsmail, O. (2011). Drying characteristics of sweet cherry. *Food and Bioproducts Processing*, 89(1), 31-38.
- Doymaz, İ., Demir, H., & Yildirim, A. (2015). Drying of quince slices: effect of pretreatments on drying and rehydration characteristics. *Chemical Engineering Communications*, 202(10), 1271-1279.
- Faienza, M. F., Corbo, F., Carocci, A., Catalano, A., Clodoveo, M. L., Grano, M., ... & Portincasa, P. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of functional foods*, 69, 103945.
- Giner, S.A., Torrez Irigoyen, R.M., Cicuttin, S., Fiorentini, C. (2010). The variable nature of Biot numbers in food drying. *Journal of Food Engineering*, 101(2), 214-222.

- Hayaloglu, A. A., & Demir, N. (2015). Physicochemical characteristics, antioxidant activity, organic acid and sugar contents of 12 sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey. *Journal of Food Science*, 80(3), C564-C570.
- Lopez, A., Iguaz, A., Esnoz A. and Virseda, P. (2000). Thin-layer drying behavior of vegetable wastes from wholesale market. *Drying Technology*, 18(4-5), 995-1006.
- McCune, L. M., Kubota, C., Stendell-Hollis, N. R., & Thomson, C. A. (2010). Cherries and health: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(1), 1-12.
- Michailidis, M., Karagiannis, E., Polychroniadou, C., Tanou, G., Karamanoli, K., & Molassiotis, A. (2019). Metabolic features underlying the response of sweet cherry fruit to postharvest UV-C irradiation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 144, 49-57.
- Ouaabou, R., Nabil, B., Ouhammou, M., Idlimam, A., Lamharrar, A., Ennahli, S., ... & Mahrouz, M. (2020). Impact of solar drying process on drying kinetics, and on bioactive profile of Moroccan sweet cherry. *Renewable Energy*, 151, 908-918.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., Kunwisawa, J., Soponronnarit, S. (2011). Determination of effective moisture diffusivity and assessment of quality attributes of banana slices during drying. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1502-1510.
- Uribe, E., Pasten, A., Mejias, N., & Vega-Galvez, A. (2023). Valorization of sweet cherries (*Prunus avium*) using different drying methods for obtaining a healthy dried product. *ACS Food Science & Technology*, 3(2), 301-309.
- Usenik, V., Fabčić, J., & Štampar, F. (2008). Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107(1), 185-192.
- Vakula, A., Pavlić, B., Pezo, L., Tepić Horecki, A., Daničić, T., Raičević, L., ... & Šumić, Z. (2020). Vacuum drying of sweet cherry: Artificial neural networks approach in process optimization. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), e14863.
- Vursavuş, K., Kelebek, H., & Selli, S. (2006). A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 74(4), 568-575.
- Yigit, D., Baydas, E., & Guleryuz, M. (2009). Elemental analysis of various cherry fruits by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Asian J Chem*, 21(4), 2935-2942.

YEMEN'DEKİ MARİB GAZ TÜRBİNİ SANTRALİNİN VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAK VE EMİSYONLARI AZALTMAK İÇİN BRAYTON–ORGANİK RANKİNE ÇEVİRİMİ İLE YÜKSELTİLMESİ

Abdulrazzak AKROOT

Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering,
78050, Karabük

ORCID ID: 0000-0000-1700-8480

ÖZET

Yemen'deki Marib gaz türbini santrali hâlihazırda basit bir Brayton çevrimiyle çalışmakta, yüksek sıcaklıktaki egzoz gazlarını geri kazanım yapmadan atmosfere bırakmakta ve bu durum önemli enerji kayıplarına ve yüksek CO₂ emisyonlarına yol açmaktadır. Bu çalışma, bu atık ısının geri kazanılmasını sağlamak ve performans ile çevresel sürdürülebilirliği iyileştirmek amacıyla, Brayton–Organik Rankine Çevrimi (BC–ORC) entegre edilmiş bir sistem önermektedir. Önerilen sistemde Brayton çevrimi üst çevrim olarak görev yaparken, Organik Rankine Çevrimi alt çevrim olarak tolüen çalışma akışkanıyla çalışmakta ve gaz türbininin egzoz gazlarıyla tahrik edilmektedir. Entegre sistemi değerlendirmek amacıyla Engineering Equation Solver (EES) kullanılarak kararlı durum termodinamik modeli geliştirilmiştir. Her bir bileşen ve genel çevrim için enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır. Parametrik çalışmalar, Brayton çevrimi basınç oranı, ORC türbini giriş sıcaklığı ve ORC türbini giriş basıncının net güç çıkışı, verimler ve özgül CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, ORC entegrasyonunun toplam net güç çıkışını 138,4 MW'tan (yalnızca BC) 195,9 MW'a çıkardığını, bunun %41,5'lik bir artış anlamına geldiğini göstermektedir. Termal verim %30,87'den %43,71'e, ekserji verimi ise %29,81'den %42,21'e yükselmiştir. Özgül CO₂ emisyonları yaklaşık %29 oranında azalmış, 639,1'den 451,3 kg/MWh değerine düşmüştür. Parametrik analiz, orta düzeydeki Pr değerlerinin (6–10) net güç çıkışı ve verim arasında en iyi dengeyi sağladığını, ORC türbini giriş sıcaklığının artırılmasının ORC katkısını yükseltip emisyonları hafifçe azalttığını, 2000–3000 kPa aralığındaki ORC türbini giriş basıncı değişiminin ise performans üzerinde ihmal edilebilir bir etki yarattığını göstermektedir. Bulgular, entegre bir BC–ORC atık ısı geri kazanım sisteminin Marib santralinde uygulanmasının, Yemen'in elektrik üretim verimliliğini artırmak ve çevresel etkisini azaltmak için pratik ve maliyet etkin bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Brayton Çevrimi, Organik Rankine Çevrimi, Atık Isı Geri Kazanımı, CO₂ Emisyonları, Yemen, Marib Enerji Santrali.

UPGRADING THE MARIB GAS TURBINE POWER PLANT IN YEMEN WITH A BRAYTON–ORGANIC RANKINE CYCLE FOR HIGHER EFFICIENCY AND LOWER EMISSIONS

ABSTRACT

The Marib gas turbine power plant in Yemen currently operates on a simple Brayton cycle, releasing high-temperature exhaust gases without recovery, resulting in substantial energy losses and elevated CO₂ emissions. This study proposes an integrated Brayton–Organic Rankine Cycle (BC–ORC) configured to capture and utilize this waste heat, improving performance and environmental sustainability. In the proposed system, the Brayton cycle serves as the topping cycle, while an organic Rankine cycle using toluene as the working fluid operates as the bottoming cycle, driven by the gas turbine exhaust gases. A steady-state thermodynamic model was developed using Engineering Equation Solver (EES) to evaluate the integrated system. Energy and exergy analyses were conducted for each component and the overall cycle. Parametric studies examined the effects of Brayton cycle pressure ratio (Pr), ORC turbine inlet temperature, and ORC turbine inlet pressure on net power output, efficiencies, and specific CO₂ emissions. Results show that integrating the ORC increases total net power output from 138.4 MW (BC only) to 195.9 MW, a 41.5% improvement. Thermal efficiency rises from 30.87% to 43.71%, and exergy efficiency from 29.81% to 42.21%, specific CO₂ emissions decrease by approximately 29%, from 639.1 to 451.3 kg/MWh. Parametric analysis indicates that moderate Pr values (6–10) provide the best balance between high net output and efficiency, higher ORC turbine inlet temperature enhances ORC contribution and slightly reduces emissions, while ORC turbine inlet pressure variation within 2000–3000 kPa has a negligible impact on performance. The findings demonstrate that implementing an integrated Brayton–ORC waste heat recovery system in the Marib power plant is a practical and cost-effective approach for enhancing Yemen’s electricity generation efficiency and reducing its environmental footprint.

Keywords: Brayton Cycle, Organic Rankine Cycle, Waste Heat Recovery, CO₂ Emissions, Yemen, Marib Power Plant.

1. INTRODUCTION

As traditional power sources are increasingly used, energy security and environmental implications are vital concerns. Combined systems efficiently generate additional power from one fuel source (Islam et al., 2014). These systems use waste heat to produce additional power and reduce greenhouse gas emissions (Axelsson et al., 2003; Ahmed et al., 2022). This integration reduces operating carbon footprint and increases energy efficiency, meeting global

sustainability targets (Baleta et al., 2019; Liu et al., 2015). Combined systems are more efficient than traditional power generation, which wastes heat. They create additional power from one fuel source. The heat loss of conventional methods is eliminated (Olabi et al., 2020). The heat from power generation, usually lost, drives the system. Combined system converts waste heat into power using an organic Rankine cycle (ORC) (Sun et al., 2017; Tchanche et al., 2011). This clever integration increases energy production efficiency and reduces environmental effects (Sun et al., 2017). The combined system requires a gas turbine or engine to generate electricity. This process generates much heat, which would otherwise be lost to the atmosphere. Heat recovery devices recuperate this wasted thermal energy in the combined systems (Chen et al., 2022).

In the 21st century, the pursuit of sustainable, low-carbon energy is crucial to addressing climate change, necessitating the adoption of cleaner and more efficient technologies to minimize fossil fuel use and environmental harm (Kabeyi and Olanrewaju, 2022; Chen et al., 2022). To meet this challenge, research has increasingly focused on developing multi-energy systems that integrate diverse energy carriers—such as natural gas, electricity, and heat. These systems offer a promising pathway to deliver sustainable, efficient, and environmentally friendly energy by combining various energy subsystems. Several studies in the literature have explored combined heat and power (CHP) systems utilizing gas turbine engines (Dobre et al., 2024; Balli et al., 2021; Pilavachi, 2000). Bagherzadeh et al. (Bagherzadeh et al., 2020) proposes enhancing Brayton cycle performance using compressed air and organic Rankine cycles, identifying optimal compression ratios and working fluids, with R123 yielding the highest efficiencies and isopentane causing the least exergy destruction. Zare and Hasanzadeh (Zare and Hasanzadeh, 2016) utilized the Brayton cycle as the foundation of the power generation system and found that it could enhance exergy efficiency by over 30% for the entire power plant. Pan et al. (Pan et al., 2020) introduced a GT-SCO₂/ORC cogeneration system using gas turbine exhaust heat for improved efficiency. The system achieves energy and exergy efficiencies of 56.47% and 45.46%. Optimizing parameters like air compressor pressure ratio, gas turbine isentropic efficiency, and inlet temperature enhances thermodynamic and economic performance. Ochoa et al. (Ochoa et al., 2020) optimized a supercritical CO₂ Brayton and SORC system using PSO, showing that reheating reduces exergy destruction by 92.28% and improves thermal efficiency to 56.95%. Bian et al. (Bian et al., 2025) proposed integrating ORC and Brayton cycles for hydrogen liquefaction, improving efficiency with a 3.7% SEC reduction, 47.62% exergy efficiency, and eliminating the need for a hydrogen converter—offering a cost-effective,

energy-efficient solution for clean energy applications. Abrosimov et al. (Abrosimov et al., 2020) analyzed an inverted Brayton cycle combined with an organic Rankine cycle (IBC-ORC) for high-temperature waste heat recovery from engine exhaust gases. Using Aspen HYSYS software and a 1.4 MW gas-fueled engine case, the system's performance was optimized under various ambient temperatures. Kareem et al. (Kareem et al., 2023) analyzed the exergy–economic performance of integrating Brayton and Organic Rankine cycles at Taji station in Baghdad to recover waste heat and reduce emissions. Results show the GSO CC system generates 258.2 MW with higher efficiencies (44.37% energy, 42.84% exergy) compared to the Brayton cycle alone (28.74% and 27.75%). Ismael et al. (Ismael et al., 2022) analyzed an organic Rankine cycle (ORC) integrated with a Brayton cycle using intercooling, reheating, and regeneration (BCIRR). Results show that increasing turbine inlet temperature boosts net power output and thermal efficiency. The combined cycle's efficiency is 11.7% higher than the Brayton cycle alone, and the ORC contributes about 28,650 kW of net power.

While previous studies have examined the integration of Brayton and Organic Rankine Cycles (ORC) for waste heat recovery and efficiency improvement in power generation systems, there remains a lack of applied research focusing on real-world gas turbine plants in conflict-affected and resource-constrained regions. This study is the first to propose and thermodynamically analyze a hybrid Brayton–ORC system specifically designed for the Marib gas turbine power plant in Yemen. By using toluene as the ORC working fluid and applying a steady-state simulation in Engineering Equation Solver (EES), the research provides a tailored, practical solution that significantly enhances both energy and exergy efficiency while reducing CO₂ emissions by nearly 30%. Unlike previous general or theoretical models, this work offers a region-specific, implementable strategy to upgrade an existing power facility, demonstrating both technical feasibility and environmental benefit under the unique constraints of Yemen's energy infrastructure.

2. MATERIAL AND METHODS

This study develops and analyzes a hybrid Brayton Cycle–Organic Rankine Cycle (Brayton–ORC) system as an upgrade to the existing gas turbine power plant in Marib, Yemen. The current plant operates using a simple gas turbine cycle, which releases high-temperature exhaust gases directly to the atmosphere. Figure 1 illustrates the thermodynamic configuration of a hybrid Brayton–ORC system, designed to enhance energy recovery by integrating a Brayton cycle (top cycle) with a bottoming ORC. The proposed system consists of a simple Brayton cycle (BC) as the topping cycle, with an organic Rankine cycle (ORC) as the bottoming cycle

for waste heat recovery. The BC generates primary power through gas turbine operation, while the ORC produces additional electricity by utilizing the high-temperature exhaust gases from the BC. This configuration maximizes energy utilization and improves overall thermal performance.

The integration of an ORC bottoming cycle ensures better utilization of waste heat from the Brayton cycle, increasing the overall thermal efficiency of the system. Using Toluene as the ORC working fluid provides a wide operational temperature range, improving heat recovery from the HRVG. The system configuration allows dual power generation (from both GT and ORC) with minimal fuel consumption. Ambient air is compressed to a high pressure (stream 2) in three parallel compressors, which improves combustion efficiency. Fuel is injected and combusted with the compressed air (stream 2), producing high-temperature flue gases (stream 3). The hot gases expand in three parallel gas turbines (stream 4 $\rightarrow$ stream 5), generating mechanical power that drives an electric generator (G). The exhaust gases from the Brayton cycle (stream 5) pass through the HRVG, transferring waste heat to the ORC working fluid (Toluene), which is circulated on the ORC side (stream 6). The vaporized working fluid expands in the ORC turbine (stream 7 $\rightarrow$ stream 8), producing additional power via another generator (G), thereby utilizing heat that would otherwise be lost. The partially cooled working fluid (stream 8 $\rightarrow$ stream 9) preheats the returning liquid (stream 11) before entering the condenser, improving cycle efficiency by reducing energy input requirements. The working fluid (stream 9 $\rightarrow$ stream 10) rejects heat to the cooling medium (stream 13 $\rightarrow$ stream 14), condensing it into a liquid state. The liquid working fluid (stream 10 $\rightarrow$ stream 11) is pumped back to the HRVG to close the cycle.

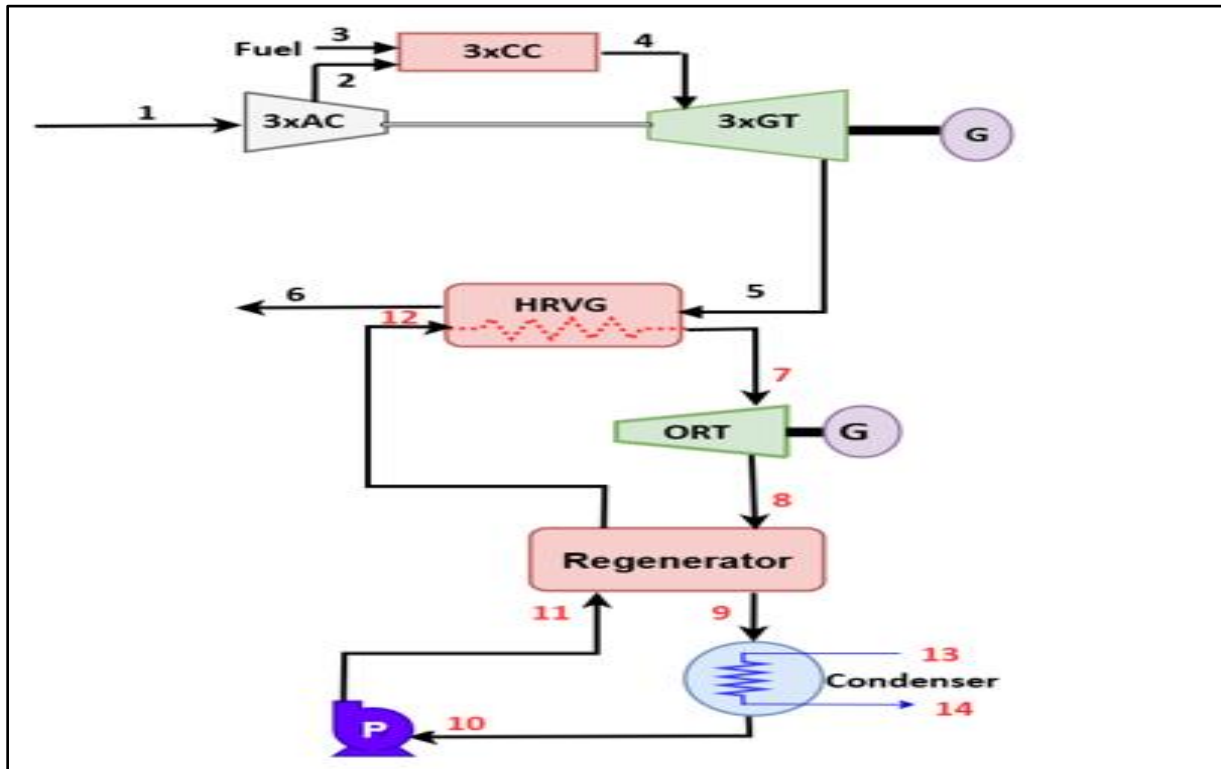


Fig. 1. Schematic diagram of the proposed hybrid Brayton–ORC power generation system implemented in Marib, Yemen.

The thermodynamic analysis of the combined cycle incorporates several assumptions, as outlined below:

- The system operates under steady-state thermodynamic conditions.
- Air and combustion gases in the Brayton cycle are treated as ideal gases.
- The fuel entering the combustion chamber is natural gas, specifically 100% methane, with a lower heating value (LHV) of 50,056 kJ/kg.
- Pressure drops in heat exchangers (HRVG, regenerator, condenser, etc.) are considered negligible.
- The Brayton cycle uses air as the working fluid, and the ORC uses toluene.
- Saturated vapor is used as the working fluid entering the organic Rankine turbine.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results section presents a comprehensive evaluation of the integrated Brayton–ORC system, focusing on how key operating parameters influence power output, efficiency, and environmental performance. The analysis examines the effects of the Brayton Cycle (BC) pressure ratio, as well as the ORC turbine inlet temperature and pressure, on the thermodynamic behavior of both the standalone BC and the combined cycle. Table 1 presents the key operating

parameters used for simulating the integrated Brayton–ORC system for the Marib gas turbine plant.

Table 1. Input Parameters for the Thermodynamic Simulation of the Brayton–ORC System in Marib Gas Turbine Power Plant

Parameter	Value
Compressor pressure ratio	10.5
Ambient temperature (°C)	26
Ambient pressure (°C)	101.3
Lower heating value of fuel(kJ/kg)	50056
Inlet air mass flow rate (kg/s)	501
Isentropic efficiency of the compressor (%)	85
Isentropic efficiency of gas turbine	89
Outlet temperature of gases from CC (K)	1350
The pressure of the ORF at the inlet of HRVG (kPa)	2800
Isentropic efficiency of the ORT	81
Outlet temperature of Condenser (°C)	35.8

Table 2 summarizes the key performance outcomes of the integrated Brayton–ORC system modeled for the Marib gas turbine plant. The results indicate that with a fuel mass flow rate of 9 kg/s and a toluene mass flow rate of 330.9 kg/s, the Brayton Cycle (BC) generates 138.4 MW, while the organic Rankine cycle (ORC) contributes an additional 57.56 MW, yielding a total net power output of 195.9 MW. Thermal efficiency improves from 30.87% in the standalone BC to 43.71% of the combined system. Similarly, exergy efficiency rises from 29.81% to 42.21%, reflecting the effective recovery of waste heat. The total exergy destruction is 253.1 MW, with significant reductions in CO₂ emissions: from 639.1 kg/MWh for the standalone BC to 451.3 kg/MWh in the integrated system, demonstrating the environmental advantage of waste heat recovery.

Table 2. Performance Results of the Integrated Brayton–ORC Waste Heat Recovery System for the Marib Gas Turbine Plant

Calculated Parameters	Value
Fuel mass flow rate, $\dot{m}_{\text{fuel}}$ (kg/s)	9
Toluene mass flow rate, $\dot{m}_{\text{Toluene}}$ (kg/s)	330.9
CO_2 mass flow rate, $\dot{m}_{\text{Toluene}}$ (kg/s)	24.57
Brayton cycle net power, $\dot{W}_{\text{BC}}$ (MW)	138.4
ORC net power, $\dot{W}_{\text{ORC}}$ (MW)	57.56
Brayton -ORC cycle net power, $\dot{W}_{\text{net}}$ (MW)	195.9
Thermal efficiency for Brayton -ORC cycle, $\eta_{\text{th,cycle}}$ (%)	43.71
Thermal efficiency for BC, $\eta_{\text{th,BC}}$ (%)	30.87
Exergy efficiency for Brayton -ORC cycle, $\eta_{\text{ex,cycle}}$ (%)	42.21
Exergy efficiency for BC, $\eta_{\text{ex,BC}}$ (%)	29.81
Exergy destruction, $\dot{E}_{\text{D,Total}}$ (MW)	253.1
CO_2 emission for Brayton -ORC cycle, $\text{Emission}_{\text{cycle}}$ ($\text{kg}_{\text{CO}_2} / \text{MWh}$)	451.3
CO_2 emission for Brayton cycle, $\text{Emission}_{\text{BC}}$ ($\text{kg}_{\text{CO}_2} / \text{MWh}$)	639.1

Table 3 represents the energy and exergy analysis for each major component of the integrated Brayton–ORC system in the developed model. The combustion chamber exhibits the highest energy input (448.23 MW) but also the largest exergy destruction (149.7 MW), accounting for the greatest irreversibility in the system due to chemical reaction losses. The heat recovery vapor generator (HRVG) is another major contributor to exergy destruction (42.61 MW) because of the large temperature difference between the exhaust gases and the ORC working fluid. The gas turbine shows a high exergy efficiency (95.5%), indicating effective energy conversion with minimal losses. Similarly, the air compressor achieves 91.17% exergy efficiency, reflecting efficient compression. The organic Rankine turbine also performs well with 84.97% efficiency. Conversely, the condenser has the lowest exergy efficiency (29.66%), as it rejects low-grade heat to the environment. The pump has the smallest exergy destruction (0.255 MW) and relatively high efficiency (82.36%).

Table 3. Energy and Exergy Distribution Across Components in the Brayton–ORC Waste Heat Recovery System

Component	W OR Q (MW)	$\dot{E}_{dest}$ (MW)	Ψ (%)
Air Compressor	172.1	13.48	91.17
Combustion chamber	448.23	149.7	75.97
Gas turbine	310.5	14.65	95.5
HRVG	229.05	42.61	65.19
Organic turbine	58.92	10.42	84.97
Regenerator	50.55	2.52	77.43
Condenser	137.14	6.37	29.66
Pump	1.37	0.255	82.36

Figure 2 illustrates the influence of the Brayton Cycle (BC) pressure ratio (Pr) on the performance of the integrated Brayton–ORC system, considering the net power output, CO_2 emissions, and thermal and exergy efficiencies. The results indicate that moderate Pr values (around 6–10) offer the best trade-off between maximizing total net power output and achieving substantial efficiency gains while maintaining low CO_2 emissions. Higher Pr improves standalone BC efficiency and reduces emissions, but comes at the expense of ORC performance and total output. Figure 2a illustrates the effect of the Brayton Cycle (BC) pressure ratio (Pr) on the net power outputs of the overall system ($\dot{W}_{net}$), the BC ($\dot{W}_{BC}$), and the ORC ($\dot{W}_{ORC}$) in the hybrid Brayton–ORC configuration. Overall system output ($\dot{W}_{net}$) starts at its highest value of 205.7 MW when $Pr=6$, then decreases almost linearly to 169.3 MW at $Pr=18$. The reduction is driven primarily by the decline in ORC power as Pr increases. BC output ($\dot{W}_{BC}$) initially increases from 132.2 MW at $Pr=6$ to a peak of 138.7 MW at $Pr=9$, due to improved compression and expansion efficiencies at moderate pressure ratios. Beyond this point, turbine power gains are offset by increased compressor work, leading to a gradual decline to 125 MW at $Pr=18$. ORC output ($\dot{W}_{ORC}$) shows a steady decrease from 73.49 MW at $Pr=6$ to 44.33 MW at $Pr=18$. This drop occurs because higher BC pressure ratios reduce the exhaust gas temperature and enthalpy available at the HRVG, limiting waste heat recovery potential. Even though BC work increases slightly at first, the reduction in ORC power dominates, Figure 2b shows the effect of the Brayton Cycle (BC) pressure ratio (Pr) on CO_2 emissions for the standalone BC ($Emission_{BC}$) and the combined Brayton–ORC system ($Emission_{cycle}$). This trend highlights that integrating the ORC not only boosts power output but also achieves substantial environmental benefits by lowering specific CO_2 emissions. The advantage is most significant

at lower pressure ratios, making moderate Pr values (6–10) particularly attractive for balancing high efficiency with reduced emissions in the Marib gas turbine plant upgrade. For all pressure ratios, the combined Brayton–ORC system produces significantly lower CO_2 emissions compared to the standalone BC, due to improved fuel utilization and waste heat recovery. At $Pr=6$, CO_2 emissions are 755.8 kg CO_2 /MWh for BC alone, but only 485.7 kg CO_2 /MWh for the combined cycle, a 35.7% reduction. As Pr increases, CO_2 emissions from both systems gradually decline, reaching 601.9 kg CO_2 /MWh for BC alone and 444.3 kg CO_2 /MWh for the combined cycle at $Pr=18$. The rate of reduction is more pronounced at lower pressure ratios; beyond $Pr \approx 14$, the emission values for both configurations stabilize, indicating diminishing returns from further pressure ratio increases. resulting in an overall decline in $\dot{W}_{net}$ from 205.7 MW to 169.3 MW. Maximum total net power occurs at $Pr = 6$; beyond that, total efficiency drops due to reduced ORC recovery. Figure 2c shows the variation of thermal efficiency (η_{th}) and exergy efficiency (η_{ex}) for both the standalone BC and the combined Brayton–ORC system as a function of the Brayton cycle pressure ratio (Pr). The combined system achieves an absolute efficiency improvement of about 14–15 percentage points in thermal and exergy efficiencies over the BC alone at all pressure ratios. Efficiency gains are most pronounced at lower Pr values, where higher exhaust gas temperatures benefit the ORC. Although BC efficiency improves at higher Pr , the ORC gain is reduced due to lower exhaust heat availability. For the Marib power plant upgrade, operating in a moderate Pr range (around 10–14) strikes a good balance between maximizing BC efficiency and maintaining strong ORC performance, achieving high combined-cycle efficiency with reduced environmental impact. BC thermal efficiency ($\eta_{th,BC}$) increases from 26.1% at $Pr=6$ to 32.78% at $Pr=18$, reflecting improved cycle performance with higher pressure ratios, while BC exergy efficiency ($\eta_{ex,BC}$) follows a similar trend, rising from 25.21% to 31.65%. Thermal efficiency for the combined Brayton–ORC ($\eta_{th,cycle}$) starts at 40.62% when $Pr=6$ and peaks at 44.49% around $Pr=15$ –16, showing a modest gain at higher pressure ratios but with diminishing returns beyond $Pr \approx 14$, whereas the exergy efficiency ($\eta_{ex,cycle}$) improves from 39.22% to 42.98% over the same range, remaining consistently higher than the BC alone due to effective waste heat recovery in the ORC.

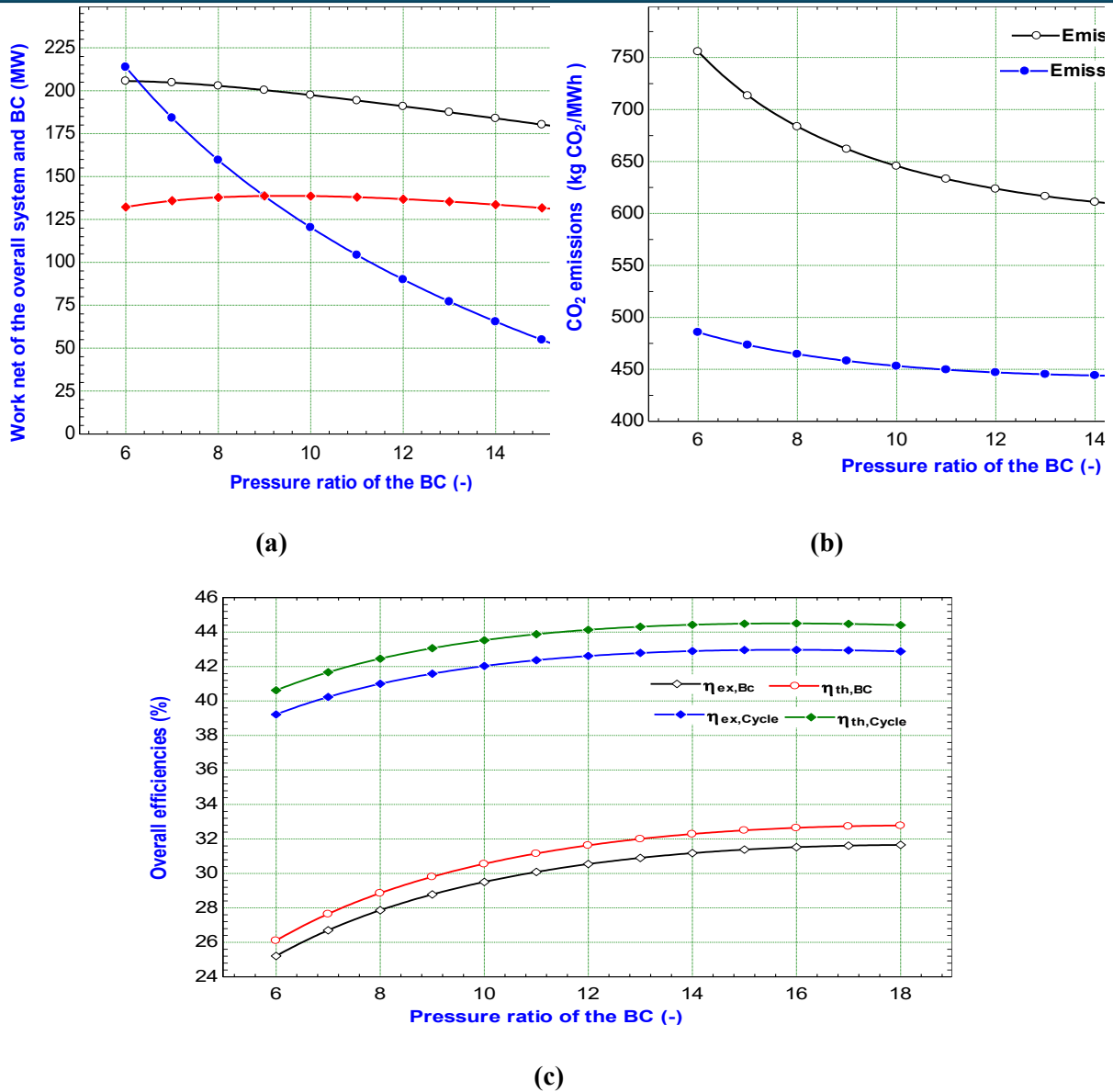


Fig. 2. Effects of the BC's pressure ratio in a combined Brayton–ORC System on (a) net power output (b) CO₂ emission and (c) thermal and exergy efficiencies.

Figure 3 presents the effect of the ORC turbine inlet temperature (T_8) on the performance of the integrated Brayton–ORC system, considering the net power output, CO₂ emissions, and thermal and exergy efficiencies. The results present that raising T_8 improves ORC and total system performance, slightly boosts overall efficiencies, and reduces CO₂ emissions for the combined cycle, without impacting BC output. However, practical constraints such as the thermal stability limits of the working fluid (toluene) must be considered when selecting the optimal inlet temperature. Figure 3a shows the effect of ORC turbine inlet temperature (T_8) on the net power outputs of the Brayton Cycle ($\dot{W}_{BC}$), the ORC ($\dot{W}_{ORC}$), and the combined system ($\dot{W}_{net}$). Raising T_8 significantly enhances ORC output and slightly boosts total system

performance, without affecting BC power. As expected, BC power output ($\dot{W}_{BC}$) remains constant at 138.4 MW across the whole temperature range (570–600 K) because the BC operation is independent of the ORC inlet temperature. ORC power output ($\dot{W}_{BC}$) increases linearly from 57.56 MW at 570 K to 61.48 MW at 600 K. This is due to the greater specific enthalpy drop across the ORC turbine at higher inlet temperatures, which increases the available expansion work. Total net power output ($\dot{W}_{net}$) rises from 195.9 MW at 570 K to 199.9 MW at 600 K. The ~4 MW gain is directly attributed to the improved ORC performance, since BC output remains unchanged. Figure 3b presents the effect of ORC turbine inlet temperature (T_8) on CO₂ emissions for the standalone Brayton Cycle (BC ($Emission_{BC}$)) and the combined Brayton–ORC system ($Emission_{cycle}$). While the improvement in CO₂ emissions with rising T_8 is modest, it confirms that operating the ORC at higher turbine inlet temperatures enhances environmental performance by increasing waste heat utilization efficiency. Standalone BC emissions ($Emission_{BC}$) remain constant at 639.1 kg CO₂/MWh across the entire range of T_8 (570–600 K), since ORC inlet temperature does not influence BC fuel consumption or operation. Combined cycle emissions ($Emission_{cycle}$) decrease slightly from 451.3 kg CO₂/MWh at 570 K to 442.5 kg CO₂/MWh at 600 K. This ~2% reduction is directly linked to the increase in ORC power output at higher T_8 , which increases the total electricity generated without increasing fuel input, thereby lowering the specific emissions per unit of electricity. Figure 3c shows the effect of the ORC turbine inlet temperature (T_8) on the thermal efficiency (η_{th}) and exergy efficiency (η_{th}) of both the standalone Brayton Cycle and the combined Brayton–ORC system. The results indicate that raising T_8 has a positive but limited effect on combined cycle efficiency, while it does not affect the BC alone. This suggests that while higher ORC inlet temperatures are thermodynamically beneficial, the magnitude of efficiency improvement is constrained by the finite temperature difference between the BC exhaust gases and the ORC working fluid, as well as the fixed performance of the BC. Both ($\eta_{th,BC}$) and ($\eta_{ex,BC}$) remain constant at 30.87% and 29.81%, respectively, for the entire T_8 range (570–600 K). This constancy is expected because BC efficiency is unaffected by ORC operating temperature, as there is no change in the BC's thermodynamic states or fuel consumption. Thermal efficiency of the combined cycle ($\eta_{th,cycle}$) increases slightly from 43.71% at 570 K to 44.59% at 600 K, and the exergy efficiency ($\eta_{ex,cycle}$) improves from 42.21% to 43.05% over the same range. The improvements, though modest (less than one percentage point), are consistent and result from higher ORC power generation at elevated inlet temperatures, which increases the proportion of waste heat converted into practical work.

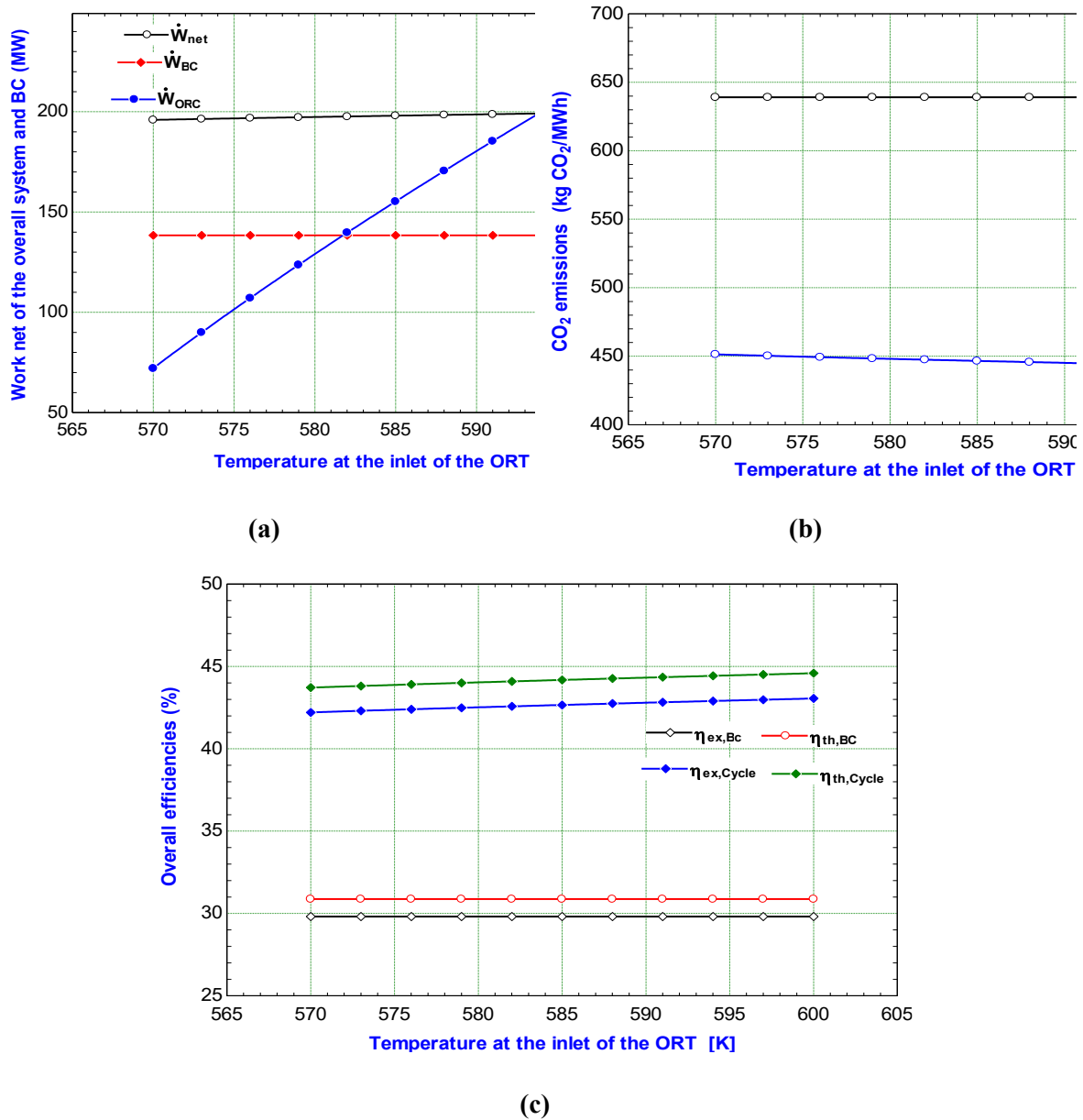


Fig. 3. Effects of the of ORC turbine inlet temperature in a combined Brayton–ORC system on (a) net power output (b) CO₂ emission and (c) thermal and exergy efficiencies.

Figures 4 present the influence of the organic Rankine cycle (ORC) turbine inlet pressure (P_8) on the performance of the integrated Brayton–ORC system, focusing on power output, CO₂ emissions, and efficiency. The results demonstrate that, within the studied range of 2000–3000 kPa, ORC inlet pressure has negligible influence on the combined cycle’s power output, specific CO₂ emissions, or efficiency. This indicates a broad operational flexibility in selecting P_8 . Figure 4a shows the effect of ORC turbine inlet pressure (P_8) on the power outputs of the Brayton Cycle ($\dot{W}_{BC}$), ORC ($\dot{W}_{ORC}$), and the total combined system ($\dot{W}_{net}$). The results indicate

that the system operates in a relatively stable zone for the studied range of ORC turbine inlet pressures, where neither BC nor ORC power is significantly impacted. This stability suggests operational flexibility in choosing P_8 without significant penalties in net output. However, slightly lower inlet pressures (around 2000–2400 kPa) produce marginally higher total power and may be preferable for maximizing energy recovery while potentially reducing mechanical stress on the ORC turbine. BC power output ($\dot{W}_{BC}$) remains constant at 138.4 MW across the entire inlet pressure range (2000–3000 kPa). This is expected because the BC operation is independent of the ORC inlet pressure. ORC power output ($\dot{W}_{ORC}$) is nearly constant, fluctuating slightly between 57.66 MW at 2000 kPa and 57.16 MW at 3000 kPa. This slight decrease ($<0.9\%$) suggests that the ORC is relatively insensitive to inlet pressure changes within this range, likely because the temperature difference between the heat source (BC exhaust) and the working fluid saturation temperature remains adequate for heat transfer. Total net power ($\dot{W}_{net}$) changes minimally, from 196 MW at 2000 kPa to 195.5 MW at 3000 kPa, showing a negligible decline ($<0.3\%$). Figure 4b presents the effect of ORC turbine inlet pressure (P_8) on CO₂ emissions for the standalone Brayton Cycle ($Emission_{BC}$) and the combined Brayton–ORC system ($Emission_{cycle}$). The results indicate that ORC turbine inlet pressure does not significantly impact CO₂ emissions for the standalone BC or the combined cycle within the tested range (2000–3000 kPa). Standalone BC emissions remain constant at 639.1 kg CO₂/MWh for all values of P_8 . This is expected since ORC inlet pressure does not influence the BC’s fuel consumption or power output. Combined cycle emissions are also nearly constant, varying minimally between 450.7 and 452.3 kg CO₂/MWh (a fluctuation of less than 0.35%). The slight variation is negligible and likely due to minor changes in ORC power output at different P_8 values (as seen in the previous analysis). Figure 4c shows the effect of ORC turbine inlet pressure (P_8) on the thermal efficiency (η_{th}) and exergy efficiency (η_{ex}) for both the standalone Brayton Cycle and the combined Brayton–ORC system. Standalone BC efficiencies ($\eta_{th,BC}$ and $\eta_{ex,BC}$) remain constant across all inlet pressures at 30.87% and 29.81%, respectively. This is expected since the BC performance is unaffected by ORC inlet pressure changes. Combined cycle efficiencies ($\eta_{th,cycle}$ and $\eta_{ex,cycle}$) also show minimal variation. Thermal efficiency ($\eta_{th,cycle}$) stays between 43.62% and 43.77% and Exergy efficiency ($\eta_{ex,cycle}$) varies slightly from 42.12% to 42.27%. These tiny fluctuations (<0.15 percentage points) indicate that ORC inlet pressure has an insignificant effect on the overall system efficiency within the tested range.

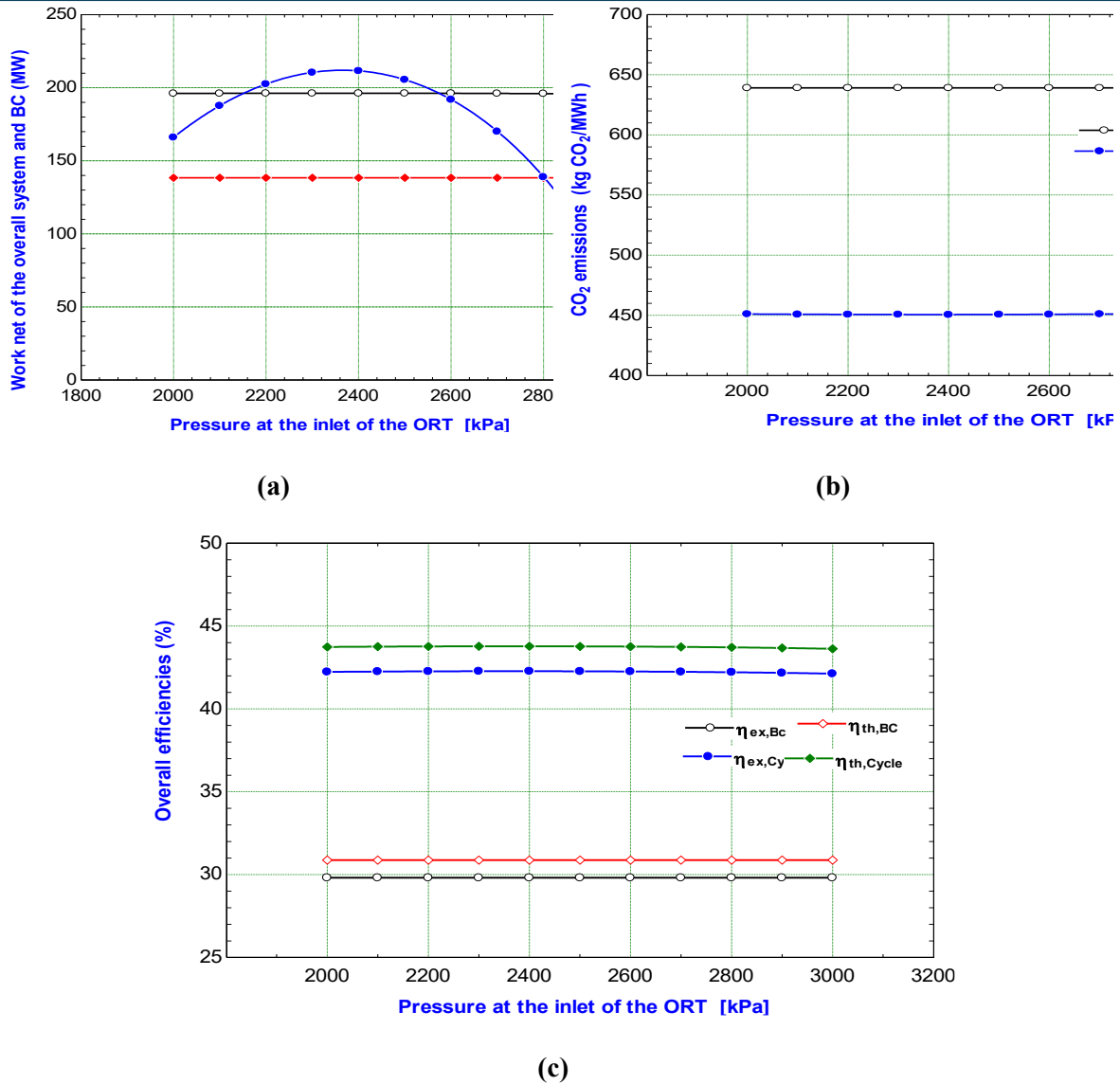


Fig. 4. Effects of the of ORC turbine inlet pressure in a combined Brayton–ORC system on (a) net power output (b) CO₂ emission and (c) thermal and exergy efficiencies.

CONCLUSIONS

This study evaluated the integration of an organic Rankine cycle (ORC) with the existing Brayton cycle (BC) at the Marib gas turbine power plant in Yemen to recover waste heat from high-temperature exhaust gases. A steady-state thermodynamic model was developed using Engineering Equation Solver (EES) to perform detailed energy and exergy analyses and investigate the influence of key operating parameters. The findings confirm that the proposed Brayton–ORC configuration significantly improves power generation efficiency and reduces environmental impact while requiring no significant structural changes to the existing system. The most important results obtained are:

- Net power output increased from 138.4 MW (BC only) to 195.9 MW (Brayton–ORC), a 41.5% gain.
- Thermal efficiency of the Brayton–ORC cycle improved from 30.87% to 43.71%.
- Exergy efficiency of the Brayton–ORC cycle increased from 29.81% to 42.21%.
- Specific CO₂ emissions of the Brayton–ORC cycle reduced by approximately 29%, from 639.1 kg/MWh to 451.3 kg/MWh.
- Optimal BC pressure ratio (Pr), in a moderate range of 6–10, achieves the best balance between total output and efficiency.
- Higher ORC turbine inlet temperature values increase ORC contribution and slightly reduce emissions.
- Variation of ORC turbine inlet pressure between 2000 and 3000 kPa shows a negligible impact on performance.

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS INDEX

SYMBOLS

COP	coefficient of performance
$\dot{E}$	exergy (kW)
h	specific enthalpy (kJ/kg)
$\dot{m}$	mass flow rate (kg/s)
P	pressure (kPa)
$\dot{Q}$	heat transfer (kW)
s	specific entropy (kJ/kg. K)
$\dot{W}$	Work done (kW)
Greek symbols	
η	thermal efficiency (%)
ψ	exergy efficiency (%)

Abbreviations

AC	Air compressor
CC	Combustion chamber
CHP	Combined heat and power
Comp	compressor
Cond	condenser
GT	Gas turbine
HEVG	Heat recovery vapor generation
ORC	organic Rankine cycle
ORT	organic Rankine turbine
P	pump

REFERENCES

- Abrosimov, Kirill, Andrea Baccioli, and Aldo Bischi. 2020. Extensive techno-economic assessment of combined inverted Brayton – Organic Rankine cycle for high-temperature waste heat recovery . *Energy* 211, 118406.
- Ahmed, Ijaz, Muhammad Rehan, Abdul Basit, and Keum-Shik Hong. 2022. Greenhouse gases emission reduction for electric power generation sector by efficient dispatching of thermal plants integrated with renewable systems . *Scientific Reports* 12(1), 12380.
- Axelsson, Helén, Simon Harvey, Anders Åsblad, and Thore Berntsson. 2003. Potential for greenhouse gas reduction in industry through increased heat recovery and/or integration of combined heat and power . *Applied thermal engineering* 23(1), 65–87.
- Bagherzadeh, Seyed Amin, Behrooz Ruhani, Mohammad Mostafa Namar, Rezvan Alamian, and Sara Rostami. 2020. Compression ratio energy and exergy analysis of a developed Brayton-based power cycle employing CAES and ORC . *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 139(4), 2781–90.
- Baleta, Jakov, Hrvoje Mikulčić, Jiří Jaromír Klemeš, Krzysztof Urbaniec, and Neven Duić. 2019. Integration of energy, water and environmental systems for a sustainable development . *Journal of cleaner production* 215, 1424–36.

- Balli, Ozgur, Selcuk Ekici, and Hikmet T Karakoc. 2021. Achieving a more efficient and greener combined heat and power system driven by a micro gas turbine engine: Issues, opportunities, and benefits in the presence of thermodynamic perspective . *International Journal of Energy Research* 45(6), 8620–38.
- Bian, Jiang, Rui Zhang, Xuewen Cao, Jian Yang, Jingfa Li, and Bo Yu. 2025. Design and analysis of a novel integrated hydrogen liquefaction process using the organic Rankine cycle and dual-pressure Brayton cycle . *Renewable Energy* 248, 123112.
- Chen, Weidong, Zhifeng Huang, and Kian Jon Chua. 2022. Sustainable energy recovery from thermal processes: a review . *Energy, Sustainability and Society* 12(1), 46.
- Dobre, Cătălina, Mihnea Costin, and Mihaela Constantin. 2024. A review of available solutions for implementation of small–medium combined heat and power (CHP) systems . *Inventions* 9(4), 82.
- Islam, MA, Md Hasanuzzaman, Nasrudin Abd Rahim, Afroza Nahar, and M Hosenuzzaman. 2014. Global renewable energy-based electricity generation and smart grid system for energy security . *The Scientific World Journal* 2014(1), 197136.
- Ismael, Mays Alaa, Samir Gh Yahya, and Itimad DJ Azzawi. 2022. Experimental Investigation of Performance of Conventional Vapor Compression Refrigeration Cycle Using Geothermal Cooling in Extreme Hot Weather Conditions . *International Journal of Heat and Technology* 40(2), 449–56.
- Kabeyi, Moses Jeremiah Barasa, and Oludolapo Akanni Olanrewaju. 2022. Sustainable Energy Transition for Renewable and Low Carbon Grid Electricity Generation and Supply . *Frontiers in Energy Research*. Frontiers Media S.A.
- Kareem, Alaa Fadhil, Abdulrazzak Akroot, Hasanain A Abdul Wahhab, Wadah Talal, Rabeea M Ghazal, and Ali Alfari. 2023. Exergo–Economic and Parametric Analysis of Waste Heat Recovery from Taji Gas Turbines Power Plant Using Rankine Cycle and Organic Rankine Cycle . *Sustainability* (Switzerland) 15(12).
- Liu, Jianguo, Harold Mooney, Vanessa Hull, Steven J Davis, Joanne Gaskell, Thomas Hertel, Jane Lubchenco, Karen C Seto, Peter Gleick, and Claire Kremen. 2015. Systems integration for global sustainability . *Science* 347(6225), 1258832.
- Ochoa, Guillermo Valencia, Jorge Duarte Forero, and Jhan Piero Rojas. 2020. A comparative energy and exergy optimization of a supercritical-CO₂ Brayton cycle and Organic Rankine Cycle combined system using swarm intelligence algorithms . *Heliyon* 6(6).
- Olabi, Abdul Ghani, Tabbi Wilberforce, Enas Taha Sayed, Khaled Elsaid, and Mohammad Ali Abdelkareem. 2020. Prospects of fuel cell combined heat and power systems . *Energies* 13(16), 4104.
- Pan, Zhen, Mingyue Yan, Liyan Shang, Ping Li, Li Zhang, and Jiaqi Liu. 2020. Thermoeconomic Analysis of a Combined Natural Gas Cogeneration System With a Supercritical CO₂ Brayton Cycle and an Organic Rankine Cycle . *Journal of Energy Resources Technology* 142(10), 102108.
- Pilavachi, PA. 2000. Power generation with gas turbine systems and combined heat and power . *Applied Thermal Engineering* 20(15–16), 1421–29.
- Sun, Wenqiang, Xiaoyu Yue, and Yanhui Wang. 2017. Exergy efficiency analysis of ORC (Organic Rankine Cycle) and ORC-based combined cycles driven by low-temperature waste heat . *Energy Conversion and Management* 135, 63–73.
- Tchanche, Bertrand F, Gr Lambrinos, Antonios Frangoudakis, and George Papadakis. 2011. Low-grade heat conversion into power using organic Rankine cycles—A review of various applications . *Renewable and sustainable energy reviews* 15(8), 3963–79.
- Zare, V, and MJEC Hasanzadeh. 2016. Energy and exergy analysis of a closed Brayton cycle-based combined cycle for solar power tower plants . *Energy conversion and management* 128, 227–37.

ANTİBİYOTİK DİRENCİNE KARŞI YENİ NESİL YAKLAŞIMLAR: FAJ TERAPİSİ, ANTİMİKROBİYAL PEPTİTLER VE CRISPR TEKNOLOJİLERİ

Ecem GÜLDAR

Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Pharmacy, 33030, Afyonkarahisar

ORCID ID: 0009-0005-3146-9607

Sevim Feyza ERDOĞMUŞ

Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Microbiology, 33030, Afyonkarahisar

ORCID ID: 0000-0002-4319-7558

ÖZET

Bulaşıcı hastalıklar, tedavi edilmediğinde yüksek mortalite oranlarına yol açarak ciddi bir halk sağlığı tehdidi oluşturmaktadır. Antibiyotikler, bu hastalıkların kontrolünde devrim niteliğinde bir gelişme sağlamış olsa da, antibiyotik direnci günümüzde küresel ölçekte giderek büyüyen bir sorun hâline gelmiştir. Özellikle çoklu ilaç direncine sahip bakteriyel (ör. *Mycobacterium tuberculosis*, *Vibrio cholerae*) patojenlere karşı etkili tedavi seçeneklerinin sınırlı olması, klinik yönetimi daha da karmaşık bir hâle getirmektedir.

Antibiyotiklerin yanlış ve aşırı kullanımıyla tetiklenen direnç sorunu, alternatif ve yenilikçi tedavi stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu çalışmada, antibiyotik direncine karşı öne çıkan üç yeni nesil yaklaşım bakteriyofaj terapisi, antimikrobiyal peptitler (AMP'ler) ve CRISPR/Cas tabanlı teknolojiler kapsamlı olarak ele alınmaktadır. Bu yöntemlerin etki mekanizmaları, terapötik potansiyelleri ve dirençle mücadeledeki olası rolleri değerlendirilmektedir.

AMP'ler, düşük molekül ağırlıklı ve geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahip oligopeptitlerdir. Konak savunmasının ilk hattında görev alarak mikroorganizmaların hücresel yapılarını hedefler ve güçlü bir immün yanıt oluştururlar. Bakteriyofaj terapisi, bakterilere özgü viral ajanlar kullanarak patojenleri seçici şekilde ortadan kaldırma potansiyeli taşıırken; CRISPR/Cas teknolojileri, bakteri genomlarında direnç genlerini hedefleyip devre dışı bırakabilme yeteneği ile dikkat çekmektedir. Yapısal ve işlevsel çeşitlilikleri, hedef özgüllükleri ve direnç gelişimine karşı düşük yatkınlıkları sayesinde bu üç yaklaşım, gelecekte dirençli enfeksiyonların tedavisinde umut vadeden stratejiler olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, söz konusu yeni nesil yaklaşımların güncel literatür ışığında değerlendirilmesi ve antibiyotik direnciyle mücadeledeki potansiyel katkılarının ortaya konması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik direnci, faj terapisi, CRISPR/Cas sistemi, antimikrobiyal peptitler

NOVEL APPROACHES AGAINST ANTIBIOTIC RESISTANCE: PHAGE THERAPY, ANTIMICROBIAL PEPTIDES, AND CRISPR TECHNOLOGIES

ABSTRACT

Infectious diseases pose a significant public health threat by causing high mortality rates if left untreated. Although antibiotics have revolutionized the control of these diseases, antimicrobial resistance (AMR) has become an increasingly growing global problem today. The limited availability of effective treatment options against multidrug-resistant bacterial (e.g., *Mycobacterium tuberculosis*, *Vibrio cholerae*) pathogens has further complicated clinical management.

The resistance problem triggered by the misuse and overuse of antibiotics has necessitated the development of alternative and innovative therapeutic strategies. This study comprehensively examines three emerging next-generation approaches against antibiotic resistance bacteriophage therapy, antimicrobial peptides (AMPs), and CRISPR/Cas-based technologies. The mechanisms of action, therapeutic potentials, and possible roles of these methods in combating resistance are evaluated.

AMPs are low molecular weight oligopeptides with broad-spectrum antimicrobial activity. Serving as the first line of host defense, they target the cellular structures of microorganisms and elicit a strong immune response. Bacteriophage therapy utilizes viral agents specific to bacteria, offering the potential to selectively eliminate pathogens; meanwhile, CRISPR/Cas technologies stand out for their ability to target and disable resistance genes within bacterial genomes. Due to their structural and functional diversity, target specificity, and low propensity for resistance development, these three approaches represent promising strategies for the future treatment of resistant infections.

This study aims to evaluate these next-generation approaches in light of current literature and to highlight their potential contributions to the fight against antibiotic resistance.

Keywords: Antibiotic resistance, phage therapy, CRISPR/Cas system, antimicrobial peptides

1.Giriş

Bulaşıcı hastalıklar; halk sağlığını tehdit eden, kişiden kişiye hava veya temas yoluyla bulaşabilen, ciddi mortaliteye yol açabilen hastalıklardır. Tedavi edilmediklerinde hızla yayılım göstererek toplum sağlığı üzerinde önemli bir küresel yük oluşturur. Bu bağlamda bulaşıcı hastalıkların tedavisinde antibiyotiklerin keşfi halk sağlığı açısından dönüm noktası niteliğindedir. Antibiyotikler; mikroorganizmaların üremesini engelleyen veya onları öldüren biyolojik ya da sentetik kaynaklı, yüksek etkinliğe sahip biyoaktif maddelerdir (Saygı et al.,

2012). Her ne kadar geçmişten günümüze birçok hastalığın tedavisinde başarıyla kullanılmış olsalar da, gereksiz veya yanlış kullanımları, antibiyotik direncinin (AMR) gelişmesine neden olur (Llor & Bjerrum, 2014). Antibiyotik direnci; bakterilerin, onları ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan antibiyotiklere karşı koyma yeteneği geliştirmesi olarak tanımlanmakta ve bu durum tedavi seçeneklerini ciddi şekilde kısıtlar (Lomazzi et al., 2013). Bu durum doğal (intrinsik) veya kazanılmış direnç mekanizmaları ile ortaya çıkabilir (Davies & Davies, 2010). Antibiyotik direncinin etkili şekilde yönetilebilmesi ve yeni tedavi stratejilerinin geliştirilebilmesi için, bakterilerin direnç geliştirme mekanizmalarının iyi anlaşılması gereklidir.

2. Antibiyotiklerin Direnç Mekanizmaları

Direnç gelişimi, bir veya birden fazla mekanizma aracılığıyla ortaya çıkabilir. Bu mekanizmalar genel olarak doğal (intrinsik) direnç ve kazanılmış direnç olmak üzere iki ana grupta incelenir (Davies & Davies, 2010). Doğal direnç, bir türün tüm suşlarında yapısal ve biyokimyasal özelliklere bağlı olarak görülen; bakterinin doğasına özgü bir özelliktir (Fajardo et al., 2008). Kazanılmış direnç ise, doğal olarak antibiyotiklere duyarlı bakterilerin çeşitli yollarla antibiyotiklere karşı duyarlılıklarını kaybetmesi şeklinde tanımlanır. Kazanılmış direnç; antibiyotik inaktivasyonu, hedef moleküldeki değişiklikler, aktif pompa sistemleri ve hücre duvarı permeabilitesindeki değişiklikler gibi başlıca dört mekanizma ile ortaya çıkar (Zhou et al., 2015).

2.1. Doğal Direnç

Bir türün tüm suşlarının, yapısal ve biyokimyasal özelliklerinden kaynaklı olarak belirli antibiyotiklerden etkilenmemesi durumuna doğal (intrinsik) direnç adı verilir (Nguyen et al., 2020). Bu direnç tipi gösteren bakteriler, antibiyotiklerin bağlanacağı hedef bölgeyi içermeyebilir veya antibiyotiklerin kimyasal yapısındaki farklılıklara bağlı olarak doğal biçimde bu antibiyotiklere karşı düşük geçirgenlik gösterebilir. Örneğin; penisilin grubu antibiyotikler, bakterilerin hücre duvarı sentezini inhibe ederek ve hücre duvar bütünlüğünü bozarak etki gösterir. Ancak, *Mycoplasma* türleri hücre duvarı içermediğinden, penisilin grubu antibiyotiklere doğal dirençlidir (Bébéar, 2005). Buna ek olarak, bazı antibiyotikler yapısal özellikleri nedeniyle hedef bölgeye ulaşamayabilir. Örneğin; makrolid grubu antibiyotikler, sitoplazmik membranı geçemeyecek kadar büyük moleküller olduklarından, gram negatif bakteriler makrolidlere doğal dirençlidir (Retsema et al., 1987).

2.2. Kazanılmış Direnç

Kazanılmış direnç, normalde antibiyotiklere duyarlı olan bakterilerin çeşitli mekanizmalarla antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesi durumudur. Direnç gelişim mekanizmaları bakteri türlerine göre farklılık gösterebilir. Kazanılmış direnç; genetik ve biyokimyasal olmak üzere iki ana mekanizma kapsamında incelenir ([Nguyen et al., 2020](#)). Bir bakteri türünde direnç, tek bir mekanizmayla ortaya çıkabileceği gibi, birden fazla mekanizmanın eş zamanlı etkisiyle de gelişebilir. Biyokimyasal mekanizmalar dört alt kategoride ele alınır ([Zhou et al., 2015](#)).

2.2.1. Antibiyotik İnaktivasyonu Sonucu Gelişen Direnç

Antibiyotik inaktivasyonu; bakterilerin hidrolitik enzimler, grup transferi veya redoks mekanizmaları aracılığıyla ilacı etkisiz hâle getirmesiyle ortaya çıkan bir direnç mekanizmasıdır. Ester ve amid gibi hidrolize duyarlı kimyasal bağlara sahip antibiyotikler, bakteriyel enzimler tarafından parçalanarak hedef bölgeye ulaşmadan etkilerini kaybeder ([Işık, 2013](#)). Örneğin, penisilin ve sefalosporinlerde bulunan β -laktam halkası, β -laktamaz enzimleri tarafından hidrolize edilerek ilacın antibakteriyel aktivitesi ortadan kaldırılır. Bu enzimler hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif bakterilerde bulunabilir ve hedef bölgeye bağlanmayı engelleyerek ilacın terapötik etkinliğini tamamen yok edebilir ([Philippon et al., 1989](#)). Ayrıca, redoks mekanizmasına örnek olarak, tetrasiklin antibiyotiklerin TetX enzimi aracılığıyla oksidatif modifikasyonu gösterilebilir ([Yang et al., 2004](#)).

2.2.2. Hedef Molekülün Değişmesi Sonucu Gelişen Direnç

Bakteri hücrelerinde, antibiyotiklerin bağlanarak etkilerini gösterdiği özgül hedef moleküller bulunur. Bu hedef moleküllerde meydana gelen yapısal değişiklikler, antibiyotiklere olan bağlanma affinitesini azaltmakta ve böylece bakterilerin antibiyotik varlığında da çoğalmasına olanak sağlar. Sonuç olarak, hedef moleküldeki bu modifikasyonlar antibiyotiğin etkili bağlanmasını engelleyerek tedavi başarısını düşürür. Bu mekanizma, antibiyotiklerin hedef moleküllerine bağlanma yeteneğini engelleyerek tedavi başarısını önemli ölçüde azaltan temel direnç biçimlerinden biridir ([Lambert, 2005](#)). Örneğin; florokinolon grubu antibiyotikler, DNA giraz ve topoizomera IV enzimleriyle etkileşime girerek bakterilerin DNA replikasyonu ve transkripsiyonunu engeller. Direnç ise, bu enzimlerde (DNA giraz ve topoizomera IV) oluşan mutasyonlar sonucu ortaya çıkar. Bu mutasyonlar, enzimlerin florokinolonlara olan bağlanma affinitesini azaltarak antibiyotiğin enzime etkili şekilde bağlanmasını engeller ([Ince et al., 2002](#)).

2.2.3. Efluks Pompa Sistemleri ve Hücre Duvarı Permeabilite Değişimi Sonucu Gelişen Direnç

Efluks pompa sistemleri, antibiyotikleri hücre dışına taşıyan membran proteinleridir ve böylece hücre içindeki antibiyotik konsantrasyonunu minimuma indirirler. Hücre membran geçirgenliğinin azalması veya porin (hücre zarından moleküllerin geçişine izin veren proteinler) ekspresyonundaki değişiklikler, antibiyotiğin hücre içine girişini zorlaştırır. Hem efluks pompa sistemi aracılığıyla antibiyotiklerin hücre dışına atılması hem de membran permeabilitesindeki azalma, hücre içi antibiyotik konsantrasyonunun düşmesine yol açarak birçok bakteride direnç gelişimine yol açar (Nikaido, 1994). Bu pompa sistemlerinin aşırı ekspresyonu veya regülasyonundaki bozukluklar, bakterilerin belirli antibiyotiklere karşı direnç kazınmasında kritik rol oynar. Örneğin; *Pseudomonas aeruginosa*'da bulunan MexAB-OprM efluks pompası ilaç varlığını normalde pozitif yönde düzenler. Ancak bu pompanın düzenleyicisi olan mexR geninde oluşan mutasyonlar sonucunda, MexAB-OprM aşırı üretilir ve böylece beta laktam grubu antibiyotiklere karşı direncin artmasına yol açar (Poole, 2001). Ayrıca, *Pseudomonas aeruginosa* suşlarında bir porin türü olan OprD'nin kaybı karbapenem direncine yol açar.

Antibiyotik direnci, antibiyotiklerin bakteriler üzerindeki etkinliğini azaltarak morbidite ve mortalite oranlarının artmasına yol açar. Dirençli enfeksiyonların tedavisi daha karmaşık hale gelir; bu da daha pahalı, daha uzun süreli ve çoğu zaman daha yüksek toksisiteye sahip alternatif tedavilerin kullanımını zorunlu kılar. Sonuç olarak hastaneye yatış sayısı artar, yatış süreleri uzar ve sağlık sistemi maliyetleri belirgin şekilde yükselir. Özellikle bağışıklık sistemi zayıf hastalarda dirençli enfeksiyonlar; tedavi başarısızlıklarına, komplikasyonlara ve enfeksiyonların kronikleşmesine neden olur. Bu klinik sonuçlar, sadece bireysel hasta sağlığını değil, toplum sağlığını da tehdit eder ve antibiyotik kullanımında daha bilinçli, hedefe yönelik stratejilerin gerekliliğini ortaya koyar (Ochi & Hosaka, 2013). Dolayısıyla; toksisitesi düşük, direnç gelişimini en aza indiren ve yüksek terapötik etkinlik sunan alternatif yaklaşımlar geliştirilmesi kritik önem taşır. Bu bağlamda; son yıllarda üzerinde yoğun olarak çalışılan bakteriyofaj terapisi, antimikrobiyal peptitler ve CRISPR/Cas tabanlı teknolojiler, antibiyotik direnciyle mücadelede öne çıkan umut verici alternatifler arasında yer alır.

3. Antibiyotik Direncine Karşı Alternatif Tedavi Yöntemleri

3.1. CRISPR-Cas'ın Antibiyotik Direnciyle Mücadeledeki Rolü

CRISPR-Cas sistemi, çok sayıda bakteri ve arkede bulunmakta olup; fajlar, virüsler ve diğer yabancı genetik elementlere karşı koruma sağlayarak adaptif bağışıklık mekanizması işlevi görür (Deveau et al., 2010; Horvath & Barrangou, 2010). CRISPR yapısı tekrarlayan kısa DNA

dizilerinden oluşan tekrar bölgeleriyle daha önce hücreye girmiş yabancı DNA'lardan alınan arabellek dizilerini içerir. Bu diziler, CRISPR RNA (crRNA) ve transaktif edici CRISPR RNA (tracrRNA) olarak adlandırılan RNA'lara dönüştürülebilirler. Ayrıca sistem, endonükleaz aktivitesine sahip Cas proteinlerini kodlayan bir grup CRISPR ilişkili (cas) gen barındırır (Koonin & Makarova, 2009). Yabancı genetik elementler prokaryotu istila ettiğinde, Cas proteinleri bu DNA'yı kısa parçalara ayırır ve parçalar yeni arabellekler olarak CRISPR dizisine entegre edilir. Aynı istilacı tekrar saldırdığında, crRNA yabancı DNA'yı hızla tanır ve ona bağlanır; bu bağlanma, Cas proteinlerinin hedef diziyi kesmesine aracılık ederek konağın korunmasını sağlar (Makarova et al., 2011). Bu doğal mekanizma, günümüzde antibiyotik direnç genlerini doğrudan hedef alacak şekilde uyarlanmış ve dirençli bakterilerin duyarlı hâle getirilmesi ile enfeksiyonların tedavisinde alternatif bir yaklaşım olarak kullanılır. Örneğin, genişlemiş spektrumlu beta-laktamaz (ESBL) ve karbapenamaz, *Enterobacteriaceae* gibi bakteriler tarafından üretilmekte ve bu enzimler direnç gelişimine yol açar. Yapılan bir çalışmada CRISPR-Cas9 sistemi, ESBL üreten *Escherichia coli* üzerinde uygulanmış ve sistemin, direnç plazmidlerini temizleyerek bakteriyi antimikrobiyal ajanlara yeniden duyarlı hâle getirebildiği gösterilmiştir (Kim et al., 2016).

Diğer bir örnek olarak, *Enterococcus faecalis* tetrasiklin (tetM) ve eritromisin (ermB) direnç genlerine sahiptir. CRISPR-Cas9 sisteminin, bu direnç genlerini hedef alarak hem *in vitro* hem de *in vivo* olarak antibiyotik direncini etkili şekilde azalttığı görülmüştür (Wu et al., 2021).

Buna ek olarak, bazı çalışmalar CRISPR-Cas9 sisteminin biyofilm oluşumunu da engellediğini gösterir. Örneğin, Sampson et al. (2014), çalışmalarında CRISPR-Cas endonükleaz geni Cas9 ile birlikte tracrRNA ve ScaRNA'nın bakteriyel lipoprotein ekspresyonunu baskıladığını; bunun sonucunda zar bütünlüğünün bozulduğunu, antibiyotik direncinin etkilendiğini ve enfeksiyon sırasında bağışıklık sistemi tarafından daha zor tanındığını göstermiştir (Schunder et al., 2013; Southern & Oyston, 2020). Bu bağlamda, CRISPR-Cas sistemleri, antibiyotik direnciyle mücadelede, özellikle dirençli enfeksiyonların tedavisinde gelecekte etkili ve umut vaat eden bir strateji olarak değerlendirilir.

3.2. Antimikrobiyal Peptitlerin Antibiyotik Direnciyle Mücadeledeki Rolü

Antimikrobiyal peptitler (AMP); doğal olarak sentezlenebilen veya sentetik yöntemlerle üretilen, genellikle 5–100 amino asit uzunluğunda zincirlerden oluşan biyomoleküllerdir (Hancock & Sahl, 2006). Geniş antimikrobiyal spektrumları ve yapısal çeşitlilikleri sayesinde bakteriler, mantarlar, virüsler ve hatta kanser hücreleri gibi farklı hedefleri etkisiz hâle getirebilirler (Lopez-Silva et al., 2020).

AMP'ler literatürde farklı terimlerle de anılır; katyonik konak savunma peptitleri (Brown & Hancock, 2006), aniyonik antimikrobiyal peptit/proteinler (Harris et al., 2009), katyonik amfipatik peptitler (Groenink et al., 1999), katyonik AMP'ler (Bradshaw, 2003), konak savunma peptitleri (Riedl et al., 2011) ve alfa-heliks yapılı antimikrobiyal peptitler (Bahar & Ren, 2013; Huang et al., 2010) bu isimlendirmelere örnektir. Etki mekanizmaları arasında, zar bütünlüğünün bozulması, gözenek oluşumu ile protein sentezi veya DNA replikasyonu gibi hücre içi süreçlere müdahale ederek mikrobiyal ölüme yol açmaları yer alır (Brogden, 2005; Mahlapuu et al., 2016). Bu çok yönlü mekanizmalar, AMP'leri dirençli patojenlere karşı etkili kılmakta ve geleneksel antibiyotiklere kıyasla direnç gelişme riskini azaltır (Brogden, 2005). Örneğin, yapılan bir çalışmada, bir antibiyotik olan vankomisin ve bir AMP olan nisin, bakteri hücre duvarı sentezini engelleyebilir. Ancak, metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) suşlarının vankomisine karşı dirençli kalmasına karşın, nisine karşı duyarlılığını koruduğu bildirilmiştir (Brumfitt et al., 2002). Bu durum, AMP'lerin dirençli bakterilere karşı potansiyel bir tedavi seçeneği olduğunu gösterir. Günümüzde, antibiyotiklere karşı direnç geliştirme olasılıklarının düşük olması, AMP'leri tercih edilen ajanlar hâline getirir. Ek araştırmalar, AMP'lerin yalnızca antibiyotik direncini önlemekle kalmayıp, diğer direnç türlerinde de potansiyel bir strateji olarak kullanılabileceğini ortaya koyar.

3.3. Faj Terapisinin Antibiyotik Direnciyle Mücadeledeki Rolü

Bakteriyofajlar, bakterilere özgü virüslerdir ve bakterilerin metabolizmasını bozarak lizisine neden olurlar. Yapıları, genetik materyal (DNA veya RNA) ve bu materyali saran protein kapsidinden oluşur; ayrıca birçok fajda, bakteriye tutunmayı ve genetik materyalin aktarımını sağlayan protein yapılı bir kuyruk bulunur (Pirnay et al., 2011; Sulakvelidze et al., 2001).

Bakteriyofaj tedavisinin amacı, izole edilen fajın hastaya uygulanmasının ardından, hedef bakterilerle etkileşime girerek onları lizise uğratmak ve böylece ortadan kaldırır (Aydoğan & Hadımlı, 2016; Yüksel et al., 2016). Bakteriyofajların, üreyerek bakterilerde enfeksiyon oluşturma mekanizmaları; adsorbsiyon, penetrasyon, latent dönem ve lizis ve dışarı çıkış olmak üzere 4 basamakta incelenir (Arda, 2011).

1. Adsorpsiyon: Fajlarda; bakteri yüzeyinde bulunan pilus, teikoik asit, flagella, lipoprotein gibi yapılara bağlanma gözlenir (Arda, 2011).

2. Penetrasyon: Adsorpsiyon sonucu faj, bakteri yüzeyindeki spesifik reseptörlere bağlanarak DNA'sını hücre içine aktarır. Viral kapsid hücre dışında kalırken, aktarılan DNA sitoplazmaya geçer ve bu süreç sırasında hücre duvarında oluşan delik, kısa süre içinde bakteri tarafından onarılır (Arda, 2011).

3. Latent Dönem: Bu dönem, fajın genetik materyallerinin bakteri sitoplazmasına girmesinden olgun fajların oluşumuna kadar geçen süreyi kapsar. Bu dönem iki kısımdan meydana gelir. İlk kısımda, fajın üremesi için gerekli olan genetik materyallerin ve fajın çeşitli komponentlerinin sentezi tamamlanır. İkinci kısımda ise, sentezlenen komponentler birleştirilerek olgun ve enfekte edici bakteriyofajlar oluşur (Arda, 2011).

4. Lizis ve Dışarı Çıkış: Bu aşamada, olgun fajlar, üredikten sonra bakteriyi parçalar ve hücre dışına çıkarlar. Bu sayede, bakterinin üreme fonksiyonlarında yavaşlama meydana gelir (Arda, 2011).

Bu mekanizmalar sayesinde, bakteriler spesifik olarak hedeflenerek yok edilir. Antibiyotik kullanımında sıklıkla karşılaşılan direnç gelişimi, tekrar doz gerekliliği, uzun süreli kullanım ihtiyacı, yan etkiler ve yüksek maliyet gibi sorunlar, faj tedavisinde gözlenir (Aydoğan & Hadımlı, 2016; Hanlon, 2007; O'Flaherty et al., 2009). Bu nedenle, doğru şekilde uygulandığında faj tedavisi etkili bir iyileşme sağlayabilir. Dolayısıyla, bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde fajlar, gelecekte umut vadeden bir alternatif terapötik yaklaşım olarak değerlendirilir. Bu durum, klinik çalışmalardan elde edilen verilerle de desteklenmektedir. Örneğin, antibiyotiğe dirençli bakteriyel akut konjunktivitli hastalara uygulanan faj tedavisinde, hastaların yedi gün içinde iyileştiği bildirilmiştir (Abedon et al., 2011). Benzer şekilde, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca* ve *Escherichia coli* gibi etkenlere bağlı, antibiyotiğe yanıt vermeyen bakteriyel enfeksiyonlu kanser hastalarında faj terapisi sonrasında tamamen iyileştikleri gözlenmiştir (Weber-Dabrowska et al., 2001). Ayrıca, kronik deri enfeksiyonlarında etken olan *Staphylococcus* ve gram negatif bakterilere (*Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*) uygulanan faj tedavisinin, hastaların %77'sinde iyileşme sağladığı rapor edilmiştir (Abedon et al., 2011; O'Flaherty et al., 2009). Tüm bu veriler, faj terapisi yaklaşımının antibiyotik direncine karşı etkili ve güvenilir bir alternatif olabileceğini göstermekte, gelecekte daha yaygın uygulanma potansiyelini ortaya koyar.

4. Sonuç

Antibiyotik direnci, küresel halk sağlığı açısından giderek büyüyen bir tehdit oluşturmaktadır. Antibiyotiklerin yanlış ve aşırı kullanımı, dirençli patojenlerin ortaya çıkmasını hızlandırmakta; bunun yanı sıra organ toksisiteleri ve sindirim sistemi bozuklukları gibi yan etkiler meydana getirmektedir. Bu nedenle, etkinliği yüksek, toksisitesi düşük ve yan etkileri minimal olan alternatif tedavi stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Antimikrobiyal peptitler, CRISPR-Cas teknolojisi ve faj terapisi, mevcut literatürde umut vadeden yenilikçi yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu tedavi yöntemlerinin klinik uygulamalara entegre edilebilmesi için daha fazla preklinik ve klinik çalışmaya, uzun dönem güvenlik verilerine ve maliyet-etkinlik analizlerine ihtiyaç vardır.

Ayrıca, antibiyotik kullanımının rasyonelleştirilmesi, halk sağlığı politikalarının güçlendirilmesi ve toplumda bilinçlendirme çalışmalarının artırılması, direnç gelişiminin önlenmesinde kritik rol oynamaktadır. Tıp, eczacılık, biyoteknoloji ve moleküler biyoloji alanlarının disiplinler arası iş birliği, gelecekte daha etkili ve güvenli tedavi seçeneklerinin geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır. Bu bağlamda, yenilikçi terapötik yaklaşımlar, antibiyotik direnci ile mücadelede önemli bir umut ışığı olarak değerlendirilmektedir.

5. Kaynaklar

- Abedon, S. T., Kuhl, S. J., Blasdel, B. G., & Kutter, E. M. (2011). Phage treatment of human infections. *Bacteriophage*, 1(2), 66-85.
- Arda, M. (2011). Bakteriyofajlar (Bakteriyel Viruslar). Temel Mikrobiyoloji. *Medisan Yayınevi-Ankara*, 182-194.
- Aydoğan, D. Y., & Hadımlı, H. H. (2016). Bakteriyofaj tedavisi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 27(1), 38-47.
- Bahar, A. A., & Ren, D. (2013). Antimicrobial peptides. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1543-1575.
- Bébéar, C. (2005). Antimicrobial therapy and antimicrobial resistance. *Mycoplasmas*.
- Bradshaw, J. P. (2003). Cationic antimicrobial peptides: issues for potential clinical use. *BioDrugs*, 17(4), 233-240.
- Brogden, K. A. (2005). Antimicrobial peptides: pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? *Nature Reviews Microbiology*, 3(3), 238-250.
- Brown, K. L., & Hancock, R. E. (2006). Cationic host defense (antimicrobial) peptides. *Current opinion in immunology*, 18(1), 24-30.
- Brumfitt, W., Salton, M. R., & Hamilton-Miller, J. M. (2002). Nisin, alone and combined with peptidoglycan-modulating antibiotics: activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 50(5), 731-734.
- Davies, J., & Davies, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and molecular biology reviews*, 74(3), 417-433.
- Deveau, H., Garneau, J. E., & Moineau, S. (2010). CRISPR/Cas system and its role in phage-bacteria interactions. *Annual review of microbiology*, 64, 475-493.
- Fajardo, A., Martínez-Martín, N., Mercadillo, M., Galán, J. C., Ghysels, B., Matthijs, S., Cornelis, P., Wiehlmann, L., Tümmler, B., & Baquero, F. (2008). The neglected intrinsic resistome of bacterial pathogens. *PloS one*, 3(2), e1619.
- Groenink, J., Walgreen-Weterings, E., van't Hof, W., Veerman, E. C., & Nieuw Amerongen, A. V. (1999). Cationic amphipathic peptides, derived from bovine and human lactoferrins, with antimicrobial activity against oral pathogens. *FEMS Microbiology Letters*, 179(2), 217-222.

- Hancock, R. E., & Sahl, H.-G. (2006). Antimicrobial and host-defense peptides as new anti-infective therapeutic strategies. *Nature biotechnology*, 24(12), 1551-1557.
- Hanlon, G. W. (2007). Bacteriophages: an appraisal of their role in the treatment of bacterial infections. *International journal of antimicrobial agents*, 30(2), 118-128.
- Harris, F., Dennison, S. R., & Phoenix, D. A. (2009). Anionic antimicrobial peptides from eukaryotic organisms. *Current Protein and Peptide Science*, 10(6), 585-606.
- Horvath, P., & Barrangou, R. (2010). CRISPR/Cas, the immune system of bacteria and archaea. *Science*, 327(5962), 167-170.
- Huang, Y., Huang, J., & Chen, Y. (2010). Alpha-helical cationic antimicrobial peptides: relationships of structure and function. *Protein & cell*, 1(2), 143-152.
- Ince, D., Zhang, X., Silver, L. C., & Hooper, D. C. (2002). Dual targeting of DNA gyrase and topoisomerase IV: target interactions of garenoxacin (BMS-284756, T-3811ME), a new desfluoroquinolone. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 46(11), 3370-3380.
- Işık, Y. (2013). *Pseudomonas aeruginosa kökenlerinde kinolon direncinin moleküler olarak saptanması* Yüksek Lisans Tezi, 2008. Gazi Üniversitesi, Ankara].
- Kim, J.-S., Cho, D.-H., Park, M., Chung, W.-J., Shin, D., Ko, K. S., & Kweon, D.-H. (2016). CRISPR/Cas9-mediated re-sensitization of antibiotic-resistant *Escherichia coli* harboring extended-spectrum β -lactamases. *Journal of microbiology and biotechnology*, 26(2), 394-401.
- Koonin, E. V., & Makarova, K. S. (2009). CRISPR-Cas: an adaptive immunity system in prokaryotes. *F1000 biology reports*, 1, 95.
- Lambert, P. A. (2005). Bacterial resistance to antibiotics: modified target sites. *Advanced drug delivery reviews*, 57(10), 1471-1485.
- Llor, C., & Bjerrum, L. (2014). Antimicrobial resistance: risk associated with antibiotic overuse and initiatives to reduce the problem. *Therapeutic advances in drug safety*, 5(6), 229-241.
- Lomazzi, M., Theisling, M., Tapia, L., Borisch, B., & Laaser, U. (2013). MDGs—a public health professional's perspective from 71 countries. *Journal of public health policy*, 34(1), e1-e22.
- Lopez-Silva, T. L., Leach, D. G., Azares, A., Li, I.-C., Woodside, D. G., & Hartgerink, J. D. (2020). Chemical functionality of multidomain peptide hydrogels governs early host immune response. *Biomaterials*, 231, 119667.
- Mahlapuu, M., Håkansson, J., Ringstad, L., & Björn, C. (2016). Antimicrobial peptides: an emerging category of therapeutic agents. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 6, 194.
- Makarova, K. S., Haft, D. H., Barrangou, R., Brouns, S. J., Charpentier, E., Horvath, P., Moineau, S., Mojica, F. J., Wolf, Y. I., & Yakunin, A. F. (2011). Evolution and classification of the CRISPR–Cas systems. *Nature Reviews Microbiology*, 9(6), 467-477.
- Nguyen, B.-A. T., Chen, Q.-L., He, J.-Z., & Hu, H.-W. (2020). Microbial regulation of natural antibiotic resistance: understanding the protist-bacteria interactions for evolution of soil resistome. *Science of the Total Environment*, 705, 135882.
- Nikaido, H. (1994). Prevention of drug access to bacterial targets: permeability barriers and active efflux. *Science*, 264(5157), 382-388.
- O'Flaherty, S., Ross, R. P., & Coffey, A. (2009). Bacteriophage and their lysins for elimination of infectious bacteria. *FEMS microbiology reviews*, 33(4), 801-819.

- Ochi, K., & Hosaka, T. (2013). New strategies for drug discovery: activation of silent or weakly expressed microbial gene clusters. *Applied microbiology and biotechnology*, 97(1), 87-98.
- Philippon, A., Labia, R., & Jacoby, G. (1989). Extended-spectrum beta-lactamases. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 33(8), 1131-1136.
- Pirnay, J.-P., De Vos, D., Verbeken, G., Merabishvili, M., Chanishvili, N., Vaneechoutte, M., Zizi, M., Laire, G., Lavigne, R., & Huys, I. (2011). The phage therapy paradigm: prêt-à-porter or sur-mesure? *Pharmaceutical research*, 28(4), 934-937.
- Poole, K. (2001). Multidrug efflux pumps and antimicrobial resistance in *Pseudomonas aeruginosa* and related organisms. *Journal of molecular microbiology and biotechnology*, 3(2), 255-264.
- Retsema, J., Girard, A., Schelkly, W., Manousos, M., Anderson, M., Bright, G., Borovoy, R., Brennan, L., & Mason, R. (1987). Spectrum and mode of action of azithromycin (CP-62,993), a new 15-membered-ring macrolide with improved potency against gram-negative organisms. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 31(12), 1939-1947.
- Riedl, S., Zweytick, D., & Lohner, K. (2011). Membrane-active host defense peptides—challenges and perspectives for the development of novel anticancer drugs. *Chemistry and physics of lipids*, 164(8), 766-781.
- Sampson, T. R., Napier, B. A., Schroeder, M. R., Louwen, R., Zhao, J., Chin, C.-Y., Ratner, H. K., Llewellyn, A. C., Jones, C. L., & Laroui, H. (2014). A CRISPR-Cas system enhances envelope integrity mediating antibiotic resistance and inflammasome evasion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(30), 11163-11168.
- Saygi, Ş., Battal, D., & Şahin, N. (2012). Çevre ve insan sağlığı yönünden ilaç atıklarının önemi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 16(2), 82-90.
- Schunder, E., Rydzewski, K., Grunow, R., & Heuner, K. (2013). First indication for a functional CRISPR/Cas system in *Francisella tularensis*. *International Journal of Medical Microbiology*, 303(2), 51-60.
- Southern, S. J., & Oyston, P. C. (2020). Genome editing of *Francisella tularensis* using (CRISPR-Cas9). *Journal of Microbiological Methods*, 176, 106004.
- Sulakvelidze, A., Alavidze, Z., & Morris Jr, J. G. (2001). Bacteriophage therapy. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 45(3), 649-659.
- Weber-Dabrowska, B., Mulczyk, M., & Górski, A. (2001). Bacteriophage therapy for infections in cancer patients. *Clinical and Applied Immunology Reviews*, 1(3-4), 131-134.
- Wu, Y., Battalapalli, D., Hakeem, M. J., Selamneni, V., Zhang, P., Draz, M. S., & Ruan, Z. (2021). Engineered CRISPR-Cas systems for the detection and control of antibiotic-resistant infections. *Journal of nanobiotechnology*, 19(1), 401.
- Yang, W., Moore, I. F., Koteva, K. P., Bareich, D. C., Hughes, D. W., & Wright, G. D. (2004). TetX is a flavin-dependent monooxygenase conferring resistance to tetracycline antibiotics. *Journal of Biological Chemistry*, 279(50), 52346-52352.
- Yüksel, H. T., Erbaş, G., Parın, U., & Kırkan, Ş. (2016). Antibiyotik dirençli bakterilerin tedavi ve biyokontrolünde bakteriyofaj kullanımı. *Animal Health Production and Hygiene*, 5(2), 477-480.
- Zhou, G., Shi, Q.-S., Huang, X.-M., & Xie, X.-B. (2015). The three bacterial lines of defense against antimicrobial agents. *International journal of molecular sciences*, 16(9), 21711-21733.

KANSER TEDAVİSİNDE NANOTEKNOLOJİ: HEDEFE YÖNELİK AKILLI İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLER

Ecem GÜLDAR

Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Pharmacy, 33030, Afyonkarahisar

ORCID ID: 0009-0005-3146-9607

Sevim Feyza ERDOĞMUŞ

Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Microbiology, 33030, Afyonkarahisar

ORCID ID: 0000-0002-4319-7558

ÖZET

Kanser, kontrolsüz hücre çoğalması ile karakterize olan ve dünya genelinde milyonlarca kişiyi etkileyen, mortalitesi yüksek bir hastalıktır. Günümüzde uygulanan kemoterapi, radyoterapi ve diğer klasik tedavi yöntemleri çoğu zaman yetersiz kalmakta ve ciddi yan etkilere yol açmaktadır. Bu bağlamda, son yıllarda nanoteknoloji tabanlı yaklaşımlar; kanser tedavisinde hedefe yönelik ilaç taşıma, erken tanı ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejileri açısından büyük önem kazanmıştır. Geleneksel tedavilerin karşılaştığı düşük ilaç çözünürlüğü, kemorezistans, sistemik toksisite ve sınırlı biyoyararlanım gibi temel sorunlar; nanoparçacık temelli akıllı ilaç taşıma sistemleri sayesinde önemli ölçüde aşılabilmektedir.

Araştırmaların odak noktası, kanserle ilişkili özgül koşullara seçici olarak yanıt verebilen ve ilaçları hedef hücrelere etkin şekilde ulaştırabilen yeni nesil akıllı nanotaşıyıcıların geliştirilmesidir. Akıllı ilaç taşıyıcı sistemler, yalnızca ilacın taşınmasını değil; aynı zamanda hedef dokuya özgülük, kontrollü salım, biyoyararlanımın artırılması, sistemik toksisitenin azaltılması ve çoklu ilaç yükleme gibi birden fazla kritik rolü üstlenmektedir. Bu taşıyıcılar, genellikle tümör mikroçevresindeki özgül uyarılara (pH, enzim, sıcaklık, redoks durumu gibi) duyarlıdır ve bu sayede yalnızca hedef bölgedeki hücrelerde ilaç salınımı gerçekleştirir. Böylece sağlıklı dokuların zarar görmesi en aza indirilirken, tedavi etkinliği arttırılmaktadır.

Nanotaşıyıcılar, yükledikleri terapötik ajanları tümör bölgesine pasif ya da aktif mekanizmalarla taşıyarak minimum düzeyde ilaç kaybı sağlar. Bu çalışmada; dendrimerler, lipozomlar, mezogözenekli silika nanoparçacıkları, miseller, süperparamanyetik demir oksit nanoparçacıkları ve altın nanoparçacıklar gibi başlıca akıllı nanotaşıyıcı sistemlerdeki güncel gelişmeler incelenecektir.

Bu alandaki yeniliklerin ilerlemesiyle, akıllı nanotaşıyıcıların klinik uygulamalardaki rolünün giderek artması ve kanser tedavisinde çığır açan sonuçlar elde edilmesi beklenmektedir.

Bununla birlikte, bu teknolojilerin tam potansiyelini ortaya koyabilmesi için ileri klinik araştırmalar ve multidisipliner çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kanser tedavisi, nanoteknoloji, akıllı ilaç taşıyıcı sistemleri

NANOTECHNOLOGY IN CANCER THERAPY: TARGETED SMART DRUG DELIVERY SYSTEMS

Abstract

Cancer is a disease characterized by uncontrolled cell proliferation and affects millions of people worldwide, with a high mortality rate. Current treatment modalities such as chemotherapy, radiotherapy, and other conventional therapies are often inadequate and cause serious side effects. In this context, nanotechnology-based approaches have gained significant importance in recent years for targeted drug delivery, early diagnosis, and personalized treatment strategies in cancer therapy. Fundamental challenges faced by traditional treatments—including poor drug solubility, chemoresistance, systemic toxicity, and limited bioavailability—can be substantially overcome by nanoparticle-based smart drug delivery systems.

Research efforts focus on developing next-generation smart nanocarriers that can selectively respond to specific cancer-related stimuli and effectively deliver drugs to target cells. Smart drug delivery systems perform multiple critical functions beyond mere drug transport, including target tissue specificity, controlled release, enhanced bioavailability, reduced systemic toxicity, and the capacity for multi-drug loading. These carriers are typically responsive to specific stimuli within the tumor microenvironment (such as pH, enzymes, temperature, and redox conditions), enabling drug release exclusively at the targeted site. This targeted release minimizes damage to healthy tissues while enhancing therapeutic efficacy.

Nanocarriers deliver their therapeutic payloads to tumor sites via passive or active mechanisms, ensuring minimal drug loss. This study will review recent advances in key smart nanocarrier systems, including dendrimers, liposomes, mesoporous silica nanoparticles, micelles, superparamagnetic iron oxide nanoparticles, and gold nanoparticles.

With ongoing innovations in this field, the clinical role of smart nanocarriers is expected to increase, potentially leading to breakthrough outcomes in cancer treatment. However, to fully realize the potential of these technologies, further advanced clinical research and multidisciplinary studies are necessary.

Keywords: Cancer therapy, nanotechnology, smart drug delivery systems

1.Giriş

Kanser, organizmadaki hücrelerin normal büyüme ve farklılaşma süreçlerinin bozulmasıyla gelişen, kontrolsüz hücre çoğalması ve tümör oluşumu ile seyreden kompleks bir hastalık grubudur (Futreal et al., 2001). Kanser gelişiminde DNA dizisinde meydana gelen mutasyonlar, replikasyon hataları ve genetik yatkınlık yer alır. Bunun yanı sıra bakteriler, virüsler, radyasyon, çevresel etmenler ve beslenme alışkanlıkları gibi pek çok faktör de kanser oluşumuna katkıda bulunur (Williams, 1992; Zhou, 2014). Kanser tedavisinde, cerrahi ve radyoterapi kullanılmasına rağmen, metastaz yapmış kanserler için etkili bir tedavi seçeneği değildir (Pérez-Herrero & Fernández-Medarde, 2015; Sohrabi Kashani & Packirisamy, 2021). Kemoterapi de bir tedavi seçeneği olmakla birlikte, hastalıklı hücrelerin yanı sıra sağlıklı hücrelere de zarar vermesi önemli bir sınırlılıktır (Wayteck et al., 2014). Sistemik kanser ilaçları, metastatik kanserler için daha uygun bir tedavi yaklaşımı sunarlar. Ancak bu düşük suda çözünürlüğü, yetersiz biyoyararlanımı ve sınırlı terapötik etkinliği tedavinin başarısını azaltır. Daha yüksek dozlarda kullanıldığında toksisiteye yol açtığından dolayı, kanserde alternatif tedavi stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Tang et al., 2021). Bu nedenle, daha etkili ve güvenli tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşır. Son yıllarda hedefe yönelik akıllı ilaç taşıyıcı sistemlere yönelik ilginin artması, kanser tedavisinde nanoteknolojinin umut vadeden bir alternatif olarak öne çıkmasına yol açmıştır.

2. Kanser Tedavisinde Nanoteknolojinin Rolü

Partikül büyüklükleri 10-1000 nm arasında değişkenlik gösteren ve etkin maddesi çözünmüş, hapsedilmiş veya adsorbe halde bulunan, doğal ya da sentetik polimerlerden hazırlanmış katı kolloidal polimerik sistemlere nanopartiküller denir (Şengel Türk & Hasçıçek, 2009). Nanopartiküllerin kanser tedavisindeki rolü, yalnızca ilaçların taşınmasını kolaylaştırmakla kalmayıp; aynı zamanda hedef dokuya özgüllüğü artırmak, kontrollü salım sağlamak ve sistemik toksisiteyi azaltmak gibi avantajlar sunan akıllı nanotaşıyıcı sistemlerin geliştirilmesine de olanak tanımaktadır.

3.Akıllı İlaç Taşıyıcı Sistemlerin Çalışma Mekanizmaları

3.1. İlaç Hedefleme

Kanser tedavisinde kullanılan akıllı nanotaşıyıcı sistemler, ilacı kontrollü biçimde salarak hücre içine etkin biçimde taşınmasını sağlar; bu sayede ilacın biyoyararlanımı artar, farmakokinetik ve farmakodinamik özellikleri iyileşir, aynı zamanda özgüllük yükselirken toksisite azalır (Yu et al., 2010). İlaç hedeflemede iki temel mekanizma yer almaktadır.

3.1.1. Pasif Hedefleme

Pasif hedefleme, tümör hücrelerinde EPR (gelişmiş geçirgenlik ve retansiyon etkisi) etkisi aracılığıyla gerçekleşir. Tümör damarlarının geçirgen yapısı nedeniyle ilaç yüklü nanotaşıyıcılar, sağlıklı dokulara oranla tümör dokusunda daha yoğun birikmektedir; bu durum gelişmiş geçirgenlik etkisi olarak tanımlanır. Öte yandan, lenfatik sistemdeki bozukluk nanopartiküllerin tümör çevresinde tutulmasına neden olur ki bu da gelişmiş retansiyon etkisi olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla EPR etkisi, hem gelişmiş geçirgenlik hem de retansiyon süreçlerini kapsamaktadır (Nakamura et al., 2016).

Pasif hedefleme, nanotaşıyıcıların tümör geçirgenliği ve damar yapısı, partikül büyüklüğü ve dolaşım süresi gibi faktörlere bağlıdır. Ayrıca, nanotaşıyıcıların yükü, boyutu ve yüzey kimyası gibi fizikokimyasal özellikleri ile kötü huylu tümörlerde hücre hedeflemenin zorlukları da bu süreci önemli ölçüde etkiler (Albanese et al., 2012; Attia et al., 2019). Ayrıca, tüm bu özelliklerin yanı sıra, bu taşıyıcıların sistemik dolaşımda kalma süreleri de önemlidir. Eğer bağışıklık sisteminden kaçarak sistemik dolaşımda uzun süre kalabilirlerse, tümörlü bölgede yüksek konsantrasyonlara ulaşarak 1–2 gün içinde, sağlıklı hücelere kıyasla 10–50 kat daha fazla birikim sağlarlar (Gullotti & Yeo, 2009).

3.1.2. Aktif Hedefleme

Aktif hedeflemede, akıllı ilaç taşıyıcıları tümör hücrelerini tanıyarak yalnızca bu hücelere ulaşır. Bu nedenle, tümör hücreleri ve yüzeylerindeki özgül moleküller aktif hedeflemede kritik rol oynar (Attia et al., 2019; Kumar Khanna, 2012). Tümör hücreleri, bazı molekülleri sağlıklı hücelere kıyasla daha fazla ifade eder; örneğin, hücre yüzeyi antijenleri veya folik asit gibi moleküller tümör hücrelerinde aşırı eksprese edilir. Nanotaşıyıcılar, aktif ligandlarla birleştirildiğinde bu aşırı eksprese edilen hedefleri tanıyabilir. Böylece nanotaşıyıcılar yalnızca hedef tümör hücresine bağlanır ve ilacı ilgili bölgede bırakır; bu sayede sağlıklı hücelere zarar verilmez. En yaygın kullanılan ligandlar arasında aptamerler, transferrin, peptitler, folat ve antikorlar bulunmaktadır (Hossen et al., 2019).

İmmünolipozomlar, antitümoral ilaçların aktif hedeflemeli taşınmasında kullanılan bir diğer tekniktir. Bunlar, antikorlarla konjuge edilmiş lipozomlar olup, normal lipozomlar gibi ilaç taşıma özelliklerine sahiptir; ancak, tümör hücresine özgül antikorları sayesinde hedef bölgedeki tümör hücrelerine yüksek yoğunlukta bağlanabilirler. Örneğin, meme kanseri tedavisinde doxorubicin yüklü HER2 immünolipozomları, antikor taşımayan PEG ile kaplı lipozomlara kıyasla daha yüksek terapötik etki göstermiştir (Park et al., 2002).

Son yıllarda, pH, sıcaklık, ışık, redoks durumu, enzimler gibi çeşitli çevresel faktörlere yanıt

olarak fizikokimyasal özelliklerinde belirgin değişiklikler gösteren uyarana duyarlı polimerler ve nanoparçacıklar tasarlanmış ve hedefe yönelik ilaç taşıma teknolojilerinde yaygın olarak kullanılır. Tümör bölgelerinde pasif ve aktif hedefleme mekanizmaları sayesinde biriken uyarana duyarlı nanoparçacıklar, tümör mikroçevresinin özelliklerine yanıt vererek ilaç salımını artırabilir, terapötik ajanların tümör dokusu içinde daha homojen dağılmasını sağlayabilir ve hücreler tarafından daha etkin bir şekilde alınmalarını kolaylaştırabilir (Du et al., 2015).

Sağlıklı dokuya kıyasla TME, asidik pH (Xia et al., 2018), hipoksi (Chen et al., 2016; Du et al., 2015; Feng et al., 2018) ve belirli enzimlerin yüksek seviyeleri (Li et al., 2014; Moreira et al., 2016) gibi benzersiz özellikler taşımaktadır. Buna karşın, TME'ye duyarlı parçacıkların, geleneksel aktif ve pasif hedefleme yöntemlerine kıyasla bazı önemli avantajlar sağlar. Aktif hedefleme, belirli ligandlar ve kanser hücre yüzey reseptörleri arasındaki spesifik etkileşimlere dayanır; ancak reseptörlerin dağılım ve yoğunluk farklılıkları, bu yöntemin geniş kapsamlı uygulanabilirliğini sınırlayabilir. Öte yandan, TME-duyarlı nanoparçacıklar, tümörlerdeki ortak fizyolojik özellikleri temel aldığından, asidik pH, hipoksi, enzim aktivitesi, redoks dengesi ve reaktif oksijen türleri (ROS) gibi tümör mikroçevresine özgü faktörlere yanıt vererek ilaçların ilgili bölgeye özgül olarak salınmasını sağlayan daha evrensel ve etkili bir strateji sunar.

4. Kanser Tedavisinde Kullanılan Nanotaşıyıcılar

4.1. Lipozomlar

Lipozomlar, hidrofilik bir merkez ve bu merkezi çevreleyen fosfolipitlerle kaplı çift katmanlı veziküllerdir (Jain et al., 2018). Hem hidrofilik hem de lipofilik ilaçları kapsayabilmeleri nedeniyle terapötik ilaç taşıyıcısı olarak tercih edilirler (Alwattar et al., 2021; Jain et al., 2019; Mu et al., 2017). Avantajları arasında; aktif grup koruması, hücre benzeri zar yapısı, minimal immünojenik etki, biyouyumluluk, güvenlik, etkinlik ve artmış yarı ömürdür (M. Li et al., 2019).

Lipozomların dezavantajları ise; düşük kapsama verimi, hidrofilik ve amfifilik ilaçların lipozomal veziküllerden kaçma olasılığı ve retiküloendotelial sistem (RES) aracılığıyla hızlandırılmış kan temizlenmesidir (ABC). Vücut tarafından yabancı olarak tanındıklarında, mononükleer fagosit sistemi (MPS) ve RES makrofajları tarafından temizlenirler. Bu nedenle boyut, yük, hidrofiklik ve hidrofobiklik gibi fizikokimyasal özellikleri, sistemik dolaşımdaki kalma sürelerini doğrudan etkiler (Brown et al., 2014; Paolino et al., 2014).

Sistemik dolaşım süresini arttırmak için boyut ayarlamaları ve yüzey modifikasyonları gibi

çeşitli yöntemler uygulanır. Örneğin, lipozomların yüzeyine oligosakkaritler, glikoproteinler, sentetik polimerler ve polisakkaritler eklenerek özelleştirilmiş ikinci nesil lipozomlar geliştirilmiştir; bu sayede, kan dolaşımında daha uzun süre kalabilirler (Pasut et al., 2015; Tu & Lewis, 2021).

4.2. Dendrimerler

Dendrimerlerin, ağaç anlamına gelen dendron olarak da bilinmelerinin sebebi; yapılarının ağaca benzer şekilde dallanmalarından kaynaklanır (Ghaffari et al., 2018). Dendrimerler; merkezi çekirdek, kendini tekrar eden ve merkezi çekirdeğe bağlı birimler ve dendrimerin periferindeki fonksiyonel gruplar olmak üzere üç ana bileşenden meydana gelir. Bu fonksiyonel gruplar, farmakokinetik profili ve biyouyumluluğu belirler (Chen & Cooper, 2000). Örneğin katyonik dendrimerler, yüzeylerinin pozitif yüklü olmaları nedeniyle, negatif yüklü hücre zarıyla etkileşerek hücre membranına zarar verebilmekte ve hücre lizisine yol açabilir (Moradi et al., 2019; Sheikh & Kesharwani, 2021).

Kanser tedavisinde nanotaşıyıcı olarak, poli-amidoamin (PAMAM), poli-L-laktit, poli-lizin, peptid dendrimer, poli-propilen-imin, poli-kaprolakton ve poli-etilen glikol gibi dendrimerler kullanılır (Wolinsky & Grinstaff, 2008). Paklitaksel, doksorubisin, metotreksat ve sisplatin gibi kemoterapötik ilaçlar dendrimer nanotaşıyıcılara yüklenerek görüntüleme ve tanı amacıyla da kullanılabilir (Khemtong et al., 2009). Bu şekilde, dendrimerlere belirli moleküller bağlanarak kanser hücrelerini hedefleme potansiyelleri artırılarak terapötik etki yükseltilmekte, toksisite azaltılarak tedavide görülen yan etkiler minimuma indirilir.

4.3. Miseller

Amfifilik blok kopolimerlerin kendiliğinden birleşmesiyle oluşan polimerik miseller, sulu ortamda genellikle 10–100 nm çapında küresel yapılar şeklinde bulunur. Hidrofilik bir korona ile çevrili hidrofobik çekirdekleri sayesinde, lipofilik ilaçların etkin biçimde taşınmasına olanak tanır (Fan et al., 2019; Mu et al., 2020). Misel yüzeyi; aptamer, peptit, antikor, karbonhidrat ve folik asit gibi farklı ligandlarla işlevselleştirilerek tümör hücrelerine özgü aktif hedefleme sağlanır (Alven & Aderibigbe, 2020). Hücre içi alımı arttırmak içinse miselin hidrofilik ucuna çeşitli fonksiyonel gruplar eklenebilir (Das et al., 2017).

“Eş-taşıma stratejisi, polimerik misellerin aynı anda birden fazla fonksiyon üstlenmesini sağlayarak kanser tedavisinde güçlü bir sinerji yaratır. Özellikle poli-iyon kompleks (PIC) miseller, son yıllarda nükleik asit temelli tedavi ajanlarının (genler ve siRNA) taşınmasında öne çıkan platformlardan biri olmuştur (Nishiyama & Kataoka, 2006). Nitekim, Wan et al. (2019), geliştirdikleri amfifilik kopolimer esaslı misellere hem paklitaksel hem de sisplatin eşzamanlı

olarak yükleyerek, yumurtalık ve meme kanseri modellerinde ilaç taşıma kapasitesinin belirgin biçimde iyileştiğini göstermiştir (Wan et al., 2019).

4.4. Altın Nanopartiküller

Altın nanopartiküller (AuNP), inorganik nanotaşıyıcılar olup çevresel koşullara karşı nispeten stabil yapıya sahiptir ve fotodinamik veya fototermal terapi amacıyla tümör hücrelerine zarar veren radikalleri üretmek için kullanılır. Biyolojik sistemlere karşı inert olmaları, geleneksel metal tabanlı ilaç taşıma sistemlerine göre üstünlük sağlar (Lewinski et al., 2008). Bu özellikleri sayesinde, ilaç işleme, biyogörüntüleme ve algılama gibi çeşitli alanlarda önemli roller üstlenir. Uygun boyut ve şekle ayarlandıklarında, toksik olmayan ve düşük fototoksositeye sahip materyaller olarak kullanılabilirler (W. Li et al., 2019; Wang et al., 2016).

Altın nanopartiküllerin optik özellikleri, ayarlanabilirlikleri ve yüzey plazmon rezonansı gibi özellikleri araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Görünümleri değiştirilerek ve yüzeylerine negatif yük uygulanarak, ligandlar, ilaçlar ve genler gibi çeşitli moleküllerle kolayca fonksiyonelleştirilebilirler. Ayrıca biyouyumlu ve toksik olmayan yapıları, onları ilaç taşıyıcı olarak ideal hâle getirmektedir. Örneğin, metotreksat (MTX) altın nanopartiküllere bağlandığında, serbest MTX'e kıyasla çeşitli kanser hücre hatları üzerinde daha yüksek sitotoksosite göstermiştir; MTX'in nanopartiküllere konjuge edilmiş halinin, kanser hücrelerinde daha hızlı ve yüksek konsantrasyonlarda biriktiği görülmüştür (Ajnai et al., 2014; Kong et al., 2017; Singh et al., 2018). Buna ek olarak, PEG ile kaplanmış altın nanopartiküller, RES aracılığıyla sistemik dolaşımdan temizlenme sorununu aşmaktadır; çünkü PEG kaplama, fizyolojik koşullar altında hem stabiliteyi hem de çözünürlüğü artırır (Pawar et al., 2012).

4.5. Mezogözenekli Silika Nanopartiküller

Mezogözenekli silika nanopartiküller (MSN), biyouyumlu yapıları, geniş gözenek hacmi ve homojen gözenek dağılımı sayesinde ilaç taşıma ve biyomedikal görüntüleme için potansiyel taşıyıcılar olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yüzeylerinde gerçekleştirilebilecek kimyasal modifikasyonlar, nanoparçacıkların özelliklerinin optimize edilmesine imkân tanımaktadır. Antikanser ilaçlar, bu mezogözenekli yapılara yerleştirilerek uzun süreli salınım sağlanabilir (Chan & Lin, 2015; Möller & Bein, 2017). Parçacık boyutları, 2–50 nm arasında olabilir.

Kanser tedavisinde en yaygın kullanılan MSN türü MCM-41 nanopartikülleridir. Bu MSN sınıfı, ilaçların mikro kanallara etkin bir şekilde yerleşmesini sağlarken, aynı zamanda yüklü ilaçların erken salınımını da engeller ve altıgen, düzenli mezogözenekleriyle karakterizedir (Huda et al., 2020; Liu & Xia, 2013). Ayrıca, MSN'lerin amin gruplarına polietilen glikol (PEG) konjuge edilmesi, nanopartiküllere uzun dolaşım ömrü kazandırmıştır (Xu et al., 2018).

Tümör hücrelerine yönelik hedefleme amacıyla, MSN'in mikro kanallarına transferrin, mannoz ve folik asit (FA) gibi çeşitli ligandlar eklenmiştir. Örneğin, folat reseptörü (FR), birçok insan tümör hücresinde yüksek seviyede ifade edilmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar, folatı polietilenimin aracılığıyla amid bağı kullanarak nanoparçacıklara konjuge etmiş ve ardından kopolimer silika partikülleri ile kaplamıştır. Sonuç olarak, FA ile modifiye edilen MSN'ler, hedeflenmemiş nanoparçacıklarla kıyaslandığında hem serviks hem de meme kanseri hücrelerinde daha yüksek sitotoksik etki göstermiş ve tümör tutulumunu artırmıştır (Li et al., 2016; Yang et al., 2017; Yang et al., 2014).

4.6. Süperparamanyetik Demiroksit Nanoparçacıkları

Süperparamanyetik demir oksit nanoparçacıkları (SPION'lar), süperparamanyetik özellikleri sayesinde dışarıdan uygulanan manyetik alan altında hedef dokularda birikebilme kapasitesine sahiptir. Bu özellikleri, son yıllarda araştırmacıların ilgisini çeken önemli nanomalzemeler arasında yer almalarını sağlar (Yuan et al., 2018). Belirli frekansta sürekli değişen alternatif manyetik alanlara maruz bırakıldıklarında, SPION'lar manyetik rezonans kontrast ajanı olarak davranabilir, fototermal etki oluşturabilir ve manyetik ısıtma gibi terapötik etkiler açığa çıkarabilir; aynı zamanda yüksek biyoyumluluk sergilerler (Balk et al., 2021; Cryer & Thorley, 2019).

SPION'ların, ilaç taşıma sistemlerinde kullanılabilmesi için optimal parçacık boyutu 10-200 nm arasında olmalıdır. Bu boyut aralığı, nanoparçacıkların kılcal damarlardan istenmeyen dokulara sızmasını engeller, böbrekler tarafından hızlıca süzülüp atılmalarını önler (renal klerens) ve RES makrofajlarının fagositozundan kaçmalarına yardımcı olur (Chomoucka et al., 2010).

Bu tür sistemler, dışarıdan uygulanan manyetik alan varlığında, manyetik alan yardımıyla yönlendirilerek (aktif) veya tümör damarlarının artmış geçirgen yapısından faydalanarak (pasif) tümör dokusunda birikebilirler (Zou et al., 2010). Antikorlar, hiyalüronik asit, transferrin, peptitler, folat ve aptamerler (örneğin Arg-Gly-Asp (RGD)) gibi hedefleme ligandları ile SPION temelli ilaç taşıma sistemlerinin konjugasyonu, hedefleme etkinliğini arttırmak için kullanılabilir. Bu ligandlar, tümör hücre yüzeyinde aşırı eksprese edilen belirli reseptörleri tanıyabilir; böylece böylece daha düşük dozlarda etkinlik sağlanabilir ve yan etkiler azaltılabilir (Zhi et al., 2016).

5. Sonuç

Kanser, hücrelerin kontrolsüz çoğalması ve apoptoz süreçlerinin bozulmasıyla karakterize olan, yüksek mortaliteye sahip bir hastalıktır. Mevcut tedavi seçenekleri arasında cerrahi,

radoterapi, kemoterapi ve antitümoral ilaçlar bulunmakla birlikte, bu yöntemlerin yüksek toksisiteye sahip olması ve sağlıklı hücrelere zarar verebilmesi, alternatif stratejilerin önemini artırmaktadır. Bu bağlamda, nanoteknoloji kanser tedavisinde umut verici bir yaklaşım sunmaktadır. Hedefe yönelik akıllı ilaç taşıyıcıları, ilaçları tümör bölgesine yönlendirerek kontrollü salım sağlar ve böylece terapötik etkinliği artırırken yan etkileri azaltmaktadır.

Akıllı nanotaşıyıcılar, aktif ve pasif hedefleme mekanizmaları ile etki gösterir. Aktif hedefleme yalnızca tümör hücrelerini hedef alarak etkinliği artırırken, tümör mikroçevresine (TME) duyarlı nanoparçacıklar, asidik pH, hipoksi ve yüksek enzim seviyeleri gibi tümörlere özgü fizyolojik özelliklerden yararlanarak ilaçların bölgeye özgül salımını sağlar. Bu sayede, klasik yöntemlere kıyasla daha geniş ve etkili bir tedavi seçeneği sunarlar.

Kanser tedavisinde lipozomlar, dendrimerler, miseller, altın nanopartiküller, mezogözenekli silika nanopartiküller ve süperparamanyetik demiroksit nanoparçacıkları gibi nanotaşıyıcı sistemler kullanılmaktadır. Gelecekte bu teknolojilerin klinik uygulamalardaki etkinliğinin artırılması için multidisipliner çalışmalar ve ileri klinik araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, nanotaşıyıcıların güvenliği, biyouyumluluğu ve üretim süreçlerinin optimizasyonu gibi konular da ele alınmalıdır. Uygun tasarlanmış akıllı nanotaşıyıcılar, farklı kanser türlerinde kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlayabilir ve böylece tedavi başarısını artırırken yan etkileri minimize edebilir. Bu doğrultuda, nanoteknoloji tabanlı yaklaşımlar, klasik kanser tedavilerini tamamlayıcı veya alternatif yöntemler olarak önümüzdeki yıllarda daha fazla klinik öneme sahip olacaktır.

6.Kaynaklar

- Ajnai, G., Chiu, A., Kan, T., Cheng, C.-C., Tsai, T.-H., & Chang, J. (2014). Trends of gold nanoparticle-based drug delivery system in cancer therapy. *Journal of Experimental & Clinical Medicine*, 6(6), 172-178.
- Albanese, A., Tang, P. S., & Chan, W. C. (2012). The effect of nanoparticle size, shape, and surface chemistry on biological systems. *Annual review of biomedical engineering*, 14(1), 1-16.
- Alven, S., & Aderibigbe, B. A. (2020). The therapeutic efficacy of dendrimer and micelle formulations for breast cancer treatment. *Pharmaceutics*, 12(12), 1212.
- Alwattar, J. K., Mneimneh, A. T., Abla, K. K., Mehanna, M. M., & Allam, A. N. (2021). Smart stimuli-responsive liposomal nanohybrid systems: A critical review of theranostic behavior in cancer. *Pharmaceutics*, 13(3), 355.
- Attia, M. F., Anton, N., Wallyn, J., Omran, Z., & Vandamme, T. F. (2019). An overview of active and passive targeting strategies to improve the nanocarriers efficiency to tumour sites. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 71(8), 1185-1198.
- Balk, M., Haus, T., Band, J., Unterweger, H., Schreiber, E., Friedrich, R. P., Alexiou, C., & Gostian, A. O. (2021, Mar 13). Cellular SPION Uptake and Toxicity in Various Head and Neck Cancer Cell Lines. *Nanomaterials (Basel)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/nano11030726>

- Brown, B. S., Patanam, T., Mobli, K., Celia, C., Zage, P. E., Bean, A. J., & Tasciotti, E. (2014). Etoposide-loaded immunoliposomes as active targeting agents for GD2-positive malignancies. *Cancer biology & therapy*, 15(7), 851-861.
- Chan, M.-H., & Lin, H.-M. (2015). Preparation and identification of multifunctional mesoporous silica nanoparticles for in vitro and in vivo dual-mode imaging, theranostics, and targeted tracking. *Biomaterials*, 46, 149-158.
- Chen, C. Z., & Cooper, S. L. (2000). Recent advances in antimicrobial dendrimers. *Advanced Materials*, 12(11), 843-846.
- Chen, Q., Feng, L., Liu, J., Zhu, W., Dong, Z., Wu, Y., & Liu, Z. (2016). Intelligent Albumin-MnO₂ Nanoparticles as pH-/H₂O₂-Responsive Dissociable Nanocarriers to Modulate Tumor Hypoxia for Effective Combination Therapy. *Advanced Materials (Deerfield Beach, Fla.)*, 28(33), 7129-7136.
- Chomoucka, J., Drbohlavova, J., Huska, D., Adam, V., Kizek, R., & Hubalek, J. (2010, 2010/08/01/). Magnetic nanoparticles and targeted drug delivering. *Pharmacological Research*, 62(2), 144-149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phrs.2010.01.014>
- Cryer, A. M., & Thorley, A. J. (2019, Jun). Nanotechnology in the diagnosis and treatment of lung cancer. *Pharmacol Ther*, 198, 189-205. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2019.02.010>
- Das, A., Gupta, N. V., Gowda, D., & Bhosale, R. R. (2017). A review on pH-sensitive polymeric nanoparticles for cancer therapy. *Int. J. ChemTech Res*, 10, 575-588.
- Du, J., Lane, L. A., & Nie, S. (2015, 2015/12/10/). Stimuli-responsive nanoparticles for targeting the tumor microenvironment. *Journal of controlled release*, 219, 205-214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2015.08.050>
- Fan, W., Zhang, L., Li, Y., & Wu, H. (2019). Recent progress of crosslinking strategies for polymeric micelles with enhanced drug delivery in cancer therapy. *Current medicinal chemistry*, 26(13), 2356-2376.
- Feng, L., Gai, S., Dai, Y., He, F., Sun, C., Yang, P., Lv, R., Niu, N., An, G., & Lin, J. (2018). Controllable generation of free radicals from multifunctional heat-responsive nanoplatfrom for targeted cancer therapy. *Chemistry of Materials*, 30(2), 526-539.
- Futreal, P. A., Kasprzyk, A., Birney, E., Mullikin, J. C., Wooster, R., & Stratton, M. R. (2001). Cancer and genomics. *Nature*, 409(6822), 850-852.
- Ghaffari, M., Dehghan, G., Abedi-Gaballu, F., Kashanian, S., Baradaran, B., Dolatabadi, J. E. N., & Losic, D. (2018). Surface functionalized dendrimers as controlled-release delivery nanosystems for tumor targeting. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 122, 311-330.
- Gullotti, E., & Yeo, Y. (2009). Extracellularly activated nanocarriers: a new paradigm of tumor targeted drug delivery. *Molecular pharmaceutics*, 6(4), 1041-1051.
- Hossen, S., Hossain, M. K., Basher, M., Mia, M., Rahman, M., & Uddin, M. J. (2019). Smart nanocarrier-based drug delivery systems for cancer therapy and toxicity studies: A review. *Journal of advanced research*, 15, 1-18.
- Huda, S., Alam, M. A., & Sharma, P. K. (2020). Smart nanocarriers-based drug delivery for cancer therapy: An innovative and developing strategy. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 60, 102018.
- Jain, A., Hurkat, P., & Jain, S. K. (2019). Development of liposomes using formulation by design: Basics to recent advances. *Chemistry and physics of lipids*, 224, 104764.

- Jain, A., Kumari, R., Tiwari, A., Verma, A., Tripathi, A., Shrivastava, A., & Jain, S. K. (2018). Nanocarrier based advances in drug delivery to tumor: an overview. *Current drug targets*, 19(13), 1498-1518.
- Khemtong, C., Kessinger, C. W., & Gao, J. (2009). Polymeric nanomedicine for cancer MR imaging and drug delivery. *Chemical Communications*(24), 3497-3510.
- Kong, F.-Y., Zhang, J.-W., Li, R.-F., Wang, Z.-X., Wang, W.-J., & Wang, W. (2017). Unique roles of gold nanoparticles in drug delivery, targeting and imaging applications. *Molecules*, 22(9), 1445.
- Kumar Khanna, V. (2012). Targeted delivery of nanomedicines. *International Scholarly Research Notices*, 2012(1), 571394.
- Lewinski, N., Colvin, V., & Drezek, R. (2008). Cytotoxicity of nanoparticles. *small*, 4(1), 26-49.
- Li, J., Liu, F., Shao, Q., Min, Y., Costa, M., Yeow, E. K., & Xing, B. (2014). Enzyme-responsive cell-penetrating peptide conjugated mesoporous silica quantum dot nanocarriers for controlled release of nucleus-targeted drug molecules and real-time intracellular fluorescence imaging of tumor cells. *Advanced healthcare materials*, 3(8), 1230-1239.
- Li, M., Du, C., Guo, N., Teng, Y., Meng, X., Sun, H., Li, S., Yu, P., & Galons, H. (2019). Composition design and medical application of liposomes. *European journal of medicinal chemistry*, 164, 640-653.
- Li, T., Shen, X., Geng, Y., Chen, Z., Li, L., Li, S., Yang, H., Wu, C., Zeng, H., & Liu, Y. (2016, 2016/06/08). Folate-Functionalized Magnetic-Mesoporous Silica Nanoparticles for Drug/Gene Codelivery To Potentiate the Antitumor Efficacy. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 8(22), 13748-13758. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b02963>
- Li, W., Cao, Z., Liu, R., Liu, L., Li, H., Li, X., Chen, Y., Lu, C., & Liu, Y. (2019). AuNPs as an important inorganic nanoparticle applied in drug carrier systems. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 47(1), 4222-4233.
- Liu, Q., & Xia, W. (2013). Mesoporous silica nanoparticles for cancer therapy. In *New Advances on Disease Biomarkers and Molecular Targets in Biomedicine* (pp. 231-242). Springer.
- Moradi, M., Abdolhosseini, M., & Zarrabi, A. (2019). A review on application of nano-structures and nano-objects with high potential for managing different aspects of bone malignancies. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 19, 100348.
- Moreira, A. F., Dias, D. R., & Correia, I. J. (2016, 2016/12/01/). Stimuli-responsive mesoporous silica nanoparticles for cancer therapy: A review. *Microporous and Mesoporous Materials*, 236, 141-157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.08.038>
- Möller, K., & Bein, T. (2017, 2017/01/10). Talented Mesoporous Silica Nanoparticles. *Chemistry of Materials*, 29(1), 371-388. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b03629>
- Mu, L.-M., Ju, R.-J., Liu, R., Bu, Y.-Z., Zhang, J.-Y., Li, X.-Q., Zeng, F., & Lu, W.-L. (2017). Dual-functional drug liposomes in treatment of resistant cancers. *Advanced drug delivery reviews*, 115, 46-56.
- Mu, W., Chu, Q., Liu, Y., & Zhang, N. (2020). A review on nano-based drug delivery system for cancer chemoimmunotherapy. *Nano-Micro Letters*, 12(1), 142.
- Nakamura, Y., Mochida, A., Choyke, P. L., & Kobayashi, H. (2016). Nanodrug delivery: is the enhanced permeability and retention effect sufficient for curing cancer? *Bioconjugate chemistry*, 27(10), 2225-2238.

- Nishiyama, N., & Kataoka, K. (2006). Current state, achievements, and future prospects of polymeric micelles as nanocarriers for drug and gene delivery. *Pharmacology & therapeutics*, 112(3), 630-648.
- Paolino, D., Cosco, D., Gaspari, M., Celano, M., Wolfram, J., Voce, P., Puxeddu, E., Filetti, S., Celia, C., & Ferrari, M. (2014). Targeting the thyroid gland with thyroid-stimulating hormone (TSH)-nanoliposomes. *Biomaterials*, 35(25), 7101-7109.
- Park, J. W., Hong, K., Kirpotin, D. B., Colbern, G., Shalaby, R., Baselga, J., Shao, Y., Nielsen, U. B., Marks, J. D., & Moore, D. (2002). Anti-HER2 immunoliposomes: enhanced efficacy attributable to targeted delivery. *Clinical Cancer Research*, 8(4), 1172-1181.
- Pasut, G., Paolino, D., Celia, C., Mero, A., Joseph, A. S., Wolfram, J., Cosco, D., Schiavon, O., Shen, H., & Fresta, M. (2015). Polyethylene glycol (PEG)-dendron phospholipids as innovative constructs for the preparation of super stealth liposomes for anticancer therapy. *Journal of controlled release*, 199, 106-113.
- Pawar, H. R., Bhosale, S. S., & Derle, N. D. (2012). Use of liposomes in cancer therapy: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(10), 3585.
- Pérez-Herrero, E., & Fernández-Medarde, A. (2015). Advanced targeted therapies in cancer: Drug nanocarriers, the future of chemotherapy. *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics*, 93, 52-79.
- Sheikh, A., & Kesharwani, P. (2021). An insight into aptamer engineered dendrimer for cancer therapy. *European Polymer Journal*, 159, 110746.
- Singh, P., Pandit, S., Mokkalapati, V., Garg, A., Ravikumar, V., & Mijakovic, I. (2018). Gold nanoparticles in diagnostics and therapeutics for human cancer. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(7), 1979.
- Sohrabi Kashani, A., & Packirisamy, M. (2021). Cancer-nano-interaction: From cellular uptake to mechanobiological responses. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), 9587.
- Şengel Türk, C., & Haşıççek, c. (2009). Surface modification of polymeric nanoparticulate drug carrier systems Polimerik nanopartiküler ilaç taşıyıcı sistemlerde yüzey modifikasyonu. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 38(2).
- Tang, L., Li, J., Zhao, Q., Pan, T., Zhong, H., & Wang, W. (2021). Advanced and innovative nano-systems for anticancer targeted drug delivery. *Pharmaceutics*, 13(8), 1151.
- Tu, A. B., & Lewis, J. S. (2021). Biomaterial-based immunotherapeutic strategies for rheumatoid arthritis. *Drug Delivery and Translational Research*, 11(6), 2371-2393.
- Wan, X., Beaudoin, J. J., Vinod, N., Min, Y., Makita, N., Bludau, H., Jordan, R., Wang, A., Sokolsky, M., & Kabanov, A. V. (2019). Co-delivery of paclitaxel and cisplatin in poly (2-oxazoline) polymeric micelles: Implications for drug loading, release, pharmacokinetics and outcome of ovarian and breast cancer treatments. *Biomaterials*, 192, 1-14.
- Wang, F., Li, C., Cheng, J., & Yuan, Z. (2016). Recent advances on inorganic nanoparticle-based cancer therapeutic agents. *International journal of environmental research and public health*, 13(12), 1182.
- Wayteck, L., Breckpot, K., Demeester, J., De Smedt, S. C., & Raemdonck, K. (2014). A personalized view on cancer immunotherapy. *Cancer letters*, 352(1), 113-125.
- Williams, G. M. (1992). DNA reactive and epigenetic carcinogens. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 44(8), 457-463.

- Wolinsky, J. B., & Grinstaff, M. W. (2008). Therapeutic and diagnostic applications of dendrimers for cancer treatment. *Advanced drug delivery reviews*, 60(9), 1037-1055.
- Xia, F., Hou, W., Zhang, C., Zhi, X., Cheng, J., de la Fuente, J. M., Song, J., & Cui, D. (2018, 2018/03/01/). pH-responsive gold nanoclusters-based nanoprobe for lung cancer targeted near-infrared fluorescence imaging and chemo-photodynamic therapy. *Acta Biomaterialia*, 68, 308-319. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actbio.2017.12.034>
- Xu, C., Chen, F., Valdovinos, H. F., Jiang, D., Goel, S., Yu, B., Sun, H., Barnhart, T. E., Moon, J. J., & Cai, W. (2018). Bacteria-like mesoporous silica-coated gold nanorods for positron emission tomography and photoacoustic imaging-guided chemo-photothermal combined therapy. *Biomaterials*, 165, 56-65.
- Yang, H., Chen, Y., Chen, Z., Geng, Y., Xie, X., Shen, X., Li, T., Li, S., Wu, C., & Liu, Y. (2017). Chemo-photodynamic combined gene therapy and dual-modal cancer imaging achieved by pH-responsive alginate/chitosan multilayer-modified magnetic mesoporous silica nanocomposites. *Biomaterials science*, 5(5), 1001-1013.
- Yang, H., Li, Y., Li, T., Xu, M., Chen, Y., Wu, C., Dang, X., & Liu, Y. (2014, 2014/11/17). Multifunctional Core/Shell Nanoparticles Cross-linked Polyetherimide-folic Acid as Efficient Notch-1 siRNA Carrier for Targeted Killing of Breast Cancer. *Scientific Reports*, 4(1), 7072. <https://doi.org/10.1038/srep07072>
- Yu, B., Tai, H. C., Xue, W., Lee, L. J., & Lee, R. J. (2010). Receptor-targeted nanocarriers for therapeutic delivery to cancer. *Molecular membrane biology*, 27(7), 286-298.
- Yuan, Y., He, Y., Bo, R., Ma, Z., Wang, Z., Dong, L., Lin, T. Y., Xue, X., & Li, Y. (2018, Nov 29). A facile approach to fabricate self-assembled magnetic nanotheranostics for drug delivery and imaging. *Nanoscale*, 10(46), 21634-21639. <https://doi.org/10.1039/c8nr05141k>
- Zhi, D., Zhao, Y., Cui, S., Chen, H., & Zhang, S. (2016, May). Conjugates of small targeting molecules to non-viral vectors for the mediation of siRNA. *Acta Biomater*, 36, 21-41. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2016.03.048>
- Zhou, J. (2014). Advances and prospects in cancer immunotherapy. *New Journal of Science*, 2014(1), 745808.
- Zou, P., Yu, Y., Wang, Y. A., Zhong, Y., Welton, A., Galbán, C., Wang, S., & Sun, D. (2010, Dec 6). Superparamagnetic iron oxide nanotheranostics for targeted cancer cell imaging and pH-dependent intracellular drug release. *Mol Pharm*, 7(6), 1974-1984. <https://doi.org/10.1021/mp100273t>

A.I-BASED MODEL FOR THE IDENTIFICATION OF SCHIZOPHRENIA FROM RESTING-STAGE EEG

Assistant professor Anirbit SENGUPTA

Department of Computer Science Engineering- A.I Brainware University, West Bengal

Abstract

Schizophrenia is a severe psychotic disorder associated with neurobiological insufficiencies. Cognitive deficiencies in a patient can be best understood when brain activities are monitored during the resting phase. The first signs of schizophrenia are thought to manifest during late adolescence. Hence, the patient can lead a comparatively functional life if the diagnosis can be made during the onset. The most cost-effective way to monitor brain activity is using electroencephalography (EEG). Since the visual analysis of EEG comes with interpretation issues, research is being carried out for machine learning-based interpretation systems. In this paper, the authors proposed classification models using several machine learning algorithms to distinguish between normal and schizophrenic subjects from EEG data taken during the resting phase. The best result was by Random Forest(RF) with precision, sensitivity, and specificity of 0.965, 0.965, and 0.95, respectively. The outcome of the parameters of the machine learning models was further evaluated using statistical measures such as G-mean, Wilcoxon Signed Rank test, and Kendell's concordance coefficient. RF had the highest G-mean of 40.9. Kendell's coefficient was 0.605, and RF was identified as the best rater with a rank value of 3.67. Wilcoxon test proved that the outcome with RF was statistically different from the outcome using other algorithms. Comparison with the works of various researchers also showed that the proposed model had a promising outcome.

Keywords: Electroencephalography (EEG); Random Forest; Schizophrenia; G-mean; Wilcoxon Signed Rank Test; Kendell's Coefficient

1.INTRODUCTION

Schizophrenia is a psychotic disorder characterised by incoherent thinking, perception, emotion, and behaviour. Patients usually suffer from visual and auditory hallucinations. Worldwide 20 million people are affected by this disease [1]. Though the leading cause of schizophrenia is still not known, it is believed to be due to some genetic, psychological, and physical factors. The pathophysiology of schizophrenia is given in Figure 1. The onset of schizophrenia usually starts during late adolescence or early adult life. The occurrence of schizophrenia after 40 is rare. There is no known cure yet; however, if the symptoms can be identified early, the symptoms can be minimised, and the patient can be given a comparatively

functioning life.

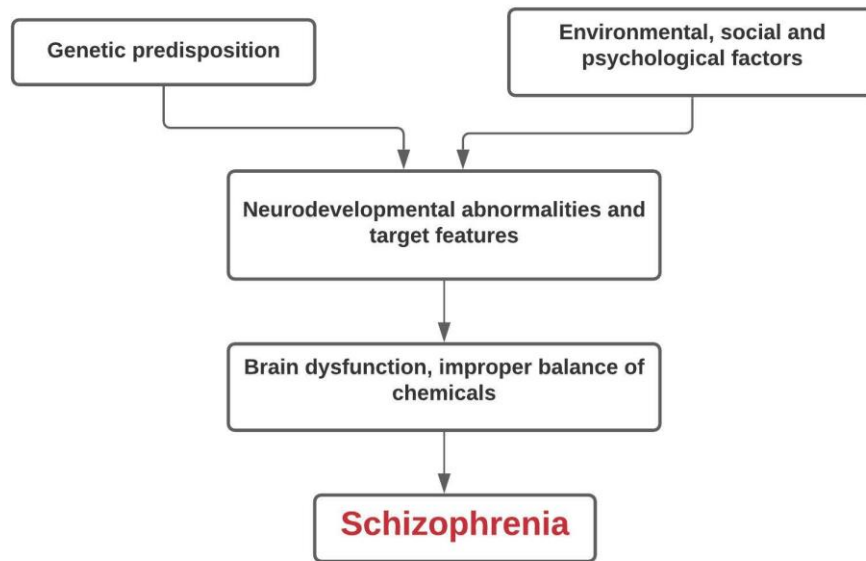


Figure 1: Pathophysiology of schizophrenia

If a person exhibits any two symptoms of schizophrenia for more than one month, he/she can be evaluated for the disease. Sullivan [2] and Cameron [3] first performed a systematic analysis of the forewarning of schizophrenia. When these models proved ineffective, Doherty et al. [4] proposed stage models of progressing symptoms. This model, too, failed.

1.1. Detection of Schizophrenia using EEG

Psychiatrists traditionally detect schizophrenia through the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) using a series of questionnaires. The process might take up to two years to accurately identify the disease from the symptoms. Inaccuracy can also crop up in this method of diagnosis because the patients might tend to hide their symptoms. Sometimes other mental disorders have symptoms similar to schizophrenia, making it difficult for clinicians to distinguish [5].

A series of instruments were developed in the past 20 years to identify patients at risk of schizophrenia. These instruments are non-invasive in nature and use either signalling or imaging techniques to assess schizophrenia. The most common signalling techniques use Electroencephalogram (EEG) with the help of multi-channel sensors [6]. The common imaging techniques are Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Computed Tomography (CT). However, these methods are costlier than EEG [7]. EEG inspects brain connectivity during the resting stage to reveal fundamental details of brain activity. EEG signals are obtained by placing electrodes at particular positions on the scalp [8].

Studies have reported that schizophrenia patients suffer from an inability to register subtle changes in the recurring sounds in their surroundings. They also suffer from cognitive and psycho-social impairments, which can be measured by recording the brain signal pattern using EEG. Analysis of the EEG data is based on[9]:

- i. Mismatch negativity (MMN) is the difference in response by the brain to a series of beeping sounds and to a ping of different types of sound.
- ii. P3a is a measure of the electrical energy emitted by the brain as its attention shifts to a prolonged beeping sound.

Relative to the usual subjects, the schizophrenia patients have reduced MMN and P3a. Figure 2 shows the EEG signal of normal and schizophrenic subjects. Normal EEG signal is shown to the left, and the schizophrenic one is on the right.

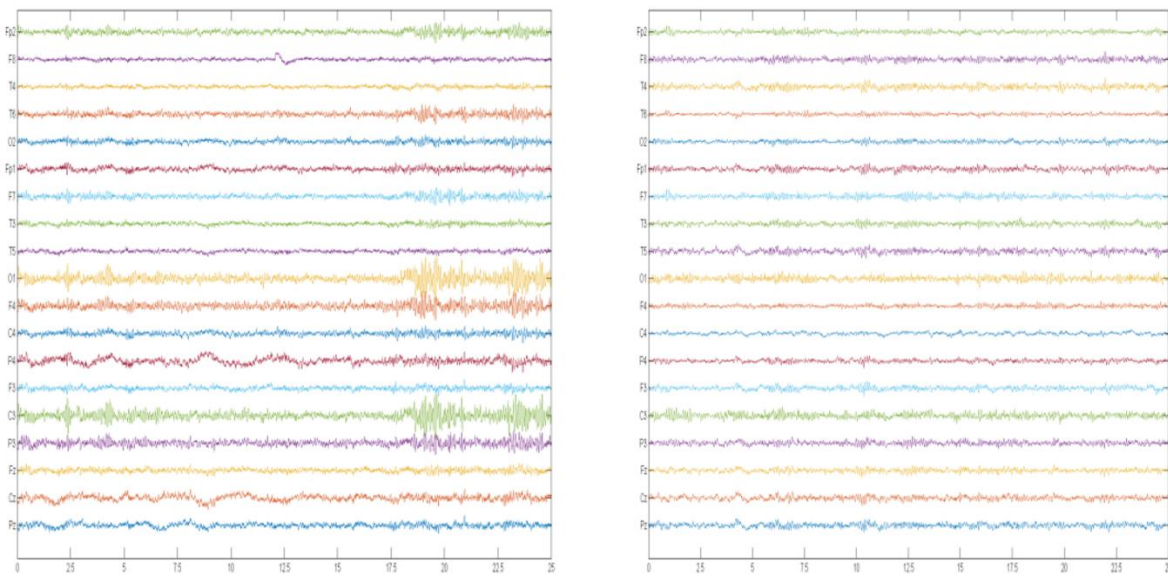


Figure 2: EEG signal of a normal subject on the left and that of a schizophrenia patient on the right [10]

1.2.Literature Study

There are certain difficulties in the visual interpretation of EEG. EEG signals, which are very weak, in the range of 20 mV, need to be amplified, which leads to noise amplification. As a result, the visual analysis might lead to erroneous interpretation[11]. Also, the combination of signal patterns might contain much more information than the human eye can decipher. Hence, automated, intelligent systems are required to interpret EEG to detect schizophrenia. Recently, research has been conducted to identify and classify schizophrenia using machine learning. Mathematical models are applied to extract the features either from the images directly or from the raw data. Machine learning methods have been successfully used to distinguish between healthy control and schizophrenic subjects.

Doan et al. [12] used Linked Independent Component Analysis (LICI) to identify the differences in grey-matter density (GMD), cortical thickness, surface area, and six other features of the brain from the structural and resting state functional MRI of 295 schizophrenic patients and 45 healthy subjects. They obtained an overall accuracy of 90% and an accuracy of 82% with the functional MRI. Chin et al. [13] used the MRI image of 212 schizophrenia patients and healthy subjects to identify the GMD using voxel-based morphometry and distinguish the healthy subjects from the diseased using SVM. They obtained an accuracy of 86%.

Neuhaus et al. [14] used EEG biomarkers such as ERP amplitude and latency to identify symptoms of schizophrenia with an accuracy of 72.4%. Chen et al. [15] used SVM to classify the EEG signal of 52 subjects, of which 12 were healthy, and 40 were schizophrenic. They used theta 1, theta 2, alpha, beta, and gamma frequency bands of the signal. With a total of 60 features, they obtained an accuracy of 84%. Santos-Mayo et al. [16] used J5, MIFS, and DISR feature selection algorithms and classified from a dataset containing 16 schizophrenic and 31 healthy subjects using SVM and Multilayer Perceptron (MLP). The accuracy was 93.42%. Twenty features of EEG were used in their work.

Boostani et al. [17] extracted 286 features of EEG signals. They used different classification algorithms to differentiate healthy individuals from schizophrenic ones from a dataset containing the data of 13 people with schizophrenia and 18 healthy subjects. The highest accuracy of 87.51% was obtained with direct linear discriminant analysis (BDLDA). Khodyari et al. [18] distinguished between 91 normal subjects, 40 people with schizophrenia, and 64 subjects with major depressive disorder (MDD) using 42 features and a mixture of factor analysis (MFA). They obtained an accuracy of 87.1%. Sabeti et al. [19] selected the essential EEG channels and used genetic programming to determine the best 80 features. Several machine learning algorithms were applied; however, the best result was obtained with Adaboost, with an accuracy of 91.94%. Thilakvathi et al. [20] considered 10 features from EEG signals taken from five different scalp positions. SVM was then used on a dataset containing 55 people with schizophrenia and 23 non-schizophrenic data to build a classification model that exhibited an accuracy of 80%. Liu et al. [21] worked with 200 EEG data samples with 1500 features collected from 40 people with schizophrenia and 40 normal subjects. The classification model was built using SVM with an accuracy of 91.16%.

Oh et al. [10] applied convolution neural network (CNN) to a dataset containing 14 people with schizophrenia and 14 normal subjects with 1142 features and got an accuracy of 81.26%. The same dataset was used by Jahmunah et al. [22], Buettner et al. [23], Racz et al. [24] and

Goshvarpour et al.[25] where they used SVM, Random Forest (Buettner and Racz), and probabilistic neural network (PNN) classifiers to build the models. Their respective accuracies were 92.91%, 96.77%, 89.29%, and 100%, respectively. Phang et al. [26] used the same dataset as the authors' but used 2730 features. Multi-domain connectome convolutional neural network (MDC-CNN) was used for the classification with an accuracy of 93.06%.

In the proposed system, we have used several machine learning algorithms to build classification models to distinguish between schizophrenic and healthy subjects. The outcome of the models was statistically analysed to predict the most suitable classification algorithm for the purpose. The paper is arranged as follows: the methodology is described in Section 2. The result and Discussion are in Section 3. The conclusion is given in Section 4.

2.METHODOLOGY

2.1.Dataset Description

The dataset was obtained from the EEG records database of the Laboratory for Neurophysiology and Neuro-Computer Interfaces of M.V Lomonosov Moscow State University. The database consists of EEG data collected from 84 adolescents at the resting stage. The noise had been removed from the EEG signal before creating the dataset. The subjects were divided into two groups – a group of 45 people exhibiting symptoms of schizophrenia and a group of 39 normal people. Each EEG sample consists of EEG amplitude (mkV) reading from 16 EEG channels. Each channel produced 7680 samples taken with a sampling rate of 128 kHz over a period of one minute [27]. Figure 3 shows the position of the 16 channels placed on five lobes – frontal (F), central (C), parietal (F), temporal (T), and occipital (O). Data were taken from [F7, F3, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2] set of electrodes.

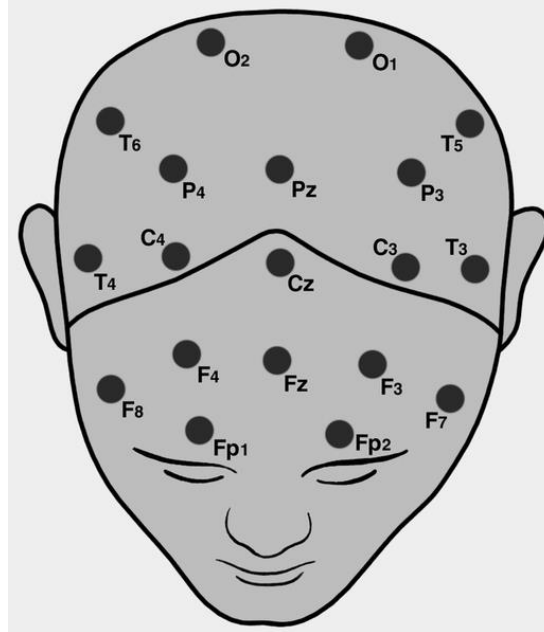


Figure 3: Position of the 16 EEG electrodes

2.2. Overview of the Methodology

Overview of the methodology is shown diagrammatically in Figure 4.

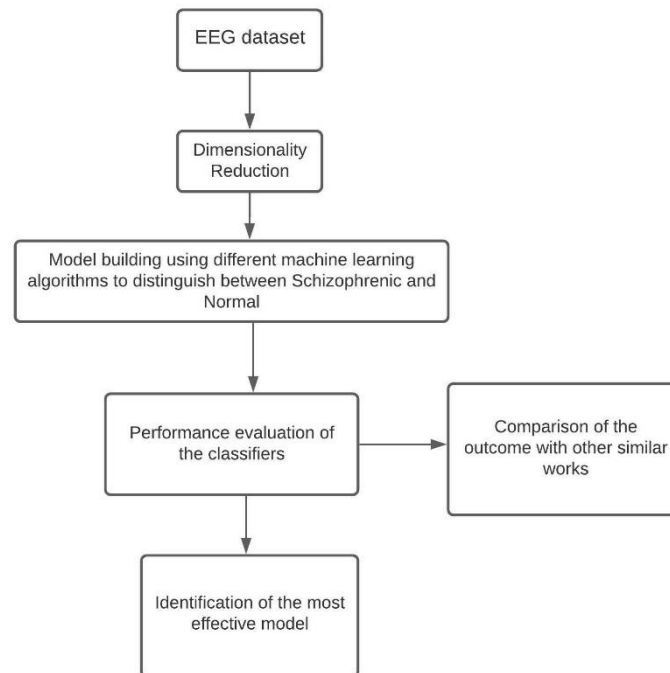


Figure 4: Process Overview

2.3. Dimensionality Reduction using PCA

The total number of features obtained from the 16 channels is 122880. We have marked the feature columns as SC1, SC2, ..., and so on. Since it is cumbersome and computationally challenging to handle such a large number of features, we have considered the samples of the

first 30 seconds from each channel. Principal Component Analysis (PCA) was then employed twice to reduce the input feature set and avoid performance degradation. PCA finds the direction of maximum variance in a high-dimensional feature space and projects them onto a lower-dimensional feature space.

A $d \times k$ - dimensional transformation matrix M was constructed, where $d = 61440$ and $k = 84$. A sample vector x_i is thus represented as

$$x_i = [a_1, a_2, \dots, a_d], x \in \mathbb{R}^d$$

$$M \in \mathbb{R}^d$$

And the sample space is $X = [x_1, x_2, \dots, x_k]$. After the first round of PCA, we have $m \times k$ -dimensional matrix M , where $m = 16383$. Since it is still a very high value, the PCA was run a second time when a $n \times k$ - dimensional matrix was obtained, where $n = 70$.

2.4.Classification

Four classifiers – Bagging, Fuzzy Unordered Rule Induction Algorithm (FURIA), Multilayer Perceptron (MLP), and Random Forest. Liang et al. [28] showed that bagging could be used to build the prediction model using medical data. Bagging is a set of base learners ($b_1, b_2, \dots, b_i$) generated from a set of bootstrap samples ($s_1, s_2, \dots, s_i$) that forms an ensemble classification method. The final classification is done using a majority vote.

FURIA is derived from the RIPPER algorithm. Instead of conventional rules, FURIA uses fuzzy rules to obtain supple classification boundaries. To generate the rules, the fuzzy intervals are replaced by a trapezoidal function combined with the rule induction techniques of RIPPER. Soares et al. [29] have shown that FURIA can be successfully used as a medical decision support system classification method.

Many studies showed that MLP could classify medical data and accurately perform risk analysis. For an MLP with two layers, If k is the size of the input vector X and the output vector is $f(x)$, then

$$f(x) = F(b^{(2)} + (W^{(2)}(h(b^{(1)} + W^{(1)}x))))$$

where, $b^{(1)}$ and $b^{(2)}$ are bias vectors, and $W^{(1)}$ and $W^{(2)}$ are the weight vectors. F and h are activation functions [30].

Random Forest (RF) constructs multiple decision trees and combines them to give a robust classification. One main advantage of RF is that it can learn from imbalanced data, which is quite common in medical data. RF groups the dataset into active and inactive instances before engendering the training and testing datasets. RF has been used successfully for the identification and classification of breast cancer[31], osteoporosis, diabetes[32], coronary

atherosclerosis, peripheral atherosclerosis etc. [33].

Classifiers were trained using 10-fold cross-validation. The training dataset is split into 10 subgroups of equal size. One subgroup was used to test the model trained with the rest of the 9 subgroups. This process was repeated 10 times, thus allowing each subgroup to be used once as a test dataset. The ultimate performance of the model is the average performance of each validation set.

2.5. Statistical Evaluation Metrics

Accuracy is the usual metric for the evaluation of the performance of the model if the dataset is symmetric. However, in medical data analysis, accuracy might not be the best metric for evaluation because they usually are either asymmetric or unequal class distribution. In this work, we have considered *schizophrenia* as the positive class and *Normal* as the negative class. Precision is about how sure we are about the true positive (TP), while recall is how sure we are that we are not missing any positives. The recall is better if the idea of false positive (FP) is more acceptable than the idea of false negative (FN). F-score is best for uneven class distribution.

The AUC-ROC curve in binary classification is a probability curve that plots the true positive rate (TPR) against the false positive rate (FPR) at different threshold values. It shows the measure of the ability of the classifiers to distinguish between classes. AUC=1 means the classifier can make a perfect distinction between the two classes. Also, a smoother curve indicates fewer FPs predicted by the model [34].

Sensitivity or recall and specificity are the other two essential parameters in the medical diagnostic system. While sensitivity measures the true positive rate, specificity measures the true negative rate. If the sensitivity is high, the system can correctly identify subjects with the disease. High specificity, on the other hand, indicates that the subjects without the disease are also accurately identified by the model.

The classifier that was found to have the best performance in terms of the metrics was further analysed. Their performance measures were compared using geometric mean, Wilcoxon signed rank test and Kendall's W to verify the outcomes of the classifiers were statistically significant.

3. RESULT AND DISCUSSION

The performance of the four classification models is evaluated using the metrics such as accuracy, true positive (TP), false positive (FP), specificity, precision, recall, F-Measure, kappa, and the area under the AUC-ROC curve. This is shown in Table 1, the confusion matrices are

given in Table 2, and the graphical representation of the performance comparison is given in Figure 5. The area under the AUC-ROC curve is shown in Figure 6.

Table 1: Evaluation parameters of the performance of the four classifiers

Classifiers	Accuracy	TP	FP	Specificity	Precision	Recall	F-Measure	kappa
Bagging	81.18%	0.812	0.199	0.829	0.813	0.812	0.811	0.618
FURIA	75.29%	0.753	0.264	0.781	0.757	0.753	0.749	0.496
MLP	88.25%	0.882	0.127	0.914	0.885	0.882	0.882	0.762
Random Forest	96.47%	0.965	0.034	0.95	0.965	0.965	0.965	0.929

Table 2: Confusion matrix

Classifiers		Schizophrenic (S)	Normal (N)
Bagging	Schizophrenic (S)	40	6
	Normal (N)	10	29
FURIA	Schizophrenic (S)	39	7
	Normal (N)	14	25
MLP	Schizophrenic (S)	43	3
	Normal (N)	7	32
Random Forest	Schizophrenic (S)	44	2
	Normal (N)	1	38

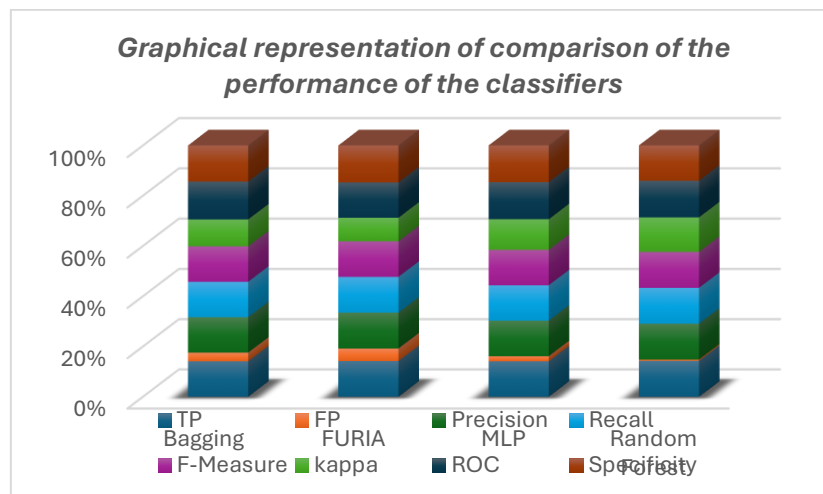


Figure 5: Graphical representation of the performance of the classifiers

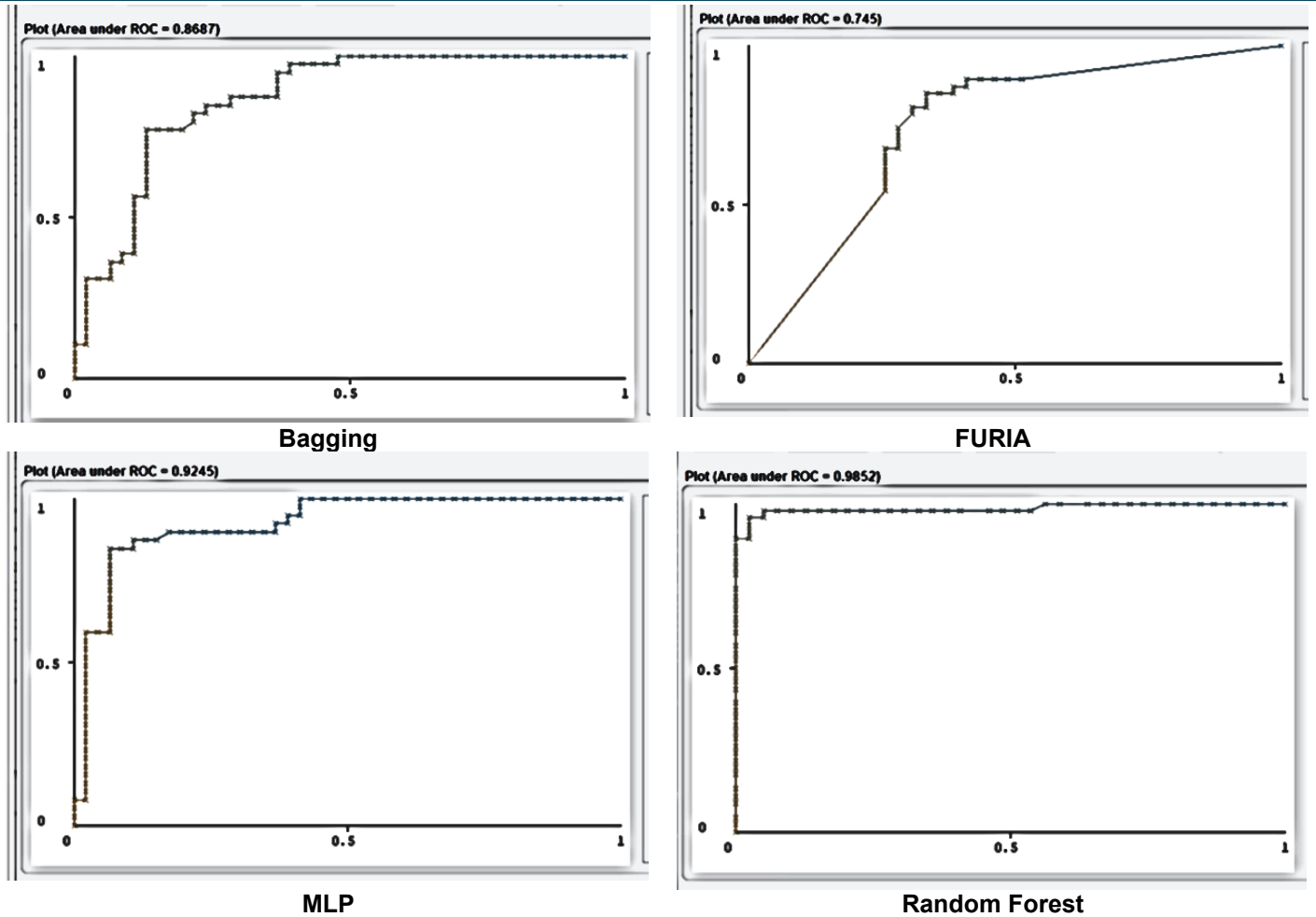


Figure 6: Area under the ROC for the four classifiers for both Schizophrenic and Normal

Figure 7, depicting the distribution of some of the features, shows that the dataset lacks symmetry. However, the class distribution is more or less even, as 45 instances are *Schizophrenic* and 39 are *Normal*. Hence, accuracy and F-score cannot be used as the parameters for the performance evaluation. We have, thus, focused on the other metrics for evaluation. The confusion matrices confirm that the TP are high for all the classifiers. In any medical decision support system, the FP is always more acceptable than the FNs. The detection of schizophrenia at the onset is of paramount importance for the start of early treatment. Hence, it is desirable to keep the FNs to the lowest.

κ is another parameter of importance. κ assures that the prediction by the model is not a random guess. It tries to correct the evaluation bias by considering the correct classification by a random guess. If $\kappa \geq 0.8$, then the prediction is not by a random guess. Thus, Table 1 and Figure 4 show that the precision, sensitivity, recall (specificity), and kappa values are high for the Random Forest. The confusion matrix shows that the Type I error (FP) and Type II error (FN) are also lowest with the Random Forest classifier.

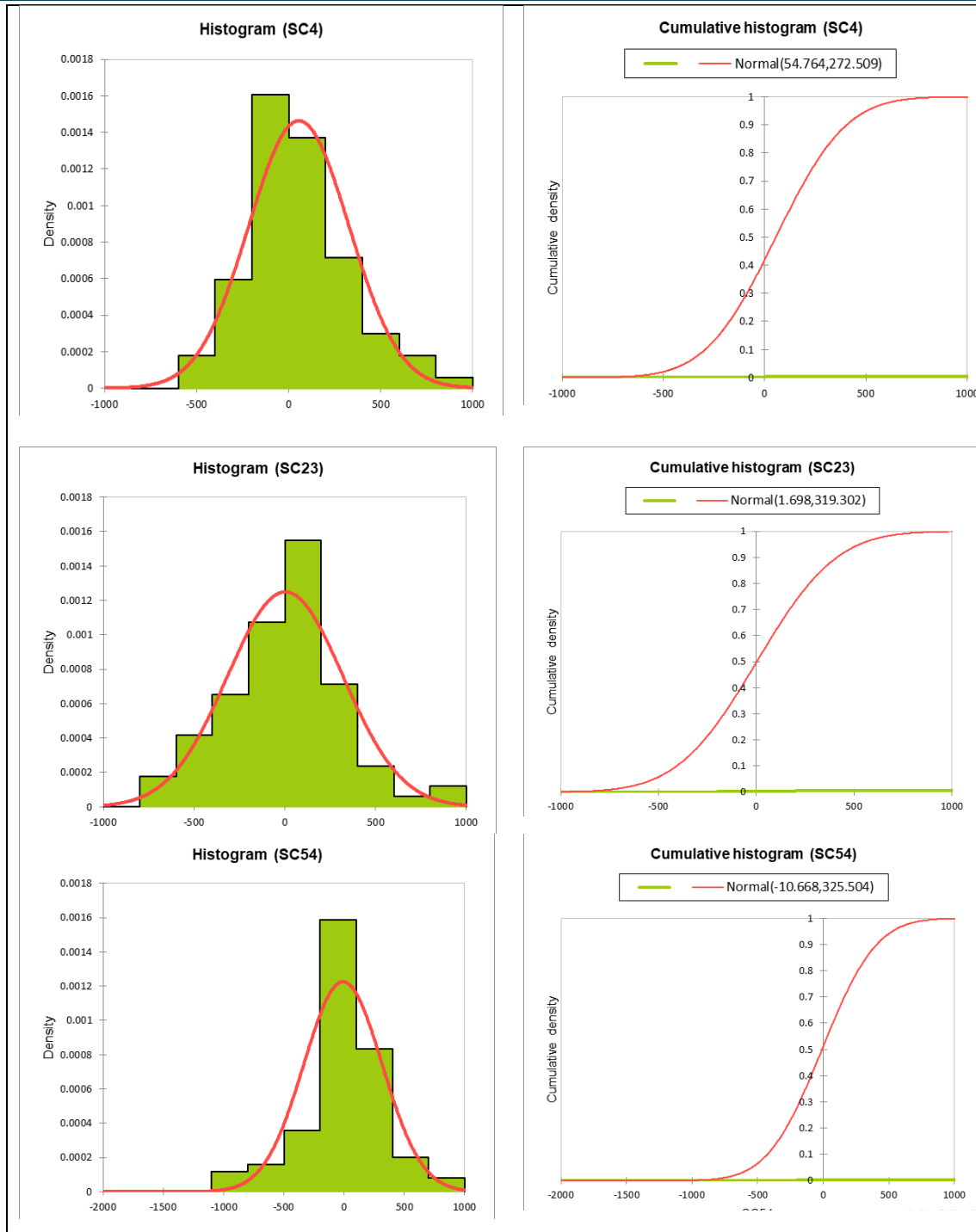


Figure7: Distribution of some of the features

The ROC curve of Figure 5 for Random Forest depicts that up to a certain threshold, the FP is nearly zero and $AUC = 0.98$.

To verify the statistical significance of the result obtained with Random Forest, the other classifiers' performance measures were evaluated against that of Random Forest. We have used geometric mean(G-mean), which measures the balance between the performance of the classifiers for both the positive and negative classes, and the result is shown in Table 3. Low

G-mean indicates poor performance. Random Forest was compared pairwise with others using Wilcoxon signed rank test. It worked on the null hypothesis that there is no difference in the outcome of the pair of classifiers, i.e. the mean difference of the outcome is zero. The null hypothesis is rejected if the p -value is greater than 0.05 when the confidence interval is 95%. The result is given in Table 4.

Kendell's W is a non-parametric concordance test that assesses the agreement between classifiers. The value of $W=0.605$ and the mean rank of the classifiers is given in Table 5.

Table 3: G-mean of the classifiers

Classifiers	Bagging	FURIA	MLP	Random Forest
G-Mean	34.07	31.22	37.09	40.9

Table 4: Wilcoxon signed-rank test

Classifiers pair	RF-Bagging	RF-FURIA	RF-MLP
p -value	0.065	0.092	0.05

Table 5: Mean rank of the classifiers in Kendell's concordance test

Classifier	Rank
Bagging	2.11
FURIA	1.33
MLP	2.89
Random Forest	3.67

3.1. Comparison of the Result with Other Works

We have also compared our results with previous works done in this field. The accuracy obtained by them and the dataset used are listed in Table 6.

Table 6: Comparison with works of the others

Authors	Classifier	Accuracy (%)	Sample Size
Boostani et al.[17]	AdaBoost	85.41	31 (13 Sc, 18 N)
	BDLDA	87.51	
Laton et al.[35]	Naïve Bayes	81.6	108(54 Sc, 54 N)
	Decision Tree	80.5	
	AdaBoost	81.3	
Li et al. [36]	SVM	90.48	42 (19 Sc, 23 N)
Liu et al.[21]	SVM	9.16	80 (40 Sc, 40 N)
Zhang et al.[37]	HOPD	90	22 (11 Sc, 11 N)
Buettner et al.[23]	Random Forest	96.7	28 (14 Sc, 14 N)
Jahmunah et al. [22]	SVM	92.91%	28 (14 Sc, 14 N)
Oh et al.[10]	CNN	81.26%	28 (14 Sc, 14 N)
Racz et al.	RF	89.29%	28 (14 Sc, 14 N)
Phang et al. [26]	MDC-CNN	93.06%	84 (45 Sc, 39 N)
Proposed method	Random Forest	96.5	84(45 Sc, 39 N)

Conclusion

We have worked with 16-channel EEG signal data of 45 people with schizophrenia and 39 normal subjects. Using the feature reduction method, 70 features were used for the classification. Multiple evaluation methods were used to analyse the performance of the classifiers. As the dataset lacks symmetry, the focus of the evaluation was more on sensitivity, specificity, precision, kappa, and the area under the AUC-ROC curve. Since high sensitivity and specificity are desirable in medical diagnosis systems, Table 1 confirms that these values are highest for the Random Forest classifier. From the values in Table 1, we have created Table 7, which shows the percentage improvement of the parameters when a Random Forest is used for classification.

Table 7: Percentage improvement in the parameters when Random Forest is compared with the other classifiers

Parameters	RF-Bagging	RF-FURIA	RF-MLP
Precision	15.75%	21.55%	8.29%
Recall (Sensitivity)	15.75%	21.2%	8.6%
Specificity	12.74%	17.79%	3.79%
Kappa	33.48%	46.6%	17.98%
AUC-ROC	11.78%	24.37%	6.09%

Though Random Forest performs better than the other parameters, we have verified whether the performance is statistically significant. When each of the classifiers' parameters was evaluated, the G-Mean was found that the G-Mean was 40.9 for Random Forest, indicating that it performs better than the other classifiers in identifying the positive classes. Pairwise comparison of Random Forest with other classifiers using the Wilcoxon Signed Rank test in Table 4, the rejected values are highlighted. The null hypothesis can, thus, be accepted for MLP, i.e. the mean of the differences in the performance of MLP and Random Forest is zero. Kendall $W=0.605$ indicates moderate agreement between the classifiers. A rank of 3.67 for Random forest in Table 5 suggests that it is rated most favourably as a classifier. Analysis of the performance parameters, thus, confirm that the performance of Random Forest is better than Bagging and FURIA and slightly better than MLP.

The other researchers' works and the outcome's accuracy are summarised in Table 6. Both Zhang et al. [37] and Buettner et al. [23] obtained a high accuracy of more than 90%; however, their sample size was too small to make any conclusive classification model. Though Laton et al. [35] worked with an extensive data set where 54 participants had schizophrenia and 54 were normal, the classification accuracy was lower than the proposed method. Random Forest was used as a classifier by Racz et al. [24]; however, they used only 21 features for the classification, and the sample size was not adequate. Phang et al. [26] used the same dataset as the authors' but used 2730 features and a deep learning-based model for the classification. Though the accuracy was high, it was still less than the accuracy obtained with the proposed model. One probable reason for lower accuracy might be the feature set's large size which affected the classifier's performance.

Thus, using Random Forest in distinguishing schizophrenic subjects from normal ones has high precision, sensitivity, and specificity. Also, the analysis of the performance parameters proves that the result obtained with Random Forest is statistically significant and hence can be used to identify schizophrenic patients from the EEG data correctly.

In future works, the authors plan to use various sets of features and find the optimal feature set. Also, in future, a deep learning model will be implemented to identify schizophrenia from EEG signals.

REFERENCES

- [1] T. N. Laursen, M. Nordentoft and P. B. Mortensen, "Excess early mortality in schizophrenia. " *Annual Review of Clinical Psychology*, vol. 10, pp. 425-438, 2014.
- [2] S. H. Sullivan, "The onset of schizophrenia," *Am J Psychiatry*, vol. 6, p. 105–134, 1927.
- [3] D. E. Cameron, "Early diagnosis of schizophrenia by the general practitioner," *N Engl J Med.*, vol. 218, p. 221–224, 1938.
- [4] J. P. Docherty, D. P. van Kammen, S. G. Siris and e. al., "Stages of onset of schizophrenic psychosis," *Am J Psychiatry*, vol. 135, p. 420–426, 1978.
- [5] M. Shim e. al., "Machine-learning-based diagnosis of schizophrenia using combined sensor-level and source-level EEG features," *Schizophrenia Research*, vol. 176, no. 2-3, pp. 314-319, 2016.
- [6] Y. Li e. al., "Abnormal EEG complexity in patients with schizophrenia and depression," *Clin. Neurophysiol*, vol. 119, no. 6, pp. 1232-1241, 2018.
- [7] A. Subudhi and e. al., "Automated approach for detection of ischemic stroke using Delaunay Triangulation in brain MRI images," *Computers in Biology and Medicine*, vol. 103, pp. 116-129, 2018.
- [8] U. R. Acharya and e. al., "Characterisation of focal EEG signals: A review," *Future Generation Computer Systems*, vol. 91, pp. 290-299, 2019.
- [9] N. R. Swerdlow and e. al., "<https://health.ucsd.edu/news/releases/pages/2014-10-29-ee-g-to-understand-treat-schizophrenia.aspx>," 29 10 2014. [Online]. Available: <https://health.ucsd.edu/>. [Accessed 12 08 2021].
- [10] S. L. Oh and e. al., "Deep Convolutional Neural Network Model for Automated Diagnosis of Schizophrenia Using EEG Signals," *Appl. Sci*, vol. 19, no. 14, pp. 1-13, 2019.
- [11] W. Mumtaz, S. Rasheed and A. Irfan, "Review of challenges associated with the EEG artifact removal methods," *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 68, pp. 2-13, 2021.
- [12] N. T. Doan and e. al., "Distinct multivariate brain morphological patterns and their added predictive value with cognitive and polygenic risk scores in mental disorders," *NeuroImage: Clinical*, vol. 15, p. 719–731, 2017.
- [13] R. Chin and e. al., "Recognition of schizophrenia with regularised support vector machine and sequential region of interest selection using structural magnetic resonance imaging," *Scientific Reports*, vol. 8, no. 1, pp. 635 - 644, 2018.
- [14] A. H. Neuhaus and e. al., "Single-subject classification of schizophrenia by event-related potentials during selective attention," *NeuroImage*, vol. 55, no. 2, p. 514–521, 2011.
- [15] C. M. A. Chen and e. al., "Machine learning identification of EEG features predicting working memory performance in schizophrenia and healthy adults," *Neuropsychiatr Electrophysiol*, vol. 2, no. 1, p. 1–21, 2016.
- [16] L. Santos-Mayo, L. M. San-José-Revuelta and J. I. Arribas, "A computer-aided diagnosis system with EEG based on the P3b wave during an auditory odd-ball task in schizophrenia," *IEEE Trans Biomed Eng*, vol. 64, no. 2, p. 395–407, 2017.

- [17] R. Boostani, K. Sadatnejad and M. Sabeti, "An efficient classifier to diagnose of schizophrenia based on EEG signals," *Expert Syst App*, vol. 36, no. 3, pp. 6492-6499, 2009.
- [18] A. Khodayari-Rostamabad and e. al., "Diagnosis of Psychiatric Disorders Using EEG Data and Employing a Statistical Decision Model," in *Proceedings of the 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology*, Buenos Aires, 2010.
- [19] M. Sabeti and e. al., "A new approach for EEG signal classification of schizophrenic and control participants," *Expert Syst. Appl*, vol. 38, p. 2063–2071, 2011.
- [20] B. Thilakvathi and e. al., "EEG Signal Complexity Analysis for Schizophrenia during Rest and Mental Activity," *Biomed. Res*, vol. 28, pp. 1-9, 2017.
- [21] H. Liu and e. al., ". A Data Driven Approach for Resting-state EEG signal Classification of Schizophrenia with Control Participants Using Random Matrix Theory," *arXiv: Signal Processing*, pp. 1-10, 2017.
- [22] V. Jahmunah and e. al., "Automated Detection of Schizophrenia Using Nonlinear Signal Processing Methods," *Artif. Intell. Med*, vol. 100, p. 101698, 2019.
- [23] R. Buettner and e. al., "Development of a Machine Learning Based Algorithm To Accurately Detect Schizophrenia based on One-minute EEG Recordings," in *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawai, 2020.
- [24] S. Racz and e. al., "Multifractal and Entropy-Based Analysis of Delta Band Neural Activity Reveals Altered Functional Connectivity Dynamics in Schizophrenia," *Front. Syst. Neurosci*, vol. 14, no. 49, pp. 1-22, 2020.
- [25] A. Goshvarpour, "Schizophrenia diagnosis using innovative EEG feature-level fusion schemes," *Phys. Eng. Sci. Med*, vol. 43, p. 227–238, 2020.
- [26] C. R. Phang and e. al., "Classification of EEG-Based Brain Connectivity Networks in Schizophrenia Using a Multi-Domain Connectome Convolutional Neural Network," *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 24, no. 5, pp. 1333-1343, 2020.
- [27] N. N. Gorbachevskaya, "http://brain.bio.msu.ru/eeg_schizophrenia.htm," 12 07 2019. [Online]. Available: <http://brain.bio.msu.ru/>. [Accessed 01 08 2021].
- [28] G. Liang and C. Zhang, "Empirical Study of Bagging Predictors on Medical Data," in *Proceedings of the 9-th Australasian Data Mining Conference (AusDM'11)*, Ballarat, Australia, 2011.
- [29] E. A. de Melo Gomes Soares and e. al., "Analysis of the Fuzzy Unordered Rule Induction Algorithm as a Method for Classification," in *Quinto Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy*, Brasil, 2018.
- [30] T. Bikkur, "Multi-layered deep learning perceptron approach for health risk prediction," *J Big Data*, vol. 7, no. 50, pp. 1-7, 2020.
- [31] W. Zhang, "A Comparative Study of Ensemble Learning Approaches in the Classification of Breast Cancer Metastasis," in *Proceedings of Bioinformatics, Systems Biology and Intelligent Computing, 2009. IJCBS '09*, NW Washington, 2009.

- [32] D. A. Davis and e. al., "Predicting individual disease risk based on medical history," in *Proceeding of the 17th ACM conference on information and knowledge management*, Napa Valley, California, 2008.
- [33] M. Khalilia, S. Chakraborty and M. Popescu, "Predicting disease risks from highly imbalanced data using random forest," *BMC Med Inform Decis. Mak.*, vol. 11, no. 51, pp. 1-10, 2011.
- [34] G. S. Suri, G. Kaur and S. Moein, "Machine learning in detecting schizophrenia: an overview," *Intelligent Automation & Soft Computing*, vol. 27, no. 3, p. 723–735, 2021.
- [35] J. Laton, "In search of biomarkers using electroencephalograph," in *PRNI Proceedings*, Tübingen, 2014.
- [36] F. Li and e. al., "Differentiation of Schizophrenia by Combining the Spatial Brain Network Patterns of Rest and Task P300," *IEEE T Neur Sys Reh*, vol. 27, no. 4, pp. 594-602, 2019.
- [37] S. Zhang, Q. Shini and W. Wang, "Classification of schizophrenia's EEG based on high order pattern discovery," in *IEEE International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications, BICTA, Proceedings*, Changsha, 2010.

ÇEŞİTLİ ÇÖZÜCÜLER İLE EKSTRAKTE EDİLMİŞ ÇANAKKALE BÖLGESİ ZEYTİN PİRİNALARINDAN BİYODİZEL ÜRETİMİNİN İNCELENMESİ

Engin AVCI

Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Science, Department of Energy Resources and
Management, 17100 Merkez, Çanakkale

ORCID ID: 0009-0002-0288-5052

Engin GÜR

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 17100
Merkez, Çanakkale

ORCID ID: 0000-0002-4668-1206

ÖZET

Enerjinin büyük ölçüde fosil yakıtlardan karşılanması ile beraber hem fosil yakıtlara olan ilgiyi arttırmış hem de fosil yakıtların tükenmesini hızlandırmıştır. Fosil yakıtların tüketimindeki artış sonucu Dünya ve ülkemiz için hava kirliliği, sera gazı emisyonları ve iklim değişiklikleri canlılığın devamı için sorun oluşturmaya başlamıştır. Fosil yakıtların çevre üzerindeki fazlaca sebep olduğu olumsuz etkileri, yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılmasına ve kullanılmasına olan ilgiyi artırmıştır.

Bundan yola çıkarak Çanakkale Bölgesi' nde yetiştirilen zeytinden elde edilen pirinadan n-hekzan, dietil eter, petrol eteri çözücülerini kullanılarak ekstraksiyon yoluyla pirina yağı elde edilmiştir. Elde edilen pirina yağından, transesterifikasyon metodu kullanılarak biyodizel üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen biyodizel ürünlerinin enerji potansiyeli, nem, viskozite, parlama noktası, kükürt içeriği, ısı kapasitesi gibi özellikleri belirlenmiştir. Farklı çözücüler ile elde edilen biyodizel yakıtlarının belirlenen özelliklerinin Türkiye de kullanılan EN 14214 Standartlarını karşıladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pirina Yağı, Yenilenebilir Enerji, Biyodizel, Biyoyakıt, Alternatif Enerji

AN EXAMINATION OF THE PRODUCTION OF BIODIESEL FROM OLIVE POMACE EXTRACTED WITH VARIOUS SOLVENTS IN THE ÇANAKKALE REGION

ABSTRACT

Today, most of our energy comes from fossil fuels, which has led to a growing demand and faster depletion of these resources. This rising consumption has contributed to serious environmental problems, including air pollution, greenhouse gas emissions, and climate change – threatening life on Earth, and in Turkey. As the negative environmental effects of fossil fuels become more apparent, interest in the research and use of renewable energy sources has increased.

Based on this, this study involved extracting pomace oil from olives grown in the Çanakkale (Dardanelles) region using different solvents: n-hexane, diethyl ether, and petroleum ether. The extracted olive pomace oil was then converted into biodiesel using transesterification. Key properties of the resulting biodiesel such as energy potential, moisture content, viscosity, flash point, sulfur content, and thermal were examined. The study results showed that the properties of the biodiesel fuels obtained using different solvents meet the EN 14214 standards currently used in Turkey.

Keywords: Pomace Oil, Renewable Energy, Biodiesel, Biofuel, Alternative Energy

WEBER'İN ANLAYICI SOSYOLOJİSİNDE DİN

Arş. Gör. Dr. Ali AKSAÇ

Çukurova University, Faculty of Divinity, Department of Sociology of Religion, Adana, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7301-5778

ÖZET

Weber'in anlayıcı sosyolojisi toplumsal eylemi öznenin yüklediği anlam üzerinden ele alır ve bu anlamın nedensel tutarlılığını tarihsel bağlam içinde değerlendirir. Yöntemin ana aracı olan ideal tip, karmaşık olguları karşılaştırılabilir hale getiren kavramsal bir kılavuzdur. Din bu çerçevede acı, haksızlık ve belirsizlik karşısında yön tayin eden bir anlam sistemi olarak konumlanır. Dua, ibadet, düzenli çalışma, paylaşma ve yardım gibi pratikler bu sistemin görünür ifadeleridir. Eylem tipolojisi dinî davranışın farklı güdülerini ayırt eder. İlkeye bağlı davranış normatif bağlılığı, geleneksel davranış alışkanlığın sürekliliğini, duygusal davranış ritüel yoğunluğunu, amaç odaklı davranış ise araç ve hedef uyumunu öne çıkarır. Böylece inanç ile gündelik pratikler arasındaki ilişki anlam ve eylem düzlemlerinde açık bir çözümleme alanı kazanır.

Weber dinî toplulukları ve otorite biçimlerini tipik ayrımlarla açıklar. Kilise tipi geniş ve kapsayıcı üyelik düzenine dayanır. Sekt tipi gönüllü katılım ve sıkı ahlaki denetim ile tanımlanır. Liderliğin kişisel etkiden kurala ve kuruma doğru evrilmesi örgütsel süreklilik için belirleyici bir hattır. Modern bağlamda hesap yapılabilirlik ve uzmanlaşma artar ve “dünyanın büyüünün bozulması” olgusu belirginlik kazanır. Bununla birlikte rasyonalizasyon çizgisi her bağlamda doğrusal işlemez ve yeniden büyüleme dinamikleri farklı tarihsel örüntülerde görülebilir. İdeal tipler açıklık sağlasa da indirgeme riski taşır ve melez örgütlenmeler kilise–sekt ikiliğinin ötesinde ara biçimler üretebilir. Anlama temelli yaklaşım, bu notlar gözetildiğinde, inanç ile eylem bağını ve dinî örgütlenmenin modernleşme süreçleriyle ilişkisini incelemek için elverişli bir analitik zemindir.

Anahtar Kelimeler: Din sosyolojisi, Weber, anlama, ideal tip, eylem tipleri.

RELIGION IN WEBER'S INTERPRETIVE SOCIOLOGY

ABSTRACT

Weber's interpretive sociology approaches social action through the meaning attributed by the actor and assesses the causal adequacy of that meaning within its historical context. The primary tool of the method, the ideal type, is a conceptual guide that renders complex phenomena comparable. Within this framework, religion is positioned as a system of meaning that orients action in the face of suffering, injustice, and uncertainty. Practices such as prayer, worship, disciplined work, sharing, and charity are visible expressions of this system. The typology of action differentiates the distinct motives of religious conduct. Value-rational action foregrounds normative commitment, traditional action highlights the persistence of habit, affectual action makes ritual intensity salient, and instrumentally rational action emphasizes the alignment of means and ends. In this way, the relationship between belief and everyday practices gains a clear field of analysis at the levels of meaning and action.

Weber explicates religious communities and forms of authority through typical distinctions. The church type rests on a broad and inclusive regime of membership. The sect type is defined by voluntary participation and stringent moral discipline. The evolution of leadership from personal influence to rule and institution constitutes a decisive trajectory for organizational continuity. In modern contexts, calculability and specialization increase, and the phenomenon of the "disenchantment of the world" becomes more pronounced. Yet the course of rationalization is not linear in every context, and dynamics of re-enchantment can be observed in diverse historical patterns. Although ideal types provide clarity, they entail a risk of reduction, and hybrid organizations may produce intermediate forms beyond the church–sect binary. With these caveats in view, the understanding-oriented approach offers a suitable analytical ground for examining the link between belief and action and the relation of religious organization to processes of modernization.

Keywords: Sociology of religion, Weber, understanding, ideal type, types of action.

FRANCIS BACON VE DOĞA ÜZERİNDEKİ EGEMENLİK TASARIMI

Doktora Öğrencisi Rojan ÇİLTEPE

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, 44000 Battalgazi, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-4676-7082

ÖZET

Francis Bacon'ın (1561-1626) yaşadığı dönem, Rönesans'ın etkilerinin yavaş yavaş görünür hale geldiği, bilhassa siyasi açıdan önemli dönüşümlerin olduğu, bunlarla ilişkili olarak da Kilise'nin gücünün azaldığı bir dönem olarak tarif edilebilir. Haliyle Bacon bu dönemde yaşadığı için ne bir aydınlanmacı ne de skolastik felsefe içerisinde değerlendirilebilecek filozoflardan biridir. Onun hem yaşadığı dönem hem de felsefi duruşu bir geçiş dönemi içerisinde yer almasını sağlamıştır. Bu geçiş dönemi filozofunun doğa ya karşı tutumu da geçiş dönemine yaraşır bir anlayıştıdır. Orta Çağ dönemindeki biri için doğa anlaşılamaz ve güvenilmez bir durumdadır. Doğaya dair çok az bilgiye sahip olmak güvensizliğin başlıca nedenlerinden biridir. Bu bağlamda doğa incelemeye değer olmaması bir tarafa insanlar için bilgi kaynağı da değildir. Bu sebeple doğa üzerinde bir gözlem ve deney yapmaya da gerek duyulmaz. Ancak Bacon doğayı bu şekilde değerlendirmez ve onun değerlendirmeleri bazı sonuçlara yol açar. Bacon için doğa anlaşılmaz gizemli bir yapıda değildir. Bacon “insan doğanın faili ve yorumcusudur” diyerek insanın doğaya karşı tutumunun değişmesini gerektiğini ifade etmiş olur. Bacon bu ifadesi ile doğa için yeni bir anlayış kapısı aralamaktadır. İnsanın doğa karşısında skolastik felsefede deklare edildiği gibi aciz olmadığını özellikle belirtir. Çünkü insan doğanın faili ve yorumcusu olacak kadar yetkin bir varlık olabilir. Bu anlayışla sadece doğaya karşı tavır değil aslında insan karşı tavır da değişmektedir. Bacon özellikle deney ve gözlem yoluyla doğanın anlaşılması/çözülmesi gerektiğini vurgular. Onun sıkça kullanılan “bilgi güçtür” ifadesi de bununla oldukça ilintilidir. Doğaya dair bilgi elde ettikçe insan güçlenecek ve doğa üzerinde hakimiyet kuracaktır. Burada Bacon'ın tutumu ile birlikte doğa insanın hizmetine sunulur. Doğa kendi başına, kendinden mülhem olan değerini kaybetmeye başlar. Çünkü deney ve gözlem sayesinde doğanın sırları yavaşça çözülmüş artık doğa karşısında aciz olmayan insan doğaya diz çöktürmeye başlamıştır. Doğanın gizemi ortadan kalktığında artık doğanın kıymeti ancak fayda mefhumu çerçevesinde düşünülür. Bu çalışmanın amacı, bugün doğaya karşı tavrımızın temellerindeki Bacon etkisini gözler önüne sermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bacon, Bilgi, Deney, Doğa, Hakimiyet.

FRANCIS BACON AND THE DESIGN OF DOMINION OVER NATURE

ABSTRACT

The period in which Francis Bacon (1561–1626) lived can be described as a time when the effects of the Renaissance were slowly becoming visible, particularly marked by significant political transformations and, in connection with these, a decline in the power of the Church. Accordingly, since Bacon lived in this period, he can be considered neither an Enlightenment thinker nor a philosopher within the framework of scholastic philosophy. Both the era in which he lived and his philosophical stance positioned him within a transitional period. The attitude of this transitional figure toward nature was also consistent with the character of such a period. For a person living in the Middle Ages, nature was incomprehensible and unreliable. One of the main reasons for this distrust was the very limited knowledge available about it. In this context, nature was not only deemed unworthy of investigation but was also not regarded as a source of knowledge for human beings. Therefore, there was no perceived need to observe or experiment upon it. Bacon, however, did not share this view, and his assessments led to certain consequences. For Bacon, nature did not possess an unfathomable or mysterious structure. By stating that “man is the minister and interpreter of nature,” he expressed the necessity of changing humankind’s attitude toward it. With this statement, Bacon opened the door to a new understanding of nature. He explicitly emphasized that humans are not helpless before nature, as scholastic philosophy had declared, for a human being can be competent enough to be the minister and interpreter of nature. With this perspective, not only humanity’s attitude toward nature but also toward itself underwent a transformation. Bacon particularly stressed that nature must be understood and analyzed through observation and experimentation. His frequently cited phrase “knowledge is power” is closely related to this. As knowledge about nature is acquired, humans will grow stronger and establish dominion over it. In this sense, with Bacon’s stance, nature is placed at humanity’s service. Nature, in and of itself, loses its intrinsic value; for once its mysteries are unraveled through observation and experimentation, humanity—no longer powerless before it—begins to subdue it. When nature’s mystery disappears, its worth comes to be considered only within the framework of utility. The aim of this study is to reveal the influence of Bacon that lies at the foundations of our present-day attitude toward nature.

Keywords: Bacon, Knowledge, Experiment, Nature, Dominion.

HOBBS FELSEFESİNDE HESAPLAMA OLARAK AKIL KAVRAMI

Doktora Öğrencisi Rojan ÇİLTEPE

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, 44000 Battalgazi, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-4676-7082

ÖZET

Thomas Hobbes (1588-1679) Aydınlanma düşüncesinin ortaya çıkmasında büyük payı olan bir düşünürdür. Hobbes genellikle siyaset felsefesi alanında ön plana çıkarılan bir filozof olsa da onun akıl ile ilgili tavrının aydınlanma dönemi üzerindeki etkisi benzersizdir. Hobbes ‘un akıl tanımı, akıl kavramının değişmesinde önemli bir adımdır. Hobbes için akıl kavramı Skolastik ya da antik dönemde olduğu gibi ne doğrunun kaynağı ne de ilkeler sağlayan bir yeti olarak tahayyül edilir. Akıl Hobbes’a göre önce bir hesaplama aracıdır. Sadece parçaların çıkarılıp toplanması yani aklın hesap yapmasıdır. Bu aklın sadece verilen malzemeyi işlemesi anlamına gelmektedir. Bu makine nedenlerin sonuçları ya da sonuçların nedenlerini araştıran ve buna göre sonuca varan bir “organ”dır. Bu organ kendinden herhangi bir şey icat etme kabiliyetine sahip olmadığı için sadece verileri yeniden hatırlar, birleştirir ve parçalar. Hobbes’a göre aklın hesap makinesi olarak tanımlanması bazı sonuçlar doğurmaktadır. Öncelikle akıl doğuştan bilgiye kaynaklık edebilecek bir yeti değildir. Akıl ahlaki ilkelere kaynaklık edecek bir ilke değildir. Akıl *a priori* bilgini kaynağı olmak. Neyse ki Hobbes akla dair düşüncelerinde sadece bu tanımla yetinmemiş ve akıllı bir de doğrunun aracı olarak düşünmüştür. Doğrunun aracı olan akıl ise muhakeme etmek anlamında kullanılır. Bazı ilkelerden yeni ilkeler çıkarmak. Bu muhakeme etme durumu Hobbes’a göre doğa ile çatışma halinde olmayan bir durumdur. Doğa ile ters düşmeyen haliyle doğrunun aracı olarak akıl insana hayatta kalmak için kendini savunması gerektiğini söyleyen akıldır. Haliyle Hobbes’a göre doğa yasalarının ihlali de aptal olmaya denk gelmektedir. Doğaya yasaları aynı zamanda kaosun ya da savaşın bitip barışın gelmesini ister. Akıl doğa ile uyumludur ve kıl da barış durumunun kaostan iyi olacağına kanaat getirir. Hobbes’un burada doğa yasalarını akıl ile uyumlu kılması önemli bir detaydır. Hobbes da o dönemin ruhun uygun olarak doğanın fethedilmesini düşünen filozoflardan biridir. Bu sebeple doğruyu bulmanın bir aracı olarak aklın en önemli işlevi doğa yasalarını keşfetmek ve doğa yasaları ile uyumlu olmaktır. Bu çalışmanın amacı Hobbes’un akıl kavramına nasıl yaklaştığını anlamak, akla verilen görevleri ifşa etmek ve akıl kavramının nasıl evrildiğini takip etmektir.

Anahtar Kelimeler: Akıl, Doğa, Hobbes, Makine.

THE CONCEPT OF REASON AS CALCULATION IN HOBBS'S PHILOSOPHY

ABSTRACT

Thomas Hobbes (1588–1679) was a thinker who played a major role in the emergence of Enlightenment thought. Although Hobbes is generally brought to the forefront in the field of political philosophy, his stance on reason had a unique influence on the Enlightenment period. Hobbes' definition of reason was an important step in the transformation of the concept of reason. For Hobbes, reason, unlike in the Scholastic or ancient periods, is imagined neither as the source of truth nor as a faculty that provides principles. According to Hobbes, reason is, first and foremost, a tool for calculation — simply the adding and subtracting of parts, that is, the mind's performance of computation. This means that reason merely processes the material given to it. This “machine” is an “organ” that investigates the causes of effects or the effects of causes and draws conclusions accordingly. Since this organ does not have the capacity to invent anything on its own, it merely recalls, combines, and separates data. Hobbes' definition of reason as a calculating machine has certain implications. First, reason is not an innate faculty that can serve as a source of knowledge. Nor is it a principle that can provide the foundation for moral principles. Reason is not the source of *a priori* knowledge. However, Hobbes does not confine himself solely to this definition of reason; he also considers reason as an instrument of truth. Reason as an instrument of truth is used in the sense of reasoning — deriving new principles from certain premises. This act of reasoning, according to Hobbes, is not in conflict with nature. In its harmony with nature, reason as an instrument of truth tells human beings that they must defend themselves in order to survive. Consequently, for Hobbes, violating the laws of nature is equivalent to being foolish. The laws of nature, at the same time, desire the end of chaos or war and the arrival of peace. Reason is in harmony with nature, and it concludes that a state of peace is better than chaos. Hobbes' alignment of the laws of nature with reason is an important detail here. Hobbes was also one of the philosophers of his time who envisioned the conquest of nature. For this reason, the most important function of reason as an instrument of truth is to discover the laws of nature and to be in harmony with them. The aim of this study is to understand how Hobbes approached the concept of reason, to reveal the tasks assigned to reason, and to trace the evolution of the concept of reason.

Key Words: Reason, Nature, Hobbes, Machine

ÖRGÜN EĞİTİM ORTAMLARINDA DEĞERLERİN ÖĞRETİMİ: YÜKSEKÖĞRETİM ÖRNEĞİ

Öğr. Gör. Dr. Murat ATA

Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division,
English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0000-0001-8822-5105

Prof. Dr. Fatma Feryal ÇUBUKÇU

Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division,
English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0000-0003-3313-6011

ÖZET

Toplumsal yaşamın başlangıcından beri, resmi ve gayri resmi olarak, eğitim öncelikle toplumun ihtiyaçlarını o toplumu daha medeni bir duruma getirmek için şekillendirmiştir. Günümüzün hızla gelişen dünyasında, bir yandan eğitimin hayati önemi derinden hissedilirken, diğer yandan daha iyi bireyler yetiştirmek ve onları eğitmek de önemini korumaktadır. Toplum üyelerinin doğumdan itibaren eğitilmesi ve ilgili kültürde belli görevlerle istihdam edilmesi, resmi ve yapılandırılmış bir ortamda değerler eğitimi yoluyla gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, bu çalışma, örgün eğitim ortamlarında son eğitim alanı olarak konumlandırılan yükseköğretimde bile öğrencilere bazı belirli değerlerin nasıl öğretilebileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca, edebi metinler ve durumsal ikilemler gibi bazı belirli öğretim yöntemlerinin değerlerin uygulanmasını nasıl teşvik edebileceğini incelemektedir. Ayrıca, öğrencilerin belirli bağlamlarda hedef değerleri özümserken yaşadıkları zorluklara da dikkat çekmektedir. Sonuç olarak, çok geç bir dönem olarak görülmesine rağmen, yükseköğretimde belirli gruplara değerlerin öğretilmesinin, sistematik bir şekilde organize edildiği ve yapılandırıldığı süreç etkili olduğu açıktır. Bu çalışma ayrıca, toplumu bir sonraki seviyeye taşımak ve sosyal sorumluluk sahibi vatandaşlar yetiştirmek için resmi eğitim ortamlarının çok önemli olduğu sonucuna varmıştır.

Anahtar kelimeler: Yüksek öğretim, değerler eğitimi, ikilemler

TEACHING VALUES IN FORMAL SETTINGS: HIGHER EDUCATION CASE

ABSTRACT

Since the beginning of communal life, formally and informally, education has primarily shaped society's needs to bring society to a better, civilized state. In today's fast-growing world, the crucial importance of education can be felt profoundly on one hand, while creating better individuals and educating them holds ground on the other. Educating the members of society

since birth and employing them in duties in the relevant culture can be actualized through values education in a formal, structured environment. Therefore, this study aims to reveal how some specific values can be taught to students even at higher education, which is positioned as the final educational domain in formal educational settings. It also examines how some specific teaching methods, such as literary texts and situational dilemmas, can foster the implementation of values. It also points out the students' difficulties while absorbing the target values in given contexts. As a result, it is obvious that despite being seen as a very late period, teaching values to some specific groups at higher education is also effective as long as it is organized and structured systematically. This study also concludes that formal educational environments are crucial for fostering socially responsible citizens to boost society to the next level.

Keywords: Higher education, values education, dilemmas

1.INTRODUCTION

After globalization influenced the educational world, higher education institutions began setting a better school model. In the last decades, this popularity and recognition have grown more, given that freedom of speech and some cognitive abilities, such as critical and analytical thinking, are believed to shape the personalities and characters of the students before they leave to do the duties allocated to them. Hence, university education is believed to sustain an extensive influx of knowledge as the final destination. In that sense, values education as a society builder, as seen by Bandura (1991), could be a constructive element for individuals before they start their adult life. Despite the previous formal education attempts, which emphasize values and moral teaching at a lower level when the cognitive growth of individuals starts, university-based values education is mainly seen as optional and left to the personal interests of the instructors. Nevertheless, in the rapidly changing world of this time, when the responsibilities and expectations from the university seem to increase gradually, it seems highly advisable to implement value-based education into the curriculum in a systematic and organized manner so that the real function of the university is fulfilled to serve the community in which it resides. Additionally, it should be noted that social life, in which individuals are expected to serve after graduation, encompasses unlimited dilemmas, fears, crimes, and responsibilities. Therefore, to prepare individuals for such a life and help them make the best decision out of it gives rise to the inevitable debut of the value-based pedagogy even at higher education, as Paolitto (1977) underpins, where individuals are claimed to be at their best cognitive presence. Moreover, the students' diversity in terms of culture, social life, and economic background may serve as a real social-life simulation that individuals are expected to confront. Even the

problems, situations, dilemmas, and rare occasions may assist an individual to do the best rehearsals to get prepared for real life outside, given that as Kohlberg (1966) underscores, reasoning and using critical thinking in a situation where dilemma exists, launch the skills to enhance learners to deal with complex situation in which they need higher order skills. Despite the enhancement that university education reflects, the issue of teaching values as a separate subject or as embedded in another subject has been the subject of debate. Some scholars defend that values should be taught in an integrated and unintentional way. Among them, Dewey (1969) asserts that there is no single cut-out prototype to give value-based pedagogy. Another issue is the problem of where the teachers are positioned in transmitting values. In this regard, Romonawski (2005) highlighted the role of teachers in teaching values, claiming that they are the navigational figures in the moral development journey of individuals. Besides, as interactionists, teachers serve as the finest example of how to moderate the communication between students in a specific context (Selman, 1971). Besides, when a need arises, teachers should prefer explicit teaching elaborately (Cartledge & Milburn, 1978). By taking all these mentioned above into account, the initial purpose of the current research is to investigate the effectiveness of a value-based pedagogy on university students in a higher education context. In order to fulfil this, the current study seeks to answer the following questions.

1. Does the value-based pedagogy help pre-service teachers to gain values?
2. What are the participants' reactions to value-based pedagogy?

2.MATERIAL AND METHODS

2.1. Research Design

This study is conducted through a mixed-methods research design, collecting quantitative and qualitative data in a single study to investigate the research problem. The current study encompasses participants from the pre-service English language teachers studying at the English Language Department. Fifty-three students actively participated in the study. In the first phase, a pre-test is divided into the experimental group, followed by eight weeks of treatment. At the end of the interval period, the post-test is given to the same group to highlight differences. Then, participants are taken into focus group interviews to reveal their reactions towards values education in the university terrain.

2.2. Analysis technique

The SPSS program was used to calculate the results collected through the questionnaire, which were presented as descriptive statistics. Thematic coding is used for qualitative data analysis, and two raters encoded the participants' statements.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The study results show that, taking pre- and post-test results into account, there is a meaningful difference between participants' pre- and post-test results. This outcome is illustrated in Table 1 below.

Table 1. Pre-test/post-test results

Participants	Tests	Mean	Std. Deviation	f	t	Sig
53 people	Pre-test	2.3969	.34890	.525	-1.324	.475
53 people	Post-test	2.382	2.6382	12.185	-1.284	.002

The qualitative data results indicate that the participants' responses to the definition and reference of values are 41.6 % morals and ethics, 24.9 % universalism, 24.9% globalization, 24.9 % individual growth, and 8.6 % positive attitudes. Table 2 illustrates how this distribution is presented below

Table 2. Participants' values education references

Theme	Definitions/Explanations	Frequency	Percentage %
Values education references	• Morals and ethics	5	41.6
	• Universality and globalism	3	24.9
	• Individual growth	3	24.9
	• Positive attitudes	1	8.6
Total		12	100

The participants were asked about how to teach values at universities as the second interview question. The results reveal that 83.2 % of them see values education as an integrated approach, while 16.8% regard it as a separate occasion. Table 3 summarizes the participants' preferences in detail.

Table 3. Participants' values education methodology preferences

Theme	Definitions/Explanations	Frequency	Percentage %
Teaching of values	• Should be taught as integrated	10	83.2
	• Should be taught as separated	2	16.8
	•		
Total		12	100

The participants were asked about how to teach values at universities as the second interview question. The results reveal that 83.2 % values education as an integrated approach, while 16.8% regard it as a separate occasion. Table 4 summarizes the participants' preferences in detail.

Table 4. Participants' reaction towards real-life reflection

Theme	Definitions/Explanations	Frequency	Percentage %
Teaching of values	• Should be taught as integrated	11	91.6
	• Should be taught as separated	1	8.4
Total	•	12	100

4. CONCLUSION

This study investigated teaching values in higher education by using short stories as materials. The study results indicate that teaching values, even in higher education environments, are proven effective if well-planned and properly structured. It also states that teaching values at the university level may boost individual self-awareness and empathy virtues, recommending that educational methodologies are implemented appropriately. Unlike prioritizing to teach values at early ages, adopting a multicultural point of view, and using real-life contexts, positively contribute to the learning process. Therefore, the current study proves the effectiveness of teaching values even at the university level, so value education helps create global awareness toward the community's changing needs. On the other hand, the instructor's role should not be overlooked, given that the way the values are implicitly presented to the student needs to be addressed. One of the most influential outcomes of the study is that teaching values in higher education may boost students' problem-solving and critical thinking skills and open doors for analytical thinking strategies. Last but not least, university students are expected to foster moral reasoning through values education.

REFERENCES

- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of moral thought and action. In W. M. Kurtines & J. L. Gewirtz (Eds.), *Handbook of moral behavior and development: Vol.1, Theory*. (pp. 45–99). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cartledge, G., & Milburn, J. (1978). The case for teaching social skills in the classroom: A review. *Review of Educational Research*, 48(1), 133–156.
- Dewey, J. (1969). *The mechanisms of perception*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Kohlberg, L. (1966). Moral education in the schools: A developmental view. *The School Review*, 74(1), 1-30.
- Paolitto, D. P. (1977). The role of the teacher in moral education. *Theory into Practice*, 16 (2), 73-80.
- Romanowski, M. H. (2005). Through the eyes of teachers: High schools teachers' experiences with character education. *American Secondary Education*, 34 (1), 6-23.
- Selman, R. L. (1971) The relationship of role taking to the development of moral Judgment in children. *Child Development*, 42, 79-91.

HİZMET ÖNCESİ İNGİLİZCE ÖĞRETMENLERİNİN ALTERNATİF DEĞERLENDİRMEYE KARŞI TUTUMLARI: ALGILAR, ZORLUKLAR VE PEDAGOJİK ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Murat ATA

Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division,
English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0000-0001-8822-5105

ÖZET

Ölçme ve değerlendirme, tüm eğitim sürecinin nihai test aşaması olmasıyla birlikte esasen temel işlev olarak girdi, ders materyalleri ve eğitim öğretim stratejilerinin işe yarayıp yaramadığını veya bu üç temel unsurun birbirleriyle uyumlu olup olmadığını görmek için gerekli olan en önemli ve kritik öğretim adımlarından biri olarak kabul edilmektedir. Ancak, teknoloji egemenliğinde tasarlanan ve sürekli değişen günümüz dünyasının ihtiyaçları göz önüne alındığında, geleneksel öğretim yöntemleri giderek ortadan kalkmaktadır; bu nedenle, değerlendirmenin gerekliliği, alternatif ve sürekli olan, uzun vadeli bunu yanı sıra modern teknikler aracılığıyla pekiştirilmelidir. Bu bakış açısıyla değerlendirildiğinde, bu çalışma, dil öğretim sürecine olan etkileri, uygulanabilirliği ve uzun vadeli etkinliği üzerinde odaklanmak amacıyla, dil ölçme ve değerlendirme aşamasında kullanılan yenilikçi ve alternatif yöntemleri incelemektedir. Bu çalışma, sınıf gözlemleri, görüşmeler ve öğrenci geri bildirimleri yoluyla, hizmet öncesi İngilizce öğretmenlerinden veri toplamıştır. Çalışmanın bulguları, ELT bağlamında alternatif değerlendirmelerin, öğrencilerin katılımını ve ilgisini artırırken, geleneksel sınavlardan kaynaklanan kaygı ve stresi azalttığını vurgulamaktadır. Uygun şekilde planlanıp önceden programlandığı sürece, öğrencilerin, korku, endişe ve kaygı yaratabilecek geleneksel test yöntemlerinin aksine, alternatif değerlendirme ortamlarında kendilerini daha rahat ve güvende hissetmeleri görülmektedir. Çalışma ayrıca, hizmet öncesi öğretmenlerin dil eğitimi alanında daha iyi hizmet verebilmek için alternatif değerlendirme konusunda bilgi sahibi olmaları ve ilgili eğitimi almaları gerektiğini önermektedir.

Anahtar kelimeler: Ölçme ve değerlendirme, ELT (İngiliz Dili Eğitimi), Hizmet öncesi İngilizce öğretmen adayları

PRE-SERVICE ENGLISH TEACHERS' ATTITUDES TOWARD ALTERNATIVE ASSESSMENT: PERCEPTIONS, CHALLENGES, AND PEDAGOGICAL IMPLICATIONS

ABSTRACT

Assessment and evaluation have been regarded as one of the most important and crucial teaching steps, given that it is the ultimate output testing phase of the whole education process, to see whether input, materials, and teaching strategies work or are aligned well with each other. However, the conservative way of teaching seems to fade away considering the needs of today's changing world; therefore, the necessity of assessment should be consolidated via some other continuous, long-term, and modern techniques. From this perspective, this paper explores innovative and alternative ways of language assessment with the motive of focusing on their effectiveness, applicability, and impact on the language teaching process. This study collected data from pre-service English teachers through classroom observations, interviews, and student feedback. The study's findings highlight that alternative assessments in ELT contexts boost students' involvement and participation while reducing anxiety and stress stemming from unique exams. As long as they are appropriately planned and scheduled in advance, students are expected to feel more at ease and secure, unlike the traditional testing methods, which may create fear, worry, and concerns. The study also recommends that pre-service teachers should have an understanding of alternative assessment in order to serve better in the field of language education.

Keywords: Assessment and Evaluation, ELT (English Language Teaching), Pre-service English teachers

1.INTRODUCTION

The whole process is confined to three major phases when considering education as an umbrella term. The first is the input phase, which allows educators to bombard students with an influx of information and field-dependent knowledge. However, this bombardment should be done through tools, teaching, and learning methodologies as a second phase. In order to evaluate the whole process of education in detail, as well as the input and methodology phases, educators need to test before claiming the process is valid or invalid. This third phase is called assessment and evaluation, as Bachman (1990) emphasizes. This phase allows the educators to heal, fix, or even reflect on the input and learning process. If anything is missing or incomplete, the data is gathered through the assessment and evaluation section. Therefore, assessment and evaluation are crucial and occupy a significant place, given that not testing the process and outcomes properly may yield unwanted consequences.

As of the beginning of the century, there has been a tendency to move from traditional to alternative types of assessment, with a need to make the best of it. From the 1990s until the debut of the alternative types of assessment, scholars like Clark (1983) began to criticize the ineffectiveness of traditional assessment, as it remains too mechanical. On the other hand, alternative assessment may allow the test takers to be evaluated via several testing tools rather than being tested at a fixed time. Alternative assessment, in essence, as Brown and Abeywickrama (2010) highlight, is regarded as an integrative component of language teaching as it weaves the nets between input and the learning process continuously. While doing this, alternative assessment may launch more than one type of testing tool, such as portfolios, self-evaluation, peer checking, presentations, and project homework. This allows learners to build autonomy and promote a profound learning initiative.

For pre-service English teachers, teaching a foreign language requires focusing on using English and skills, necessitating testing and evaluation over an extended period. This is also consolidated through their educational background, which is shaped with positive reinforcement and innovative tools. Therefore, positive exposure during their professional education can reinforce the inclination to adapt it to their professional lives (Brookhart, 2013). As future teachers today, pre-service English teachers' attitudes and tendencies towards alternative assessment may be significant in building their assessment philosophies. However, even though alternative types of assessment may bring advantages, it should not be forgotten that there are some obstacles that they bring. To begin with, as alternative assessment requires more time, designing and implementing it in a given period and providing feedback and reflection as a reaction to it might be too much of a workload if the number of students is relatively high. The teacher's objectivity might be damaged, and scoring differences might occur between the assessors. (Brown & Hudson, 1998). Last but not least, the preparedness of the assessors is another problem to consider, given that the lack of education in professional training may yield some unexpected consequences. As Tsagari and Vogt (2017) put forward, this, in the long term, may boost the objectivity of the assessor. In this regard, this study aims to reveal pre-service English teachers' attitudes towards alternative assessments by shedding light on their perceptions, challenges, and difficulties, and examining their educational program to see the positive and negative sides of the situation. To fulfil this, this study seeks to answer the questions below.

- 1.What are the perceptions of pre-service English teachers towards alternative assessment?
- 2.Are there any challenges and difficulties that alternative assessments may bring?

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research Design

This study uses a qualitative perspective to reveal the perception and cognition of the pre-service English teachers about alternative assessment tools. To fulfil this, the study comprises participants from the pre-service English language teachers studying at the English Language Department. Twelve students actively took part in the relevant study. The data is collected through four months in the spring term of 2024-2005. Participants are also taken into focus group interviews to reveal their reactions towards alternative types of assessments

2.2. Analysis technique

The observations and focus group interview data are encrypted, and thematic coding is used for data analysis. Two raters encoded the participants' statements.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The study results reveal some themes that emerged from observations and interviews. These themes are a long-term *assessment process*, a *more secure environment of assessment*, and *being free from anxieties and biases*. Table 1 illustrates these themes in detail.

Table 1. The themes emerged from the data

Assessment	Perceptions
Alternative assessments	Long-term assessment process Secure assessment environment Free from anxieties and biases

3.1. Long-term assessment process

The study's results indicate that alternative assessment types bring more than a single type of assessment, as in traditional evaluation. Most participants agree that extending assessment as a continuous act greatly eases the assessment and evaluation process.

3.2. Secure assessment environment

According to the themes that emerged, a couple of factors, such as "feeling more secure in assessment and evaluation," not focusing on assessment but concentrating on the learning and teaching process, are considered sub-themes of more secure assessment environments.

3.3. Free from anxieties and biases

The participants also state that alternative assessments, such as class participation, portfolio, quizzes, presentations, and even term-based homework, alleviate the fear and concern of assessment, as in the traditional model.

4. CONCLUSION

The current study aimed to reveal the perception of pre-service English teachers' attitude thanks to several reasons, highlighting that alternative types of assessment allow them to have more freedom and space and feel more student-centered in the assessment period, unlike the traditional one, which is confined to a specific time set. Three main themes are extracted from the study: the long-term nature of the assessment process, creating a secure assessment environment, and reducing anxiety and bias. As in today's much globalized world, for educational issues, assessment is regarded as the output phase of the whole teaching process; therefore, allowing students to be tested by several tools, as in the case of alternative assessment, will help them be free from exam concerns, worries, and biases. The participant also welcomes the alternative assessment process, given that continuous monitoring and observation may yield the best results and performances on assessment and evaluation. In doing so, a more secure, valid, and reliable assessment and evaluation environment can be sustained to get the real performances. This will also motivate students and allow them to have the opportunity to make up for when they fail in one type of assessment. To recapitulate, the result of the study recommends that education policy makers, curriculum designers, and the stakeholders who have the power of legislation must consider the issue of alternative assessment rather than leave it to the teachers' decision. Additionally, educating today's teachers with the perception of alternative assessment and evaluation ideology will help them ease the process of teaching and evaluating at the end of specific terms.

REFERENCES

- Bachman, L. (1990). *Fundamental considerations in language testing*. Oxford University Press.
- Brookhart, S. M. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. ASCD.
- Brown, H. D., & Abeywickrama, P. (2010). Assessment concepts and issues. In D. Belfiore, J. Brezinsky, T. Munz, N. Flaggman, J. Lieber, L. Minovitz, K. Steiner, & J. Stem (Eds.), *Language assessment principles and classroom practice* (pp. 3–24). Pearson Education.
- Brown, J. D., & Hudson, T. (1998). The alternatives in language assessment. *TESOL Quarterly*, 32(4), 653–675. <https://doi.org/10.2307/3587999>
- Cartledge, G., & Milburn, J. (1978). The case for teaching social skills in the classroom: A review. *Review of Educational Research*, 48(1), 133–156. <https://doi.org/10.3102/00346543048001133>
- Clark, H. H., & Gerrig, R. J. (1983). Understanding old words with new meanings. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22(5), 591–608. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(83\)90364-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(83)90364-X)
- Tsagari, D., & Vogt, K. (2017). Assessment literacy of foreign language teachers around Europe: Research, challenges and future prospects. *Papers in Language Testing and Assessment*, 6(1), 41–63.

A THERMOLUMINESCENT DATING STUDY OF CERAMIC FROM GOBUSTAN

Aybaniz AHADOVA

Institute of Radiation Problems, Ministry of Science and Education, AZ1143, 9 B. Vahabzade str.
Baku, Azerbaijan

ORCID ID: 0000-0001-9173-9537

ABSTRACT

The presented work was the first attempt to increase the accuracy of dating natural archeological monuments, namely, the Boyukdash in Gobustan of Azerbaijan Republic, by employing the Thermoluminescence (TL) dating method. Luminescence measurements were performed to find out the equivalent dose (ED). Registration of TL signal was carried out using the HarshowTLD 3500 Manual Reader. The irradiation was performed at an ambient temperature from a ^{60}Co source at different dose levels, and a dose rate of the ^{60}Co source was determined by EPR spectrometric method using an individually wrapped Alanine Dosimeter. Soil samples were collected close to the pottery sample to determine the natural dose rate. Uranium, Thorium, and Potassium concentrations in soil. Environmental dose rate was 18.044 ± 0.2 Gy/ka. The sample's age was calculated by online dose rate and age calculator as 5655 ± 233 years which is in line with the age of this area estimated by historians. The presented work was the first attempt aimed to increase the accuracy of dating real archeological monuments, namely, the fragments of the ancient pottery sample from Gobustan archeological site in Azerbaijan by employing the TL method. However, this typological dating method can only determine the age if there were any writing records. This research study seeks to establish a standard procedure for dating the bricks from medieval structures in Azerbaijan. We have collected samples from the castle in Boyukdash, Gobustan, Azerbaijan, where architectural experts have already assigned the period as early neolithic. This method is based on the effect of the accumulation of nonequilibrium charge carriers on defects in dielectrics, which is generated by ionizing radiation from natural radionuclides contained in dating objects or their environment. The thermoluminescence (TL) method is a well-established method for determining the age of archaeological ceramics.

Keywords: dating, radiochemical methodology, quartz, TL

1. INTRODUCTION

This study represents the first systematic effort to enhance the accuracy of dating archaeological artifacts, specifically focusing on ancient pottery fragments from the Gobustan archaeological site in Azerbaijan, using thermoluminescence (TL) dating. While typological dating methods are limited by their reliance on written records, this research aims to establish a standardized

protocol for dating medieval bricks from historical structures in Azerbaijan. Samples were collected from the Boyukdash Castle in Gobustan, an archaeological site where architectural experts have previously assigned an early Neolithic period based on stylistic and contextual evidence.

The TL dating method is grounded in the principle of nonequilibrium charge carrier accumulation at defect sites within dielectric materials, resulting from exposure to ionizing radiation emitted by naturally occurring radionuclides in the sample or its surrounding environment. As a well-established technique in archaeological chronometry, thermoluminescence provides a reliable means of determining the age of ceramic artifacts by measuring their accumulated radiation dose over time. This study seeks to validate and refine TL dating procedures, contributing to more precise chronological assessments of Azerbaijan's cultural heritage.

2. MATERIAL AND METHODS

Quartz inclusion method is employed for the Thermoluminescent dating. The technique to prepare the sample is described below.

To eliminate the impact of β -emission on the dose absorbed in the past, 2mm thick outer layer of the sample is extracted with special tools. Acquired fragments are first crumbled, and then gently crushed in an agate mortar. Non-magnetic part of fragments was separated through magnets. Too large crystal grains ($> 200 \mu\text{m}$) are separated using laboratory sieves(Mammadov, Sahib G., Ahadova, 2024). Crystals with diameters 90-150 μms are used for thermoluminescent dating. To purify crystals from other minerals, first, they are soaked in 10 % Hydrochloric Acid solution for a day and then kept in 30 % Hydrogen Peroxide for 2 hours. To separate quartz grains from other crystals heavy liquids(Mammadov et al., 2023)(Mammadov & Ahadova, 2023), like sodium polytungstate (2,5 - 3 g/sm^3) are used. To eliminate the effect of alpha particles radiated by Uranium and Thorium on dose absorbed by crystal grains, they are soaked in (1N Hydrofluoric Acid) for 100 minutes. At this stage minerals such as Calcite and Feldspar are discarded. Quartz grains were divided into six equal parts and each aliquot was placed inside glass tubes (Suprasil) for laboratory irradiation(Barreto et al., 2022)(Schoene, 2013). The samples were irradiated using a 60Co source. A dose rate of the 60Co source has been determined by Magnettech MiniscopeMS400 EPR Spectrometer using individually wrapped, barcode-labeled BioMax Alanine Dosimeter Films (developed by Eastman Kodak Company). In nature, the objects were irradiated at a very low dose rate conditions to compare with the laboratory irradiation. Dose mapping exercise has been conducted at three fixed location around

^{60}Co source and dose rates were 0.194Gy/s, 0.0194Gy/s and 0.0098Gy/s consequently.

Harshaw TLD 3500 Manual Reader is used for the measuring TL characteristics of samples. In order to determine the natural dose rate soil samples were collected in close proximity to the pottery sample. Uranium, Thorium and Potassium concentrations in soil were measured by gamma spectrometry Canberra GR4520 which has a low-level gamma spectrometry system with 15 cm lead shielding and high-resolution GeHP hyper-pure germanium detector, having 43.5% resolution efficiency for 661.6 keV.

Figure 1 illustrates the dose dependence of the TL glow curve. Samples were irradiated with ^{60}Co gamma source then TL glow-curves measured after two days(Pagonis et al., 2018).

Soil sample collected from the proximity of the pottery sample was air-dried and kept in a closed environment for one month. The concentration of U, Th, and K are illustrated in Table 1. In order to estimate the natural dose rate soil samples were collected from the site and U, Th, and K content analysis by gamma spectrometry Canberra GR4520 which has a low-level gamma spectrometry system with 15 cm lead shielding and high-resolution GeHP hyper pure germanium detector, having 43.5% resolution efficiency for 661.6 keV. ROSY software was used for calculating the sample's age. Table 1 illustrates the breakdown of the calculated dose rates.

Table 1. Breakdown of dose rates (microGy/year)

Elements in sediment	Concentration	Alpha	Beta	Gamma	Cosmic	
Uranium, ppm	3.5	0.35	68.58	354.71	-	
Thorium, ppm	6.77		0.36	23.28	289.02	-
Potassium, %	1.99		-	204.06	433.70	-
Total			0.71	295.91	1077.42	163.53

Plotting the TL glow-curve intensity at 375°C against the dose adsorbed and backward extrapolation enables the estimation of historical dose equal to 18.044 ± 0.2 Gy (Fig.1).

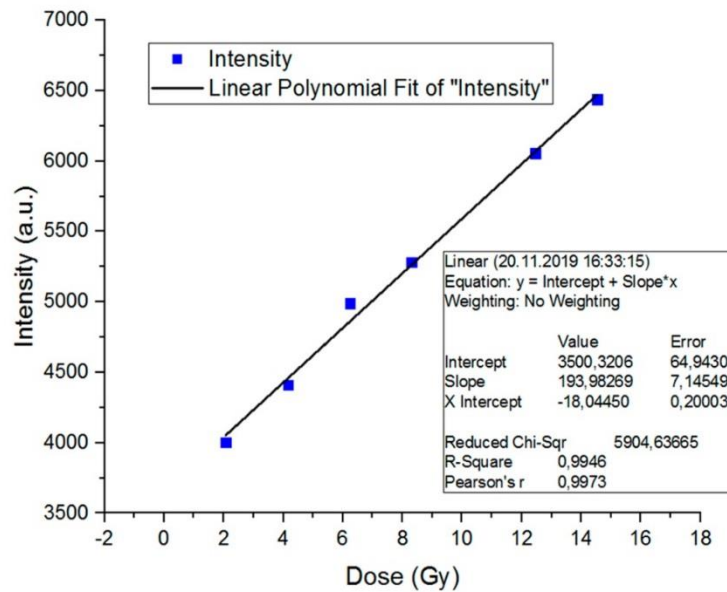


Figure 1. The dependency of TL intensity at 375°C peak from the additional laboratory dose. Linear fitting was performed with OriginPro v.9.1.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Quartz, a mineral commonly found in raw ceramic paste, undergoes a significant transformation when exposed to heat treatment (600-700°C). This transformation eradicates all previously accumulated charge carriers within the quartz, which have been accumulating since the mineral's formation. Despite being in its initial phase and utilizing a limited number of samples, this study has effectively demonstrated the potential of using the thermoluminescence (TL) technique on quartz inclusions to determine the luminescence ages of samples. The application of TL dating has yielded valuable insights into the age determination of archaeological ceramics, specifically in the context of the Boyukdash castle in Gobustan, Azerbaijan Republic. In the case of ceramics, the determined age corresponds to the time interval from the moment of the firing of the ceramics to the moment of its removal from the burial. Dose rate and age calculation results are as follows: Environmental dose rate: 18.044 ± 0.2 Gy/ka and; Age of the sample: 5655 ± 233 years which are in line with the stratigraphically estimated age of this area. Ongoing advancements in TL dating techniques will further enrich our knowledge of ancient civilizations and assist in unraveling past mysteries.

CONCLUSION

This study demonstrates the effectiveness of thermoluminescence (TL) dating in determining the age of archaeological ceramics from Gobustan, Azerbaijan, with results (5655 ± 233 years) consistent with stratigraphic estimates. Despite its preliminary nature, the research highlights

the potential of TL techniques for chronological analysis, paving the way for further advancements in understanding ancient civilizations through precise dating methods.

REFERENCES

- Barreto, A. M. F., Bertotti, A. L., Sylvester, P. J., do Prado, L. A. C., Araripe, R. C., de Oliveira, D. H., Tomé, M. E. T. R., Lemos, F. A. P., do Nascimento, L. R. L., Pereira, P. A., & Albayrak, A. I. (2022). U/Pb geochronology of fossil fish dentine from Romualdo Formation, Araripe Basin, northeast of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 116, 103774. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMES.2022.103774>
- Mammadov, Sahib G., Ahadova, A. S. (2024). Insights into ancient ceramic technology: a comprehensive analysis of mineralogy, chemistry and firing conditions. *Recent Research in Science and Technology*, 16, 1–7.
- Mammadov, S., & Ahadova, A. (2023). Comprehensive Investigation Of Neolithic Ceramic Samples: Firing Technology And Age Insights. *East European Journal of Physics*, 2023(3), 531–534.
- Mammadov, S., Ahadova, A., Abishov, A., & Ahadov, A. (2023). The Thermoluminescence Parameters Of Irradiated K-Feldspar. *East European Journal of Physics*, 2023(2), 182–186.
- Pagonis, V., Marques dos Santos Vieira, F., Chambers, A., & Anthony, L. (2018). Thermoluminescence glow curves in preheated feldspar: A Monte Carlo study. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 436(September), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2018.09.036>
- Schoene, B. (2013). U-Th-Pb Geochronology. In *Treatise on Geochemistry: Second Edition (Vol. 4)*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00310-7>

BİR KÜLTÜREL PERFORMANS BİÇİMİ OLARAK BÜROKRASİ KAVRAMI

Ali Buğra KÜÇÜK

Kırıkkale University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political
Science and Public Administration, 71450 Yahşihan, Kırıkkale
ORCID ID: 0000-0001-7189-1435

ÖZET

Bu çalışma, bürokrasiyi yalnızca bir yönetim aygıtı ya da rasyonel-idari bir mekanizma olarak değil, bunun da ötesine taşan bir kültürel performans biçimi olarak ele almaktadır. Çalışmada Max Weber'in ideal tip bürokrasi tanımının dışına çıkılarak bürokrasinin tarihsel ve kurumsal çerçevesi çizilirken, bu yapının toplumsal hayatta nasıl teatralleştiği ve simgesel anlamlar kazandığı incelenmiştir. Çalışmada performans teorilerinden, özellikle Clifford Geertz, Akhil Gupta ve Fransız yapısalcıların kuramsal yaklaşımlarından yararlanılmış; bürokratik davranışların ritüelleşmesi, mekân kullanımı, dilin standardizasyonu ve hiyerarşinin sahnelenmesi gibi unsurlar analiz edilmiştir. Bürokratik pratiklerin sadece işlevsel değil, aynı zamanda meşruiyet üretici, kimlik şekillendirici ve aidiyet kurucu yönleri olduğu vurgulanmıştır. Çeşitli ülkeler örnek alınarak yapılan gözlem ve belge analizleriyle, kamu kurumlarındaki bürokratik ritüellerin gündelik hayattaki yansımaları ortaya konmuş, vatandaş-devlet ilişkilerinde performatif unsurların nasıl rol oynadığı gösterilmiştir. Sonuç olarak, bürokrasinin kültürel boyutu dikkate alınmadan yapılan analizlerin eksik kaldığı; bürokrasinin yalnızca karar alıcı bir sistem değil, aynı zamanda anlam üretici bir “sahne” olduğu fikri ileri sürülmüştür. Bu bakış açısı, bürokrasiyi toplumsal ilişkilerle iç içe, sembollerle örülü ve sürekli yeniden üretilen bir pratik olarak düşünmeyi mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım, bürokrasiyi çözümlmek için yalnızca siyaset bilimi ya da kamu yönetimi perspektifine değil, aynı zamanda kültürel antropoloji, sosyoloji ve performans teorisine de başvurulması gerektiğini ortaya koymaktadır. Buna göre devlet, yalnızca bir üst yapı kurumu değil, gündelik hayatta vücut bulan bir pratikler bütünü, bürokrasi ise vatandaşın devleti deneyimlediği en somut yüzeylerden biri, devlete dair bir tahayyülün inşa edildiği ritüeller bütünüdür. Böylece bürokrasi, modern toplumlarda yönetim kadar temsilin, kontrol kadar aidiyetin ve rasyonalite kadar duygunun da mekânı haline gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bürokrasi, kültürel performans, ritüel, simgesel etkileşim, devlet-vatandaş ilişkisi

THE CONCEPT OF BUREAUCRACY AS A FORM OF CULTURAL PERFORMANCE

ABSTRACT

This study examines bureaucracy not merely as a management apparatus or a rational-administrative mechanism, but as a form of cultural performance that goes beyond this. The study goes beyond Max Weber's definition of ideal bureaucracy, as it is examined how this structure becomes theatrical and acquires symbolic meanings in social life. The study utilizes performance theories, especially the theoretical approaches of Clifford Geertz, Akhil Gupta and French structuralists; elements such as the ritualization of bureaucratic behaviors, use of space, standardization of language and staging of hierarchy are analyzed. It is emphasized that bureaucratic practices are not only functional, but also legitimacy-producing, identity-forming and belonging-building aspects. With observations and document analyses conducted by taking various countries as examples, the reflections of bureaucratic rituals in public institutions in daily life are revealed and the role of performative elements in citizen-state relations is shown. As a result, it is suggested that analyses conducted without considering the cultural dimension of bureaucracy are incomplete; that bureaucracy is not only a decision-making system, but also a meaning-producing "stage". This perspective makes it possible to think of bureaucracy as a practice that is intertwined with social relations, woven with symbols and constantly reproduced. This approach demonstrates that analyzing bureaucracy requires not only a political science or public administration perspective, but also cultural anthropology, sociology, and performance theory. Accordingly, the state is not merely a superstructure institution but a set of practices embodied in daily life. Bureaucracy, in turn, is one of the most concrete surfaces through which citizens experience the state, a set of rituals through which an imagination of the state is constructed. Thus, in modern societies, bureaucracy has become a site of representation as much as governance, of belonging as much as control, and of emotion as much as rationality.

Keywords: Bureaucracy, cultural performance, ritual, symbolic interaction, state-citizen relations

1. GİRİŞ

Bürokrasiyi bir kültürel performans olarak ele almak, bürokrasinin tarafsız, rasyonel ve verimliliğe yönelik bir yönetim mekanizması olduğu şeklindeki klasik Weberci anlayışın dışına çıkarak, onu tamamen antropolojik bir gözle incelemeyi gerektirmektedir. Böyle bir inceleme, bürokratik uygulamaların sembolik ve performatif boyutlarını ön plana çıkaran, daha kapsamlı ve çok katmanlı bir bakış açısına ulaşmayı hedeflemektedir. Buna göre, formları doldurmak,

kuyruklarda beklemek veya resmî damgalar almak gibi sıradan bürokratik eylemler, yalnızca araçsal veya idari prosedürler değildir; bu eylemler aynı zamanda devlet otoritesini ve meşruiyetini yeniden üreten ve kültürel olarak kodlanmış ritüellerin de merkezine gömülüdürler. Bu uygulamalar, devletin vatandaşların günlük yaşamlarında maddi ve sembolik olarak kristalleşmesine hizmet etmekte ve devlet mekanizmasının varlığını hem görünür hem de elle tutulur hâle getirmektedirler.

Bürokratik işler böyle bir bakış açısıyla incelendiğinde, iktidarın yürürlüğe konduğu, kimliklerin oluşturulduğu ve normatif beklentilerin güçlendirildiği ritüelleştirilmiş performanslar olarak okunmaktadır (Bertram, 1967, s. 69). Bürokratik ortam bu hâliyle, devlet-vatandaş ilişkilerinin dramatize edildiği bir sahne hâline gelmiştir: Yetkililerin davranışları, biçimselleştirilmiş dilin kullanımı, ulusal sembollerin sergilenmesi ve prosedürellikte ısrar, vb., tüm bunlar, tarafgirlikten azade ancak “herkes üzerinde yetkili” bir düzenin yansıtılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu performans yalnızca devletin düzenleyici kapasitesini iletmekle kalmaz, aynı zamanda devletin mantığına tabi olan bireylerin duygusal ve ahlaki eğilimlerini de şekillendirir. Dolayısıyla, bürokrasi yalnızca bir yönetim yapısı değildir; o aynı zamanda hiyerarşik ilişkileri yeniden teyit eden, otoriteyi meşrulaştıran ve siyasi aidiyeti ifade eden, kültürel olarak anlamlı bir uygulamadır (Bourdieu, 2006, s. 97).

Bürokrasinin kültürel bir performans biçimi olarak kavramsallaştırılması, rutin idari eylemleri devlet iktidarının yürürlüğe konduğu ve meşrulaştırıldığı sembolik uygulamalar olarak yeniden konumlandırmaktadır (Bourdieu, 2006, s. 106). Bürokratik prosedürleri tamamen işlevsel veya teknokratik işler olarak görmek yerine, bu bakış açısı onların ritüelistik boyutlarına dikkat çekmektedir: Anlam ve otorite ile donatılmış, tekrarlayan, kodlanmış davranışlardır bu prosedürler. Böylece belgeleri damgalamak, izin vermek veya memurlarla resmî diyaloga girmek gibi eylemler, düzen ve kuralın yalnızca uygulanmadığı, bir yandan da bunların halk için görünür ve mantıklı hâle getirildiği daha geniş bir devlet performansları repertuarının bir parçası olmaktadır.

Bu bürokratik ritüeller, devletin hiyerarşik yapısını ileten ve memurlar ile vatandaşlar arasındaki rolleri belirleyen daha geniş bir kültürel dilbilgisi içinde işlemektedir. Devlet ofislerinin mekânsal tasarımları, bürokratların resmî kıyafetleri, resmî etkileşimlerin belirlenmiş dili ve ulusal sembollerin (bayraklar veya siyasi liderlerin portreleri gibi) varlığı, devlet otoritesinin sahnelenmesine katkıda bulunur. Bu anlamda bürokrasi, meşruiyetin yalnızca yasa yoluyla değil, aynı zamanda somutlaştırılmış ve kurumsallaştırılmış rutinler yoluyla da gerçekleştirildiği bir “iktidar tiyatrosu” işlevi görmektedir. Bu tür performanslar,

pratik etkinliği tutarsız veya tartışmalı olsa bile, devletin kalıcı ve tutarlı bir varlık olarak algılanmasını sağlamaktadır.

Dahası, bu performanslar mevcut toplumsal ve politik hiyerarşileri normalleştirmeye ve doğallaştırmaya da hizmet etmektedir: Bürokratik ritüeller, bireyleri prosedürel beklentilere ve kurumsal nezaket kurallarına uymaya zorlayarak, öznelere disiplin altına alır ve belirli medeni davranış biçimlerini geliştirir. Böylece, sıraya girme, resmî protokollere uyma veya belirsiz idari gerekliliklerde ısrarcılık gibi eylemler, devlet yapılarını ve hiyerarşileri toplumsallaşmanın bir parçası hâline getirmektedir. Bu süreç boyunca, vatandaşlar devlet otoritesinin meşruiyetini ve bu otorite karşısındaki konumlarını içselleştirirler ve böylece bürokrasinin sürdürmek için tasarlandığı iktidar ilişkilerini kendiliğinden yeniden üretirler. Dolayısıyla, bürokrasinin performatif boyutu, onun politik işlevine yardımcı bir yan unsur değildir; tam tersine, merkezî bir öneme sahiptir (Russell, 1990, ss. 215-216).

Bu performans, bürokratik uygulamaların yalnızca idari rutinler olmadığını, aynı zamanda sembolik anlamlarla da dolu olduğunu vurgulamaktadır. Belge doğrulama, sırada bekleme ve resmî dil kullanımı gibi eylemler, sadece yönetimi kolaylaştırmaya yaramazlar; bir yandan da devlet iktidarının ve kurumsal düzenin performatif ifadeleri olarak hizmet ederler. Bu etkileşimler, devlet otoritesinin tekrarlanan, kodlanmış uygulamalar aracılığıyla yürürlüğe konduğu ve somutlaştırıldığı daha geniş bir sembolik çerçeve içinde anlam kazanır. Bu anlamda, bürokrasi yalnızca bir teknik yönetim mekanizması olarak değil, aynı zamanda vatandaşlar karşısında devletin temsilinin sahnelendiğı bir perde olarak da işlev görmektedir.

Bürokrasinin bu teatral boyutu, vatandaşlar ve yetkililer arasındaki karşılaşmaları yapılandırma biçimlerinde belirgindir. Standartlaştırılmış prosedürler, üniformalar, mekânsal organizasyon ve resmî söylem yoluyla, bürokrasiler devlet ve tebaası arasındaki güç asimetrisini dramatize etmektedir. Bu performanslar rolleri, beklentileri ve izin verilen davranışları tasvir ederek vatandaşların devletle ilişkilerini nasıl deneyimlediklerini ve yorumladıklarını belirlemektedir. Bürokratik ortamlarla ilişkili resmî jestler, senaryolar ve ritüeller, bürokratik etkileşimin sonuçları verimsiz, keyfî veya çelişkili olsa bile devletin otoritesini okunaklı ve yetkili kılmaktadır. Bu nedenle, vatandaşlar ve yetkililer arasındaki bürokratik etkileşim, siyasi meşruiyetin üretildiğı ve tartışıldığı önemli bir yer hâline gelmiştir (Goodin & Klingemann, 1998, s. 616).

Öte yandan, bu sembolik düzenlemeler politik öznelliklerin oluşumuna da katkıda bulunmaktadır. Zira bireyler bürokratik yapılarla etkileşime girdiklerinde, yalnızca idari süreçlere katılmakla kalmazlar; aynı zamanda haklarını, yükümlölüklerini ve toplumsal

değerlerini tanımlayan normatif bir düzen içinde de konumlandırılırlar. Bürokratik ritüeller, hak eden ve hak etmeyen vatandaşlar, yasal ve yasadışı kişiler veya itaatkâr ve sapkın öznelere arasındaki ayrımları kaydetmektedir. Bunu yaparken de, daha geniş politik hiyerarşileri ve toplumsal bölünmeleri yeniden üretmekte ve doğallaştırmaktadır (Goodin & Klingemann, 1998, s. 632). Dolayısıyla, bürokrasinin sembolik ve teatral boyutları, devlet-toplum ilişkilerini şekillendirme ve kurumsal otoriteyi performatif araçlarla sürdürme hususunda merkezî bir rol oynamaktadır.

2. KÖKENLER VE KURAMSAL ARKA PLAN

Bürokrasinin bir kültürel performans olarak okunması, önemli ölçüde Clifford Geertz'in siyasi antropolojiye yönelik hermenötik yaklaşımından, özellikle de siyasetin ve iktidarın yalnızca maddi veya kurumsal olgular olmadığı, bunların bir yandan da “anlam algoritmalarına” derinlemesine gömülü olduğu tezinden devşirilmiştir. Geertz, siyasi eylemlerin, ritüeller veya dinî uygulamalar gibi, otorite, meşruiyet ve düzen hakkındaki kolektif anlayışları sembolik olarak iletmek ve güçlendirmek üzere işlev gördüğünü ileri sürmüştür (Lea, 2008, s. 200). Antropolog, Bali veya Fas gibi yerlerdeki siyasi yapılar üzerine gerçekleştirdiği analizinde, siyasi kurumların büyük oranda devlet iktidarını ve yönetimin ahlaki temellerini halka ileten performatif ve törensel unsurlar aracılığıyla işlediğini vurgulamıştır (Geertz, 2021, s. 99).

Bu mantığı bürokrasiye aktaran Geertz'den etkilenen akademisyenler, idari prosedürlerin ve resmî rutinlerin yalnızca araçsal eylemler olarak değil, sembolik değerlerle yoğunlaştırılmış performanslar olarak anlaşılması gerektiğini savunmaktadırlar. Buna göre, unvanların ve üniformaların resmî kullanımından, devlet dairelerinin mekânsal düzenlemesine kadar uzanan bürokratik deneyimler, devletin gücünü ve rasyonalitesini dramatize eden teatral gösteriler olarak okunabilmektedir. Bu sembolik biçimler yalnızca devlet otoritesini yansıtmamakta, onu vatandaşların gözünde aktif olarak da oluşturmaktadırlar. Bürokratik performanslar, soyut devlet fikrini elle tutulur ve gözlemlenebilir kılarak, kurumsal hiyerarşileri doğallaştırmaya ve itaat, disiplin ve meşruiyet beklentilerini kodlamaya hizmet etmektedir. Bu perspektiften bakıldığında, bürokrasi yalnızca bir yönetim aracı değil, aynı zamanda iktidarın anlamının sürekli ve yeniden üretildiği kültürel bir alan haline gelmiştir (Abolafia vd., 2014, ss. 346-347). İktidar kavramının içeriği üzerine farklı bir bakış açısı sunan Michel Foucault ise iktidarın dağınık ve gündelik doğasına dikkat çekmiştir. Foucault, iktidarın yalnızca egemen aktörler tarafından sahip olunan ve kullanılan bir şey olduğu şeklindeki klasik kavramlara meydan okumuş, bunun yerine iktidarın günlük pratiklere, kurumlara ve bilgi biçimlerine yerleştirilmiş dağınık ağlar aracılığıyla işlediğini vurgulamıştır (Foucault, 2008, ss. 38-39). Bu çerçevede,

bürokrasi yalnızca tarafsız bir yönetim aygıtı değil, iktidarın mikro düzeyde içselleştirildiği, normalleştirildiği ve yeniden üretildiği bir mekanizmadır. Bürokratik rutinler (rapor dosyalama, prosedürleri uygulama, kuralları uygulama) böylece bedenleri disiplin altına alan, davranışları şekillendiren ve uyumlu siyasi özneler inşa eden bir yönetim tekniği hâline gelir ve biyo-iktidarın kurulmasını sağlar (Foucault, 2008, ss. 248-249).

Foucault'nun “yönetsellik” (governmentality) kavramı da (nüfusların yönetildiği rasyonel sistem ve uygulamalar) bürokrasiyi bir performans olarak analiz etmek için son derece kullanışlı bir araçtır: Bürokratik prosedürler sadece devletin işlevlerini kolaylaştırmakla kalmaz; performatif olarak hakikat, yasallık ve normallik rejimlerini de yürürlüğe koyarlar (Foucault, 2008, ss. 52-53). Kişisel verilerin toplanması veya belirli prosedürel kodlara uyma zorunluluğu gibi “sıradan” eylemler, bireyleri kategorilere ayırmakta, gözetim ve kontrol sistemlerine kaydetmektedir. Dolayısıyla bürokratik eylemler, kurumsal iktidarın zorlama yoluyla değil, uyumun ve idari mantığın içselleştirilmesi yoluyla yürürlüğe konduğu rutin ve sıradan birer davranış hâline gelmiştir. Bu anlamıyla bürokrasi, iktidarı resmî politikanın ötesine, vatandaşların günlük yaşamlarına kadar genişleten, yalnızca toplumsal düzeni değil, aynı zamanda modern devlet içindeki gözlemlenebilirlik ve tabi olma koşullarını da üreten bir disiplin aygıtı işlevi görmektedir.

David Graeber ve Akhil Gupta ise bürokratik sistemlerin kabul görmüş doğasını eleştirel bir şekilde sorgulayarak kavramın içeriğine antropolojik açıdan önemli katkı sunmuşlardır. Bu düşünürler, bürokrasiyi rasyonel yönetimin tarafsız bir aracı olarak görmek yerine, siyasi öznellikler ve “ahlaki ekonomiler” üreten bir makine olarak görmektedirler. Örneğin Graeber, bürokratik sistemlerin derin bir ideolojik altyapıya olduklarını, yüzeyde kişisellikten uzak ve nesnel görünürlerken, arka planda iktidar ilişkilerini mistikleştirmeye hizmet ettiklerini savunmaktadır. Etnografik ve teorik çalışmalarında, bürokrasilerin sıkıcılığının ve prosedürel katılığının tesadüfi olmadığını, bunun otoritenin meşrulaştırılıp yeniden üretilmesi için merkezi bir strateji olduğunu göstermiştir. Ona göre bürokrasi, hayatlarını yöneten kararlardan bireyleri uzaklaştıran ve aynı zamanda onları görev, uyum ve kurumsal meşruiyetin ahlaki çerçevesine yerleştiren bir tür “soyutlama şiddeti” üretir (Graeber, 2007, ss. 133-134).

Akhil Gupta'nın çalışması da, bu fikirleri özellikle sömürge sonrası Hindistan bağlamında ayrıntılı etnografik araştırmalara dayandırarak Graeber'i tamamlamıştır. Gupta, refah bürokrasileri üzerine yaptığı çalışmalarda, bilhassa kırsal kökenli vatandaşların deneyimlediği bürokratik verimsizliklerin, gecikmelerin ve prosedürel karmaşıklıkların yalnızca işlev bozukluğunun belirtileri değil, yapısal gücün ifadeleri olduğunu öne sürmüştür (Gupta, 2012,

s. 198). Bu idari süreçler, devletin hem hayırsever bir bakıcı hem de kayıtsız ve genellikle baskıcı bir güç olarak görünür hâle geldiği performatif eylemler haline gelmiştir. Gupta'nın analizi, evrak teslim etmek veya bir hak elde etmek için sonsuza dek beklemek gibi en sıradan bürokratik deneyimlerin bile politik ve duygusal önemlerle dolu olduğunu ortaya koymaktadır. Bu deneyimler, umut, hayal kırıklığı, aşağılanma veya ihanet gibi duyguları uyandırarak vatandaşların ahlaki beklentilerini ve devletin meşruiyet algısını şekillendirmektedirler (Gupta, 2012, s. 215).

Her iki biliminsanı da bürokrasinin yalnızca prosedürel bir alan olmaktan ziyade sembolik ve duygusal bir alan olduğu yönündeki daha geniş bir antropolojik anlayışa katkıda bulunmaktadır. Çalışmaları, idari süreçlerin apolitik veya tamamen teknik olduğu fikrine meydan okuyarak, bunun yerine devlet iktidarının yürürlüğe konduğu, itiraz edildiği ve içselleştirildiği önemli eylemler olduğunu göstermektedir. Graeber ve Gupta'ya göre bürokrasiler yalnızca siyasi otoriteyi yansıtmaz; ritüelleştirilmiş performanslar aracılığıyla kurumlar ve bireyler arasındaki ilişkileri kurgulamaya yardımcı olurlar. Bu anlayış, bürokrasiyle kurulan günlük ilişkileri, yönetimin yalnızca uygulandığı değil aynı zamanda duygusal olarak deneyimlendiği ve ahlaki olarak yorumlandığı anlar olarak görmektedir.

Kültürel performans olarak bürokrasi anlayışı, iktidar, bilgi ve günlük pratik arasındaki etkileşimi eleştirel bir şekilde inceleyen James C. Scott ve Pierre Bourdieu'nün çalışmaları üzerinden de okunabilir. Her iki teorisyen de bürokrasiyi teatral anlamda açıkça “performans” olarak nitelendirmese de, yaklaşımları bürokratik otoritenin toplumsal alanlarda nasıl inşa edildiğine, yürürlüğe konduğuna ve sağlamlaştırıldığına dair derin bir anlayış sağlamaktadır. Her ikisi de bürokrasinin yalnızca tarafsız bir idari aygıt olmadığını, toplumsal ilişkileri ve güç dinamiklerini şekillendiren ve bu güç dinamikleri tarafından belirlenen derin bir politik ve sembolik kurum olduğunu vurgulamaktadır.

James Scott başyapıtı olan “Seeing Like a State” adlı eserinde, bürokratik sistemlerin rasyonalize edici hırslarına yönelik eleştirel bir bakış açısı sunmuştur. Yazar, bürokrasilerin karmaşık toplumsal gerçeklikleri standartlaştırılmış kategoriler, ölçütler ve prosedürler aracılığıyla nasıl okunabilir kılmaya çalıştığını göstermektedir. Bu okunabilirlik süreci, devlet yetkililerinin çeşitli yaşanmış deneyimlere soyut ve şematik emirler dayattığı performatif bir basitleştirme ve kontrol eylemi olarak işlev görmektedir. Scott'a göre, bürokrasinin gücü yalnızca yönetme kapasitesinde değil, aynı zamanda yerel bilgiyi ve pratik nüansları sıklıkla göz ardı eden belirli bir düzen vizyonunu yürürlüğe koyma becerisinde yatmaktadır (Scott, 2020, s. 115). Karmaşık bir “bölge” üzerinde tek tip bir “harita” dayatılması, bürokrasiyi hem

uyum hem de direniş biçimleri üreten bir devlet otoritesi uygulaması olarak konumlandırırmaktadır.

Pierre Bourdieu ise bürokratik gücün toplumsal etkileşimler içinde nasıl somutlaştırılıp yeniden üretildiğini açıklayan “habitus” ve “alan” kavramlarıyla bu bakış açısını tamamlamıştır. Bourdieu, bürokrasilerin belirli kurallar, sermayeler ve iktidar ilişkileriyle karakterize edilen ayrı toplumsal alanlar olarak işlediğini ileri sürmüştür (Bourdieu, 2006, s. 101). Bürokratik aktörler ve vatandaşlar, bu alanlarda davranışlarını ve beklentilerini yöneten belirli eğilimlere (habitus) göre sosyalleştirilirler. Bürokrasilerde yaygın olan ritüelleştirilmiş formaliteler, uzmanlaşmış dil ve hiyerarşik etkileşimler, otoriteyi meşrulaştıran ve kurumsal egemenliği güçlendiren birer “sembolik sermaye” işlevi görmektedir (Bourdieu, 2006, ss. 108, 116-117). Bu anlamda bürokrasi, toplumsal düzeni yeniden üreten somut uygulamalar ve ritüeller aracılığıyla gerçekleştirildiği ölçüde kültürel bir performanstır.

Hem Scott hem de Bourdieu, bürokratik gücün mutlak olmadığını, ancak günlük eylemlerde tartışıldığını ve müzakere edildiğini kabul etmiştir. Scott’ın ayak sürüme, yanlış bilgilendirme veya “gizli yıkıcılık” gibi günlük direniş biçimlerine yönelik etnografik çalışması, bürokratik performansın buna tabi olanlar tarafından bozulabileceğini veya yeniden yorumlanabileceğini ortaya koymaktadır (Scott, 2020, s. 345). Benzer şekilde, Bourdieu’nün iktidar analizi, sembolik egemenliğin sürekli bir suç ortaklığı gerektirdiğini ve zorluklara karşı her zaman savunmasız olduğunu vurgulamaktadır (Bourdieu, 2006, s. 121). Buna göre bürokrasinin performatif boyutu, otoritenin sürekli olarak yürürlüğe konduğu, kabul edildiği, sorgulandığı veya direnildiği dinamik bir etkileşim alanıdır.

Daha da önemlisi, Bourdieu’nün sembolik şiddete odaklanması, bürokrasinin eşitsizlikleri doğallaştırma ve devlet iktidarını meşrulaştırma yollarının sıklıkla görünmez kalmasına dikkat çekmektedir. Zira bürokratik ritüeller yalnızca idari görevleri koordine etmekle kalmamakta, bir yandan da hiyerarşik toplumsal ilişkiler etrafında bir normallik ve kaçınılmazlık duygusu da aşılarmaktadır (Bourdieu, 2006, s. 112). Bu sembolik şiddet, bireylerin toplumsal düzeni içselleştirdiği ve yeniden ürettiği, bürokratik otoriteyi meşru ve kendi tabiiyetlerini doğal olarak algıladığı performatif bir mekanizmadır. Sonuçta, kültürel performans olarak bürokrasi, hem kurumsal prosedürler aracılığıyla dışarıdan, hem de eğilimler ve inançlar aracılığıyla içeriden işleyen iktidarın yürürlüğe konmasını hedeflemektedir.

Özetle, James Scott ve Pierre Bourdieu’nün yaklaşımları, bürokratik gücün sembolik, somutlaştırılmış ve tartışmalı doğasını ön plana çıkararak, kültürel performans olarak bürokrasi fikrine katkı sağlamaktadır. Scott, performatif düzenlemenin bir biçimi olarak devletin

okunabilirlik ve kontrol projesini vurgularken, Bourdieu bürokratik otoritenin toplumsal ritüeller ve sembolik sermaye aracılığıyla nasıl somutlaştırıldığını ve meşrulaştırıldığını ön plana çıkarmıştır. Bir arada düşünüldüğünde, bu düşünürlerin bakış açıları bürokrasiyi tarafsız veya mekanik bir sistem olarak değil, iktidarın sürekli olarak icra edildiği, müzakere edildiği ve bazen altüst edildiği karmaşık bir kültürel ve politik arena olarak tanımlamaktadır.

3. KAVRAMIN TEMEL UNSURLARI

3.1. Ritüel ve Sembolizm

Bürokratik eylemlerin ritüelleri taklit ettiği fikri, idari prosedürlerin biçimselleştirilmiş, tekrarlayıcı ve sembolik olarak yüklü doğasına dikkat çekmektedir. Dinî veya kültürel ritüeller gibi, bürokratik uygulamalar da otoriteyi ileten ve kurumsal hiyerarşileri güçlendiren kodlanmış davranış dizilerini takip etmektedir. Belgeleri damgalamak, resmî alanlarda sıraya girmek veya katı prosedürel dile uymak gibi ritüeller yalnızca işlevsel amaçlara hizmet etmez; bunlar aynı zamanda devletin varlığını ve meşruiyetini kristalize eden performatif eylemlerdir. Hem yetkililer hem de vatandaşlar bu yapılandırılmış rutinlere katılarak, kurumsal düzeni ve bürokratik yönetimin ahlaki otoritesini onaylayan ortak bir senaryoyu sahnelemektedirler.

Antropoloji gözlüğünden bakıldığında, bürokrasinin ritüelistik niteliği devlet iktidarını doğallaştırmaya ve içselleştirmeye yarayan bir fenomendir. Resmî prosedürlerin tekrarı, onlara kaçınılmazlık ve nesnellik duygusu aşıl原因arak politik ve ihtiyari boyutlarını gizler. Böylece bu ritüeller, sonuçlar keyfî veya adaletsiz olsa bile tarafsızlık ve tutarlılık yanılsaması yaratmaktadır. Dahası, bürokratik alanlara yerleştirilen sembolik unsurlar (resmî mühürler, ulusal amblemler veya yasal jargon kullanımı gibi) rutin etkileşimleri medeni öneme sahip birer eylem mertebesine yükseltmektedir (Bourdieu, 2006, s. 114). Bu semboller, kurumsal iktidarın dramatize edilmesine katkıda bulunan kodlanmış prosedürler, zamansal disiplin ve mekânsal organizasyon açısından kurgulanmıştır. Ayrıca tüm bürokratik eylemler, yalnızca kurumsal hiyerarşileri değil, aynı zamanda makbul vatandaş davranışı ve tabiiyete dair normatif beklentileri halka iletmeleri bakımından da derin bir şekilde semboliktir. Örneğin, bir devlet dairesinde sıraya girme eylemi eşitlik, disiplin ve sabır kavramlarını yansıtır ve yeniden üretirken, resmî nişanlarla dolu bir damga, devletin onayının görsel ve maddi bir teyidi işlevi görmektedir. Benzer şekilde, memurların yazılı dili, idari karar almanın politik doğasını maskeleyen bir tarafsızlık ve nesnellik söylemi olarak kullanılmaktadır. Bürokratik kurumlar, bu tür ritüeller aracılığıyla, hayal kırıklığı, saygı veya güven gibi, devlet otoritesinin içselleştirilmesine katkıda bulunan duygusal tepkileri tek taraflı olarak biçimlendirmektedir (Gupta, 2012, s. 199). Bu ritüelistik boyut, sıradan idari görevleri siyasi otoritenin etkili

gösterilerine dönüştürür.

Bu tür performanslar, toplumsal ve politik hiyerarşileri belirlemede önemli bir iletişimsel işlev taşımaktadır. Bu ritüellerin tekrarlayan ve kodlanmış doğası, bireylere etkileşimde bulundukları kurumsal güce göre konumlarının hatırlatıldığı bir çerçeve yaratmaktadır. Bu anlamda, bürokratik ritüeller sembolik bir toplumsal kontrol biçimi olarak işlev görür, kimin otoriteye sahip olduğunu ve kimin buna tabi olduğunu işaret ederek toplumsal rolleri yeniden üretir. Yürürlüğe konan bu iktidar senaryoları, günlük deneyimlere ve etkileşimlere yerleştirilerek siyasal hiyerarşileri doğallaştırmaya yardımcı olmaktadır (Bertram, 1967, ss. 291-292). Bu süreç hem devleti meşrulaştırır hem de vatandaşlar bu performatif bürokratik deneyimler aracılığıyla tanımlanan siyasi katılımlarının ve toplumsal aidiyetlerinin sınırlarını tanıyıp kabul ettikçe devletin sürekli yeniden üretilmesini sağlar.

3.2. Meşrulaştırıcı Güç

Bürokratik performansın üniformalar, mühürler ve resmî unvanlar gibi semboller aracılığıyla sahnelenmesi, devlet gücünü meşrulaştırmak için kritik bir mekanizma işlevi görmektedir. Bu somut işaretler yalnızca dekoratif amaçlarla kullanılmamaktadır; onlar aynı zamanda otorite ve kurumsal sürekliliğin güçlü görsel ve maddi göstergeleridir. Bu sembollerin günlük bürokratik etkileşimlere dahil edilmesi, devletin varlığını hemen tanınabilir ve kültürel olarak yankı uyandıran şekillerde gösterilebilir hâle getirmektedir; böylece bu semboller halk nezdinde organize, rasyonel ve meşru bir yönetime sahip oldukları algısını güçlendirmektedir (Abolafia vd., 2014, s. 348). Bu sembollerin ritüelleştirilmiş gösterimi, bireysel aktörleri aşan, devletin otoritesini kalıcı ve kişisel olmayan bir varlık olarak yansıtan egemen bir imajın inşasına katkıda bulunur.

Bürokrasinin performatif karmaşıklığı, kamu kurumlarına olan güveni güçlendiren bir profesyonellik ve tarafsızlık havası yaratmaktadır: Üniformalar, görevlileri uzmanlaşmış ve hiyerarşik olarak örgütlenmiş bir aygıtın temsilcileri olarak yansıtırken, resmî mühürler ve unvanlar idari eylemlere özgünlük ve yasal geçerlilik kazandırır. Bu sembolik altyapı, bürokratik ritüellerin uyum talep eden düzenlerini ve yasal geleneklerini çağrıştırmalarıyla, devlet gücünün doğal ve sorgulanamaz görüldüğü bir anlayışı perçinlemektedir. Evrak işlerinin işlenmesi, resmî toplantılar veya kamu beyanları gibi standartlaştırılmış ritüellerin titizlikle yürürlüğe konulması, düzenli, rasyonel ve tarafsız bir sistem imajı oluşturmaktadır (Monteiro & Adler, 2021, ss. 447-448). Bu performatif yön, devleti yalnızca idari bir varlık olarak değil, itaat ve güveni hak eden ahlaki ve yasal bir otorite olarak inşa ettiği için hayati önem taşır. Resmî yapılar, protokoller ve prosedürler, yönetilenlerin gözünde devlet iktidarının

meşruiyetini sürdürmesi için gerekli olan öngörülebilirlik ve adalet duygusunu iletmek konusunda son derece kullanışlıdır.

Ancak bu görünürdeki tarafsızlık ve nesnellik, bürokratik karar almanın doğasında bulunan keyfilik veya adaletsizliği de sıklıkla maskeleymektedir. Bürokrasiler, kuralları karmaşık ve genellikle belirsiz bağlamlarda yorumlayan ve uygulayan, tutarsızlıklara ve takdir yetkisine dayalı yargılara yol açan memurlardan oluşmaktadır. Dahası, kuralların kendisi de belirli grupları diğerlerinden daha ayrıcalıklı kılan yerleşik iktidar ilişkilerini veya kurumsal önyargıları yansıtabilmektedir. Bununla birlikte, bürokrasinin ritüelleştirilmiş performansı - resmiyet, dokümantasyon ve prosedüre vurgu yapması yoluyla - kararların koşullu çıkarlar veya eşitsizlikler yerine evrensel ilkelere dayandığı yönünde güçlü bir yanılsama yaratır. Bu tarafsızlık yanılsaması, yönetişimin politik ve sosyal boyutlarını gizlemeye hizmet etmekte ve böylece bürokratik otoriteye yönelik meydan okumaları azaltmaktadır (Nugroho vd., 2019, s. 409).

Sonuç olarak kültürel performans olarak bürokrasi, vatandaşların meşruiyet ve adalet algılarını şekillendirerek devlet iktidarını istikrara kavuşturmada ve yeniden üretmede kritik bir rol oynamaktadır. Bürokratik ritüeller, düzen, rasyonalite ve adalet ideallerini somutlaştırdığı için, sonuçlar adaletsiz veya keyfi olsa bile halkın itaatini ve bu sonuçları kabullenmesini teşvik etmektedir. Dolayısıyla bürokratik prosedürlerin sembolik gücü, toplumsal düzenin sürdürülmesi için elzem olan hukukun üstünlüğüne ve kurumsal güvenilirliğe yönelik kolektif inancı sağlamlaştırmaktadır. Bu şekliyle bürokrasi, yalnızca bir yönetim mekanizması değil, aynı zamanda tarafsızlık ve nesnellik yanılsamasının yaratılması ve sürdürülmesi yoluyla siyasi otoriteyi meşrulaştıran performatif bir teknolojidir.

3.3. Vatandaş - Devlet Etkileşimi

Bürokratik alanlarda vatandaşlar ve devlet arasındaki etkileşim tarafsız veya tamamen işlemsel bir süreç değildir; bunun yerine bu etkileşim, bireylerin belirli davranış normlarını öğrendiği ve uyguladığı kültürel olarak kodlanmış bir performans oluşturur. Bürokratik ortamlar, konuşmayı, tavrı ve görünümü düzenleyen örtük ve açık kodlarla yapılandırılmıştır ve bunların hepsi kurumsal otoriteyle uygun etkileşim biçimlerini belirlemeye yarar. Bu normlar sosyalleşme süreçleri aracılığıyla iletilir ve idari sistemlerin karmaşık alanlarında gezinmek için olmazsa olmazdır. Vatandaşlar bu tür davranış beklentilerini içselleştirerek, bürokratik düzenin yeniden üretimine etkin bir şekilde katılmakta ve devlet iktidarının meşruiyetini onaylamaktadırlar (Bourdieu, 2006, s. 118).

Bu ortamlarda, dil, duruş ve kıyafetle ortaya çıkan saygı gösterisi, hiyerarşik iktidar yapısı

içinde bir alt muhatap olan vatandaş rolü için ayrılmaz bir parçadır. Resmî dil ve saygılı konuşma kalıpları, memurun otoritesinin tanınmasına işaret ederken, kıyafet kurallarına veya diğer nezaket göstergelerine uymak, saygınlığın ve uyumun görsel onayları olarak işlev görmektedir. Bu somutlaştırılmış uygulamalar yalnızca yüzeysel değildir, aynı zamanda devlet ile tebaası arasındaki asimetrik ilişkiyi güçlendirdikleri için doğrudan siyasi öneme de sahiptir. Bu tür performatif eylemler aracılığıyla vatandaşlar, bürokratik sistem içindeki yerlerini müzakere eder ve davranışlarını hizmetlere erişimi güvence altına almak veya çatışmayı önlemek amacıyla kurumsal beklentilerle uyumlu hâle getirmek üzere ayarlarlar (Nugroho vd., 2019, s. 411).

Öte yandan, bu dinamiğin siyasi öznelliklerin oluşturulması ve devlet iktidarının sürdürülmesi açısından daha geniş etkileri de bulunmaktadır. Bürokratik bağlamda öngörülen davranışların tekrar tekrar yürürlüğe konulması, bireyleri belirli kimliklere büründürür; devletin toplumsal yaşamı düzenleme ayrıcalığını tanıyan itaatkâr, kanuna uyan “makbul vatandaş” kimliğidir bu. Bu süreç, yalnızca vatandaşların devleti nasıl deneyimlediklerini değil, aynı zamanda siyasi düzen içindeki haklarını ve sorumluluklarını nasıl anladıklarını da belirlemektedir. Sonuç olarak, vatandaşın bürokratik alanlardaki performansı iktidarın hem uygulandığı hem de meşrulaştırıldığı kritik bir mekanizma hâline gelir ve devlet otoritesini bireylerin günlük pratikleri ve öz-kimlikleri içine yerleştirir.

“Makbul vatandaş” olmanın ne anlama geldiğini tanımlayan içselleştirilmiş normatif çerçeveler içindeki etkileşimler, devletin gözünde hak etme ve meşruiyetin göstergeleri hâline gelen sabır, otoriteye saygı ve resmî prosedürlere uyma gibi örtük davranış kuralları tarafından yönetilir. Vatandaşlar da bu davranış beklentilerine uyum sağlayarak, siyasi kimliklerini devletin ahlaki ve yasal düzenine ait olduklarını doğrulayan şekillerde gerçekleştirirler. Bu sayede bürokratik etkileşimler, “hak eden” ve “hak etmeyen” özneler olarak kategorize edilen vatandaşlar arasındaki sınırları belirleyebilmektedir (Mises, 2000, ss. 109-111). Prosedürel normlara uyum ve bürokratik sistemlerle etkili bir şekilde etkileşim kurma yeteneği, genellikle devlet kaynaklarına erişimin ve tanınmanın verildiği veya reddedildiği ölçütler olarak hizmet eder. Bu koşulluluk, disiplin, nezaket ve bürokratik dile aşinalık gibi vatandaşlığın idealize edilmiş özelliklerini somutlaştıranları ayrıcalıklı kılarken, bu rolleri yeterince yerine getir(e)meyenleri marjinalleştirerek sosyal hiyerarşileri ve iktidar ilişkilerini yeniden üretir. Bürokratik performansa yerleşmiş bu dahil etme ve dışlama süreçleri, devletin meşruiyeti ve siyasi öznelliklerin oluşumu için önemli çıkarımlara sahiptir: Devlet, vatandaşlığı davranış ve hak etme açısından tanımlayarak, yalnızca yasalar ve politikalar aracılığıyla değil, aynı zamanda

bireylerin kimlik ve aidiyet duygusunu şekillendiren günlük etkileşimler aracılığıyla da etkili bir şekilde yönetir (Russell, 1990, ss. 195-196).

3.4. Kusur ve Saçmalık

Birbiriyle çatışan düzenlemeler, yanlış kaydedilmiş dokümantasyon veya uzun gecikmelerle ortaya çıkan bürokratik kusurlar sadece idari bir sorun veya verimsizlik olarak anlaşılmamalıdır. Aksine, bu tür kusurlar dahi kültürel performans olarak bürokrasi çerçevesinde önemli sembolik ve politik anlamlar taşımaktadır. Bu işlev bozuklukları bürokratik rasyonalitenin idealize edilmiş imajı ile yönetimin yaşanmış gerçeklikleri arasındaki boşluğu açığa çıkarır ve devlet gücünün rastlantısal, müzakere edilmiş ve sıklıkla çelişkili doğasını ortaya koyar. Bu kusurlar tesadüf olmaktan çok uzaktır ve devlet kapasitesinin sınırlarını ve merkezî otorite altında çeşitli nüfusları yönetmenin karmaşıklıklarını halka “sezdiren” performatif eylemler olarak hizmet edebilmektedir (Crozier, 1964, s. 177).

Dahası, bürokratik kusur deneyimleri, vatandaşların devlet ve kendi siyasi öznelliklerine ilişkin algılarını şekillendiren bir dizi duygusal tepki de üretmektedir: Hayal kırıklığı, yabancılaşma, kafa karışıklığı, vb. Gecikmeler ve çelişkili talepler bireylerin zihninde sıklıkla, kendilerini doğrudan çözüm üretmeyen şeffaf bir sistemin içinde sıkışmış buldukları bir sınıra hapsolma veya askıya alınma hissi yaratır. Bu belirsizlik, bireyler bürokratik süreçlerin öngörülemezliğine katlanmayı veya bu sınırdan gezinmeyi öğrendikçe, tükenme, vazgeçme veya istifa tehdidi üzerinden uyumu teşvik eden bir sosyal kontrol biçimi olarak işlev görebilmektedir. Bu anlamda kusur, basitçe yönetimin bozulmasından ziyade, etkileşim ve erişim için olasılık koşullarını yapılandırarak devletin kullandığı bir iktidar tekniği hâline gelir (Merton, 1940, s. 562).

Bürokratik “saçmalıklar”, evrensel ve tarafsız yönetim vaadi ile eşitsiz ve genellikle keyfi uygulama gerçekliği arasındaki performatif gerilimi vurgulamaktadır. Bürokrasinin ritüelleştirilmiş prosedürleri ve resmî söylemleri bir yandan şeffaflık ve adalet ideallerini çağrıştırmaktayken, tekrarlanan kusurlar bu ideallerin geçici ve tartışmalı doğalarını hatırlatmaktadır. Bu uyumsuzluk, idari sistemlere gömülü politik bahisler üzerine eleştirel düşünmeyi teşvik eder ve bürokratik rasyonalitenin günlük pratik yoluyla hem nasıl inşa edildiğini hem de nasıl istikrarsızlaştırıldığını gösterir. Dolayısıyla, bürokrasi içindeki kusur, başarısızlık ve “saçmalıklar” çevresel anomaliler değil, devletin kendi otoritesini yürürlüğe koyduğu, müzakere ettiği ve zaman zaman baltaladığı bir kültürel performansın ayrılmaz bileşenleridir.

Bu bürokratik çöküş anları, vatandaşlar arasında hayal kırıklığı, çaresizlik ve boyun eğme gibi karmaşık duygusal tepkiler doğurur. Prosedürel şeffaflık ve öngörülemezliğin tekrarlayan deneyimi, bireylerin siyasi sistem içinde dışlanmış ve sonuçları etkileme konusunda güçsüz hissettiği bir yabancılaşma hissi yaratabilmektedir. Bu duygusal boyut, bürokrasinin devlet-toplum ilişkisini nasıl şekillendirdiğini anlamak açısından çok önemlidir; çaresizlik ve istifa istenci sosyal yapının bir parçası hâline gelir ve bireylerin sık sık hayal kırıklığına uğramalarına rağmen devlet otoritesine uyma isteğini şartlandırır (Berberoğlu, 1990, ss. 16-18). Bu şekilde, bürokratik kusurlar paradoksal olarak, bir dayanıklılık ve boyun eğme eğilimi aşılayarak devlet iktidarının sürdürülmesine katkıda bulunur ve duygusal dolayimler aracılığıyla hiyerarşik ilişkileri istikrara kavuşturur.

Kısacası, bürokratik süreçlerin doğasında bulunan kusurlar devlet gücünün belirsizliğini ve “gizemini” güçlendiren sembolik bir performans unsurlarıdır. Bürokratik kusurlardan pay alma deneyimi, resmî kurallar ile bunların uygulanması arasındaki kopukluğu açığa çıkardığı ve devletin savunduğunu iddia ettiği şeffaflığı ve hesap verebilirliği baltaladığı hâlde, bu kopukluğun kaçınılmazlık duygusunu beslemesi ve itirazı caydırması sayesinde bir sosyal kontrol mekanizması olarak işlev görebilmektedir.

4. ÖRNEK DURUM İNCELEMELERİ

Akhil Gupta’nın Hindistan’ın kırsal eyaletlerindeki refah bürokrasileri üzerine yaptığı etnografik araştırma, kültürel performans olarak bürokrasinin ikna edici bir örneğini sunmaktadır; burada idari karmaşıklık ve prosedürel gecikmeler yalnızca teknik eksiklikler değil, aynı zamanda devlet gücünün “kasıtlı” uygulamalarıdır (Gupta, 2012, ss. 126-127). Devletin maddi varlığının sınırlı olduğu bağlamlarda, refah yardımlarına erişimle ilişkili labirent gibi prosedürler ve uzun bekleme süreleri, devletin otoritesinin ve erişiminin somut göstergeleri olarak hizmet etmektedir. Bu bürokratik engeller, devletin nüfusu düzenleme ve disiplin altına alma kapasitesini sembolik olarak sergileyen bir işlev görür ve günlük yaşamdan uzak olsa bile devletin her yerde bulunan bir güç olmaya devam ettiğinin sinyalini verir. Dolayısıyla, bürokrasi ikili bir rol oynamaktadır: Hem vatandaşların kaynaklara erişimini sağlar, hem de ritüelleştirilmiş yönetim uygulamaları aracılığıyla devlet egemenliğinin meşruiyetini yeniden yaratır.

Dahası, Gupta’nın analizi bu tür “bürokrasi deneyiminin” vatandaşların siyasi öznelliklerini ve devletle ilişkilerini nasıl şekillendirdiğini vurgulamaktadır. Prosedürel opaklık ve idari gecikmeler, umut ve beklentiden hayal kırıklığına ve yabancılaşmaya kadar uzanan belirsiz duygusal tepkiler doğurmaktadır. Bu duygusal tepkiler, bürokrasinin belirli devlet-toplum

etkileşimi biçimlerini üretmedeki performatif gücünü vurgular. Vatandaşlar devleti aynı anda hem uzak hem de yetkili, iyiliksever ama kayıtsız olarak tanımaya başlar. Bu şekilde, bürokratik performans sadece devletin kapasitesini veya başarısızlığını yansıtmaz, aynı zamanda yönetimin yaşanmış gerçekliğini aktif olarak inşa eder ve siyasi gücü yönetilenlerin günlük uygulamaları ve beklentileri içine yerleştirir (Gupta, 2012, s. 198).

Benzer bir şekilde, post-Sovyet devletler bağlamında da bürokrasi, devletin vatandaşların günlük yaşamlarındaki varlığını ve otoritesini gösterdiği kültürel bir performans olarak belirgin bir rol üstlenmektedir. Kapsamlı evrak işleri, katı prosedürel formaliteler ve hiyerarşik kontrol ile karakterize edilen merkezî Sovyet yönetiminin mirası, birçok halef devletin bürokratik sistemlerinde varlığını sürdürmektedir (Inkeles, 1967, s. 198). Vatandaşların bürokratik kurumlarla etkileşim kurma deneyimleri (hacimli formları doldurmak, uzun kuyruklarda beklemek ve tutarsız veya çelişkili yönetmelikleri müzakere etmek gibi) idari birer zorunluluktan çok daha fazlasını oluşturmaktadır. Bunlar, devletin sembolik olarak yürürlüğe konduğu ve yorumlandığı somut uygulamalar hâline gelmişlerdir. Bu türden günlük etkileşimler, yönetimin ve gücün soyut kavramlarını somutlaştıran performatif ritüeller olarak hizmet etmekte ve bireylerin devleti elle tutulur ve deneyimsel bir gerçeklik olarak kavramasına olanak tanımaktadır.

Post-Sovyet devletler açısından bürokratik karmaşıklığın ve verimsizliğin yaygın varlığı, devletin kapasiteleri ve meşruiyeti hakkında çok sayıda ve genellikle belirsiz bir mesaj iletmektedir: Bürokratik prosedürlerin talepkâr doğası, bir yandan devlet kurumlarının otoritesini güçlendirir ve devletin sosyal ve ekonomik yaşamı şekillendiren güçlü bir düzenleyici aygıt olduğunu vurgularken, diğer bir yandan da bürokratik düzenlemelerin içine yerleşmiş belirgin çelişkiler ve keyfilik üzerinden post-Sovyet yönetim yapılarının kırılganlığını ve tutarsızlığını ortaya koymaktadır. Vatandaşlar, aynı anda her yerde bulunan ve belirsiz, buyurgan ancak tutarsız bir devletle karşı karşıyadır. Bu ikilik, devlet gücüne ilişkin popüler algıları karmaşıklaştırır ve uyum, şüphecilik ve stratejik katılımı harmanlayan nüanslı bir anlayış yaratır (Gabrielian & Holzer, 1999, s. 8).

Dahası, post-Sovyet devletlerde “bürokraside gezinme” deneyimi, siyasi öznellikleri ve vatandaşlık biçimlerini şekillendirmede de kritik bir rol oynamaktadır. Tekrarlayan ve çoğu zaman sinir bozucu bir doğaya sahip olan bürokratik işlemler, bireyleri devlet-toplum ilişkilerine dair belirli beklentilere açısından sosyalleştirir. Bu etkileşimler sayesinde, vatandaşlar gecikmeleri öngörmeyi, prosedürel belirsizliğe tahammül etmeyi ve gayriresmi kanalları müzakere etmeyi öğrenmektedir; insanlar böylece davranışlarını bürokratik yönetimin

olasılıklarına göre uyarlayabilmektedir. Bu tür uygulamalar yalnızca sistemik işlev bozukluğuna karşı pragmatik tepkileri yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda vatandaşların siyasi düzen içindeki aidiyetlerini pekiştirdikleri kültürel bir repertuar da oluşturur (Gabrielian & Holzer, 1999, s. 8). Bu bürokratik performansların dayanıklılığı, vatandaşların resmî gücün sınırlarını aştığı ve bunlara karşı çıktığı, hem tabi kılınma hem de temsil ile karakterize edilen bir devlet-toplum yapısını yeniden üretmektedir.

Türk bürokrasisi bağlamında ise devlet daireleri içindeki günlük operasyonlar, kurumsal otoritenin resmî dil, sembolik imajlar ve hiyerarşik sosyal etkileşimler aracılığıyla yürürlüğe konduğu bir kültürel performans sahnesine mükemmel bir örnek teşkil etmektedir. Memurlar tarafından dilin son derece resmileştirilmiş ve ritüelleştirilmiş bir şekilde kullanımı, yalnızca bir iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda devlet otoritesini temsil eden performatif bir araç olarak da dilin rolünü yeniden vurgulamaya hizmet etmektedir. Bu resmî söylem genellikle yasal terminoloji, standart ifadeler ve saygılı bir ton kullanmaktadır; böylece memurlar ve vatandaşlar arasına net sınırlar çizilebilmektedir. Bu tür dilsel uygulamalar, evrensel olarak, bürokrasinin kişisel olmayan ve rasyonalize edilmiş doğasını vurgularken, onu aynı zamanda belirli bir saygı ve sosyal düzen “koruyucusu” hâline getirmektedir (Tosi, 2001, s. 96).

Memurların sergilediği hiyerarşik davranış, Türk bürokratik kurumlarında bulunan iktidar dinamiklerini daha da güçlendirmektedir. Protokole sıkı sıkıya bağlı kalma, otoriter beden dili ve kontrollü duygusal ifade ile belirlenen tavırlar, memurların kurumsal statülerini ve idari süreçler üzerindeki kontrollerini ileten somut bir performans biçimi oluşturur. Bu görevlilerle etkileşim kuran vatandaşlar, böylece uyum ve saygının beklenen davranışlar olduğu, açıkça tanımlanmış bir sosyal hiyerarşi içinde konumlandırılırlar. Bu somut hiyerarşi yalnızca örgütsel yapıları yansıtmakla kalmamakta, aynı zamanda devlet ile tebaası arasındaki asimetrik ilişkileri doğallaştırmaya ve meşrulaştırmaya da hizmet etmekte ve bürokrasi alanını “disiplin ve düzen alanı” olarak çerçevelemektedir (Göktürk, 2020, ss. 108-109).

Bu dilsel ve davranışsal performansları tamamlayan unsur, devlet dairelerindeki her yerde bulunan görsel sembolizmdir. Özellikle Mustafa Kemal Atatürk’ün her yerde bulunan portreleri ve Türk bayrağı gibi ulusal amblemler, Türk devletinin tarihsel meşruiyetini ve ideolojik temellerini somutlaştıran güçlü birer görsel çapa işlevi görmektedir. Atatürk’ün görsellerinin sergilenmesi, Cumhuriyet’in kuruluş ilkelerini, laik milliyetçiliği ve devlet egemenliğini çağrıştırmakta ve böylece bürokratik uygulamaları ulus inşası ve siyasi kimliğin daha geniş bir anlatısı içine yerleştirmektedir (Özyürek, 2004, ss. 376-377). Bu dil, davranış ve sembolizm üçlemesi aracılığıyla Türk bürokrasisi, vatandaşların yönetim deneyimlerini ve siyasi aidiyet

duygusunu şekillendiren ve kültürel olarak yankılanan bir devlet iktidarı uygulaması hâline dönüşmüştür.

SONUÇ

Bürokrasiyi kültürel performans olarak anlamak hayati önem taşımaktadır zira kavram, devletin meşruiyetinin sadece yönetme konusundaki maddi kapasitesiyle değil aynı zamanda otoritenin sembolik ve ritüelleştirilmiş icraatıyla nasıl sürdürüldüğünü de ortaya koymaktadır. Belgeler yayınlamak, resmî görüşmeler yapmak veya düzenlemeleri yürürlüğe koymak gibi bürokratik prosedürler, devletin varlığını somutlaştıran ve ileten senaryolu performanslar olarak işlev görmektedir. Bürokratik kurumların verimsiz, yozlaşmış olduğu veya hizmetleri etkili bir şekilde sunamadığı durumlarda bile, bu ritüelleştirilmiş etkileşimler, vatandaşların devlet otoritesini tanımaya devam etmelerini sağlayan somut bir iktidar deneyimi yaratmaktadır. Bu resmî uygulamaların tekrarı, devlete bir kalıcılık ve düzen duygusu aşılır ve böylece işlevsel eksikliklere rağmen devletin meşruiyetine dair kolektif bir inanç geliştirir.

Öte yandan, kültürel performans olarak bürokrasi vatandaşların devletle duygusal ve bilişsel etkileşimini de şekillendirmektedir. Ritüelleştirilmiş bürokratik uygulamalar, bireylerin siyasi otoriteyle ilişkilerini nasıl yorumladıklarını belirleyen saygı, umut, hayal kırıklığı veya istifa gibi duygusal tepkiler üretir. Bu uygulamalar, vatandaşlara devlet iktidarının beklentilerini yönlendirmeyi ve içselleştirmeyi öğretirken, siyasi öznellikleri genellikle “uyum ve itaat” yönünde şekillendirir. Devleti rutin performanslar aracılığıyla kristalleştirerek, bürokrasiyi egemenlik ve yasallık gibi soyut kavramların somutlaştırıldığı, deneyimlendiği ve yeniden üretildiği bir alan hâline getirir. Bu somutlaştırılmış meşruiyet, insanların verimsizlik veya ihmal ile karşı karşıya kaldıklarında bile devlet kurumlarına güvenmeye veya itaat etmeye neden devam ettiklerini açıklamaya yardımcı olmaktadır.

Buna göre, devlet meşruiyetini yalnızca etkili hizmet sunumuna veya zorlayıcı kapasiteye eşitleyen indirgemeci görüşler eksiktir. Zira bürokrasi, kültürel olarak anlaşılabilir iktidar uygulama biçimleri aracılığıyla toplumsal hiyerarşiyi ve siyasi otoriteyi yeniden üretmektedir. Bu bakış açısı, akademisyenlerin kriz veya işlev bozukluğu bağlamlarında devletlerin dayanıklılığını daha iyi analiz etmelerine ve iktidarın sıradan etkileşimler üzerinden işlediği karmaşık yolları anlamalarına da olanak tanımaktadır.

Devlet iktidarı yalnızca resmî yasalar, politikalar veya kurumsal çerçeveler aracılığıyla kullanılmamakta, aynı zamanda günlük pratiklerde ve sembolik düzenlemelerde de derinlemesine yer almaktadır. Formları doldurmak, resmî toplantılara katılmak veya prosedürel formalitelere uymak gibi bürokratik rutinler, devletin varlığını ve otoritesini sergilediği

tekrarlayan, ritüelleştirilmiş eylemleri oluşturmaktadır. Memurların kendilerini yönetme biçimleri, biçimsel dilin kullanımı, resmî amblemlerin sergilenmesi ve bürokratik ofislerin mekânsal organizasyonu, devlet otoritesinin teatral bir şekilde sahnelenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu sembolik imajlar, vatandaşların devlete ve siyasi düzen içindeki yerlerine ilişkin algılarını şekillendiren saygı, hürmet, hayal kırıklığı veya yabancılaşma gibi duygusal tepkileri üretmektedir. Dolayısıyla, bürokrasi yalnızca bir idari aygıt olarak değil, aynı zamanda günlük duygusal deneyimler aracılığıyla da siyasi öznellikleri şekillendiren ve toplumsal ilişkileri yöneten bir kültürel kurum olarak işlemektedir.

Sonuç olarak, bu bakış açısı, iktidar, kültür ve gündelik yaşam arasındaki etkileşimi vurgulayarak siyasi antropoloji ve ilgili disiplinlerin analitik merceğini genişletmektedir. Bürokrasiyi kültürel bir performans olarak tanımak, devletlerin verimsizlikler, çelişkiler veya tartışmalı meşruiyet alanları arasında bile otoritelerini nasıl sürdürdüklerine dair daha detaylı bir anlayış sağlamaktadır. İktidarın normalleştirildiği, doğallaştırıldığı ve rutin uygulamalara yerleştirildiği süreçler böylece aydınlanmakta ve resmî devlet iktidarı ile halk arasındaki basite indirgenmiş çelişkilerin özündeki karmaşıklık açığa çıkmaktadır. Bürokrasinin performatif boyutlarını dikkate almak, siyasi gücün resmî kurumların ötesinde yaşandığı, deneyimlendiği ve sürdürüldüğü incelikli, genellikle gözden kaçan kanalları ortaya koymakta ve devlet-toplum dinamiklerine ilişkin anlayışımızı zenginleştirmektedir.

KAYNAKLAR

- Abolafia, M. Y., Dodge, J., & Jackson, S. K. (2014). Clifford Geertz and the Interpretation of Organizations içinde. P. Adler, P. du Gay, G. Morgan, & M. Reed (Ed.), *The Oxford Handbook of Sociology, Social Theory, and Organization Studies: Contemporary Currents*. Oxford: Oxford University Press.
- Berberoglu, B. (1990). *Political Sociology: A Comparative/Historical Approach*. New York: General Hall.
- Bertram, M. G. (Ed.). (1967). *Action under Planning: The Guidance of Economic Development*. New York: McGraw-Hill.
- Bourdieu, P. (2006). *Pratik Nedenler: Eylem Kuramı Üzerine* (H. U. Tanrıöver, Çev.). İstanbul: Hil Yayın.
- Crozier, M. (1964). *The Bureaucratic Phenomenon*. Chicago: University of Chicago Press.
- Foucalt, M. (2008). *Toplumu Savunmak Gerekir* (Ş. Aktaş, Çev.). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Gabrielian, V., & Holzer, M. (1999). Post-Soviet Bureaucracy: Change and Continuity. *International Journal of Public Administration*, 22(1), 1-11.
- Geertz, C. (2021). *Negara: The Theatre State in Nineteenth-Century Bali*. New Jersey: Princeton University Press.
- Goodin, R. E., & Klingemann, H.-D. (Ed.). (1998). *A New Handbook of Political Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Göktürk, İ. (2020). *Bürokratik Kültür ve Kişilik*. Ankara: İksad Publishing House.
- Graeber, D. (2007). *Lost People Magic and the Legacy of Slavery in Madagascar*. Bloomington: Indiana University Press.
- Gupta, A. (2012). *Red Tape: Bureaucracy, Structural Violence, and Poverty in India*. Durham: Duke University Press.

- Inkeles, A. (1967). *Public Opinion in Soviet Russia: A Study in Mass Persuasion*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Lea, T. (2008). *Bureaucrats and Bleeding Hearts: Indigenous Health in Northern Australia*. New South Wales: UNSW Press.
- Merton, R. K. (1940). Bureaucratic Structure and Personality. *Social Forces*, 18(4), 560-568.
- Mises, L. von. (2000). *Bürokrasi* (F. Ergin, Çev.). Ankara: Liberte Yayınları.
- Monteiro, P., & Adler, P. (2021). Bureaucracy for the 21st Century: Clarifying and Expanding Our View of Bureaucratic Organization. *The Academy of Management Annals*, 427-475.
- Nugroho, R., Putri, D., Santoso, T., Utomo, D., & Setyowati, K. (2019). Government Official Political Neutrality in Digital Era: Challenge for Administrative Ethics? *Iapa Proceedings Conference*, 406-426.
- Özyürek, E. (2004). Miniaturizing Atatürk: Privatization of State Imagery and Ideology in Turkey. *American Ethnologist*, 31(3), 374-391.
- Russell, B. (1990). *İktidar* (M. Ergin, Çev.). İstanbul: Cem Yayınevi.
- Scott, J. C. (2020). *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*. New Haven: Yale University Press.
- Tosi, A. (2001). *Language and Society in a Changing Italy*. Bristol: Multilingual Matters.

DIŞ TİCARET, TEKNOLOJİ TRANSFERİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER ÜZERİNE TEORİK VE KARŞILAŞTIRMALI BİR LİTERATÜR DEĞERLENDİRMESİ

Ersin SÜNBÜL

Ufuk University, International Trade and Finance, 06805 Gölbaşı, Ankara

ORCID ID: 0000-0001-6187 2038.

Figen YAVUZ

Nişantaşı University, International Trade and Business, 34481 Sarıyer, İstanbul

ORCID ID: 0000-0002-6701-7961

ÖZET

Bu çalışma, dış ticaret, teknoloji transferi ve ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişkileri çok boyutlu bir perspektifle incelemeyi amaçlamaktadır. Küresel ekonomide teknolojik gelişimin ve uluslararası ticaretin artan önemi göz önüne alındığında, bu ilişkinin derinlemesine anlaşılması kritik bir araştırma boşluğunu doldurmaktadır. Araştırma, açıklayıcı ve analitik bir yaklaşımla, sistematik literatür taraması ve seçilmiş gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler (ABD, Almanya, Birleşik Krallık; Türkiye, Güney Afrika, Rusya, Brezilya) arasında karşılaştırmalı durum analizi olmak üzere karma bir yöntem benimsemiştir. Veri toplama sürecinde, sermaye malı ithalatının GSYİH'ye oranı, yüksek teknoloji ürün ithalat oranı, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı, yıllık patent başvuru sayısı ve ihracatın GSYİH içindeki payı gibi ekonomik göstergeler, 2023-2024 yıllarına ait güncel verilerle WIPO, OECD, UNCTAD, Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşlar ile TÜİK ve USPTO gibi ulusal istatistik kurumlarından temin edilmiştir. Verilerin analizi, tematik ve içerik analizi ile karşılaştırmalı betimsel analizi içermektedir. Bu çalışma, dış ticaretin teknoloji transferi kanalları üzerinden ekonomik büyümeye olan katkısını mevcut teorik ve ampirik literatür bağlamında sağlam bir bilimsel temel üzerinde ele alarak, politika yapıcılar ve araştırmacılar için güncel ve kapsamlı bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Dış Ticaret, Teknoloji Transferi, Ekonomik Büyüme, Sistematik Literatür Taraması, Karşılaştırmalı Analiz.

THE RELATIONSHIP BETWEEN FOREIGN TRADE, TECHNOLOGY TRANSFER, AND ECONOMIC GROWTH: A THEORETICAL AND COMPARATIVE LITERATURE REVIEW ON DEVELOPED AND DEVELOPING COUNTRIES

ABSTRACT

This study aims to examine the dynamic relationships between foreign trade, technology transfer, and economic growth from a multidimensional perspective. Given the increasing importance of technological advancement and international trade in the global economy, a deeper understanding of these interconnections addresses a significant research gap. Adopting a mixed-method approach that combines explanatory and analytical frameworks, the research utilizes a systematic literature review and a comparative case analysis between selected developed and developing countries (the United States, Germany, the United Kingdom; Turkey, South Africa, Russia, and Brazil). During the data collection process, economic indicators such as the ratio of capital goods imports to GDP, the share of high-tech product imports in total imports, R&D expenditure as a percentage of GDP, the number of annual patent applications, and the export-to-GDP ratio were compiled using the most recent data from 2023–2024. These data were obtained from international institutions such as WIPO, OECD, UNCTAD, and the World Bank, as well as national statistical agencies such as TURKSTAT and USPTO. The analysis incorporates thematic and content analysis along with comparative descriptive evaluation. This study aims to provide a contemporary and comprehensive perspective for policymakers and researchers by addressing the contribution of foreign trade to economic growth through technology transfer channels, grounded on a robust theoretical and empirical foundation.

Keywords: Foreign Trade, Technology Transfer, Economic Growth, Systematic Literature Review, Comparative Analysis.

KOLAJENCE ZENGİN YOĞURT GELİŞTİRİLMESİ VE REÇETE OPTİMİZASYONU

Sude SEVİM GÜNAY

Yörsan Süt ve Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Departmanı, 10600, Susurluk, Balıkesir

ORCID ID: 0009-0008-3940-1342

Mücahit PALAZ

Yörsan Süt ve Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Departmanı, 10600, Susurluk, Balıkesir

ORCID ID: 0009-0001-3314-9413

ÖZET

İnsanlarda yaştan ilerlemesi ile birlikte kolajen üretimi azalmakta ve bağı eklem rahatsızlıkları gözlenebilmektedir. Bu nedenle yaşı ilerleyen bireylere ilave kolajen alımı tavsiye edilmektedir. Kolajenin yapısında on sekiz farklı amino asit bulunmakla birlikte dokuz zorunlu amino asitin sekiz tanesini de (histidin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin (sistein), fenilalanin, treonin, tirozin ve valin) içeriğinde bulundurmaktadır. Özellikle eklem rahatsızlığı olan bireylerin kolajen içeren gıdaları tüketmesi bu eksikliğin giderilmesi açısından önem taşımaktadır. Kolajen hidrolizatu kullanılarak yeni fonksiyonel gıda formülasyonlarının geliştirilmesi ve reçete optimizasyonu gıda sanayi açısından önemlidir. Bu çalışmada, özellikle yaşı ilerlemiş bireylerin gerek günlük protein ihtiyacının önemli bir kısmını, gerekse kolajen ihtiyacını karşılamaya yönelik fonksiyonel bir yoğurt üretilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, yaygın olarak kullanılan deney tasarımı ve optimizasyon tekniklerinden biri olan Yanıt Yüzey Yöntemi kullanılarak deney tasarımı, modelleme ve optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Matematiksel modellerde girdi değişkeni (faktör) olarak Kolajen ve Yağ kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak ise (yanıt): üretimden sonraki Kolajen ve Yağ yanında 0. ve 28. Günlerdeki pH, Titrasyon Asitliği, Özgül Ağırlık (%LA), Viskozite (cP), Brix ve Su Tutma Kapasitesi ölçülmüştür. Bunun yanında matematiksel modellemede kullanılmayan ancak genel değerlendirme ve yorumlama için organoleptik analizler (tat, koku, yapı/kıvam) ölçülmüştür. Matematiksel modeller için R^2 değerleri %100'e yakındır. Bu da Kolajen ve Yağ faktörlerinin yanıt değişkenini açıklamak için yeterli olduğunu göstermektedir. %95 güven düzeyinde yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre p-değeri <0,05 bulunmuştur. Bu da modellerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Son olarak Minitab Response Optimizer Modülü kullanılarak yapılan optimizasyon sonucu optimum karışım oranı %1,73 kolajen ve %3,8 yağ olarak bulunmuştur. 5 kişilik eğitimli panel ile yapılan değerlendirmede, özellikle orta seviyedeki kolajen katkılı (%1,9) ve %1,52 yağlı formülasyonlar tat, koku ve yapı bakımından en yüksek puanları almıştır.

Aşırı kolajen kullanımı ise bazı örneklerde yoğunluk hissini artırarak tat/koku dengesini hafif olumsuz etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Kolajen, fonksiyonel yoğurt, reçete optimizasyonu, Yanıt Yüzey Yöntemi

DEVELOPMENT AND RECIPE OPTIMIZATION OF COLLAGEN-ENRICHED YOGURT

ABSTRACT

With aging in humans, collagen production decreases, and related joint disorders may be observed. Therefore, additional collagen intake is recommended for elderly individuals. Collagen contains eighteen different amino acids, including eight of the nine essential amino acids (histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine (cysteine), phenylalanine, threonine, tyrosine, and valine). Particularly for individuals with joint disorders, the consumption of collagen-containing foods is important in compensating for this deficiency. The development of new functional food formulations using collagen hydrolysate and recipe optimization is significant for the food industry. In this study, the aim was to produce a functional yogurt designed to meet both a substantial portion of the daily protein requirement and the collagen needs of elderly individuals. For this purpose, the Response Surface Methodology (RSM), one of the commonly used experimental design and optimization techniques, was employed for experimental design, modeling, and optimization. In the mathematical models, collagen and fat were used as input variables (factors). Output variables (responses) included: post-production collagen and fat content, as well as pH, titratable acidity, specific gravity (%LA), viscosity (cP), Brix, and water-holding capacity measured on days 0 and 28. In addition, organoleptic analyses (taste, odor, texture/consistency) were conducted for general evaluation and interpretation, though these were not included in the mathematical modeling. The R^2 values for the mathematical models were close to 100%, indicating that collagen and fat factors were sufficient to explain the response variables. Furthermore, according to the results of the variance analysis (ANOVA) conducted at a 95% confidence level, since the p -value < 0.05 (5%), the models were statistically significant. Finally, optimization using the Minitab Response Optimizer Module determined the optimum mixture ratio as 1.73% collagen and 3.8% fat. In evaluations conducted by a trained panel of five members, formulations containing medium levels of collagen (1.9%) and 1.52% fat received the highest scores in terms of taste, odor, and texture. However, excessive collagen use in some samples increased the perception of density, slightly affecting the taste/odor balance negatively.

Keywords: Collagen, functional yogurt, recipe optimization, Response Surface Methodology

VİTAMİN D3 VE B12 İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SÜT GELİŞTİRİLMESİ VE REÇETE OPTİMİZASYONU

Sude SEVİM GÜNAY

Yörsan Süt ve Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Departmanı, 10600, Susurluk, Balıkesir

ORCID ID: 0009-0008-3940-1342

Mücahit PALAZ

Yörsan Süt ve Süt Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Departmanı, 10600, Susurluk, Balıkesir

ORCID ID: 0009-0001-3314-9413

Aslan Deniz KARAOĞLAN

Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 10145 Çağış, Balıkesir

ORCID ID: 0000-0002-3292-5919

ÖZET

Bu çalışmada, ısıtılmış işlem uygulanmış içme sütü, B12 ve D3 vitaminlerince zenginleştirilerek yeni bir fonksiyonel gıda ürünü geliştirilmiştir. Zenginleştirme işlemi sonunda, insanların günlük B12 ve D3 vitamin ihtiyaçlarını karşılayabileceği ürün geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Ürün reçetesi geliştirilmesi aşamasında, yaygın olarak kullanılan deney tasarımı ve optimizasyon tekniklerinden biri olan Yanıt Yüzey Yöntemi kullanılarak deney tasarlanmıştır. Bu amaçla farklı B12 ve D3 karışım oranları için pH, titrasyon asitliği, özgül ağırlık, vizkozite, brix, ölçümlerinin yanında organoleptik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler ile elde edilen veri seti kullanılarak Minitab İstatistiksel Analiz Programı yardımıyla regresyon denklemleri elde edilmiştir. Elde edilen regresyon denklemlerinin R^2 değerlerinin yüksek olduğu (R^2 değerleri 0.99'un üzerinde) ve bunun yanında %95 güven düzeyinde yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre P-değeri<0.05 (%5) olduğundan modellerin anlamlı olduğu görülmüştür. Son olarak Minitab Response Optimizer Modülü kullanılarak yapılan optimizasyon sonunda optimum karışım oranı Vitamin D3=0,67 mg ve Vitamin B12=0,69 mg olarak bulunmuştur. UHT süt numunelerinde yapılan HPLC analizleri, vitamin seviyelerinin üretim sonrası hedeflenen düzeylerde olduğunu göstermiştir. 5. ay sonunda da bu değerlerin yüksek oranda korunması, ürünün raf ömrü boyunca vitamin stabilitesini sürdürebildiğini kanıtlamaktadır. Kolekalsiferol (D3) ve siyanokobalamin (B12), biyoyararlanım, termal stabilite ve mevzuat uyumluluğu açısından uygun formlar olarak değerlendirilmiş ve ürün formülasyonuna aseptik inline dozaj yöntemiyle ilave edilmiştir. Bu yaklaşım, vitaminlerin ısıya bağlı bozulmasını minimize ederek son ürün kalitesini artırmıştır. pH, viskozite, Brix, titrasyon asitliği ve özgül ağırlık gibi parametrelerde 0. gün ve 5. ay ölçümleri arasında anlamlı bir bozulma gözlemlenmemiştir. Vitamin ilavesi ürün stabilitesini olumsuz etkilememiştir. Tat, koku ve yapı/kıvam gibi duyuşal özellikler; hem üretim anında hem de raf ömrü sonunda panelistler tarafından yüksek puanlarla değerlendirilmiştir (ortalama skorlar 4,0–4,6). Bu da

ürünün tüketici kabulü açısından başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile geliştirilen vitamin takviyeli süt; besin içeriği, duyu kalite, fiziksel stabilite ve üretilebilirlik açısından başarılı sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: B12 ve D3 vitaminleri, fonksiyonel süt, reçete optimizasyonu, Yanıt Yüzey Yöntemi

DEVELOPMENT AND RECIPE OPTIMIZATION OF MILK ENRICHED WITH VITAMIN D3 AND B12

ABSTRACT

In this study, a new functional food product was developed by enriching heat-treated drinking milk with vitamins B12 and D3. The aim of the enrichment process was to produce a product capable of meeting the daily vitamin B12 and D3 requirements of individuals. During the formulation stage, the experiment was designed using the Response Surface Methodology, one of the most commonly applied experimental design and optimization techniques. For this purpose, organoleptic analyses were performed in addition to pH, titratable acidity, specific gravity, viscosity, and Brix measurements for different B12 and D3 mixture ratios. Using the dataset obtained from these experiments, regression equations were generated with the aid of the Minitab Statistical Analysis Program. The R^2 values of the obtained regression equations were found to be high (above 0.99), and according to the variance analysis (ANOVA) performed at a 95% confidence level, the P-value was <0.05 (5%), indicating that the models were statistically significant. Finally, optimization carried out using the Minitab Response Optimizer Module determined the optimum mixture ratio to be Vitamin D3 = 0.67 mg and Vitamin B12 = 0.69 mg. HPLC analyses of UHT milk samples showed that the vitamin levels were at the targeted values after production. The fact that these values were largely maintained at the end of the 5th month demonstrated that the product could sustain vitamin stability throughout its shelf life. Cholecalciferol (D3) and cyanocobalamin (B12) were evaluated as suitable forms in terms of bioavailability, thermal stability, and regulatory compliance, and were incorporated into the product formulation via an aseptic inline dosing method. Aseptic inline dosing minimized heat-induced degradation of the vitamins and improved final product quality. No significant deterioration was observed between day 0 and month 5 measurements for parameters such as pH, viscosity, Brix, titratable acidity, and specific gravity. This indicates that vitamin addition had no adverse effect on product stability. Sensory attributes such as taste, odor, and texture/consistency were rated highly by panelists both at the time of production and at the end of shelf life (average scores 4.0–4.6), demonstrating strong consumer acceptance.

The vitamin-fortified milk developed in this study achieved successful results in terms of nutritional content, sensory quality, physical stability, and manufacturability.

Keywords: B12 and D3, functional milk, recipe optimization, Response Surface Methodology

BOYUN AĞRILARINDA OSTEOPATİ UYGULAMALARININ ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Enes MANAV

FizEm Health Physiotherapy Center, Atatürk Dist. Cumhuriyet Ave. No:43/3, Ortaca,
Muğla, Türkiye

ORCID ID: 0009-0008-3983-9379

Özden BASKAN

Istanbul Rumeli University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and
Rehabilitation

ORCID ID: 0000-0002-1549-4838

ÖZET

Spesifik olmayan boyun ağrısı, günümüzde yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ve iş gücü kaybına neden olan yaygın bir kas-iskelet sistemi problemidir. Bu çalışmanın amacı, boyun ağrısı olan bireylerde osteopatik tedavi yaklaşımlarının etkinliğini değerlendirmektir. Çalışmaya, yaş ve cinsiyet açısından benzer nitelikte 40 birey dahil edilmiştir. Katılımcıların demografik verilerinde yaş, boy ve VKİ verilerinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir. ($P>0,05$) Sadece vücut ağırlığında anlamlı farklılık görülmüştür. ($P<0,05$) Katılımcılar randomize olarak iki gruba ayrılmıştır: birinci gruba myofasyal gevşetme, tetik nokta tedavisi, kraniosakral osteopati, visseral osteopati, osteopatik manipülasyon ve harmonik hareket terapisi gibi osteopatik teknikler uygulanırken; ikinci gruba TENS, infraruj ve egzersiz programı içeren klasik fizik tedavi protokolü uygulanmıştır. Tüm katılımcılara haftada bir seans olmak üzere toplam dört seanslık uygulama yapılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmelerde Visüel Ağrı Skalası (VAS), Boyun Özürlülük İndeksi (NDI), SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği, kas kuvveti testleri ve eklem hareket açıklığı ölçümleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS programı ile analiz edilmiş ve osteopatik tedavi grubunda, ağrı düzeyi ($P<0,001$), fonksiyonellik ($P<0,001$), yaşam kalitesi ($P<0,005$), kas kuvveti ($P<0,005$) ve hareket açıklığı ($P<0,005$) açısından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde iyileşmeler tespit edilmiştir. Bulgular, osteopatik yaklaşımların spesifik olmayan boyun ağrısının bütüncül yönetiminde etkili bir tedavi seçeneği olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, osteopatik uygulamaların klinik pratikte daha yaygın ve sistematik şekilde kullanılmasının, boyun ağrısı tedavisinde olumlu katkılar sağlayabileceği düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Boyun, Servikal, Ağrı, Osteopati, Manuel terapi

EVALUATION OF THE EFFECT OF OSTEOPATHY APPLICATIONS ON NECK PAIN

ABSTRACT

Non-specific neck pain is a common musculoskeletal problem that negatively affects quality of life and causes loss of workforce today. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of osteopathic treatment approaches in individuals with neck pain. A total of 40 individuals with similar characteristics in terms of age and gender were included in the study. No significant difference was observed in the demographic data of the participants regarding age, height, and BMI ($P>0.05$). Only body weight showed a significant difference ($P<0.05$). The participants were randomly divided into two groups: the first group received osteopathic techniques such as myofascial release, trigger point therapy, craniosacral osteopathy, visceral osteopathy, osteopathic manipulation, and harmonic movement therapy; while the second group received a classical physiotherapy protocol including TENS, infrared, and an exercise program. All participants received a total of four sessions, one session per week. In the pre- and post-treatment evaluations, Visual Analog Scale (VAS), Neck Disability Index (NDI), SF-36 Quality of Life Scale, muscle strength tests, and range of motion measurements were used. The data obtained were analyzed with the SPSS program, and statistically significant improvements were detected in the osteopathic treatment group in terms of pain level ($P<0.001$), functionality ($P<0.001$), quality of life ($P<0.005$), muscle strength ($P<0.005$), and range of motion ($P<0.005$). The findings reveal that osteopathic approaches may be an effective treatment option in the holistic management of non-specific neck pain. In this direction, we think that the more widespread and systematic use of osteopathic applications in clinical practice may provide positive contributions to the treatment of neck pain.

Keywords: Neck, Cervical, Pain, Osteopathy, Manual therapy

DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİ: GÜNCEL LİTERATÜR IŞIĞINDA BÜTÜNCÜL BİR DEĞERLENDİRME

Assoc. Prof. Dilek KONUK ŞENER

Duzce University, Faculty of Health Science, Department of Child Health and Diseases Nursing,

Konuralp Campus, Duzce

ORCID ID: 0000-0002-7813-2789

ÖZET

Duchenne musküler distrofi (DMD), X kromozomuna bağlı resesif geçiş gösteren ve distrofin genindeki mutasyonlar sonucu ortaya çıkan nöromusküler bir hastalıktır. Bu mutasyonlar, hücre membran proteini olan distrofinin tamamen ya da kısmi eksikliğine yol açarak hastalığın oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır. DMD, çocukluk çağında en sık görülen nöromusküler hastalık olup, insidansının erkek çocuklarında yaklaşık 1/3500-5000 olduğu bildirilmektedir. Hastalık erkek çocuklarda semptomatik olarak ortaya çıkarken, kız çocuklar genellikle asemptomatik taşıyıcı olarak tanımlanmaktadır. Klinik bulgular 2-5 yaşları arasında belirginleşmektedir. Hastalığın erken döneminde, ekstremit proksimalinde kas zayıflığı, geç yürüme (ortalama 18. ay), tekrarlayan düşmeler, sakarlık, baldır kaslarında psödohipertrofi, Gower's belirtisi ve kaba motor fonksiyon kayıpları görülmektedir. Hastalık ilerledikçe, skolyoz, eklem kontraktürleri, kardiyomiyopati ve solunum yetmezliği gibi komplikasyonlar gelişmektedir. Ambulasyon yeteneği genellikle 10-12 yaş civarında kaybolmaktadır. Tanı; klinik bulgular, serum kreatin kinaz yüksekliği, kas biyopsisi ve genetik analiz ile doğrulanmaktadır. Günümüzde hastalığın kesin tedavisi bulunmamakla birlikte, mevcut yaklaşımlar hastalığın ilerlemesini yavaşlatmayı, komplikasyonları azaltmayı ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, glukokortikoid tedavisi, fizyoterapi, ortopedik müdahaleler, solunum desteği ve kardiyak izlem gibi multidisipliner yaklaşımlar uygulanmaktadır. Ayrıca, son yıllarda genetik temelli tedavi yaklaşımlarına yönelik çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu bildiride, dünya çapında önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkan DMD hastalığı hakkında bilgi verilerek, tanı, tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımları açıklanacak ve konu ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, duchenne musküler distrofi, multidisipliner yaklaşım, nöromusküler hastalıklar

DUCHENNE MUSCULAR DYSTROPHY: A HOLISTIC ASSESSMENT IN THE LIGHT OF CURRENT LITERATURE

ABSTRACT

Duchenne muscular dystrophy (DMD) is a neuromuscular disease that is inherited in an X-linked recessive manner and occurs as a result of mutations in the dystrophin gene. These mutations play a decisive role in the development of the disease by causing complete or partial deficiency of the cell membrane protein dystrophin. DMD is the most common neuromuscular disease in childhood, with an incidence of approximately 1/3500-5000 male births. While the disease occurs symptomatically male children, female children are usually asymptomatic carriers. Clinical findings become apparent between the ages of 2 and 5. Early symptoms of the disease include muscle weakness in the proximal extremities, delayed walking (average 18 months), recurrent falls, clumsiness, pseudohypertrophy of the calf muscles, Gower's sign, and loss of gross motor function. As the disease progresses, complications arise such as scoliosis, joint contractures, cardiomyopathy, and respiratory failure. Most patients lose the ability to ambulate between ages 10 and 12 years. Diagnosis is confirmed by clinical findings, elevation of serum creatine kinase levels, muscle biopsy, and genetic analysis. Currently, there is no definitive cure for the disease; however, existing approaches aim to slow the progression of the disease, reduce complications, and improve quality of life. In this context, multidisciplinary approaches are implemented such as glucocorticoid therapy, physical therapy, orthopedic interventions, respiratory support, and cardiac monitoring. In addition, research on genetically based treatment approaches has been intensively ongoing in recent years. In this paper will provide information about DMD disease, which is an important health problem worldwide, diagnosis, treatment and rehabilitation approaches will be explained and the results of the researches will be evaluated on the subject.

Keywords: Child, duchenne muscular dystrophy, multidisciplinary approach, neuromuscular disorders

1. GİRİŞ

Duchenne musküler distrofi (DMD), Xp21 genindeki mutasyonlar nedeniyle distrofin proteinin üretilmemesi sonucu ortaya çıkan ve progresif kas güçsüzlüğü ile karakterize nöromusküler bir hastalıktır (Akbulut ve Aşkintaş, 2023; Arslantatar ve Topçuoğlu, 2021; Gencer ve ark., 2022). Hastalığın ayırt edici özelliği, hücre membran proteini olan distrofinin tamamen ya da kısmi (%3'ten daha az) eksikliğidir. X kromozomuna bağlı resesif geçiş gösterdiği için erkek çocuklarda hastalık görülürken, kız çocuklar genellikle taşıyıcı olarak yaşamlarını

sürdürmektedirler (Assefa ve ark., 2024; Ekici ve Köseoğlu, 2022). Ancak nadir olarak Turner Sendromu (X0), X kromozomunun yapısal anormallığı veya X otozomal translokasyonu bulunan kız çocuklarında da klinik tablo ortaya çıkabilmektedir (Assefa ve ark., 2024; Venugopal ve Pavlakis., 2023). DMD, en yaygın görülen kalıtsal nöromusküler hastalıktır ve herhangi bir ırk veya etnik kökene bağlı olarak farklılık göstermemektedir (Assefa ve ark., 2024). Hastalığın görülme sıklığının erkek çocuklarında 1/3500-5.000, kız çocuklarında ise 1/50.000.000 olduğu bildirilmektedir (Assefa ve ark., 2024; Hammer ve ark., 2021; Patterson ve ark., 2023).

Hastalığın semptomları ekstremitelerde proksimalinde bilateral kas zayıflığı ile başlamakta, geç yürüme (ortalama 18. ay), tekrarlayan düşmeler, Gower's belirtisi, baldır kaslarında anormal büyüme (psödohipertrofi) ve kaba motor fonksiyon kayıpları görülmektedir (Akbulut ve Aşkintaş, 2023; Akkurt ve ark., 2022). İlerleyen dönemlerde ise kaslarda şiddetli atrofi, ambulasyon kaybı, osteoporoz, skolyoz, lordoz, solunum fonksiyonlarında düşüş, kardiyomiyopati, ince motor fonksiyon kaybı ile progresyon göstermektedir (Akbulut ve Aşkintaş, 2023; Assefa ve ark., 2024). Bu fiziksel etkilenimlerin yanı sıra, otizm spektrum bozukluğu (OSB), orta derecede zeka geriliği ve öğrenme güçlüğü gibi gelişimsel bozukluklar da görülebilmektedir (Arslantatar ve Topçuoğlu, 2021; Yılmaz, 2021).

DMD hastalığının tanısı, kapsamlı bir klinik değerlendirme, ayrıntılı hasta öyküsü, kan testi, kas biyopsisi, elektromiyografi (EMG) ve moleküler genetik testlerin incelenmesi ile konulmaktadır (Assefa ve ark., 2024; Kim ve ark., 2017). DMD yönünde şüphelenilmesi durumunda yapılacak ilk adım serum kreatin kinaz (CK) seviyesinin incelenmesidir. Bu hastalarda doğumdan itibaren serum CK seviyeleri yükselmeye başlamakta ve çoğu vakada iki yaşına kadar normal üst sınırın 10-100 katına kadar ulaşabilmektedir (Kim ve ark., 2017). Kas biyopsisinde dejenerasyon, rejenerasyon, kas lifleri arasında çap farkı, yağ ve bağ dokusunda artış görülmektedir (Yılmaz, 2021). EMG bulgularında, motor ve duysal sinir iletim hızları normal iken, miyopatik değişiklikler gözlenebilmektedir (Venugopal ve Pavlakis., 2023; Yılmaz, 2021). DMD'ye neden olan DNA'daki değişimin (genetik mutasyon) araştırıldığı genetik testler ile tanı kesinleştirilmektedir (Assefa ve ark., 2024; Venugopal ve Pavlakis., 2023).

Günümüzde terapötik alandaki büyük ilerlemelere rağmen, hastalığı tamamen tedavi eden herhangi bir yöntem henüz bildirilmemektedir (Patterson ve ark., 2023; Yener ve ark., 2022). Bu nedenle hastalığın yönetimi semptomatik ve destekleyici tedavi temeline dayanmaktadır (Yener ve ark., 2022). Hastalığın tedavi süreci kortikosteroid kullanımı, kontraktürlerin

önlenmesi, fiziksel rehabilitasyon, kardiyomiyopati ve solunum yetmezliğinin düzenlenmesine odaklanmaktadır (Heydemann ve Siemionow, 2023; Patterson ve ark., 2023). Hastalarda fonksiyonel ve motor etkilenmeye bağlı olarak klinik seyir değişebileceği için, tedavi yaklaşımları hastanın bireysel ihtiyaçlarına ve tercihlerine göre düzenlenmelidir (Assefa ve ark., 2024). Dolayısıyla, tedavi ve rehabilitasyon sürecinde multidisipliner ve hasta merkezli bir yaklaşım sergilenmesi gerekmektedir. Bu ekip içinde doktor, hemşire, fizyoterapist, psikolog, ortotist, diyetisyen, sosyal hizmet uzmanları, iş-üğraşı ve konuşma terapistlerine önemli sorumluluklar düşmektedir (Assefa ve ark., 2024; Venugopal ve Pavlakis., 2023). Bu doğrultuda bildiride, çocuklarda önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkan DMD hastalığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Amaca yönelik olarak, hastalık hakkında bilgi verilerek, tanı, tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımları açıklanacak ve konu ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirilecektir.

2. DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİNİN ETİYOLOJİ VE EPİDEMİYOLOJİSİ

DMD, X kromozomunda bulunan distrofin genindeki mutasyonlar sonucu ortaya çıkan genetik bir hastalıktır (Heydemann ve Siemionow, 2023; Patterson ve ark., 2023). DMD'li hastalarda mutasyonların yaklaşık %60-70'ini delesyon, %5-15'ini duplikasyon ve %20'sini nokta mutasyonu, küçük delesyon veya insersiyonlar oluşturmaktadır (Kourakis ve ark., 2021). Bu mutasyonlar, hücre membran proteini olan distrofinin tamamen ya da kısmi eksikliği ile sonuçlanmaktadır (Wilson ve ark., 2022).

Distrofin, iskelet ve kalp kası hücrelerinde bulunan ve kas hücre membranının stabilitesi için çok önemli olan bir proteindir (Wilson ve ark., 2022; Yener ve ark., 2022). Distrofin proteini, sarkolemma zarının yapısal bütünlüğünü koruyarak kas liflerinin sağlam bir şekilde bir arada tutulmasını sağlamaktadır (Kourakis ve ark., 2021; Wilson ve ark., 2022). Distrofin proteinin yokluğunda kas hücresinin yapısı bozularak, kas kırılabilirliği artmakta ve kas lifleri dejenere olmaktadır (Wilson ve ark., 2022; Yener ve ark., 2022). Bu durum ilerleyici kas dokusu yıkımına ve fonksiyon kaybına yol açmaktadır (Akbulut ve Aşkıntaş, 2023).

DMD, dünya çapında en yaygın görülen kalıtsal nöromusküler hastalıktır ve ilk olarak 1861 yılında Fransız nörolog Guillaume-Benjamin Duchenne tarafından tanımlanmıştır (Assefa ve ark., 2024). Hastalığın görülme sıklığının her 3500/5000 canlı erkek doğumda bir olduğu tahmin edilmektedir (Hammer ve ark., 2021; Heydemann ve Siemionow, 2023; Patterson ve ark., 2023). Her yıl dünya çapında 20.000 yeni tanı konulduğu bildirilmektedir (Ekici ve Köseoğlu, 2022). Türkiye'de farklı kas hastalıkları gruplarından olmak üzere yaklaşık 100.000 nöromusküler hastanın var olduğu, bu sayı içerisinde yaklaşık 10.000 DMD hastasının

bulunduğu, bu sayının yaklaşık 5.000'inin çocuk hastalardan oluştuğu tahmin edilmektedir (Arslantatar ve Topçuoğlu, 2021).

DMD, dünyanın her yerinde görülebilmekte ve tüm ırkları etkilemektedir (Assefa ve ark., 2024). Kız çocukları genellikle taşıyıcı olmakla birlikte hastalık belirtisi göstermemektedirler (Ekici ve Köseoğlu, 2022). Ancak bazı taşıyıcı kız çocuklarında nadir durumlarda hafif kas zayıflığı veya kalp sorunları ortaya çıkabilmektedir (Assefa ve ark., 2024). Bununla birlikte, Turner Sendromu (X0), X kromozomunun yapısal anormalliği veya X otozomal translokasyonu gibi genetik durumlardan birinin varlığında, kız çocuklarında da DMD gelişebilmektedir. Ancak bu durum çok nadir olup, kız çocuklarında görülme sıklığının 1/50.000.000 olduğu bildirilmektedir (Assefa ve ark., 2024; Venugopal ve Pavlakis., 2023).

3.DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİNİN KLİNİK ÖZELLİKLERİ

DMD hastalığının klinik bulguları, erken çocukluk döneminde kas zayıflığı ve atrofisi ile ortaya çıkmaktadır (Akkurt ve ark., 2022; Venugopal ve Pavlakis., 2023). Kas zayıflığı, distal kaslardan çok proksimal kaslarda ve üst ekstremitelere göre alt ekstremitelerde daha belirgin görülmektedir (Patterson ve ark., 2023). Hastalığın erken belirtileri arasında, yürümede gecikme (ortalama 18. ay), tekrarlayan düşmeler, sakarlık, parmak ucunda yürüme, koşmada ve merdiven çıkmada zorluk bulunmaktadır (Akbulut ve Aşkintaş, 2023; Mercuri ve ark., 2023).

DMD'nin karakteristik bulgularından birisi Gower's belirtisidir (Budzynska ve ark., 2024). Bu bulgu, pelvik veya alt ekstremitte proksimal kaslarındaki zayıflığa bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Mercuri ve ark., 2023). Gower's belirtisi, çocuğun yerden ayağa kalkması sırasında kalça ve uyluk kaslarındaki güçsüzlüğü telafi etmek için, vücudunu elleri ve kollarıyla yukarıya doğru itmesi olarak tanımlanmaktadır (Mercuri ve ark., 2023; Patterson ve ark., 2023). Buna ek olarak, baldırlarda kas lifleri arasında yağ ve bağ dokusunun artışı ile karakterize psödohipertrofi de sıkça gözlenmektedir (Budzynska ve ark., 2024).

Hastalığın ilerlemesi ile birlikte, kaslarda şiddetli atrofi, kontraktür, skolyoz, lordoz, uyluk ve göğüs kaslarının zayıflaması gibi ek bulgular gelişebilmektedir (Budzynska ve ark., 2024; Patterson ve ark., 2023). DMD'li çocuklar 10-12 yaş civarında ilerleyen kas zayıflığı ile birlikte yürüme yeteneğini tamamen kaybetmekte ve tekerlekli sandalye kullanımına başlamaktadırlar (Assefa ve ark., 2024). Distrofin geninin kas dışında sinir hücrelerinde de sentezlenmesi nedeniyle bu semptomlara ek olarak; kalp etkilenimi ile kardiyomiyopatiler, beyindeki etkilenim ile kognitif ve konuşma problemleri, düz kasların etkilenimi ile gastrointestinal problemler gibi organ tutulumları da klinik tabloya eşlik edebilmektedir (Akbulut ve Aşkintaş,

2023). Mevcut çalışmalar, DMD hastalarının yaklaşık %32'sinde dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğu (DEHB), %27'sinde anksiyete, %26'sında öğrenme güçlüğü, %17-27'sinde zihinsel yetersizlik ve %15'inde otizm spektrum bozukluğu (OSB) görüldüğünü bildirmektedir (Banihani ve ark., 2015; Saito ve ark., 2022; Xu ve ark., 2023). Hastalığın ilerleyici seyrinden dolayı DMD hastaları 20 ile 40 yaşları arasında kardiyak ve/veya solunum problemlerinden dolayı hayatını kaybetmektedir (Assefa ve ark., 2024; Mercuri ve ark., 2023).

4.DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİDE TANI YÖNTEMLERİ

DMD tanısı, klinik bulguların kapsamlı incelenmesi ve genetik testlerle desteklenen ileri tetkiklerin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesiyle konulmaktadır (Assefa ve ark., 2024; Kim ve ark., 2017). Hastalığın tanısında ilk olarak proksimal kas güçsüzlüğü, yürümede gecikme, sık düşme, Gower's belirtisi, baldır kaslarında psödohipertrofi gibi klinik bulgular dikkatli değerlendirilmelidir (Mercuri ve ark., 2023). Bu klinik bulgular doğrultusunda, tanıyı kesinleştirmek amacıyla çeşitli laboratuvar, patolojik ve genetik incelemelere dayanan ileri tetkikler yapılmalıdır (Mercuri ve ark., 2023; Thomas ve ark., 2022).

DMD hastalarında laboratuvar bulguları, iskelet kası yıkımını yansıtan belirgin biyokimyasal değişiklikleri içermektedir (Kim ve ark., 2017; Thomas ve ark., 2022). Tanıda en önemli parametrelerden biri olan CK düzeyleri, hastalığın erken dönemlerinden itibaren belirgin şekilde artmakta ve çoğu vakada normal referans aralığının 10-100 katına kadar ulaşabilmektedir (Kim ve ark., 2017). Hastalarda CK yüksekliğine ek olarak, aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) düzeyleri de artabilmektedir. Ancak bu enzimler karaciğer kaynaklı da yükselebildiğinden, kas yıkımıyla ilişkili olduklarının ayırıcı tanısı dikkatli yapılmalıdır (Rohlenová ve ark., 2025).

EMG, kasların ve onları kontrol eden sinirlerin elektriksel aktivitelerini değerlendirmek amacıyla kullanılan nörofizyolojik bir tanı yöntemidir (İslamiyah ve Putri, 2023). DMD hastalarında EMG'de motor ve duysal sinir iletim hızları normal iken, miyopatik değişiklikler gözlenebilmektedir (Venugopal ve Pavlakis., 2023; Yılmaz, 2021). Ancak EMG kesin tanı yöntemi olmayıp, özgül bulgu vermemektedir (Venugopal ve Pavlakis., 2023). Bu nedenle, EMG günümüzde DMD'nin tanılama sürecinde nadiren kullanılmaktadır (İslamiyah ve Putri, 2023).

Kas biyopsisi, genetik testlerin yetersiz kaldığı durumlarda tamamlayıcı bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır (Barthelemy ve ark., 2020; Cardone ve ark., 2023). Kas biyopsisinde genellikle vastus lateralis gibi etkilenmiş bir kas dokusundan küçük bir örnek alınmaktadır (Barthelemy ve ark., 2020). Histopatolojik incelemede, kas liflerinde nekroz,

dejenerasyon, rejenerasyon, kas lifleri arasında çap farkı, yağ ve bağ dokusunda artış gözlenmektedir (Barthelemy ve ark., 2020; Cardone ve ark., 2023; Patterson ve ark., 2023). Günümüzde genetik testlerin yaygın kullanımı kas biyopsisine olan gereksinimi azaltmış olsa da, özellikle şüpheli vakalarda önemli bir tanısal yöntem olarak kullanılmaktadır (Barthelemy ve ark., 2020; Cardone ve ark., 2023).

Moleküler genetik testler, DNA dizisinde yer alan mutasyonları veya varyasyonları belirlemek amacıyla uygulanmaktadır (Assefa ve ark., 2024; Zhong ve ark., 2021). DMD hastalarının yaklaşık %75'inde delesyon ve duplikasyon tipi mutasyonlar saptanmaktadır (Kourakis ve ark., 2021). Bu mutasyonlar, multipleks ligasyona bağımlı prob amplifikasyonu (MLPA) ile tespit edilebilmektedir. (Venugopal ve Pavlakis., 2023; Zhong ve ark., 2021). Küçük delesyonlar ve nokta mutasyonlar ise yeni nesil dizileme ile belirlenebilmektedir. Ayrıca, anneye yönelik genetik analiz yapılarak taşıyıcılık durumu değerlendirilmeli ve riskli durumlarda prenatal tanı ve genetik danışmanlık önerilmelidir (Zhong ve ark., 2021).

5.DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİLİ ÇOCUKLARDA TEDAVİ VE REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

Son yıllarda terapötik alandaki büyük ilerlemelere rağmen, DMD hastalığının kesin tedavisi henüz bulunmamaktadır (Venugopal ve Pavlakis, 2023; Yener ve ark., 2022). Bu nedenle DMD tedavisinde amaç, hastalığın ilerlemesinin yavaşlatılması, komplikasyonların önlenmesi, semptom yönetimi ve yaşam kalitesinin artırılmasına odaklanmaktadır (Assefa ve ark., 2024; Venugopal ve Pavlakis, 2023). Güncel literatür ışığında hastalığın yönetimi; glukokortikoid tedavisi, genetik temelli tedaviler, fizyoterapi, solunum desteği ve kardiyak izlem gibi multidisipliner yaklaşımları içermektedir (Patterson ve ark., 2023; Venugopal ve Pavlakis, 2023; Yener ve ark., 2022). Bu kapsamda, hastaların bulgularının önlenmesinde ve yönetiminde doktor, hemşire, fizyoterapist, psikolog, ortotist, diyetisyen, sosyal hizmet uzmanları, iş-uğraşı ve konuşma terapistleri kilit rol oynamaktadır (Assefa ve ark., 2024; Venugopal ve Pavlakis, 2023).

Glukokortikoidler, DMD'li bireylerde kas zayıflığı, kardiyomiyopati ve skolyozun ilerlemesini yavaşlatmakta, solunum fonksiyonunu geliştirmekte ve fonksiyonel yetersizliği geciktirmektedir (Yener ve ark., 2022). Çocuklarda glukokortikoid tedavisi, prednizon ve deflazacort olmak üzere iki ana ilaç üzerinden planlanmaktadır. Prednizon dozu 0,75 mg/kg/gün, deflazacort ise 0,9 mg/kg/gün olarak tavsiye edilmektedir (Venugopal ve Pavlakis, 2023). Glukokortikoidlerin ömür boyu kullanımı Avrupa Nöromüsküler Merkezi tarafından önerilmektedir (Yılmaz, 2021). Ancak uzun süreli glukokortikoid kullanımı ciddi yan etkilere

(büyüme geriliği, osteoporoz, hipertansiyon, obezite vb.) neden olabileceği için düzenli takip ve doz ayarlanması gerekmektedir (Ekici ve Köseoğlu, 2022; Heydemann ve Siemionow, 2023).

Ataluren (PTC124), “nonsense mutasyon” olarak adlandırılan belirli bir mutasyon veya genetik koddaki değişikliği hedefleyen bir tedavi ajanıdır (Gümüş, 2022; Patterson ve ark., 2023). Ataluren, nonsense mutasyonlar sonucu eksik ya da hatalı üretilen distrofin proteininin sentezini kısmen mümkün kılarak, distrofin üretimini artırmayı amaçlamaktadır. Böylece, kas hücrelerinde distrofin düzeyini artırarak, hastalığın ilerleyişini yavaşlatmayı hedeflemektedir (Patterson ve ark., 2023). Ülkemizde ataluren, distrofin geninde nonsense mutasyonlar olduğu genetik test (DNA analizi) ile ortaya konulan beş yaş ve üzeri hastalarda, nörologlar tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda uygun görüldüğü takdirde reçetelenebilmektedir (Gümüş, 2022).

Genetik temelli yaklaşımlar, hastalığın kökeninde yer alan distrofin genindeki mutasyonları hedef alarak kalıcı çözümler sunmayı amaçlayan yenilikçi yöntemlerdir (Heydemann ve Siemionow, 2023). Bu yaklaşımlar gen terapisi ve ekson atlama tedavisi olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (Gümüş, 2022). Gen terapisinde distrofin proteininin yeniden üretimini sağlamak için, sağlıklı ve işlevsel bir distrofin geninin kas hücrelerine taşınması amaçlanmaktadır (Patterson ve ark., 2023). Bu yöntemde virüslerin taşıyıcılık özelliğinden yararlanılarak, işlevsel distrofin proteini üretimi için gerekli olan genetik kod doğrudan hücrenin çekirdeğine yerleştirilmektedir (Gümüş, 2022). Ekson atlama yönteminde ise, DMD’ye neden olan distrofin genindeki mutasyonlar atlanarak, hücrelerin kısmen işlevsel bir distrofin proteini üretmesini sağlamak amaçlanmaktadır (Patterson ve ark., 2023). Ancak ekson atlama tedavileri DMD’yi ortadan kaldırmamakta, daha hafif seyirli olan Becker Musküler Distrofi fenotipine dönüştürülmesini hedeflemektedir (Heydemann ve Siemionow, 2023; Patterson ve ark., 2023). Güncel çalışmalarda etkinliklerinin sınırlı olduğu anlaşılmaktadır ve klinik çalışmalar halen devam etmektedir (Gümüş, 2022).

Fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları, zayıflayan kas gücünü korumak ve geliştirmek, fonksiyonunu sürdürmek, kontraktür ve deformite oluşumunu önlemek veya en aza indirmeyi amaçlamaktadır (Yener ve ark., 2022; Yılmaz, 2021). DMD tanılı çocukların fizyoterapi ve rehabilitasyon süreçleri, teşhis konulmasının ardından hemen başlatılmalı ve hastalığın ilerlemesiyle birlikte ihtiyaçları doğrultusunda devam edilmelidir (Yener ve ark., 2022). Kas kontraktürleri ve deformite oluşumunu engellemek için düzenli hafif egzersizler, germe egzersizleri ve pozisyonlama uygulanmalıdır (Gümüş, 2022; Hammer ve ark., 2021). Aşırı

zorlayıcı egzersizlerden kaçınılmalı, kas yorgunluğunu artıracak aktiviteler sınırlandırılmalıdır. (Hammer ve ark., 2021). Submaksimal güçle yapılan, çok tekrarlı aerobik egzersizler uygulanmalıdır (Yılmaz, 2021). Tedavide yüzmenin çok önemli bir yeri bulunmaktadır (Gümüş, 2022). Ayrıca, yürüme fonksiyonunun desteklenmesi amacıyla ortez kullanımı önerilmektedir (Hammer ve ark., 2021).

Kalp ve solunum fonksiyonlarının desteklenmesinin, DMD hastalarının yaşam kalitesinin artırılmasında ve komplikasyonların önlenmesinde kritik önemi bulunmaktadır (Patterson ve ark., 2023). Tanı konulduğu andan itibaren fizik muayene, elektrokardiyografi, ekokardiyografi ve solunum fonksiyon testleri ile hastalar düzenli olarak değerlendirilmelidir (Venugopal ve Pavlakis., 2023). Kardiyomiyopati varlığında beta blokerler ve anjiyotensin konverting enzim inhibitörleri kullanılması önerilmektedir (Yılmaz, 2021). En önemli noktalardan biri ise solunum yolu enfeksiyonlarının önlenmesidir. Bu amaçla, aşıların düzenli olarak yapılması gerekmektedir (Gümüş, 2022).

6.SONUÇ

DMD, erken çocukluk döneminde başlayan, ilerleyici kas güçsüzlüğü ve fonksiyon kaybı ile seyreden, genetik geçişli nöromusküler bir hastalıktır. Hastalığın semptomları ekstremitelerde proksimalinde bilateral kas zayıflığı ile başlamakta, daha sonra ekstremitelerde distalde etkilenmektedir. İlk bulgular arasında yardım almadan oturma, ayakta durma ve yürüme gibi gelişimsel ilerlemelerde gecikmeler gözlenmektedir. Hastalığın tipik bulguları arasında, baldır kaslarında psödohipertrofi, sık düşme, parmak ucunda yürüme ve Gowers belirtisi yer almaktadır. İlerleyen dönemlerde kardiyomiyopati ve solunum yetmezliği gibi yaşam süresini kısaltan komplikasyonlar ortaya çıkmaktadır.

Hastalığın tanısı genellikle çocukluk çağında gerçekleşmekte ve kan testleri, kas biyopsisi ve genetik testlerle doğrulanmaktadır. Günümüzde hastalığın tamamen iyileştirilmesine yönelik kesin bir tedavi bulunmamaktadır. Ancak, farmakolojik ajanlar ve destekleyici yaklaşımlar ile hastalığın ilerleyişi yavaşlatılabilmektedir. DMD yönetiminde multidisipliner yaklaşım son derece önemli olup, erken tanı ile düzenli takip, hem yaşam süresini hem de kalitesini anlamlı şekilde artırmaktadır. Bu kapsamda, ulusal düzeyde farkındalık çalışmalarının desteklenmesi, gen tedavisi ve yeni farmakolojik ajanlar konusunda yürütülen klinik çalışmaların yakından takip edilmesi önerilmektedir. Sağlık profesyonellerinin yetkinliklerini artırmak amacıyla, eğitim modülleri ve mesleki gelişim programları uygulanmalıdır. Ayrıca, hastalığın getirdiği duygusal ve sosyal zorlukların azaltılmasına yardımcı olmak için, hasta ve ailelerine yönelik psikososyal destek mekanizmaları güçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, A., & Aşkintaş, K. (2023). Duchenne musküler distrofi taşıyıcı kadınlarda görülen semptomlar: Geleneksel derleme. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 39-46. doi: 10.52881/gsbdergi.1255489
- Akkurt, L., Yağcıoğlu, G. A., Bulut, N., Gürbüz, İ., Karaduman, A. A., & Yılmaz, Ö. T. (2022). Duchenne Musküler Distrofi’de hamstring esnekliği ve ambulasyon ilişkili midir? *Pamukkale Medical Journal*, 15(3), 425-431. doi: 10.31362/patd.960882
- Arslantatar, İ., & Topçuoğlu, R. A. (2021). Duchenne musküler distrofili hastalarına bakım veren aile üyelerinin bakım yükü ve aile yılmazlık düzeyleri arasındaki ilişki. *Tıbbi Sosyal Hizmet Dergisi*, 17, 14-37.
- Assefa, M., Gepfert, A., Zaheer, M., Hum, J. M., & Skinner, B. W. (2024). Casimersen (AMONDYS 45™): an antisense oligonucleotide for Duchenne muscular dystrophy. *Biomedicines*, 12(4), 912.
- Banihani, R., Smile, S., Yoon, G., Dupuis, A., Mosleh, M., Snider, A., & McAdam, L. (2015). Cognitive and neurobehavioral profile in boys with Duchenne muscular dystrophy. *J. Child Neurol*, 30(11), 1472-1482. <https://doi.org/10.1177/0883073815570154>
- Barthelemy, F., Woods, J. D., Nieves-Rodriguez, S., Douine, E. D., Wang, R., Wanagat, J., ... & Nelson, S. F. (2020). A well-tolerated core needle muscle biopsy process suitable for children and adults. *Muscle & Nerve*, 62(6), 688-698.
- Budzynska, K., Siemionow, M., Stawarz, K., Chambily, L., & Siemionow, K. (2024). Chimeric cell therapies as a novel approach for Duchenne muscular dystrophy (DMD) and muscle regeneration. *Biomolecules*, 14(5), 575. <https://doi.org/10.3390/biom14050575>
- Cardone, N., Taglietti, V., Baratto, S., Kefi, K., Periou, B., Gitiaux, C., ... & Malfatti, E. (2023). Myopathologic trajectory in Duchenne muscular dystrophy (DMD) reveals lack of regeneration due to senescence in satellite cells. *Acta Neuropathologica Communications*, 11(1), 167.
- Ekici, B. Y., & Köseoğlu, S. Z. A. (2022). Duchenne Musküler Distrofi’si olan çocuklarda güncel tıbbi beslenme tedavisi ve önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 41, 436-441.
- Gencer, G. Y. G., Dinç, S., & Toraman, N. F. (2022). Duchenne musküler distrofili çocukların bakımında ailelerin yaşadıkları sorunların değerlendirilmesi: Bir nitel çalışma. *Journal of Nursology*, 25(4), 208-216.
- Gümüş, K. (2022). Kas Hastalıkları Bilgilendirme Rehberi (Danışman: H. Karasoy). Türkiye Kas Hastalıkları Derneği
- Hammer, S., Toussaint, M., Vollsæter, M., NESBJØRG, M., Røksund, O. D., Reyhler, G., ... & Andersen, T. (2021). Exercise training in Duchenne muscular dystrophy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 54, 985. doi: 10.2340/jrm.v53.985
- Heydemann, A., & Siemionow, M. (2023). A brief review of Duchenne muscular dystrophy treatment options, with an emphasis on two novel strategies. *Biomedicines*, 11(3), 830 doi:10.3390/biomedicines11030830
- Islamiyah, S. R., & Putri, G. D. Y. N. (2023). Suspicion of duchenne muscular dystrophy in a 7-year-old madurese boy: A rare case report. *Asian Journal of Health Research*, 2(2), 77-82.
- Kim, E. Y., Lee, J. W., Suh, M. R., Choi, W. A., Kang, S. W., & Oh, H. J. (2017). Correlation of serum creatine kinase level with pulmonary function in duchenne muscular dystrophy. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 41(2), 306-312.
- Kourakis, S., Timpani, C. A., Campelj, D. G., Hafner, P., Gueven, N., Fischer, D., & Rybalka, E. (2021). Standard of care versus new-wave corticosteroids in the treatment of Duchenne muscular dystrophy: Can we do better?. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 16(117), 1-9. doi:10.1186/s13023-021-017589

- Mercuri, E., Pane, M., Cicala, G., Brogna, C., & Ciafaloni, E. (2023). Detecting early signs in Duchenne muscular dystrophy: comprehensive review and diagnostic implications. *Frontiers in Pediatrics*, 11, 1276144.
- Patterson, G., Conner, H., Groneman, M., Blavo, C., & Parmar, M. S. (2023). Duchenne muscular dystrophy: Current treatment and emerging exon skipping and gene therapy approach. *European Journal of Pharmacology*, 947, 175675. doi: 10.1016/j.ejphar.2023.175675
- Rohlenová, M., Machová, K., Baranová, J., Mokrá, L., Mensová, L., Mazanec, R., ... & Haberlová, J. (2025). Serum Creatine Kinase and Transaminase Levels in Duchenne and Becker Muscular Dystrophies. *Muscle & Nerve*, 1-10. doi: 10.1002/mus.28431
- Saito, Y., Takeshita, E., Komaki, H., Nishino, I., & Sasaki, M. (2022). Determining neurodevelopmental manifestations in Duchenne muscular dystrophy using a battery of brief tests. *Journal of the Neurological Sciences*, 440, 120340. doi: 10.1016/j.jns.2022.120340
- Thomas, S., Conway, K. M., Fapo, O., Street, N., Mathews, K. D., Mann, J. R., ... & Muscular Dystrophy Surveillance, Tracking, and Research Network (MD STARnet). (2022). Time to diagnosis of Duchenne muscular dystrophy remains unchanged: Findings from the Muscular Dystrophy Surveillance, Tracking, and Research Network, 2000-2015. *Muscle & Nerve*, 66(2), 193-197.
- Xu, R. H., Dai, Y., Ng, S. S., Zhang, S., & Dong, D. (2023). Health-related quality of life in children and adolescents with Duchenne muscular dystrophy and comorbid attention-deficit hyperactivity disorder using propensity-score matching. *Journal of Affective Disorders*, 333, 147-153. doi:10.1016/j.jad.2023.04.036
- Venugopal, Vijay., Pavlakis, S. (2023). Duchenne Muscular Dystrophy. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Wilson, D. G. S., Tinker, A., & Iskratsch, T. (2022). The role of the dystrophin glycoprotein complex in muscle cell mechanotransduction. *Communications Biology*, 5(1), 1022.
- Yener, B., Alikma, A. F., Gündüz, D., Zeren, H., Kurban, K., Akdikan, M., ... & Saldıran, T. Ç. (2022). Duchenne musküler distrofi ve elektrik stimülasyonu. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1644-1653.
- Yılmaz, F. (2021) Kas Hastalıkları. E. Çetinkaya (Ed.), *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Tıp Fakültesi Öğrenci Ders Notları içinde* (ss. 17-20). İstanbul: Galenos Yayınevi
- Zhong, X., Cui, S., Liu, L., Yang, Y., & Kong, X. (2021). DMD/BMD prenatal diagnosis and treatment expectation in a single centre in China for 15 years. *BMC Medical Genomics*, 14(1), 181. doi:10.1186/s12920-021-01024-8

SPİNAL MUSKÜLER ATROFİ: KAPSAMLI VE GÜNCEL BİR BAKIŞ

Assoc. Prof. Dilek KONUK ŞENER

Duzce University, Faculty of Health Science, Department of Child Health and Diseases Nursing,
Konuralp Campus, Duzce

ORCID ID: 0000-0002-7813-2789

ÖZET

Spinal musküler atrofi (SMA), otozomal resesif geçiş gösteren ve omuriliğin ön boynuzundaki motor nöronların dejenerasyonu sonucu ortaya çıkan nöromusküler bir hastalıktır. Hastalarda ilerleyici kas güçsüzlüğü, hipotoni, tremor, kontraktür, skolyoz, dilde fasikülasyon, disfaji ve solunum yetmezliği gibi klinik bulgular görülmektedir. SMA, başlangıç yaşı, motor geriliğin şiddeti ve beklenen yaşam süresine göre beş tip (0-4) olarak sınıflandırılmaktadır. SMA Tip 0 (prenatal başlangıçlı) ve SMA Tip 1 (infantil başlangıçlı), hastalığın en şiddetli formları olarak tanımlanmaktadır. SMA Tip 2 ve SMA Tip 3 daha geç başlangıçlı olup, daha hafif klinik seyir göstermektedir. SMA Tip 4 ise erişkin dönemde başlamakta ve en hafif form olarak kabul edilmektedir. Hastalığın kesin tanısı SMN1 moleküler genetik analizinde patojenik varyantın tespiti ile konulmaktadır. Hastalık ile mücadele ve erken tanıda en etkili yöntemler, taşıyıcı ve yenidoğan tarama programları ile prenatal ve preimplantasyon tanı yöntemleri olarak sıralanmaktadır. Günümüzde hastalığın tedavisi için nusinersen, onasemnogene abeparvovec-xioi ve risdiplam gibi farklı etken maddelere sahip ilaçlar kullanılmaktadır. Ayrıca, hastaların solunum ve beslenme desteğine, palyatif bakıma, fizik tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımlarına ihtiyacı bulunmaktadır. Bu çalışmada, küresel ölçekte önemli bir sağlık sorunu olarak kabul edilen SMA hastalığının çok boyutlu ve bütüncül bir biçimde incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında hastalığın epidemiyolojisi, sınıflandırması, tanı, tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımları ele alınacak, ayrıca konuya ilişkin yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, multidisipliner yaklaşım, nöromusküler hastalıklar, spinal musküler atrofi

SPINAL MUSCULAR ATROPHY: A COMPREHENSIVE AND CURRENT OVERVIEW

ABSTRACT

Spinal muscular atrophy (SMA) is an autosomal recessive neuromuscular disorder which is characterized by degeneration of the motor neurons in the anterior horn of the spinal cord. Patients have clinical findings such as progressive muscle weakness, hypotonia, tremor,

contracture, scoliosis, tongue fasciculation, dysphagia and respiratory failure. SMA is classified into five types (0-4) according to age of onset, severity of motor retardation and life expectancy. SMA Type 0 (prenatal onset) and SMA Type 1 (infantile onset) are the most severe types. SMA Type 2 and SMA Type 3 have a later onset and milder clinical course. SMA Type 4 has an adult onset and is considered the mildest form. The definitive diagnosis of the disease is made with the detection of the pathogenic variant in SMN1 molecular genetic analysis. The most effective methods for combating the disease and early diagnosis are carrier and neonatal screening programs and prenatal and preimplantation diagnosis methods. Currently, drugs with different active ingredients such as nusinersen, onasemnogene abeparvovec-xioi, and risdiplam are being used for the treatment of the disease. In addition, patients need respiratory and nutritional support, palliative care, physical therapy, and rehabilitation approaches. This study aims to examine SMA disease, which is considered a major health problem on a global scale, in a multidimensional and holistic manner. Within the scope of the study, the epidemiology, classification, diagnosis, treatment, and rehabilitation approaches of the disease will be addressed, and the results of the research will be evaluated on the subject.

Keywords: Child, multidisciplinary approach, neuromuscular disorders, spinal muscular atrophy

1. GİRİŞ

Spinal musküler atrofi (SMA), omuriliğin ön boynuzundaki alfa motor nöronların dejenerasyonu sonucu ortaya çıkan, hipotoni, ilerleyici kas güçsüzlüğü ve atrofisi ile karakterize nöromusküler bir hastalıktır (Burr ve Reddivari, 2023; Yılmaz ve ark., 2022). Genetik geçişli olan bu hastalığın kalıtım şeklinin %98 oranında otozomal resesif, % 2 oranında ise X'e bağlı resesif veya otozomal dominant olduğu görülmektedir (Kostak ve Çetintaş, 2022). SMA, kistik fibrozisten sonra bebeklik ve çocukluk döneminin en yaygın görülen ikinci ciddi otozomal resesif hastalığıdır (Burr ve Reddivari, 2023; Kostak ve Çetintaş, 2022). Dünya çapında SMA görülme sıklığının 1/10.000, taşıyıcılık oranının ise yaklaşık 1/40-60 olduğu tahmin edilmektedir (Angilletta ve ark., 2023).

Hastalığın tanı kriterleri arasında konjenital hipotoni, üst ve alt ekstremitelerde simetrik kas güçsüzlüğü, tremor, kontraktür, skolyoz ve dil kaslarında fasikülasyon yer almaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022). Kesin tanı, kromozom 5q13 üzerinde bulunan SMN (survival motor nöronu) geninin moleküler genetik incelenmesi ile konulmaktadır (Kostak ve Çetintaş, 2022). SMA başlangıç yaşı, motor gerilemenin şiddeti ve beklenen yaşam süresine göre beş farklı tip olarak tanılanmakta ve değerlendirilmektedir (Nishio ve ark., 2023; Saracaloğlu ve

Demiryürek, 2021). SMA Tip 0 prenatal başlangıçlı olup, yaygın motor ve duyu nöron kaybı ile birlikte perinatal ölüm gerçekleşmektedir (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). SMA Tip I infantil başlangıçlı olup, hayatın ilk altı ayı içinde hipotoni, desteksiz oturamama ve solunum sıkıntısı ile bulgu vermektedir. Hastalar giderek ilerleyen solunum yetmezliği nedeniyle ilk iki yılda kaybedilmektedir (Koçoğlu ve ark., 2021; Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). SMA Tip 2, doğum sonrası 6-18. aylar arasında başlamakta ve Tip 1'deki kadar hızlı bir klinik kötüleşme göstermemektedir. Bu tip hastalar desteksiz oturabilmekte ancak desteksiz ayakta duramamakta veya yürüyememektedirler (Koçoğlu ve ark., 2021; Yılmaz ve ark., 2021). SMA Tip 3 yaşamın 18. ayından sonra sıklıkla yürüme güçlüğü ile ortaya çıkmaktadır ve bu tipte yaşam süresinde kısalma genellikle görülmemektedir (Koçoğlu ve ark., 2021). SMA Tip 4 genellikle 30-40 yaşları arasında ortaya çıkmakta, hafif klinik seyir göstermekte ve yaşam süresi etkilenmemektedir (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021; Yücel ve Yüksel, 2023).

Son yıllara kadar SMA hastalığının tedavisi, semptomları yönetmeye yönelik solunum fonksiyonlarını düzenleme, beslenme sorunlarının önlenmesi ve fiziksel rehabilitasyon gibi destekleyici tedavi yöntemlerinden oluşmuştur. Fakat günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte gen replasman tedavisinde büyük başarılar elde edilmiş ve bu sayede hastalığın seyri önemli ölçüde değişmiştir (Burr ve Reddivari, 2023; Nishio ve ark., 2023; Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021; Yücel ve Yüksel, 2023). SMA ile ilgili mevcut çalışmalar, tedavi başarısında en önemli unsurun klinik bulgular ortaya çıkmadan ve motor nöron hasarı ilerlemeden önce tedaviye başlanması olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, erken tanı ve genetik tarama önem arz etmektedir (Keinath ve ark., 2021; Yeo ve ark., 2024; Yücel ve Yüksel, 2023). SMA hastalığının fizyopatolojisi, sınıflandırması ve gelişmekte olan tanılama yöntemlerini anlamak, hastaları etkili bir şekilde tedavi etmenin anahtar noktasını oluşturmaktadır. Bu bildiride dünya çapında önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkan SMA hastalığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, hastalık hakkında bilgi verilerek, tanı, tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımları açıklanacak ve konu ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirilecektir.

2. SPİNAL MUSKÜLER ATROFİNİN TANIMI VE EPİDEMİYOLOJİSİ

SMA, survival motor nöron (SMN) genindeki delesyonlar veya mutasyonların neden olduğu, ilerleyici kas güçsüzlüğü ve tonus azalması ile karakterize genetik bir hastalıktır (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021; Mercuri ve ark., 2022). SMA'nın ortaya çıkmasında rol oynayan SMN geni, 5. Kromozomun üzerinde ve 5q11.2-13.3 lokasyonunda, iki adet kopya halinde bulunmaktadır (SMN1 ve SMN2). Bu geni içeren homozigot delesyon veya mutasyon

durumunda SMN proteinleri üretilmemekte, bu durum omuriliğin ventral boynuzunda bulunan alfa motor nöronlarının dejenerasyonuna, ilerleyici ve simetrik kas güçsüzlüğü ve felce yol açmaktadır (Mercuri ve ark., 2022; Yılmaz ve ark., 2022). SMA, %98 oranında otozomal resesif, geriye kalan %2 oranında ise otozomal dominant veya X'e bağlı resesif kalıtım ile geçiş göstermektedir (Kostak ve Çetintaş, 2022).

Avusturyalı nörolog Guido Werdnig 1891 yılında SMA'yı ilk defa tanımlamış ve hastalıktan etkilenen iki çocuğun otopsisinin sonuçlarını yayınlamıştır. Bu ilk raporu, 1891 ve 1892 yıllarında Johan Hoffmann tarafından tespit edilen vakaların raporları takip etmiştir (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). SMA hastalığının semptomları incelendiğinde, en belirgin olarak hipotoni, kas güçsüzlüğü ve kas atrofisi olduğu görülmektedir. Semptomlar simetrik, progresif ve daha çok proksimal kas gruplarının güçsüzlüğü ile karakterizedir (Koçoğlu ve ark., 2021). Bu hastalarda derin tendon refleksleri alınamamakta veya belirgin olarak azalma görülmektedir. Hastaların bilişsel fonksiyonları etkilenmemektedir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Erken-bebeklik döneminde hipotoni, güçsüzlük, solunum ve beslenme problemleri ön planda iken, geç-bebeklik ve çocukluk döneminde kaba-motor gelişimde gerilik, sık düşme, bağımsız yürümede gecikme, merdiven çıkmada ve inmede zorluk görülmektedir. Ergenlik ve ileri yaş grubunda ilerleyici kas kuvvetsizliği, kas atrofisi ve denervasyon bulguları, spinal deformiteler, skolyoz, kontraktürler dikkat çekmektedir (Burr ve Reddivari, 2023; Mercuri ve ark., 2022).

SMA, çocukluk çağı nöromusküler hastalıklar arasında duchenne musküler distrofiden sonra ikinci sıklıkta görülmekte, genetik hastalıklar arasında ise fatalite açısından kistik fibrozisten sonra ikinci sırada yer almaktadır (Kostak ve Çetintaş, 2022). Bebek ölümlerinin önde gelen genetik nedenlerinden biri olan SMA'nın, görülme sıklığının tüm dünyada 1/10.000, taşıyıcılık oranının ise yaklaşık 1/40-60 olduğu tahmin edilmektedir (Angilletta ve ark., 2023; Muslu, 2021). Türkiye'de SMA hastalığının görülme sıklığı ve taşıyıcılık oranları net olarak bilinmemekle birlikte, yıllık yeni vaka sayısının 130-180 (ortalama: 150) arasında olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde SMA'dan etkilenen yaklaşık 3.000 kişinin bulunduğu bildirilmektedir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022).

3. SPİNAL MUSKÜLER ATROFİ SINIFLANDIRMASI

SMA hastalığı, geçmişte yaşa göre kategorize edilmiş ve Tip 1-2-3 olmak üzere üç farklı tipte sınıflandırılmıştır (Nishio ve ark., 2023). SMA'nın çok çeşitli klinik belirtilere sahip monojenik bir hastalık olduğu kabul edildikten sonra, en şiddetli fetal başlangıçlı form (Tip 0) ve en hafif yetişkin başlangıçlı form (Tip 4) da sınıflandırmaya dahil edilmiştir (Nishio ve ark., 2023;

Yılmaz ve ark., 2022). SMA günümüzde beş farklı tipte tanılanmakta ve değerlendirilmektedir (Nishio ve ark., 2023; Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021, Trabacca ve ark., 2024; Yılmaz ve ark., 2022).

SMA Tip 0, doğum öncesi başlangıçlı olup, gebeliğin son dönemlerinde fetal hareketliliğin azalması ile karakterize edilmektedir (Mercuri ve ark., 2022; Nishio ve ark., 2023; Trabacca ve ark., 2024). SMA'nın en nadir görülen ve en şiddetli formudur (Burr ve Reddivari, 2023). Bu bebeklerde doğumda, arefleksi, fasyal diplejisi ve konjenital kalp defektleri ile birlikte şiddetli kas güçsüzlüğü ve hipotoni görülmektedir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Bazı hastalarda doğum sonrasında hipoksik iskemik ensefalopati sonucunda nöbetler olduğu bildirilmektedir (Yılmaz ve ark., 2022). Hastalar genellikle doğumda veya yaşamlarının ilk ayında ciddi solunum problemlerinin gelişmesi nedeniyle kaybedilmektedir (Dinç ve ark., 2024; Nishio ve ark., 2023).

SMA Tip 1, infantil SMA veya Werdnig-Hoffmann hastalığı olarak da adlandırılmaktadır (Nishio ve ark., 2023; Trabacca ve ark., 2024). Bu tipte SMN2 geninin 1-2 adet kopyası bulunmaktadır. SMA'nın en yaygın tipi olan Tip 1 semptomları genellikle doğumdan sonraki 6 ay içerisinde ortaya çıkmaktadır (Yılmaz ve ark., 2022). Kas tonusunda azalma, baş-boyun kontrolü sağlayamama, refleks kaybı başlıca semptomlar olup bu hastalar desteksiz oturamamaktadırlar (Burr ve Reddivari, 2023; Dinç ve ark., 2024). SMA Tip 1 hastalarında üst kraniyal sinirler çoğunlukla korunduğu için, genellikle canlı bir yüz ifadesi, çatık kaş ve normal göz hareketleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, bulbar kasların zayıflığı, zayıf bir ağlamaya, zayıf emme ve yutma reflekslerine, salya birikmesine, dil fasikülasyonlarına, aspirasyon ve gelişme geriliği riskinde artışa neden olmaktadır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Ayrıca, interkostal kasların zayıflığı ve göğüs kafesi deformiteleri nedeniyle normal bir solunum döngüsü geliştirememektedirler (Nishio ve ark., 2023). Hastalar ilerleyen solunum yetmezliği nedeniyle genellikle ilk iki yıl içinde kaybedilmektedir (Koçoğlu ve ark., 2021).

SMA Tip 2, ara form veya Dubowitz hastalığı olarak da adlandırılmaktadır (Nishio ve ark., 2023; Trabacca ve ark., 2024). Bu tipte genellikle SMN2 geninin 2-3 adet kopyası bulunmaktadır (Yılmaz ve ark., 2022). Semptomlar 6-18 ay arasında ortaya çıkmakta ve Tip 1'deki kadar hızlı bir klinik kötüleşme göstermemektedir (Koçoğlu ve ark., 2021). Bacakları kollardan daha fazla etkileyen ilerleyici kas güçsüzlüğü görülmektedir (Dinç ve ark., 2024). Bu sınıftaki hastalar desteksiz oturabilmekte, ancak ayakta duramamakta ve yürüyememektedirler (Mercuri ve ark., 2022; Muslu, 2021; Nishio ve ark., 2023). Skolyoz, mandibula ankilozu, kalça

ve dizlerde kontraktür gelişebilmektedir (Nishio ve ark., 2023). Hastaların yaklaşık olarak %70'i 25 yaşına kadar yaşamaktadır (Burr ve Reddivari, 2023; Dinç ve ark., 2024).

SMA Tip 3, juvenil form veya Kugelberg-Welander hastalığı olarak da adlandırılmaktadır (Nishio ve ark., 2023; Trabacca ve ark., 2024). Bu tipte SMN2 geninin 3-4 adet kopyası bulunmaktadır (Yılmaz ve ark., 2022). Semptomlar yaşamın 18. ayından sonra ortaya çıkmakla beraber değişiklik göstermekte ve farklı sınıflandırılmaktadır (Nishio ve ark., 2023; Tankisi ve Ünalp, 2023). Hastalığın semptomları ve etkileri 18 ay ile 3 yaş arasında başladığı zaman SMA Tip 3a, 3 yaşından sonra ortaya çıktığı zaman SMA Tip 3b olarak adlandırılmaktadır (Tankisi ve Ünalp, 2023). İkisi arasındaki fark yürüme yeteneğinin korunma süresinden kaynaklanmaktadır. Tip 3a olan hastaların yaklaşık yarısı yetişkinliğe ulaşmadan önce yürüme yeteneklerini kaybedebilirken, Tip 3b olan hastalar ise 40 yaşından sonra bile yürüme yeteneklerini koruyabilmektedirler (Nishio ve ark., 2023; Tankisi ve Ünalp, 2023). SMA Tip 3 hastalarının yaşam süresi ise etkilenmemektedir (Burr ve Reddivari, 2023).

SMA Tip 4, erişkin tip olarak da adlandırılmaktadır (Nishio ve ark., 2023; Trabacca ve ark., 2024). Bu tipte SMN2 geninin 4-8 adet kopyası bulunmaktadır (Yılmaz ve ark., 2022). Genellikle 35 yaşından sonra bulgu vermektedir. Hastalığın en hafif tipidir ve hastalar ayakta tedavi görmektedirler (Dinç ve ark., 2024; Nishio ve ark., 2023; Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). Hafif kas güçsüzlüğü, seğirme ve titreme gibi belirtiler görülmekte, yutma ve solunum kasları nadiren etkilenmektedir. SMA Tip 4 hastalarında normal bir yaşam süresi beklenmektedir (Burr ve Reddivari, 2023; Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021).

4.SPİNAL MUSKÜLER ATROFİDE TANI VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

SMA ön tanısı; öykü, semptomlar ve fiziksel değerlendirme bulgularına dayanmaktadır (Dinç ve ark., 2024; Nishio ve ark., 2023). Ancak benzer semptomlar başka kas ve sinir sistemini tutan bozukluklarda da görüldüğü için ayırıcı tanıda dikkatli olunması gerekmektedir (Asadova ve ark., 2025). Kesin tanı SMN1 moleküler genetik analizinde patojenik varyantın tespiti ile konulmaktadır (Dinç ve ark., 2024). Fenotip özellik tespiti için ise SMN2 kopya sayısına bakılmaktadır. Ayrıca kas hasarı göstergesi olan serum kreatin kinaz (CK) düzeyi, sinir ve kasların elektriksel yöntemle incelenmesini sağlayan elektromiyografi (EMG) ve kas biyopsisi tanıda destekleyici yöntemler olarak kullanılmaktadır (Burr ve Reddivari, 2023). En iyi tedavi yanıtı, klinik bulgular ortaya çıkmadan ve motor nöron kaybı başlamadan önce tedavi uygulanan hastalarda görülmektedir. Bu yüzden erken tanı ve genetik tarama önem arz etmektedir (Keinath ve ark., 2021; Yeo ve ark., 2024; Yücel ve Yüksel, 2023).

Hastalık ile mücadele ve erken tanıda en etkili yöntemler taşıyıcı veya yenidoğan genetik tarama testleri ile prenatal ve preimplantasyon tanı yöntemleridir (Dinç ve ark., 2024). Taşıyıcı tarama testi olarak Real-Time PCR yöntemi kullanılmaktadır. Her iki eş adayının da SMA taşıyıcısı olduğunun belirlenmesi durumunda, ailelere hastalık hakkında ayrıntılı bilgi ve genetik danışmanlık verilmekte, preimplantasyon ve prenatal tanı testi seçenekleri sunulmaktadır (Yılmaz ve ark., 2022; Yücel ve Yüksel, 2023). Preimplantasyon, embriyoların kalıtsal ve genetik açıdan incelendikleri bir tür tanı yöntemidir. Bu yöntemde, invitro fertilizasyon (IVF) sırasında embriyodan hücre örneği alınarak gerekli olan genetik tarama yapılmakta ve sağlıklı embriyonun tespit edilmesi sağlanmaktadır (Dinç ve ark., 2024; Nishio ve ark., 2023). Böylece sağlıklı embriyoların anneye transferi yapılarak sonraki nesillerde hem taşıyıcılık hem de hastalık oranlarının azaltılması amaçlanmaktadır (Mercuri ve ark., 2022; Yücel ve Yüksel, 2023). Prenatal tanı testi; gebeliğin 10. haftasından itibaren koriyon villüs örnekleme (CVS), 15. haftasından itibaren de amniyosentez örneği üzerinde yapılan testlerle gerçekleştirilmektedir (Burr ve Reddivari, 2023). Yenidoğan taraması sayesinde de, hastalığın henüz semptomlar başlamadan erken dönemde tespit edilmesi sağlanmakta ve böylece tedaviye zamanında başlanabilmektedir (Mercuri ve ark., 2022). Ülkemizde yürütülmekte olan Ulusal Yenidoğan Tarama Programı ile taranan hastalıklara 09 Mayıs 2022 tarihi itibarıyla SMA da eklenmiştir (Dinç ve ark., 2024).

Tüm bu testler sonucunda bebeğe SMA tanısı konulduğunda, hasta ve ailesi süreç ve güncel tedavi seçenekleri konusunda bilgilendirilmelidir (Dinç ve ark., 2024). Hastalığın tedavi sürecinde yakın bir tarihe kadar, fiziksel rehabilitasyon, solunum fonksiyonlarını iyileştirme ve beslenme sorunlarının önlenmesi gibi destekleyici terapiler ağırlık kazanmıştır (Burr ve Reddivari, 2023; Nishio ve ark., 2023; Yücel ve Yüksel, 2023). Ancak son yıllarda SMA hastalığının tedavisinde büyük gelişmeler yaşanmış ve birçok terapötik ajan geliştirilmiştir (Yücel ve Yüksel, 2023). Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration-FDA) tarafından, 2016 yılından itibaren üç yeni ilaç onaylanmıştır. Bu ilaçlar, nusinersen (oligonükleotit), onasemnogene abeparvovec-xioi (gen replasmanı) ve risdiplam (SMN2 gen modülatörü) olarak sıralanmaktadır (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021; Yeo ve ark., 2024).

Nusinersen (Spinraza®), SMA hastalarının tedavisi için geliştirilmiş ve onaylanmış ilk ilaç olma özelliğine sahiptir (Mercuri ve ark., 2022). Nusinersen bir antisens oligonükleotit (ASO) olup, SMN2 genindeki pre-mRNA'ya bağlanarak bozuk protein üretimini baskılamakta ve SMN protein yapımını artırmaktadır (Burr ve Reddivari, 2023; Nishio ve ark., 2023; Yücel ve

Yüksel, 2023). SMA Tip 1, 2 ve 3 hastalarında intratekal enjeksiyon şeklinde 12 mg (5 ml) olarak uygulanmaktadır (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). Tedaviye 0. 14. 28. ve 63. günlerde dört adet yükleme dozu ile başlanmakta, daha sonra her dört ayda bir idame doz ile devam edilmektedir (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021; T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Nusinersenin yıllık maliyeti, ilacın başlandığı ilk yıl için yaklaşık 708 bin USD, sonraki yıllar için ise yıllık 354 bin USD'dir. Tedavinin yaşam boyu sürmesi gerekmektedir (Dinç ve ark., 2024). Ülkemizde, 2018 yılından itibaren geri ödeme kapsamında kullanılmaktadır ve yaklaşık 1.600 hasta nusinersen tedavisi almaktadır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022).

Onasemnogene abeparvovec-xioi (Zolgensma®), SMA hastaları için geliştirilen ikinci ilaç olup, FDA tarafından 24 Mayıs 2019 tarihinde onaylanmıştır (Dinç ve ark., 2024). Zolgensma fonksiyonel SMN proteininin motor nöronlar ve diğer çeşitli dokularda üretilebilmesini sağlayan bir gen replasman tedavisidir (Dinç ve ark., 2024; Tankisi ve Ünalp, 2023). Bu tedavi ile motor nöron hücrelerine fonksiyonel SMN1 geninin taşınması hedeflenmektedir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). İlaç intravenöz infüzyon yoluyla tek doz uygulanmaktadır (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). Zolgensma, ABD'de 2 yaşından küçük, Avrupa'da ise 21 kilodan düşük çocuklarda kullanılmaktadır (Arslan Ertürk, 2024). İlacın tek bir enjeksiyonu 2,125 milyon USD'dir ve dünya üzerindeki en pahalı ilaçlardan birisi olduğu bildirilmektedir (Burr ve Reddivari, 2023). T.C. Sağlık Bakanlığı SMA Bilim Kurulu, zolgensma tedavisinin etkinliği ve güvenilirliğine yönelik yeterli kanıt bulunmadığı için ilaca onay vermemektedir. Bu sebeple ilaç, Türkiye'de Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından Genel Sağlık Sigortası kapsamında karşılanmamaktadır (Arslan Ertürk, 2024).

Risdiplam (Evrysdi®), SMA hastaları için üretilen üçüncü ilaç olup, 7 Ağustos 2020 tarihinde FDA tarafından onaylanmıştır (Dinç ve ark., 2024). Risdiplam, SMN2 geni mRNA'sının uç birleştirme safhasını modifiye ederek fonksiyonel SMN proteini üretimini artırmaktadır (Dinç ve ark., 2024; Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021). İlaç günde bir kez, yemekten sonra, her gün yaklaşık olarak aynı saatte ve ağızdan alınmaktadır. İlacın dozu yaşa ve vücut ağırlığına göre belirlenmektedir. İki ay ile 2 yaş arasındaki çocuklar için 0,2 mg/ kg/gün, ≥ 2 yaşındaki ve <20 kg hastalar için 0,25 mg/kg/gün, ≥ 2 yaş ve ≥ 20 kg ağırlığındaki hastalar için 5 mg/gün önerilmektedir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). İki ay ile iki yaş arasındaki hastalar için ilacın ortalama yıllık maliyeti 93.456 USD iken, iki yaşından büyük ve 20 kilodan ağır hastalar için 354.000 USD'dir (Dinç ve ark., 2024). Risdiplam, ülkemizde 26 Nisan 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan düzenlemeyle SGK tarafından geri ödeme kapsamına alınmıştır (T.C. Resmi Gazete, 2025).

En yüksek maliyetli tedavilerden birisi olmasına rağmen SMA'nın halen küratif bir tedavisi bulunmamaktadır (Dinç ve ark., 2024). Nusinersen, onasemnogene abeparvovec-xioi ve risdiplam tedavilerinin yanı sıra birçok preklinik ve klinik çalışmalar halen devam etmektedir (Yücel ve Yüksel, 2023). Quinazolines enzimleri, aminoglikozid sınıfı antibiyotikler (tobramisin, amikasin) ve kök hücre tedavisi gibi yöntemlerin etkinliği üzerinde çalışılmaktadır (Kostak ve Çetintaş, 2022). Ayrıca, sinerjistik etki ile klinik yararlanımı artırmaya yönelik kombine tedavi stratejileri de denenmektedir (Yücel ve Yüksel, 2023). SMA hastalarının nöromusküler fonksiyonunu iyileştiren ve yaşam boyu genel sağlığını koruyan tedaviler önemli bir klinik ihtiyaç olarak görülmektedir (Saracaloğlu ve Demiryürek, 2021).

5.SPİNAL MUSKÜLER ATROFİLİ ÇOCUKLARDA FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON

SMA ilerleyici karakterdedir ve çeşitli derecelerde fonksiyonel problemler, solunum sistemi komplikasyonları, motor bozukluklar, skolyoz, hareket kısıtlılığı, yutma güçlüğü, osteopeni, ağrı, yorgunluk, konuşma ve iletişim sorunlarına neden olmaktadır (Burr ve Reddivari, 2023; Çatulay ve ark., 2023). SMA'yı tamamen ortadan kaldıran tıbbi ve cerrahi tedavi bulunmadığı için, hastaların palyatif bakıma, solunum ve beslenme desteğine, fizik tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımlarına ihtiyacı bulunmaktadır (Çatulay ve ark., 2023; Nicolau ve ark., 2021; Nishio ve ark., 2023). Hastalara uygulanacak olan fizik tedavi ve rehabilitasyon girişimleri en önemli destek tedavilerden birisi olarak görülmektedir (Burr ve Reddivari, 2023; Nicolau ve ark., 2021).

SMA'lı hastalarda fizik tedavi ve rehabilitasyonun amacı, hastanın kaslarının korunması ve fonksiyonlarının artırılması, eklem kontraktürleri ve skolyoz gibi ciddi deformitelerin önlenmesi, hareket kabiliyetlerinin geliştirilmesi, solunum fonksiyonlarının güçlendirilmesi, günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması olarak sıralanmaktadır (Mercuri ve ark., 2022; Nicolau ve ark., 2021). Fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinde multidisipliner ekip yaklaşımı sergilenmesi gerekmektedir (Çatulay ve ark., 2023; Ferreira ve Lucato, 2021). Bu ekip içinde doktor, hemşire, fizyoterapist, iş-ugraşı terapisti, psikolog, ortotist, diyetisyen ve sosyal hizmet uzmanlarına önemli sorumluluklar düşmektedir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). SMA'lı hastalarda fonksiyonel ve motor etkilenmeye bağlı olarak klinik seyir değişebileceği için, rehabilitasyon yaklaşımları bireysel farklılıklar göstermektedir (Ferreira ve Lucato, 2021). En sık kullanılan yöntemler arasında pozisyonlama, egzersiz, solunum terapisi ve destekleyici cihazların kullanımı yer almaktadır (Burr ve Reddivari, 2023; Cammarano ve ark., 2025; Ferreira ve Lucato, 2021).

Pozisyonlama, hareketliliği ve transferleri desteklemek, oluşabilecek kontraktürleri önleyebilmek, baskı yaralarının açılmasını önlemek ve enerji tüketimini en aza indirebilmek için gün içinde çocuğa özel pozisyonların verilmesi girişimidir (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Pozisyon ayarlama için rulolar, yastıklar, minderler ve takozlar gibi çeşitli destekler kullanılmaktadır (Mercuri ve ark., 2022; Yi ve ark., 2020). Ayrıca oturma destekleri, özel tasarlanmış koltuklar, yatırma veya eğilebilme seçeneklerine sahip bebek arabaları veya tekerlekli sandalyeler kullanılması önerilmektedir (Yi ve ark., 2020).

Germe egzersizlerinin fizik tedavi programında önemli bir yeri bulunmaktadır (Yi ve ark., 2020). Çocuklarda uzun süreli germe için kullanılan yöntemler arasında ortez ve atellerin kullanımı, aktif-yardımlı ve pasif germe teknikleri, yüzüstü yatma, ayakta durma sehpaları ve seri açılma yer almaktadır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Germe egzersizlerinden maksimum fayda sağlamak için rehabilitasyonun amacına ve bireysel hasta gereksinimlerine dikkat edilmelidir (Mercuri ve ark., 2022; Yi ve ark., 2020). Özellikle yürüyemeyen bireylerde haftada minimum 3-5 seans, optimum 5-7 seans germe egzersizi sıklığı önerilmektedir. Benzer şekilde, yürüyen bireylerde de haftada minimum 2-3 seans, optimum sıklıkta ise haftada 3-5 seans germe egzersizi tavsiye edilmektedir (Yi ve ark., 2020).

Solunum terapisi, hava yolu temizliğini desteklemek ve ventilasyonu iyileştirmek için uygulanmaktadır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022). Sekresyonların atılması için pozisyonlama, postural drenaj ve çeşitli aspirasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Mercuri ve ark., 2022; Yi ve ark., 2020). SMA Tip 1'li çocuklarda günde iki kez, SMA Tip 2'de gerektiğinde, SMA Tip 3'lü çocuklarda ise ciddi hastalıklar sırasında ve perioperatif dönemlerde hava yolu temizliği önerilmektedir (Yi ve ark., 2020).

Destekleyici cihazlar, SMA hastalarının motor fonksiyonlarını desteklemek ve yaşam kalitelerini artırmak için tercih edilmektedir (Burr ve Reddivari, 2023; Yi ve ark., 2020). Hastaların hareketsiz kalmalarını önlemek ve konfor düzeylerini artırmak için ortezler, walker (yürüteç), diz immobilizerleri, kaldırma ekipmanları, özel koltuklar, bebek arabaları ve elektrikli tekerlekli sandalyeler kullanılmaktadır (Burr ve Reddivari, 2023). Kontraktürleri önlemek ve eklemlerin doğru pozisyonda korunması için ayak bileği ortezlerinin kullanılması önerilmektedir (Yi ve ark., 2020). İletişimi sağlamak/geliştirmek için farklı iletişim yöntemleri ve göz takip cihazları kullanılmaktadır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2022).

6.SONUÇ

SMA, kranial sinir motor çekirdekleri ve omurilikte yer alan ön boynuz motor nöronların geri dönüşümsüz kaybının yol açtığı ilerleyici kas güçsüzlüğü ve atrofisi ile karakterize genetik bir

hastalıktır. Kalıtım şekillerinden en sık görüleni otozomal resesif formudur ve SMN geninin üzerindeki delesyonlara bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde akraba evliliklerinin yaygın olması nedeni ile SMA hastalığının görülme sıklığı ve taşıyıcılık oranı yüksektir. Bu hastalığın dünyada görülme sıklığı 10 binde bir iken, Türkiye’de görülme sıklığı 6 binde birdir. Ülkemizde yılda ortalama 1 milyon 200 bin doğum gerçekleştiği dikkate alındığında SMA ile dünyaya gelen bebek sayısının 130-180 (ortalama 150) arasında olduğu tahmin edilmektedir. Hastalığın en iyi tedavi yanıtı, klinik bulgular ortaya çıkmadan ve motor nöron kaybı başlamadan önce tedavi uygulanan hastalarda görülmektedir. Bu nedenle, erken tanı ve genetik tarama önem arz etmektedir. Son yıllarda hastalığın doğal akışını tamamen değiştirebilen tedavi seçenekleri ortaya çıkmıştır. Günümüzde FDA onayı alan hastalık modifiye edici nusinersen, onasemnogene abeparvovecxioi ve risdiplam tedavileri uygulanmaktadır. Bu tedavilerin yanı sıra birçok preklinik ve klinik çalışmalar halen devam etmektedir.

Sonuç olarak, SMA sadece bireyin değil, tüm ailenin yaşamını etkileyen karmaşık ve çok boyutlu bir hastalıktır. Erken tanı, etkili tedavi yöntemleri ve sürekli rehabilitasyon desteği hastaların yaşam kalitesini artırmada büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle SMA hastalığının yönetimi bütüncül bakım anlayışı ile şekillendirilmeli ve multidisipliner ekip yaklaşımı uygulanmalıdır. Bu kapsamda sağlık profesyonellerinin bilgi ve farkındalık düzeylerinin artırılması için gerekli eğitimlerin planlanması önerilmektedir. Aynı zamanda hasta ve ailelerine yönelik psikososyal destek hizmetleri sağlanmalıdır. Ayrıca, toplumsal farkındalığı artırıcı çalışmalar yapılmalı ve çocuk sahibi olmak isteyen çiftlere genetik danışmanlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Angilletta, I., Ferrante, R., Giansante, R., Lombardi, L., Babore, A., Dell’Elice, A., ... & Rossi, C. (2023). Spinal muscular atrophy: an evolving scenario through new perspectives in diagnosis and advances in therapies. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(19), 14873.
- Arslan Ertürk, A. (2024). Türkiye’de SMA’lı çocukların tedavisi ve yabancı ülke örnekleri. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 30(2):813-838.
- Asadova, S., Doğan, Y. E., & Canpolat, M. (2025). Spinal musküler atrofi ayırıcı tanı. *Türkiye Klinikleri Pediatric Neurology-Special Topics*, 6(1), 6-13.
- Burr, P., & Reddivari, A. K. R. (2023). Spinal Muscle Atrophy. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Camarano, S., Chirico, V. A., Giardulli, B., Mazzuocolo, G., Ruosi, C., & Corrado, B. (2025). Physical and respiratory rehabilitation in spinal muscular atrophy: a critical narrative review. *Applied Sciences*, 15(8), 4398. doi:10.3390/app15084398
- Çatula, D., Süner, Z., & Güre, M. D. P. (2023). Spinal Müsküler Atrofi (SMA) hastalarıyla ve aileleriyle sosyal hizmet uygulamaları. *Sosyal Çalışma Dergisi*, 7(2), 112-127.
- Dinç, G., Akın, M. G., & Erat, Z. (2024). SMA tarama, tanı ve tedavisinde karşılaşılan etik sorunlar,

sağlık politikalarında yükselen popülizm ve medyanın etkisi: Sistematik derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics-Law & History*, 32(1):64-75. doi: 10.5336/mdethic.2023-99285

Ferreira, R. D. D., & Lucato, J. J. J. (2021). Physiotherapy performance in motor and respiratory repercussions of patients with spinal muscular atrophy type I. *Residência Pediátrica*, doi: 10.25060/residpediatr-2021.v11n3-220

Keinath, M. C., Prior, D. E., & Prior, T. W. (2021). Spinal muscular atrophy: mutations, testing, and clinical relevance. *The Application of Clinical Genetics*, 14, 11-25.

Koçoğlu, E. A., Topçu, I., Keleş, G. T., Öztürk, T., Yentur, E. A., & Yercan, H. S. (2021). Tip 3 spinal musküler atrofi olguya anesteziye açıdan yaklaşım. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 191-193.

Kostak, M. A., & Çetintaş, İ. (2022). Spinal müsküler atrofi olan çocuk ve ailesinin hemşirelik bakımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 15(1), 99-107. doi: 10.46483/deuhfed.982436

Mercuri, E., Sumner, C. J., Muntoni, F., Darras, B. T., & Finkel, R. S. (2022). Spinal muscular atrophy. *Nature Reviews Disease Primers*, 8(1), 52. doi: 10.1038/s41572-022-00380-8

Muslu, M. (2021). Spinal musküler atrofi (SMA) ve tıbbi beslenme tedavisi. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 131-140. doi: 10.26650/JARHS2021-820357

Nicolau, S., Waldrop, M. A., Connolly, A. M., & Mendell, J. R. (2021, April). Spinal muscular atrophy. *Seminars in Pediatric Neurology*, 37, 100878. doi: 10.1016/j.spn.2021.100878

Nishio, H., Niba, E. T. E., Saito, T., Okamoto, K., Takeshima, Y., & Awano, H. (2023). Spinal muscular atrophy: the past, present, and future of diagnosis and treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(15), 11939. doi: 10.3390/ijms241511939

Saracaloğlu, A., & Demiryürek, A. T. (2021). Spinal musküler atrofi (SMA) tedavisinde yeni yaklaşımlar ve onaylı ilaçlar. *J Curr Pediatr*, 19:248-258. doi:10.4274/jcp.2021.0031

Tankisi, H., & Unalp, A. (2023). Spinal muscular atrophy types, innovations in diagnosis and treatment. *Journal of Dr. Behcet Uz Children's Hospital*, 13(3), 146-151. doi: 10.4274/jbuch.galenos.2023.91568

Trabacca, A., Ferrante, C., Oliva, M. C., Fanizza, I., Gallo, I., & De Rinaldis, M. (2024). Update on inherited pediatric motor neuron diseases: Clinical features and outcome. *Genes*, 15(10), 1346. doi: 10.3390/genes15101346

T.C. Resmi Gazete (2025). Sosyal Güvenlik Kurumu Sağlık Uygulama Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ. 26.05.2025. Sayı: 32882, Başbakanlık Basımevi, Ankara. Erişim tarihi 02.05.2025, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/04/20250426-4.pdf>

T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2022). Spinal Musküler Atrofi (SMA) Klinik Protokolü (Yayın No:1243). Ankara; Available from: <https://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/43881/0/smakp190822pdf.pdf>

Yeo, C. J., Tizzano, E. F., & Darras, B. T. (2024). Challenges and opportunities in spinal muscular atrophy therapeutics. *The Lancet Neurology*, 23(2), 205-218.

Yılmaz, S., Karaaslan, B. T., & Akoğlu, G. (2022). Gelişimsel bakış açısıyla Spinal Musküler Atrofi'de çocuğun sağlık hakkı ve yaşam kalitesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(3), 629-635.

Yi, Y. G., Shin, H. I., & Jang, D. H. (2020). Rehabilitation of spinal muscular atrophy: current consensus and future direction. *Journal of Genetic Medicine*, 17(2), 55-61. doi: 10.5734/JGM.2020.17.2.55

Yücel, Z., & Yüksel, E. B. (2023). Spinal musküler atrofi: Tanı, tarama ve tedavide güncel gelişmeler. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(2), 275-287. doi: 10.51123/jgehes.2023.92

MUSİQİ DƏRSLƏRİNDƏ EVRİSTİK TƏLİMDƏN İSTİFADƏ

HİDƏYƏTOVAVA Firəngiz Şahmurad qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

“İncəsənət və fiziki tərbiyə” fakültəsi

“Musiqi və onun tədrisi texnologiyası” kafedrası

Azərbaycan, Bakı şəhəri, Üzeyir Hacıbəyli küçəsi, 68

ORCID ID: 0000-0002-2005-6090

XÜLASƏ

Məqalə musiqi dərslərində evristik təlimin istifadəsi məsələlərinə həsr edilmişdir. Burada qeyd olunur ki, müasir dövrdə təhsilin məzmunu yeni prosessual bacarıqlarla, qabiliyyətlərin inkişafı, informasiyanın emalı, problemlərin yaradıcı həlli və s. ilə zənginləşir. Şəxsiyyətyönlü yeni pedaqoji texnologiyalara evristik təlim də aiddir. Evristik texnologiya “ixtira, tapıntı” vasitəsilə biliklərin mənimsənilməsini, həqiqətin müvafiq köməkçi suallar vasitəsi ilə aşkar edilməsini nəzərdə tutan tədqiqat və təlim üsullarıdır. Evristik təlim şagirdlərin yaradıcı şəxsiyyət kimi inkişafı, bacarıq və vərdişlərin formalaşdırılması məsələlərinin həllinə imkan yaradır, onlarda öyrənmək bacarığının əsaslarını, təlimə motivasiyalarını formalaşdırır, özünüinkişaf və özünütəşkil etmək üçün şərait yaradır. Evristik təlimdə əllidən yuxarı metod tətbiq olunur ki, bunlara: evristik müşahidə, faktlar, müqayisələr, fərziyyələr, proqnozlar, refleksiya və s. daxildir. Məqalədə musiqi dərslərində evristik texnologiyaya daxil olan bəzi forma və metodlarının istifadəsi təklif edilir:

Açar sözlər: şəxsiyyətyönlü təlim, evristik texnologiya, təlim forma və metodları

USING HEURISTIC TRAINING IN MUSIC LESSONS

ABSTRACT

The article is devoted to the issues of using heuristic training in music lessons. It is noted that in modern times, the content of education is enriched with new procedural skills, the development of abilities, information processing, creative problem solving and etc. Heuristic learning also belongs to the new personality-oriented pedagogical technologies. Heuristic technology is a research and teaching method that involves the acquisition of knowledge through "invention, discovery" and the discovery of truth through appropriate auxiliary questions. Heuristic learning allows solving the problems of students' development as creative personalities, forming skills and habits, forms the foundations of their learning abilities, motivation for learning, creates conditions for self-development and self-organization. More than fifty methods are used in heuristic learning, including: heuristic observation, facts, comparisons, hypotheses, predictions, reflection, etc. The article proposes the use of some

forms and methods included in heuristic technology in music lessons.

Key words: personality-oriented training, heuristic technology, training forms and methods

GİRİŞ

Bu gün bir sıra inkişafedici pedaqoji təlim texnologiyaları işlənilib hazırlanmışdır ki, bunlar müxtəlif məqsəd, məzmun və metodika xüsusiyyətləri ilə fərqlənir. İnkişafedici pedaqoji texnologiya dedikdə köhnə izahedici-illüstrativ təlim tipinin əvəzinə gələn yeni tipli aktiv-fəaliyyətli təlim növü başa düşülür. Təhsilin məzmunu yeni prosessual bacarıqlarla, qabiliyyətlərin inkişafı, informasiyanın emalı, problemlərin yaradıcı həlli və s. ilə zənginləşir. Pedaqoji prosesin vacib amili kimi şəxsiyyətyönlü müəllim-şagird münasibətləri çıxış edir. İctimai bilik səviyyəsinə uyğun pedaqoji texnologiyaların yaradılmasında elmin rolu artmağa başlayır. Bu gün bütün təlim texnologiyalarının geniş spektrini öyrənmədən pedaqoji cəhətdən savadlı mütəxəssis olmaq mümkün deyil.

Müəllimlər inkişafedici texnologiyalardan istifadə etməklə dərsləri daha maraqlı edən, şagirdləri sağlam mühakimələr irəli sürməyə, sonradan real həyata tətbiq edəcəkləri məzmunu başa düşməyə yardım edən mühüm vasitələrə çevirə bilirlər. Deməli, bunlar təhsilin məzmununun daha yaxşı mənimsənilməsi və müstəqil cavab vermək məqsədilə şagirdlərin tələb olunan təfəkkür prosesini inkişaf etdirilməsi üçün çox faydalıdır.

İnkişafedici pedaqoji texnologiyalara müxtəlif təlimlər aiddir ki, bunların sırasında evristik təlim ən səmərəli olanlardan biridir. Bu texnologiya vasitəsilə öyrənənlərdə azadlıq, müstəqillik, məqsədyönlük, qeyrət, şərəf, təşəbbüskarlıq, yaradıcılıq, orijinallıq, iradə, zəhmətkeşlik, nizam-intizam, fəallıq, ustalıq, məsuliyyət kimi keyfiyyətlər tərbiyə olunur.

ARAŞDIRMA

Evristik təlim şagird üçün daima yeniliklərin axtarışı, tapılmasıdır. Evristik texnologiya “ixtira, tapıntı” vasitəsilə biliklərin mənimsənilməsini, həqiqətin müvafiq köməkçi suallar vasitəsi ilə aşkar edilməsini nəzərdə tutan tədqiqat və təlim üsullarıdır. Pedaqogikada evristik müsahibə mütərəqqi təlim forması kimi əzbərçilik və doqmatizm ilə mübarizədə meydana gəlmişdir.

Çox vaxt evristik təlim dedikdə müxtəlif şeylər nəzərdə tutulur: a) təlimin forması, məsələn *evristik söhbət*; b) təlim metodu, məsələn *beyin həmləsi* metodu; b) şagirdlərin yaradıcı inkişafının texnologiyası və s. Evristik təlimin ən düzgün və dolğun tərifini Rusiya akademiki A.V.Xutorskoy vermişdir. Onun fikrincə, evristik təlim – elə təlimdir ki, “burada məqsəd – şagirdin özü tərəfindən təhsilin məna, məqsəd və məzmununu, həmçinin onun təşkili prosesi, diaqnostikası və dərk edilməsinin quraşdırmasıdır”. (6; səh. 14.)

Evristik təlimin ilkin mənbəyi Sokrat metodudur, hansı ki, müsahibi ilə söhbət zamanı xüsusi suallar, mühakimə və mülahizələr vasitəsilə yeni biliyin “doğulmasına”, yaranmasına nail olurdu.

Sonralar evristik texnologiyanın elementlərini J.J.Russo və L.N. Tolstoyun pedaqoji əsərlərində görə bilirik. XX əsrdə evristik texnologiyanın əsasını görkəmli ABŞ filosof və pedaqoqu Con Dyui qoymuşdur. C.Dyuinin fikrinə, təhsildə təlim, əmək və oyun fəaliyyətlərinin vəhdəti realizə olunmalıdır. Həm bilik, həm təcrübə, həm mürəkkəb suallara cavabların tapılması, həm də müxtəlif maddi obyektlərin hazırlanması şagirdlər tərəfindən təlim mühiti ilə qarşılıqlı əlaqənin gedişatında mənimsənilir.

Qabaqcıl müəllim və alimlər tərəfindən C.Dyuinin konsepsiyası əsasında bu gün əlindən yuxarı evristik metod işlənib-hazırlanmışdır. Bu metodlar belə adı o səbəbdən almışlar ki, onların tətbiqi nəticəsində ortaya hər zaman şagirdlər tərəfindən yaradılan təhsil məhsulu çıxarılır: ideya, fərziyyə, qanunauyğunluq, eksperiment, kiçik də olsa bir mətn əsəri və ya rəsm, əl işi, layihə və s. Bu metodlar çoxdur, və hər bir yaradıcı müəllim özü də bu tipli metodlar yarada bilər.

Sözsü ki, evristik təlim metodlarının hər bir fənn, o cümlədən də musiqi fənni üçün, öz xüsusiyyətləri var, bundan başqa evristik təlimin müxtəlif formaları da mövcuddur. Musiqi dərslərində evristik təlimin müxtəlif formaları, metod və priyomları mövcuddur:

Evristik daxil olma belə formadır ki, burada bir neçə gün ərzində təlim dominantası qorunub-saxlanılır və bu da şagirdlər tərəfindən təhsil obyektinin idrakını evristik metodlar vasitəsilə həyata keçirilməsini təmin edir. Belə daxil olmada müəyyən bir dövr və ya hadisə, ölkə və ya bir bəstəkarın yaradıcılığı, musiqi nəzəriyyəsi və ya anlayışı ehtiva olunur. Evristik daxil olma bir sıra təhsil vəziyyətlərindən ibarət ola bilər.

Evristik olimpiada. Onun məqsədini şagirdlərə, onların fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, maksimal özünüifadə imkanının yaradılması təşkil edir. Bu forma şagirdlərə kiçik həcmli yaradıcı məhsulu qısa zaman ərzində yaratmağa imkan verir. Olimpiadanın tapşırıqları müxtəlif nominasiyalarda ola bilər: “İdeyalar”, “Obrazlar”, “Qanunauyğunluqlar”, “İşarələr”, “Simvollar”, “Təcrübə”, “Quruluşlar” və s. Evristik olimpiadada mürəkkəb məsələlərin düzgün həlli deyil, şagirdlərin yaratdığı məhsulların nə dərəcədə kreativ, yaradıcı olması qiymətləndirilir. Məsələn, belə bir tapşırıq verilə bilər “Bütün insanlar üçün ümumi olan dili təsvir et”.

Evristik suallar. Musiqi dərslərində bəzən qısa bir zaman ərzində müəllim danışmağı, göstərməyi, oxumağı, izah etməyi və s. çatdırma bilməlidir. Bunun üçün şagirdləri düşünməyi

vadar edən “suallar” forması da faydalıdır. Burada düzgün sualların axtarılıb-tapılması mühüm rol oynayır. Müəllim üçün nəyi və necə soruşmaq məsələsi vacibdir, çünki sualda gizli şəkildə qoyulmuş məsələnin məğzi olmalıdır. Ənənəvi suallar hər zaman dəqiq birmənalı cavabı və ya hərəkəti tələb edir və bu sualların uşaqların inkişafında heç bir mənası yoxdur. Çünki bunlar şagirdlərdə V.Davıdovun sözüylə desək “empirik-təsnifatı” təfəkkür tipi formalaşdırır ki, bunun materialın yaradıcı dəyişdirilməsi ilə heç bir əlaqəsi yoxdur. Çünki belə tədrisdə inkişafedici-təlimedici mənada məsələnin qoyuluşu yoxdur!

Sualın pedaqoji və bədii dəyəri bundadır ki, o çoxşaxəli olsun və onun əsasını yaradıcılıq təşkil etsin, yəni ona müxtəlif düzgün cavablar tapsın, sualların həllinin tapılması müəllim və şagirdlər arasında qısa interaktiv məsləhətləşmə formasını alsın.

Bir hadisə və ya obyekt barəsində məlumatı axtarılıb-tapmaq üçün yeddi əsas sual verilməlidir: Kim? Nə? Nə üçün? Harada? Nə ilə? Necə? Nə zaman? Sualları cütləyərək yeni sual da yaratmaq mümkündür, məsələn, Necə-Nə zaman? Tədqiq olunan obyekt barəsində bütün bu suallara və onların müxtəlif variantlarla cütlənməsinə cavab axtarırları qeyri-adi ideyalar və həllər doğurur.

Sinektika metodu məsələlərin həllində analogiyaların (bənzətmə) istifadəsini nəzərdə tutur. Bu üsül beyin həmləsi metodunun tam əksi olub, müxtəlif növ analogiyalara, inversiya, assosiasiyalara və s. əsaslanır. Əvvəl problemin ümumi cəhətləri müzakirə olunur, ilk həllər irəli sürülür və dənlənir, analogiyalar yaradılır və inkişaf etdirilir, alternativlər seçilir, yeni analogiyalar axtarılır, prolemə yenidən qaydılır. Sinektika mürəkkəb idrakı-təlim məsələlərin həlli üçün tətbiq olunur, həmçinin də özü-özlüyündə yaradıcı axtarış prosesi vərdişlərinin əldə edilməsi üçün faydalıdır.

Musiqi dərslərinin mahnı oxuma mərhələsində mahnının öyrənilməsi və ifası priyomları simvolik analogiyaların istifadəsi ilə aparılır. Uşaqlar özləri mahnının sözlərinə assosiasiyaları yaradır və mətni asanlıqla yadda saxlayırlar. Eləcə də musiqini dinləməkdən əvvəl uşaqlara musiqi əsərinə ad uydurmaq tapşırığı verilir. Dərslərdə həmçinin “Yaxşı-pis”, “Nə kimi?”, oyunlarını keçirmək yaxşı olar. Məsələn, uşaqlar düşünürlər payız – yaxşıdır yoxsa pis. Pisdirsə – niyə? Yaxşıdırsa – niyə? Musiqi yüngüldür – nə kimi? Şən, parlaq – nə kimi? Və s.

Uşaqlarda alətlərdə çalmaq həvəsi o qədər böyük olur ki, onlar çox vaxt böyük həcmli təlim işini heç hiss etmirlər. Burada bir sıra priyomlardan istifadə etmək olar ki, bunların vasitəsilə uşaqlarda musiqili-yaradıcı vərdişlərini inkişaf etdirmək olar: bizimlə birgə elə; bu səslər mənim haqqımdadır – elementar improvizasiya; mənim bədənimin musiqisi (psalmofoniya) –

səsli jestlərlə ifadələr (plastik intonasiya), müstəvidə çalma; səslərlə oyunlar – səs-küydən yaranan musiqi – küylü alətlər vasitəsilə uşaqlarda obrazlı-assosiasiyalı təfəkkür və intonasiyanın əsasları inkişaf etdirilir; qrafik yazı (psalmografıya) – səslərin ayrı-ayrı xəssələrinin simvolik təsviri (dinamika, yüksəklik, uzunluq, tembr), ən sadə musiqinin yazılışı və qrafik simvollar vasitəsilə onun səsləndirilməsi; obraz uydur;

“Bəstəkarlar” oyunu; “Şairlər” oyunu; “Rəssamlar” oyunu; assosiasiyalı oyunlar: boyaların palitrası, hisslərin palitrası; bəstələmə (melodiya, nağıl, hekayə, seir).

Bayramlar və musiqi konsertləri üçün ssenarilərin yazılışı zamanı uşaqları individual həlləri tapmağa vadar etmək lazımdır. Hər kəs öz fikrini söyləməlidir və bunun nəticəsində eyni bir məsələnin bir-neçə həlli tapıla bilər. Belə fəaliyyətdə uşaqlar öz yüksək yaradıcı potensialını nümayiş etdirir.

Müasir musiqi dərslərində, əsasən də yuxarı siniflərdə uğurla tətbiq oluna bilən və evristik texnologiyaya daxil olan tədqiqat metodudur ki, o, uşaqların təbiətdən gələn ətraf dünyanı öyrənmək, tədqiq etmək tələbatına əsaslanır. Tədqiqat əsnasında *lahiyə* formasını istifadə etmək olar. İlk dəfə bunu C.Dyui təklif etmişdir. Lahiyə müəyyən bir tədrisi-idrakı priyomların cəmini nəzərdə tutur ki, bunların vasitəsilə şagirdin müstəqil fəaliyyəti nəticəsində bu və ya digər problemin həlli mümkün olur. Lahiyə fəaliyyətin təşkili musiqi dərslərinin səmərəliliyini artırmağa imkan yaradır. Bu gün lahiyə metodikasına malik olmayan müəllim yüksək ixtisasçı kimi qəbul oluna bilməz.

NƏTİCƏ

Bütün yuxarıda deyilənlərdən belə nəticə çıxarmaq olar ki, evristik təlim şagirdlərin yaradıcı şəxsiyyət kimi inkişafı, bacarıq və vərdişlərin formalaşdırılması məsələlərinin həllinə imkan yaradır, onlarda öyrənmək bacarığının əsaslarını, təlimə motivasiyalarını formalaşdırır, özünüinkişaf və özünütəşkil etmək üçün şərait yaradır. Evristik təlimin mahiyyətini şagirdlər tərəfindən öyrənilən fənlərə dair “təhsil məhsulunun” yaradılması və hər bir sahədə fərdi təhsil trayektoriyasının quraşdırılması təşkil edir. Təhsil məhsulu dedikdə, biz birincisi, şagirdin fəaliyyəti nəticəsində alınan maddi məhsulu (mühakimə, mətnlər, rəsmlər, əl işləri və s.), ikincisi – təlim prosesində şagirdin şəxsiyyət keyfiyyətlərinin dəyişməsinə nəzərdə tuturuq. Bu ikili tərəf – maddi və şəxsiyyəti, şagirdin fərdi təhsil prosesinin quraşdırılması gedişatında eyni zamanda yaradılır.

Beləliklə, evristik təlim dərsləri daha maraqlı edir, bu təlim şagirdlərdə yaradıcı qabiliyyətləri inkişaf etdirir, təhsilin məzmununu daha yaxşı mənimsənilməsi və şagirdlərin müstəqil

düşüncəyə, tədqiqat aparmağa qadir olması məqsədi ilə tələb olunan təfəkkür prosesini inkişaf etdirir.

ƏDƏBİYYAT:

1. Axundova G.Ə. Musiqinin tədrisində yeni pedaqoji texnologiyalar. / Metodiki vəsait. Bakı, ADPU, 2019, 55 səh.
(Akhundova G.A. New pedagogical technologies in music teaching. / Methodological manual. Baku, ADPU, 2019, 55 p.)
2. Алиев Ю.Б. Настольная книга школьного учителя музыки. Москва, 2002, 336 стр.
(Aliyev Y.B. Handbook of a teacher-musician. Moscow, 2002, 336 p.)
3. M.T.Əliyeva. Yaradıcılıq qabiliyyətlərinin inkişafı problemləri. / Monoqrafiya. Bakı, ADPU, 2022, 189 səh.
(M.T. Aliyeva. Problems of development of creative abilities. / Monograph. Baku, ADPU, 2022, 189 p.)
4. Mehrabov A. Pedaqoji texnologiyalar. Bakı: "Çaşıoğlu", 2006, 372 səh.
(Mehrabov A. Pedagogical technologies. Baku: "Chasioglu", 2006, 372 p.)
5. Томина Е.Ф. Педагогические идеи Джона Дьюи: история и современность. // Вестник Оренбургского Государственного Университета №2, 2011
(Tomina E.F. Pedagogical ideas of John Dewey: history and modernity. // Bulletin of the Orenburg State University No. 2, 2011)
6. Хуторской А.В. Эвристическое обучение. В 5 томах. Москва, 2011-2012
(Khutorskoy A.V. Heuristic learning. In 5 volumes. Moscow, 2011-2012)

KADIN GİRİŞİMCİLERCE ÜRETİLEN GASTRONOMİK ÜRÜNLERE DAİR TÜKETİCİ ALGISI: SERBEST KELİME ÇAĞRIŞIMI VE ÇOKLU UYUM ANALİZİ

Kadir ÇETİN

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, 15200 Burdur

ORCID ID: 0000-0003-0102-8913

Abdulkadir KARANCI

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Social Sciences, Burdur/Türkiye

ORCID ID: 0009-0008-0975-3064

ÖZET

Bu araştırma, kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere yönelik tüketici algılarını serbest çağrışım tekniği aracılığıyla incelemektir. Nitel araştırma yöntemi benimsenmiş ve veri toplama aracı olarak serbest kelime çağrışımı tekniği kullanılmıştır. Katılımcılardan “kadın girişimcilerce üretilen gastronomik ürünler” ifadesine ilişkin ilk aklı gelen kelimeleri yazmaları istenmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi ve çoklu uyum analizi ile değerlendirilmiştir. Bulgular, tüketicilerin bu ürünleri lezzetli, hijyenik, doğal ve güvenilir olarak algıladığını, aynı zamanda “el emeği”, “başarı” ve “özgüven” gibi değerlerin öne çıktığını göstermektedir. Kadın girişimciliğe yönelik sosyal destek algısı da tüketici zihninde önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca cinsiyet bazlı farklılıklar tespit edilmiştir, kadınlar sosyal fayda ve dayanışma kavramlarına odaklanırken, erkekler yenilikçilik ve dijital erişim boyutlarını vurgulamıştır. Araştırma sonuçları, kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlerin yalnızca birer gıda ürünü değil, aynı zamanda kültürel ve toplumsal anlamlar taşıyan değerler bütünü olarak algılandığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kadın Girişimciliği, Gastronomik Ürünler, Tüketici Algısı, Serbest Kelime Çağrışımı

ABSTRACT

This research aims to examine consumer perceptions of gastronomic products produced by women entrepreneurs through the free word association technique. A qualitative research method was adopted, and the free word association technique was used as the data collection tool. Participants were asked to write down the first words that came to mind regarding the expression “gastronomic products produced by women entrepreneurs.” The data obtained were evaluated using content analysis and multiple correspondence analysis. The findings reveal that consumers perceive these products as tasty, hygienic, natural, and trustworthy, while values such as “handcraft,” “success,” and “self-confidence” also stand out. The perception of social support for women’s entrepreneurship also holds an important place in the minds of consumers. Moreover, gender-based differences were identified: women focused on concepts such as social

benefit and solidarity, whereas men emphasized dimensions of innovation and digital accessibility. The results of the study demonstrate that gastronomic products produced by women entrepreneurs are perceived not only as food items but also as a set of values carrying cultural and social meanings.

Keywords: Women’s Entrepreneurship, Gastronomic Products, Consumer Perception, Free Word Association

1.GİRİŞ

Girişimcilik başarılı bir şekilde yönetilen kaynaklardan yararlanarak bireylerin ve ulusların ekonomik büyümesine katkı sunan ve işsizliği azaltarak toplumun tüm kesimleri için değer yaratan stratejik bir kalkınma aracıdır (Doğan vd., 2024; Gül ve Gül, 2018; Msosa, 2022). Kadınların iş hayatındaki daha çok yer alması girişimciliğin toplumsal ve ekonomik kalkınmadaki rolünü gün geçtikçe artırmaktadır. Özellikle kadınların 1970’lerden itibaren toplumun gelişiminde rol oynayan alanda aktif rol oynaması girişimcilik faaliyetlerini artırmıştır (Akkil vd., 2024; Serinikli, 2019; Şahin, 2009). Bunun bir sonucu olarak “kadın girişimciliği” kavramı ortaya çıkmıştır.

Kadın girişimciliği, kadınların ekonomik bağımsızlıklarını kazanmalarına, hane halkı gelirlerini artırmalarına ve toplumsal statülerini güçlendirmelerine imkân tanımaktadır. Kadınlar, kendilerine özgü bakış açıları ve yaklaşımlarıyla herhangi bir alanda yenilikçi fikirler ve çözümler sunarak hem ekonomik hem sosyal alanlarda önemli katkılar sağlamaktadır (Bharti, 2021; Doğan vd., 2024; Gül ve Gül, 2018). Bu katkıların artması, sürdürülebilir bir şekilde devam etmesi ve desteklenmesi için kadınların kolektif bir yapı içerisinde örgütlenmesi gerekmektedir. Kadın girişimciliği ve birlikteliğinin bir sonucu olarak kadınlara sosyal ve ekonomik güç kazandıran ve toplumda dayanışmayı teşvik eden “kadın kooperatifleri” kavramı ön plana çıkmıştır (KEİG, 2018). Kadın kooperatifleri kadınlar tarafından kurulan ve işletilen üretim ve pazarlama odaklı yapılar olarak tanımlanabilir. Türkiye’de 200’den fazla kadın kooperatifi bulunmaktadır ve her geçen gün sayısı artmaktadır (Adar vd., 2023).

Bu kooperatif yapılanmalarının en önemli faaliyet alanlarından biri yöresel ürünlere dayalı geleneksel gastronomi ürünlerinin üretimidir. Çünkü kadın kooperatiflerinde geleneksel üretim tekniklerini canlandıran, koruyan ve sürdüren kadın girişimciler yer almaktadır (Cihangir vd., 2023). Ayrıca yöresel mutfak kültürünün gelecek nesillere aktarılmasında önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı kadın kooperatifleri, somut olmayan kültürel mirasın korunması açısından stratejik bir öneme sahip olduğu söylenebilir. Çünkü geleneksel gastronomik ürünler toplumun kültürel kimliğini her açıdan yansıtan bir değerdir (Altılı, 2010;

Fernandes vd., 2024). Son olarak kadın kooperatifleri tarafından üretilen gastronomik ürünler, endüstriyel üretimin homojenleştirici etkisine karşı yerel değerleri ve biyoçeşitliliği koruduğu söylenebilir (Akmese vd., 2024; Anthopouloua vd., 2010). Kadın girişimciler tarafından yöresel malzemeler ve tekniklerle üretilen reçel, turşu, peynir, ekmek vb. ürünler modern pazarlama yöntemleriyle hem ekonomik sürdürülebilirliği sağlamakta hem kültürel mirasın korunmasına destek olmaktadır. Bu üretim faaliyetleri kırsal alanlarda kadın istihdamını artırmakta ve kadın girişimcilerin sosyal statülerini güçlendirmektedir (Bharti, 2021).

Gastronomik ürünlerin pazarlanmasında tüketici algı ve tercihlerini anlamak oldukça önemlidir. Çünkü satın alma kararının ilk aşamasını bu algılar ve ürün deneyimi etkilemektedir. Alanyazın incelendiğinde altı farklı Avrupa ülkesinde (Belçika, Fransa, İtalya, Norveç, Polonya ve İspanya) geleneksel gıda ürünlerinin alışkanlık-doğallık, köken-yerellik, işleme-hazırlama ve duysal özellikler olmak üzere dört ana boyutta algılandığı tespit edilmiştir (Guerrero vd., 2009). Buna ek olarak, serbest kelime çağrışımı ve merdiven tekniğini kullanarak gerçekleştirdikleri araştırmada Roininen vd. (2005) tüketicilerin yöresel ürünleri otantiklik ve yerellik kavramlarıyla ilişkilendirdiklerini belirtmişlerdir.

Alanyazın incelendiğinde kadın kooperatifleri ve gastronomik ürünlerin üretimi odaklı araştırmalar olmasına karşın (Adar vd., 2023; Anthopoulou, 2010; Bharti, 2021; Cihangir vd., 2023) kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere yönelik tüketici algısını doğrudan inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu söylenebilir. Bu araştırmanın amacı kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere ilişkin tüketicilerin zihinlerinde oluşan çağrışımları, algıları ve değerlendirmeleri serbest kelime çağrışımı tekniğiyle ortaya koymaktır. Çünkü serbest kelime çağrışımı tekniği, tüketicilerin doğrudan ifade etmekte zorlandıkları derin bilişsel ve duygusal tepkilerini keşfetmede ve gıda tercihlerine etki eden sosyo-kültürel faktörleri belirlemede etkili bir yöntem olarak bilinmektedir (Ares ve Deliza, 2010; Rozin vd., 2002). Ayrıca araştırma bu ürünlere ilişkin tüketicilerin beklentilerini ve tutumlarını anlamayı hedeflemektedir.

2.YÖNTEM

Bu araştırmanın evrenini kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünleri en az bir kez satın almış, 18 yaşından büyük, kendi bütçelerini yönetme ve satın alma kararlarını bağımsız olarak verme yetkisine sahip yetişkinlerden oluşturmaktadır. Türkiye Kurumu (TÜİK, 2024) verilerine göre Türkiye nüfusunun (85 milyon 664 bin 944) %74,53'ü 18 yaşından büyüktür. Bu veriler ışığında %95 güven düzeyi ve %5 hata payı ile minimum örneklem büyüklüğü 384 olarak hesaplanmıştır (Yamane, 1967).

Araştırma kapsamında veri toplamak amacıyla çevrimiçi anket formu kullanılmıştır. Anket formu alanyazın taramasıyla oluşturulmuştur (Colangelo vd., 2003; Guerrero vd., 2009; Roininen vd., 2005; Rozin vd., 2002). Anket formu serbest kelime çağrışımı, tüketim alışkanlıkları ve tercihleri ve demografik bilgiler olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm serbest kelime çağrışımına yönelik katılımcılardan “*kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünler*” kavramına ilişkin üç kelime yazmaları ve bu kelimelere ilişkin algılarını (olumlu/olumsuz) belirlemeleri istenmiştir. İkinci bölüm tüketim alışkanlıklarına ve tercihlerine yönelik satın alma sıklıkları, nereden aldıkları vb. soruları içermektedir.

Araştırmada amaçlı ve kartopu örnekleme yöntemi kapsamında veriler 10-30 Nisan 2025 tarihleri arasında toplanmıştır. İlk olarak amaçlı örnekleme kapsamında kadın girişimcilerin ürünlerini satın alarak çevrimiçi platformlarda yorum yazan kişilere gönderilmiştir. İkinci olarak araştırmaya katılanlardan çevrelerinde kriterlere uygun kişilerle paylaşımları istenmiştir. Bu yaklaşımla araştırmanın genellebilirliğini artırmak hedeflenmiştir. Veri toplama sürecinde 245 anket formuna ulaşılmıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizi üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada serbest kelimeler içerik analizi yöntemiyle incelenmiş ve temalar oluşturulmuştur (Braun ve Clarke, 2006). Bu süreç güvenilirliğini artırmak amacıyla üç farklı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Temalar ve bu temaların altında yer serbest kelimeler kesinleşinceye kadar odak grup görüşmeleri yapılmıştır. İkinci aşamada serbest kelimelerin görsel analizleri R programı ve “ggplot2” paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.BULGULAR

3.1.Tanımlayıcı Bilgiler

Araştırmaya katılanların demografik özellikleri incelendiğinde, örneklemin çeşitli yaş gruplarından oluştuğunu görülmektedir. Katılımcıların yaş dağılımı incelendiğinde, 18-25 yaş aralığında bulunanlar %30,6 ile en yüksek oranı oluştururken, 26-33 yaş grubu %13,1, 34-41 yaş grubu %14,3, 42-49 yaş grubu %18 ve 50 yaş ve üzeri katılımcılar %24,1 oranında temsil edilmektedir. Araştırmaya katılanların cinsiyet dağılımı incelendiğinde, kadın katılımcılar %72,2 oranıyla örneklemin büyük çoğunluğunu oluştururken, erkek katılımcılar %27,8 oranında yer almaktadır. Bu dağılım, kadın girişimcilerin ürünlerine yönelik tüketici algılarının araştırılması açısından anlamlı bir örneklem yapısı sunmaktadır. Eğitim düzeyi incelendiğinde, katılımcıların %47,8'i lisans düzeyinde eğitime sahipken, %23,3'ü lise, %22 oranında master derecesine sahip katılımcılar bulunmaktadır. İlk ve ortaöğretim seviyesindeki katılımcılar toplamda %6,9 oranında temsil edilmektedir. Araştırmaya katılanların kadın girişimciler

tarafından üretilen gastronomik ürünleri satın alma sıklığı incelendiğinde, %37,1 oranında katılımcının ayda 1-2 kez satın alma davranışı sergilediği görülmektedir. %21,2’lik kesimin ise haftada 1-2 kez satın aldığı görülmektedir. Buna karşın, ürünler el emeği değilse hiçbir şekilde satın almadığını belirtenlerin oranı %13,9’dur. Kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünleri satın almama nedenleri sorgulandığında, %38,4 oranında katılımcı sağlıklı ve katkısız olmaması durumunu temel neden olarak belirtmektedir. Kadın üreticilere destek olma motivasyonu %24,5, geleneksel lezzetlere ulaşma isteği %9,8 oranında etkili olmaktadır.

Tablo 1. Tanımlayıcı bilgiler

Özellikler	n	%	
Yaş	18-25	75	30,6
	26-33	32	13,1
	34-41	35	14,3
	42-49	44	18
	50 ve üzeri	59	24,1
Cinsiyet	Kadın	177	72,2
	Erkek	68	27,8
Eğitim durumu	İlk ve ortaöğretim	17	6,9
	Lise	57	23,3
	Lisans	117	47,8
	Master	54	22
Kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünleri ne sıklıkla satın alırsınız?	Yılda birkaç kez	89	36,3
	Ayda 1-2 kez	91	37,1
	Haftada 1-2 kez	52	21,2
	Haftada 2 defadan fazla	13	5,3
Kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünleri satın almanızda en temel neden nedir?	El emeği olması	34	13,9
	Sağlıklı ve katkısız olması	94	38,4
	Kadın üreticilere destek olmak	60	24,5
	Geleneksel lezzetlere ulaşmak	24	9,8
	Yerel üretimi desteklemek	33	13,5
Kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünleri en çok nereden satın alırsınız?	Köy pazarları	100	40,8
	Kadın kooperatifleri	66	26,9
	Online satış platformları	40	16,3
	Fuar/etkinlikler	39	15,9

3.2.Serbest Kelime Çağrışımı Tematik Analizi

Araştırmaya katılanlar “kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünler” kavramına yönelik belirttikleri 735 kelime çağrışımı, tematik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Braun ve Clarke (2006) tarafından önerilen tematik analiz yaklaşımı temel alınarak gerçekleştirilen analiz sonucunda, kalite ve ürün özellikleri, emek ve üretim süreci, gıda ürünleri ve yöresel lezzetler, sosyal destek ve kadın güçlenmesi, duygusal çağrışımlar, aile ve geleneksel değerler ile olumsuz çağrışımlar olmak üzere yedi tema belirlenmiştir.

3.1.1.Kalite ve Ürün Özellikleri

Kalite ve ürün özelliklerine odaklanan kelime sayısı 192 (%26,1) olarak tespit edilmiştir. Bu tema altında lezzetli (65 kez), hijyenik (25 kez), sağlıklı (23 kez), temiz (20 kez), güvenilirlik (17 kez), doğallık (12 kez) ve organik (8 kez) kelimeleri tekrarlanmıştır. Bu tema altında yer alan kelimeler kadın girişimcilerin ürettiği gastronomik ürünlerin fiziksel özelliklerini, kalite standartlarını ve araştırmaya katılanların güvenliğini vurgulamaktadır.

3.1.2.Emek ve Üretim Süreci

Emek ve üretim süreci kategorisi 99 farklı kelimedenden (%13,5) oluşmakta ve üretim sürecinin el emeği odaklı doğasını ile girişimcilik sürecini vurgulamaktadır. Bu temada “el emeği” (63 kez), başarı (19 kez), sürdürülebilirlik (4 kez), yaratıcılık (3 kez) ve çaba (3 kez) gibi kelimeler tekrarlanmaktadır. Kadın girişimcilerin ürettiği gastronomik ürünlerle ilişkilendirdikleri bu kelimeler araştırmaya katılanların kadın girişimcilerin ürünlerini endüstriyel üretimden farklılaştıran temel özellik olarak el emeğini gördüklerini işaret etmektedir. Buna ek olarak kadın girişimcilerin iş dünyasındaki başarılarının araştırmaya katılanlar tarafından takdir edildiğini göstermekte ve modern üretim değerleri olan çevresel sorumluluk ile yenilikçilik anlayışının bu ürünlerle ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır.

3.1.3.Gıda Ürünleri ve Yöresel Lezzetler

Bu tema araştırmaya katılanların zihinlerinde kadın girişimcilerin ürettiği spesifik gıda ürünlerini ve yöresel lezzetleri canlandıran 91 kelimedenden (%12,4) oluşmaktadır. Erişte (21 kez), tarhana (17 kez), mantı (11 kez), gözleme (8 kez), börek (7 kez) ve hamur işi (6 kez) gibi serbest çağrışım kelimeleri bu temayı desteklemektedir. Sonuç olarak araştırmaya katılanların geleneksel Türk mutfağının temel hamur işlerini kadın girişimcilerin ürünleriyle güçlü bir şekilde özdeşleştirdiğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda araştırmaya katılanların bu ürünleri kırsal alan üretimi ve yerel kültürle ilişkilendirdiğini göstermekte, geleneksel değerlerin modern girişimcilik anlayışıyla buluştuğunu işaret etmektedir.

3.1.4.Sosyal Destek ve Kadın Güçlenmesi

Sosyal destek ve kadın güçlenmesi teması kadın girişimcilere yönelik sosyal desteğin ve toplumsal cinsiyet eşitliği perspektifinin araştırmaya katılanların algılarında önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu temada destek (12 kez), güçlü olmak (8 kez), cesaret (7 kez) ve özgüven (5 kez) çağrışımları ön plana çıkmaktadır. Bu bulgular, araştırmaya katılanların kadın girişimcilerin ürünlerini satın alma motivasyonlarında sosyal sorumluluk bilincinin etkili olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca kadın girişimcilerin toplumsal rollerine yönelik olumlu

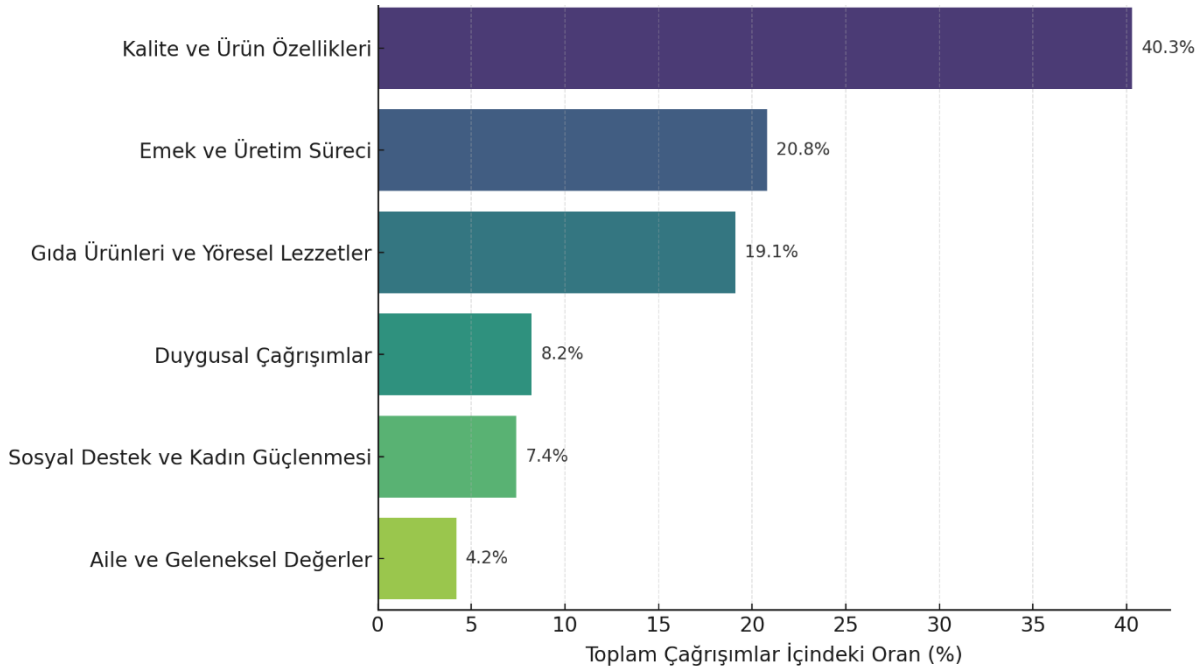
algıları yansıtmakta ve araştırmaya katılanların satın alma davranışlarında sosyal etki ile toplumsal fayda motivasyonlarının belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır.

3.1.5. Duyusal Çağrışımlar

Duyusal çağrışımlar, kadın girişimcilerin ürünlerinin araştırmaya katılanlarda yarattığı pozitif duygusal tepkileri göstermektedir. Bu tema mutluluk (14 kez), sevgi (10 kez), gurur (4 kez), samimiyet (4 kez) ve huzur (3 kez) çağrışımları olmak üzere 39 kelimeden (%5,3) oluşmaktadır. Bu bulgular, araştırmaya katılanların bu ürünleri sadece fonksiyonel bir gıda maddesi olarak değil, aynı zamanda duygusal tatmin sağlayan birer deneyim olarak algıladıklarını göstermektedir.

3.1.6. Aile ve Geleneksel Değerler

Araştırmaya katılanlar kadın girişimcilerin ürünlerinin geleneksel aile yapısı ve kültürel değerlerle ilişkilendirildiği tespit edilmiştir. Bu tema, Anne ve anne eli (6 kez) kelimeleri, annelik rolü ve ev içi üretim geleneğinin bu ürünlerle özdeşleştirildiğini ortaya koymaktadır. Aile (4 kez) çağrışımı, ürünlerin aile değerleri ve ev ortamı ile ilişkilendirildiğini gösterirken, geleneksel (2 kez) ve kültür (2 kez) kelimeleri kültürel süreklilik algısını yansıtmaktadır.



Şekil 1. Serbest Kelime Çağrışımı Temalarına Göre Dağılım (% Oranlar)

3.2. Serbest Çağrışım Kelime Bulutu

Araştırma kapsamında elde edilen serbest kelime çağrışımları, görsel bir analizle kelime bulutu oluşturulmuştur (Şekil 2). Araştırmaya katılanlar "kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünler" ifadesine ilişkin verdikleri kelimeler incelendiğinde, en sık tekrar eden

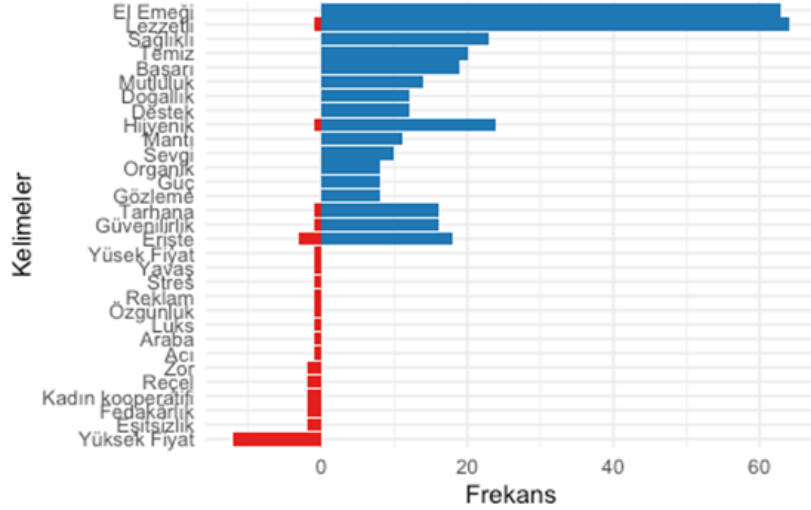
kelimelerin “lezzetli”, “el emeği”, “hijyenik”, “sağlıklı”, “erişte”, “temiz”, “başarı” ve “güvenilirlik” olduğu tespit edilmiştir. Bu kelimeler araştırmaya katılanlar için hem fiziksel ürün özelliklerinin (ör. hijyen, doğallık) hem de üretim sürecine ilişkin değer yargılarının (ör. el emeği, başarı, güven) önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca “tarhana”, “manti”, “erişte” gibi yöresel ürün isimlerinin sıkça tekrarlanması, araştırmaya katılanların zihninde kadın girişimcilerin ürünlerini geleneksel ve yerel lezzetlerle özdeşleştirdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Kadın Girişimci Ürünlerine Yönelik Serbest Kelime Çağrışımı Kelime Bulutu

3.3.Serbest Kelime Çağrışımlarının Tüketici Algılarının Duygu Temelli Dağılımı

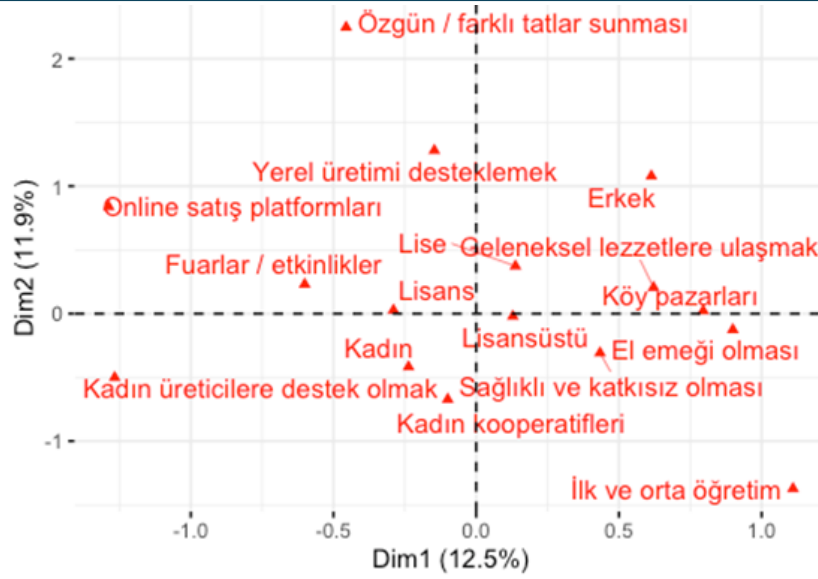
Araştırmaya katılanların kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere ilişkin serbest kelime çağrışımlarının pozitif ve negatif duygu durumlarına göre frekans dağılımları Şekil 3’te sunulmuştur. “Lezzetli”, “el emeği”, “hijyenik”, “başarı”, “mutluluk” ve “güvenilirlik” gibi pozitif yüklü kelimelerin ön planda olduğu görülmektedir. Ayrıca genellikle “yüksek fiyat” ve “zor üretim süreci” gibi ekonomik veya erişim temelli olumsuzluklara işaret eden olumsuz duygu yüklü kelimeler dikkat çekmektedir. Sonuç olarak kelime çağrışımlarının büyük çoğunluğunun pozitif duygu yüklü olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Araştırmaya Katılanların Serbest Çağrışımlarında Pozitif ve Negatif Duygu Yönelimi

3.4.Çoklu Uyum Analizi Sonuçları

Kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere yönelik tüketici algısının demografik ve davranışsal değişkenler üzerinden çoklu uyum analizi (MCA) Şekil 4'te sunulmuştur. Eksenler incelendiğinde araştırmaya katılanların kategorik özelliklerine göre boyutlandırılmış ve ilk iki boyut varyansın %24'ünü açıkladığı söylenebilir. Harita, analizde kullanılan cinsiyet, eğitim düzeyi, satın alma yeri ve satın alma nedenine ait kategorilerin ilk iki boyuttaki dağılımını göstermektedir. Ayrıca yakın konumda olan değişkenler araştırmaya katılanların kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere ilişkin algılarının benzer eğilimde olduğunu göstermektedir. Örneğin, “kadın”, “kadın üreticilere destek olmak”, “kadın kooperatifleri” ve “sağlıklı ve katkısız olması” kategorileri birbirine yakın konumdadır. Sonuç olarak araştırmaya katılan kadınların dayanışma motivasyonuna sahip oldukları ve kadın girişimciler tarafından üretilen ürünlerin sağlıklı olduğu algısıyla ettiklerini ortaya koymaktadır. Araştırmaya katılan erkekler ise “özgün/farklı tatlar sunması”, “online satış platformları”, “fuarlar/etkinlikler” ve “yerel üretimi desteklemek” gibi kategorilerle daha çok ilişkilendirilmiştir. Erkeklerin kadınlardan farklı olarak farklılaşmış tat beklentilerine ve dijital/alternatif satın alma kanallarına yöneldiklerini göstermektedir. “Geleneksel lezzetlere ulaşmak” ve “el emeği olması” gibi nedenlerin “köy pazarları” ile birlikte konumlanması ise bu ürünlerin nostaljik, el yapımı ve kültürel değer taşıyan nitelikleriyle algılandığını işaret etmektedir.



Şekil 4. Kadın Girişimci Ürünlerine Yönelik Tüketici Algısında Kategorik Değişkenlerin MCA Haritası

4.SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma kapsamında, kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünlere yönelik tüketici algıları serbest kelime çağrışımı tekniğiyle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, katılımcıların bu ürünlere büyük oranda olumlu yaklaştığını ve kadın girişimcilere yönelik yüksek düzeyde destek bilinci taşıdıklarını göstermektedir. Katılımcılar, bu tür ürünleri öncelikle lezzet, hijyen, doğallık ve güvenilirlik gibi fiziksel niteliklerle ilişkilendirmiştir. “Lezzetli”, “sağlıklı” ve “temiz” gibi kelimelerin sıklıkla tekrar edilmesi, ürünlerin işlevsel fayda yönünden olumlu algılandığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, geleneksel gıda ürünlerinin doğallık, yerellik ve duyuşal özellikler temelinde algılandığını belirten Guerrero vd. (2009) çalışmasıyla örtüşmektedir.

Bununla birlikte, el emeği, başarı ve yaratıcılık gibi üretim süreci ile ilişkili kelimeler, kadın girişimcilerin emek temelli üretim süreçlerinin tüketici algısında önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Katılımcılar bu ürünlerin endüstriyel gıdalardan ayıran temel özellik olarak el emeğine vurgu yapmaktadırlar. Bu bulgu, literatürde kadın girişimciliğin özgün üretim yapılarıyla desteklenmesi gerektiğini vurgulayan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Bharti, 2021; Cihangir vd., 2023). Ayrıca katılımcıların bu ürünleri, toplumsal fayda ve cinsiyet eşitliği bağlamında da değerlendirdikleri görülmektedir. “Destek”, “cesaret”, “özgüven” gibi kelimelerin varlığı, tüketicilerin satın alma davranışlarında sosyal sorumluluk bilincinin önemli ölçüde etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, kadın girişimciliğinin ekonomik olduğu kadar sosyal dönüşüm açısından da önemini ortaya koymaktadır (KEİG, 2018; Akkil vd., 2024).

Duygusal çağrışımlar analiz edildiğinde, “mutluluk”, “samimiyet” ve “gurur” gibi pozitif duygular dikkat çekmektedir. Katılımcılar bu ürünleri yalnızca fonksiyonel değil, aynı zamanda duygusal tatmin sağlayan deneyimler olarak algılamaktadır. Bu bağlamda ürünler, ailevi değerler ve geçmişe yönelik nostaljik unsurlarla da bütünleşmiştir. “Anne eli”, “aile” ve “geleneksel” gibi ifadeler, kültürel süreklilik ve aile yapısının bu algıda temel belirleyici olduğunu göstermektedir (Altılı, 2010; Fernandes vd., 2024).

Çoklu uyum analizi sonuçları, demografik ve davranışsal değişkenlerin algı farklılıklarını ortaya koymaktadır. Kadınlar genellikle ürünleri kadın kooperatifleri ve sağlıklı üretimle ilişkilendirirken, erkeklerin “farklı tatlar”, “online satış” ve “fuarlar” gibi kategorilerle daha çok özdeşleştiği görülmektedir. Bu durum, pazarlama stratejilerinde toplumsal cinsiyete dayalı farklılaştırmaların dikkate alınması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, kadın girişimciler tarafından üretilen gastronomik ürünler, tüketicilerin zihninde yerel, kültürel, el emeğine dayalı ve toplumsal fayda sağlayan ürünler olarak yer edinmiştir. Bu ürünlerin yalnızca gıda olarak değil, aynı zamanda birer kültürel miras unsuru ve sosyal değer taşıyıcısı olarak algılandığı görülmektedir. Bu bağlamda, kadın kooperatiflerinin ve kadın girişimcilerin desteklenmesi, yalnızca ekonomik gelişme değil, kültürel sürdürülebilirlik açısından da önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Adar, A. Ş., Dedeoğlu, S., & Kurtuluş, G. (2023). Türkiye’de kadın kooperatifleri: Mevcut durum analizi, kadın güçlenmesi ve istihdam yaratma potansiyeli. *Çalışma ve Toplum*, 2(77), 1174-1208. <https://doi.org/10.54752/ct.1280833>
- Ares, G., & Deliza, R. (2010). Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, 21(8), 930–937. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.03.006>
- Akkil, A., Kale, E., & Kadam, S. (2024). SÜRDÜRÜLEBİLİR GASTRONOMİ KAPSAMINDA KADIN GİRİŞİMCİLERİN ROLÜ: AKÇAKOCA YUKARI MAHALLE PAZARI ÖRNEĞİ. *Gastoria: Journal of Gastronomy And Travel Research*, 8(2), 217-226. <https://doi.org/10.32958/gastoria.1469085>
- Akmese, K. A., Akmese, H., Ates, A., Cihangir, I. S., Keles, H., & Keles, A. (2024). The significance of women’s cooperatives in promoting the sustainability of local gastronomic products: The case of Bor women’s agricultural development cooperative. *Environment and Social Psychology*, 9(4). <https://doi.org/10.54517/esp.v9i4.2318>
- Altılı, P. (2010). I prodotti agroalimentari tradizionali come beni culturali. *Economia Della Cultura*, 1, 35–46. <https://doi.org/10.1446/32183>
- Anthopoulou, T., Koutsoub, S., Darnhofer, I., & Grötzer, M. (2010). Local agri-food products of women’s cooperatives. The “feminine side” of quality (Greece). *Building Sustainable Rural Futures: The Added Value of Systems Approaches in Times of Change and Uncertainty. 9th European IFSA Symposium, Vienna, Austria, 4-7 July 2010.*, 1712–1720. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133409945>

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bharti, N. (2021). Role of cooperatives in economic empowerment of women: a review of Indian experiences. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1108/wjemsd-07-2020-0095>
- Colangelo, A., Stephenson, K., Westbury, C., & Buchanan, L. (2003). Word associations in deep dyslexia. *Brain and Cognition*, 53(2), 166–170. [https://doi.org/10.1016/s0278-2626\(03\)00102-7](https://doi.org/10.1016/s0278-2626(03)00102-7)
- Cihangir, İ. S., Akmeşe, H., & Akmeşe, K. A. (2023). Yöresel Gastronomik Ürünlerin Gastronomi Turizmine Kazandırılması Sürecinde Kadın Kooperatiflerinin Tutumları: Deneysel Kadın Kooperatif Üyeleri Üzerine Bir Araştırma. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 205-225.
- Doğan, M., Hamarat, H., & Gül, M. (2024). Kadın girişimcilerin geleneksel gıdalara karşı tutumu: Bingöl örneği. <https://doi.org/10.30685/tujom.v9i4.203>
- Fernandes, G. P., Costa, A., & Cerveira, R. (2024). Gastronomic Identity and the role of the Confraternities in the valorisation of local products. The Confraternity of Bucho Raiano in the promotion of culture and inland tourism. *European Countryside*, 16(1), 151–167. <https://doi.org/10.2478/euco-2024-0009>
- Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S., Sajdakowska, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Contel, M., Scalvedi, M. L., Granli, B. S., & Hersleth, M. (2008). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52(2), 345–354. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.11.008>
- Gül, M., & Gül, K. (2018). Balıkesir ilinde kadın girişimci profili ve sorunları: yiyecek sektörü üzerine bir uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (56), 82-96.
- KEİG (2015) Türkiye’de Kadın Kooperatifleşmesi: Eğilimler ve İdeal Tipler. KEİG Yayınları Dizisi: Araştırma Raporu.
- KEİG. (2018). Kadın Kooperatifleri Kılavuzu. İstanbul: Keig Yayınları.
- Msosa, S. K. (2022). Challenges facing women cooperatives in accessing markets for agricultural products: A systematic literature review. *International Review of Management and Marketing*, 12(6), 37-43.
- Roininen, K., Arvola, A., & Lähteenmäki, L. (2005). Exploring consumers’ perceptions of local food with two different qualitative techniques: Laddering and word association. *Food Quality and Preference*, 17(1–2), 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.04.012>
- Rozin, P., Kurzer, N., & Cohen, A. B. (2002). Free associations to “food:” the effects of gender, generation, and culture. *Journal of Research in Personality*, 36(5), 419–441. [https://doi.org/10.1016/s0092-6566\(02\)00002-8](https://doi.org/10.1016/s0092-6566(02)00002-8)
- Serinikli, N. (2019). Kırsal alandaki mikro kadın girişimcilerin kooperatifleşmeye karşı tutumları: Agro-Turizm Kadın Kooperatifleri. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 14(1), 45-57.
- Şahankaya, A., Dedeoğlu, S., & Kurtuluş, G. (2023). Türkiye’de Kadın Kooperatifleri: Mevcut Durum Analizi, Kadın Güçlenmesi ve İstihdam Yaratma Potansiyeli. *Çalışma ve Toplum*, 2(77), 1174-1208. <https://doi.org/10.54752/ct.1280833>
- Şahin, E. (2009). Kadın girişimcilik ve Konya ilinde kadın girişimcilik profili üzerine bir uygulama. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9(17), 286-309.
- Uzunöz, M., Büyükbay, E. O., & Bal, H. S. G. (2008). Kırsal kadınların gıda güvenliği konusunda bilinç düzeyleri (Tokat ili örneği). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 35-46.

YEŞİL ALAN TESİSİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN ÇİM TÜRLERİ VE OPTİMUM VERİM İÇİN UYGULANMASI GEREKEN GÜBRE DOZLARI

Bilal KAYA

Izmir Metropolitan Municipality, 35250 Konak, İzmir

ORCID ID: 0000-0001-9127-9809

Enise SUKUŞU

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, 56100, Siirt

ORCID ID: 0000-0002-6892-124X

ÖZET

Kent yaşamının önemli bir parçası olan açık yeşil alanların hem toprak hem de insan sağlığı üzerine birçok etkileri vardır. Toprak sağlığı açısından faydaları; toprak yüzeyini kapladığı için yüzey akışını azaltması ve bu sayede erozyonu önlemeye katkı sağlaması olarak örneklendirilebilir. İnsan sağlığı açısından ise çevresel gürültüyü azaltma, toz hareketliliğini azaltma, hissedilen ortam sıcaklığını 4-8°C azaltması, oksijen üretimi, karbon tutumu, rekreasyon etkisi, fiziksel aktiviteyi artırma fırsatı sunması ve stresi azaltması gibi etkenler sayılabilir. Bu bağlamda yeşil alanların bakım faaliyetleri önem kazanmaktadır. Bakım politikaları geliştirilirken öncelikle yeşil alanları oluşturan bitkilerin özelliklerinin ve büyüme dönemlerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Çünkü yazlık ve kışlık çim türleri farklı zamanlarda büyümekte ve dinlenmektedir. Dinlenme sezonunda yeşil rengi sarıya dönmekte ancak bitkinin fizyolojik gelişiminin bir parçası olan bu durum bilinmediği zaman bitkilerin öldüğü zannedilmektedir. Oysaki kışlık çeşitler kışın, yazlık çeşitler de yazın yeşil kalmakta ve diğer zamanlarda dinlenme periyodunda olmaktadır. Bu periyotlar arasında yeşil dokunun devamlılığını sağlamak için çim türleri karışık ekilmekte ve her daim yeşil renk elde edilmektedir. Bakım faaliyetleri arasında sulama, gübreleme, bitki koruma vb. gibi faaliyetler bulunmaktadır. Bitkilerin sağlıklı gelişebilmeleri için topraktan kaldırdıkları besin elementi miktarlarının gübreleme ile tekrar verilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde çim bitkileri zamanla zayıflamakta ve görsel kalitesini yitirmektedir. Sürekli biçilerek fiziksel kayba sebep olduğundan bitki tekrar yapraklanmak zorunda kalmakta bu sebeple gübre ve su isteği artmaktadır. Gübreleme bu açıdan önem kazanmakta ve aksatılmaması gereken bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmamızda yaygın olarak kullanılan çim türleri, gübreleme zamanı ve miktarı ile ilgili literatür incelenmesi sonucu çimin türü ve bitki besleme göz önünde bulundurularak gübreleme programları hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil alan, çim, gübreleme, bitki besleme

GRASS TYPES COMMONLY USED IN GREEN SPACE FACILITIES AND FERTILIZER DOSES THAT SHOULD BE APPLIED FOR OPTIMAL YIELD

ABSTRACT

Open green spaces, a vital part of urban life, have numerous impacts on both soil and human health. Its benefits in terms of soil health can be exemplified by reducing surface runoff as it covers the soil surface and thus contributing to the prevention of erosion. For human health, they include reducing environmental noise, reducing dust movement, reducing perceived ambient temperature by 4-8°C, producing oxygen, sequestering carbon, providing a recreational effect, providing opportunities for increased physical activity, and reducing stress. In this context, maintenance activities for green spaces are gaining importance. When developing maintenance policies, it is crucial to thoroughly understand the characteristics and growth stages of the plants that comprise green spaces. Summer and winter grass species grow and rest at different times. During the dormant season, the green color turns yellow, but if this is not known, which is part of the plant's physiological development, the plants are assumed to be dead. However, winter varieties remain green in winter, while summer varieties remain green in summer and are in rest at other times. Between these periods, a mix of grass species is planted to maintain the green texture, resulting in an evergreen color. Maintenance activities include irrigation, fertilization, and plant protection. For healthy growth, plants must replenish the nutrients they remove from the soil through fertilization. Otherwise, grass plants weaken over time and lose their visual quality. Since physical loss is caused by constant mowing, the plant has to re-leaf, and therefore the need for fertilizer and water increases. In this respect, fertilization becomes important and is a practice that should not be neglected. In this study, information will be given about fertilization programs considering the type of grass and plant nutrition as a result of literature review on commonly used grass types, fertilization time and amount.

Keywords: Green space, grass, fertilization, plant nutrition

AZƏRBAYCAN NİTQ MƏDƏNİYYƏTİNƏ QƏDİM TÜRK RİTORİKASININ TƏSİRİ

İBRAHİMOVA Nabat

Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Dövlət İdarəçilik Akademiyasının baş müəllimi, dosenti

Xülasə

Məqalədə qədim türk yazılı abidələrinin, xüsusilə Orxon-Yenisey abidələrinin türk ritorikasının formalaşmasındakı rolu və bu ritorikanın Azərbaycan nitq mədəniyyətinə təsiri araşdırılır. Bu abidələr yalnız tarixi sənəd deyil, həm də ictimai-siyasi ideologiyanın, dövlətçilik düşüncəsinin və estetik nitq ənənəsinin daşıyıcısı kimi çıxış edir. Türk ritorikasında başlıca motivlər – qəhrəmanlıq, dövlətin birliyi, xalqın oyadılması və düşməinə qarşı mübarizə – Azərbaycan epik ənənəsinə öz təsirini göstərmişdi. Abidələrdəki qısa, təsirli ifadələr, təkrarlar və ritorik fiqurlar şifahi ənənənin yazılı ədəbiyyata uğurlu keçidini nümayiş etdirir. Beləliklə, qədim türk ritorikası Azərbaycan nitq mədəniyyətinin tarixi köklərindən biri kimi mühüm yer tutur.

Açar sözlər: Azərbaycan dili, nitq mədəniyyəti, türk ritorikası, Qədim türk abidələri

Abstract

The article examines the role of ancient Turkic written monuments, particularly the Orkhon-Yenisei inscriptions, in the formation of the Turkic rhetorical tradition and analyzes their impact on the speech culture of the Azerbaijani people from historical and linguistic perspectives. These monuments function not only as historical documents but also as important carriers of socio-political ideology, statehood concepts, and the tradition of aesthetic rhetoric within the broader framework of Turkic intellectual and cultural heritage. The principal themes of Turkic rhetoric—such as heroism, the consolidation of statehood, the awakening of national consciousness, and the struggle against external adversaries—have exerted a profound influence on the development of the Azerbaijani epic tradition. The concise and impactful expressions, repetitions, and rhetorical devices present in the inscriptions illustrate the successful transition of oral traditions into written literature. Thus, ancient Turkic rhetoric occupies a significant position as one of the historical foundations of Azerbaijani speech culture.

Keywords: Azerbaijanian, rhetoric, turkish rhetoric, Ancient Turkish monuments

Giriş

Nitq mədəniyyəti cəmiyyətin müəyyən bir tarixi mərhələdə nitq fəaliyyətini tədqiq edir və dilin insanlar arasında kommunikasiya vasitəsi kimi istifadə qaydalarını elmi prinsiplər əsasında sistemləşdirir.

Nitq mədəniyyəti həm nəzəri, həm də praktiki bir intizamdır. O, ədəbi dil tarixinin, qrammatikanın, stilistikanın nailiyyətlərini və nəticələrini ümumiləşdirərək dil praktikasına təsir göstərməyi hədəfləyir. Onun digər bir xarakterik xüsusiyyəti onun ictimai əhəmiyyəti və sosial proseslərə davamlı şəkildə daxil olmasıdır. [2,səh. 4]

Türk ritorikasına nəzər salsaq onun formalaşmasında əsas və ilkin mərhələ qədim türk yazılı abidələri ilə bağlıdır. Bu abidələr yalnız dil və yazı tariximiz üçün deyil, eyni zamanda türk xalqının ritorik düşüncə tərzinin, ictimai-siyasi dünyagörüşünün və ideoloji ifadə tərzinin formalaşmasında mühüm rol oynamışdır. Tarixən bu yazılı mənbələr Qədim Türk (Göytürk) əlifbası ilə yazılmış və əsasən VIII əsrə aid edilən Orxon-Yenisey abidələridir. Onlar həm məzmun və forma, həm də üslub baxımından türk ritorikasının ilk klassik nümunələri hesab edilə bilər.

Araşdırma və tədqiqat

Qədim türk abidələri türk ədəbiyyatı tarixində ilk tarixi-bədii nümunələr kimi səciyyələndirilməklə yanaşı, eyni zamanda erkən dövr türk qəhrəmanlıq epikası üçün səciyyəvi olan xüsusiyyətləri də özündə ehtiva edir. [3; səh.51]

Qədim türk yazılı abidələri türk xalqlarının, o cümlədən Azərbaycan türklərinin nitq sənətinin, mədəni inkişafının və dünyagörüşünün formalaşmasında əsas tarixi mənbə kimi çıxış edir. Bu abidələrdə ifadə olunan ideyalar, dil və ritorik xüsusiyyətlər Azərbaycan dilində və ədəbiyyatında öz əksini tapmış, nəticədə milli mədəniyyətimizin zənginləşməsinə xidmət etmişdir.

Əvvəlcə qeyd etmək lazımdır ki, qədim türk abidələrinin leksikası, ifadə tərzı və estetik xüsusiyyətləri Azərbaycan dilinə bir sıra sözlər, deyimlər və ritorik üsullar şəklində keçmişdir. Bu, dilimizin zənginləşməsi və nitq bacarıqlarının inkişafında önəmli rol oynamışdır. Məsələn, Orxon abidələrindəki epik və qəhrəmanlıq motivləri, xalqın birlik və vətənpərvərlik ruhunu ifadə edən çoxsaylı frazeoloji vahidlər və metaforalar bizim dilimizin lüğət xəzinəsində hələ də yaşamaqdadır.

Daha sonra, bu qədim təsirlər orta əsrlərdə möhkəmlənərək klassik ədəbi janrlar, xüsusən də dastanların əsas motivlərinə çevrilmişdir. Xalqımızın ən məşhur dastanlarından olan "Dədə Qorqud", "Koroğlu" və digər epik əsərlərdə qədim türk abidələrinin ruhu və ideyaları aydın görünür. Bu dastanlarda həm qəhrəmanlıq idealları, həm də kollektiv şüur, sosial ədalət, azadlıq arzusu kimi dəyərlər qədim türk düşüncə tərzindən qaynaqlanır. Məsələn, Dədə Qorqud dastanlarında kağanlıq, dövlətçilik və xalqın birliyi mövzuları elə bir ritorik gücə malikdir ki, bu da qədim abidələrindəki çağırışların və ideyaların davamı sayıla bilər.

Qədim türk abidələri türk ədəbiyyatı tarixində ilk tarixi-bədii nümunələr kimi səciyyələndirilməklə yanaşı, eyni zamanda erkən dövr türk qəhrəmanlıq epikası üçün səciyyəvi olan xüsusiyyətləri də özündə ehtiva edir. [3; səh.51] Sü sülənən bulungdakı bodunıg kop alınmış, kop baz kalmış, başlıgıg yükürtürmüş, mızlıgıg sökürmüş (KTş 2) “Hücum edib ətrafdakı xalqı tabe etdirmiş, başlarını səcdə etdirmiş, dizini çökdürmüş”[1,səh.560]. Burada biz türklərin dünyagörüşündə hakimiyyətin güc, iradə və qəhrəmanlıq üzərində qurulmasının şahidi oluruq. Burada qəhrəman obrazı düşməne qalib gələn, ətraf xalqları itaətə gətirən, onların rəhbərlərinə baş əydiren və ruhən məğlub edən bir fiqur kimi təqdim olunur. Bu, həm epik, həm mifoloji, həm də siyasi-ideoloji motivlərlə zəngin bir ifadədir.

Ümumilikdə, qədim türk abidələrinin Azərbaycan mədəniyyəti və nitq sənətinə təsirinin əsas cəhəti onların milli şüurun və ədəbiyyatın formalaşmasında əvəzsiz rol oynamasıdır. Bu təsir, dilin zənginləşməsi, qəhrəmanlıq motivlərinin təcəssümü, həmçinin mədəni və ideoloji dəyərlərin nəsil-dən-nəslə ötürülməsi şəklində özünü göstərir. Beləliklə, qədim türk ritorikası Azərbaycan ədəbiyyatının və nitq mədəniyyətinin tarixi köklərini təşkil edir və müasir dilimizə, mədəniyyətimizə zəngin ideya və estetik qatqılar verməyə davam edir.

Məzmun və ideoloji dəyərlərə nəzər salsaq, bu abidələr eyni zamanda, ictimai-siyasi ideologiyanın və dövlətçilik təfəkkürünün ritorik ifadəsidir. Burada əsas vurğu dövlətin birliyi, xalqın itaəti, kağanın ədaləti və düşməne qarşı mübarizə kimi motivlərə verilir. Bu, ritorikanın sadəcə estetik deyil, həm də siyasi və didaktik funksiyalar daşdığını göstərir. Abidələrdə xalqın səhlənkarlığına qarşı xəbərdarlıq, düşməne qarşı ayıqlıq və tarixdən dərs çıxarma çağırışları aparıcı motivlərdəndir: *Anta kisrə tengri yarlıkazu, kutırn bar üçün, ülügim bar üçün öltəgi bodunıg tirigrü igitim* (KTş 29) // "Ondan sonra tanrının buyruğu ilə bəxtim olduğu üçün, qismətim olduğu üçün öləsi xalqı diriliyə doğru yüksəltdim".

Orxon-Yenisey abidələri və onların ritorik əhəmiyyətinə nəzər salsaq, Bilgə Kağan, Kül Tigin və Tonyukuk yazılı abidələri türk ritorikasının ən qədim və əhəmiyyətli örnəkləri sayılır. Bu abidələrdəki ritorik ifadələr yalnız sadə informativ mətnlər deyil, həm də cəmiyyətə yönələn ictimai çağırış, nəsihət, tarixi yaddaş və siyasi-mədəni fikrin formalaşdırılması məqsədi güdür: «Bu xaqanından, bu bəylərindən, yerindən, suyundan ayrılmasan, türk xalqı, özün yaxşılıq görəsisən, evinə girəsisən, dərdsiz olasısan» (KTşm13-14) [1, səh. 570] Mətndəki ifadə tərz, struktur və nitq texnikası, qədim türk cəmiyyətinin ritorik qabiliyyətlərini açıq şəkildə nümayiş etdirir. Bu yazılı mətnlərin hər biri bütün türk xalqları üçün olduqca dəyərli tarixi mənbələr, əvəzolunmaz sənət əsərləridir. Kitabələrdə həmin sərkərdələrin dilindən türklərə öyüd-nəsihət verilir.

Abidələrin dil və kompozisiya baxımından xüsusiyyətləri də onların ritorik gücünü artırır. Qısa, kəsərli cümlələr, paralel konstruksiyalar, təkrarlar və sual-cavab formasında qurulan hissələr ritorik təsiri gücləndirir. *Üze tengri basmasa, asra yağrak telinmese, Türk bodun elin törün kim artatı?* (KTş22) «Yuxarıdan göylər basmasa, aşağıda yer dağılmasa, türk xalqı, elini, qanununu kim dağıda bilərdi?» kimi ifadələr həm kosmoloji düşüncə ilə bağlıdır, həm də ritorik baxımdan dinləyicini dərhal yüksək mənəvi və fəlsəfi müstəviyə çəkir. Türk dövlətinin və xalqının sarsılmaz gücünü və müqəddəsliyini ifadə edən ən önəmli fikirlərdən biridir.

Əlavə olaraq, bu abidələrdə istifadə edilən ritorik fiqurlar — antitez (qarşılaşdırma), anafora (təkrarlarla vurğulama), metafora və paralelizm — qədim türk ritorikasının yüksək səviyyədə şifahi ənənəyə əsaslandığını göstərir. Bu isə türk xalqının ağız ədəbiyyatına olan bağlılığını və nitq mədəniyyətinin qədim dövrlərdən etibarən formalaşdığını təsdiqləyir.

Nəticə

Beləliklə, qədim türk abidələri ictimai-siyasi ideologiyanın və dövlətçilik təfəkkürünün ritorik ifadəsidir. Burada əsas vurğu dövlətin birliyi, xalqın itaəti, kağanın ədaləti və düşməne qarşı mübarizə kimi motivlərə verilir. Bu, ritorikanın sadəcə estetik deyil, həm də siyasi və didaktik funksiyalar daşdığını göstərir. Abidələrdə xalqın səhlənkarlığına qarşı xəbərdarlıq, düşməne qarşı ayıqlıq və tarixdən dərs çıxarma çağırışları aparıcı motivlərdəndir. Bu yazılı abidələr türk ritorikasının formalaşmasında başlanğıc mərhələni təşkil etməklə bərabər, Azərbaycan nitq mədəniyyətinin əsas tarixi dayaqlarından biri kimi çıxış edir.

Bu təsir yalnız forma səviyyəsində deyil, həm də məzmun baxımından özünü göstərmişdir: dövlətin birliyi, xalqın dirçəlişi, qəhrəmanlıq, ədalət və düşməne qarşı mübarizə kimi ideyalar həm qədim türk abidələrinin, həm də Azərbaycan nitq mədəniyyətinin mərkəzi motivləri kimi çıxış edir. Abidələrdə istifadə olunan qısa və kəsərli ifadələr, təkrarlar, ritorik suallar, metaforik və paralel konstruksiyalar Azərbaycan xalq ədəbiyyatında və xüsusilə epik dastanlarda – “Dədə Qorqud”, “Koroğlu” və digər qəhrəmanlıq nümunələrində öz əksini tapmış, nitq texnikası baxımından eyni ritorik ənənənin davamı kimi inkişaf etmişdir.

Nəticə etibarilə, qədim türk yazılı abidələri Türk ritorikasının bünövrəsini təşkil edir. Onlar yalnız tarixi sənəd deyil, həm də ritorik ustalığın, nitq strategiyasının və ideoloji yönlülüyün təcəssümüdür. Bu abidələr vasitəsilə türk xalqının şifahi və yazılı nitq mədəniyyətinin əsrlər boyunca necə inkişaf etdiyini müşahidə etmək mümkündür. Orxon-Yenisey abidələri, sadəcə tarixi miras deyil, eyni zamanda türk ritorikasının başlanğıc nöqtəsi və mühüm qaynağı olaraq bu sahədə çalışan tədqiqatçılar üçün də əvəzsiz mənbədir.

Istifadə olunan ədəbiyyat siyahısı

1. Rəcəbli, Ə.Ə. Qədim türk yazısı abidələrinin dili: (universitetlərin filologiya fakültəsi üçün dərs vəsaiti) /Ə.Rəcəbli, elmi red. E.Əzizov.–Bakı: Nurlan.-2006.-648 s.
2. Генкин В.М. Пособие по культуре речи /В.М.Генкин- 2006.
3. Давлетшина Л.Х. / Древнетюркская мифология и фольклорная традиция татар: истоки и полисемантизм образов. Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К.Аммосова. Vestnik of North-Eastern Federal University». - 2021. № 5 (85). - 43-54.
4. Львова, Э.Л. Традиционное мировоззрение тюрков Южной Сибири. Э. Львова, В.Октябрьская, А. Сагалаев, М.Усманова. - Новосибирск: Наука, 1988.- 225 с.

NUTRACEUTICALS IN CHRONIC INFLAMMATORY DISEASES: BRIDGING NUTRITION AND THERAPEUTICS

Dr. Saloni SHARMA

PhD. Holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India

Suhani SHARMA

MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

Abstract

Chronic inflammatory diseases, such as rheumatoid arthritis, inflammatory bowel disease (IBD), cardiovascular disease, type 2 diabetes, and neurodegenerative disorders, are major contributors to global morbidity and mortality. A growing body of evidence highlights the role of chronic low-grade inflammation in the pathogenesis and progression of these conditions. While pharmacological treatments are essential, long-term drug use is often associated with adverse effects and limited efficacy in halting disease progression. This has spurred interest in nutraceuticals—bioactive compounds derived from food sources with potential therapeutic benefits.

Nutraceuticals such as omega-3 fatty acids, curcumin, resveratrol, probiotics, vitamin D, and polyphenols have demonstrated anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory properties in both preclinical and clinical studies. These compounds act by modulating key inflammatory pathways, including the NF- κ B signaling cascade, cytokine production, and oxidative stress markers. Additionally, they may improve gut microbiota composition, contributing to systemic immune balance.

Despite promising outcomes, the therapeutic use of nutraceuticals faces challenges such as variability in bioavailability, standardization, dosage optimization, and regulatory approval. Integrating nutraceuticals into conventional treatment regimens could offer a complementary and preventive approach, reducing disease burden and enhancing patient quality of life. Future research should focus on large-scale clinical trials, mechanistic studies, and formulation innovations to establish nutraceuticals as evidence-based components in chronic inflammatory disease management.

Keywords: Nutraceuticals, Chronic Inflammation, Omega-3 Fatty Acids, Curcumin, Resveratrol, Probiotics, Polyphenols, NF- κ B Pathway, Cytokines, Antioxidants, Inflammatory Bowel Disease, Rheumatoid Arthritis, Immunomodulation, Complementary Therapy, Functional Foods

INTRODUCTION

Chronic inflammatory diseases (CIDs), including rheumatoid arthritis, inflammatory bowel disease (IBD), cardiovascular disorders, type 2 diabetes mellitus, obesity-related metabolic syndrome, and neurodegenerative conditions such as Alzheimer's and Parkinson's disease, constitute a significant and growing global health concern. These conditions are characterized by persistent low-grade inflammation, an abnormal immune response, and the generation of excess reactive oxygen species (ROS) that collectively drive tissue damage, organ dysfunction, and progressive decline in quality of life.

The pathophysiology of CIDs is multifactorial, involving complex interactions between genetic susceptibility, environmental triggers, dietary habits, gut microbiota, and lifestyle factors. Central to their progression is a state of immune dysregulation, where pro-inflammatory cytokines (e.g., TNF- α , IL-6, IL-1 β) and signaling pathways such as NF- κ B and JAK/STAT remain chronically activated. This creates a vicious cycle of inflammation and oxidative stress, impairing cellular homeostasis and accelerating disease complications.

Although pharmacological interventions—including nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), corticosteroids, disease-modifying antirheumatic drugs (DMARDs), biologics, and targeted small molecules—form the cornerstone of CID management, their limitations are evident. These therapies often provide symptomatic relief rather than curative benefits, and long-term use is associated with serious side effects such as gastrointestinal toxicity, hepatotoxicity, immunosuppression, increased infection risk, and cardiovascular complications. Moreover, interindividual variability in drug response and accessibility issues further complicate treatment outcomes.

This therapeutic gap has stimulated growing interest in nutraceuticals, a class of food-derived bioactive compounds that exert pharmacological effects beyond basic nutrition. Nutraceuticals include polyphenols (curcumin, resveratrol, quercetin), omega-3 fatty acids, vitamins, minerals, probiotics, prebiotics, and plant-derived alkaloids, many of which demonstrate anti-inflammatory, antioxidant, immunomodulatory, and gut microbiota-modulating properties. Unlike conventional drugs, nutraceuticals may offer a multitargeted approach, acting simultaneously on inflammatory pathways, oxidative stress mechanisms, and metabolic regulation, thereby providing holistic benefits in disease prevention and management.

With the rising global burden of CIDs and the limitations of current pharmacotherapies, nutraceuticals are increasingly being recognized as promising adjuncts or alternatives in integrative medicine. However, despite their potential, challenges such as variable

bioavailability, lack of standardized formulations, limited large-scale clinical trials, and regulatory ambiguities remain hurdles to their widespread adoption in evidence-based clinical practice.

Therefore, an in-depth understanding of the mechanistic role, clinical efficacy, and translational potential of nutraceuticals in managing chronic inflammatory diseases is essential. This review seeks to explore the therapeutic applications of nutraceuticals, highlighting their biological mechanisms, clinical evidence, limitations, and future perspectives in bridging the gap between nutrition and therapeutics in chronic inflammation.

Mechanisms of Chronic Inflammation

Inflammation is a fundamental defense mechanism of the immune system, designed to eliminate pathogens, repair tissue damage, and restore homeostasis. Under normal conditions, it is a self-limiting process that resolves once the trigger is removed. However, when inflammation becomes persistent, dysregulated, or unresolved, it transforms into a pathological process that underlies the progression of chronic inflammatory diseases (CIDs). Several interlinked molecular and cellular mechanisms sustain this chronic state:

1.NF- κ B Signaling Pathway

The nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF- κ B) is a master transcriptional regulator of immune and inflammatory responses. In chronic inflammation, NF- κ B is abnormally activated, leading to the sustained expression of pro-inflammatory cytokines (TNF- α , IL-6, IL-1 β), chemokines, adhesion molecules, and enzymes such as COX-2 and iNOS. This persistent activation drives leukocyte recruitment, amplifies inflammatory cascades, and contributes to tissue damage and fibrosis.

2.Cytokine Storm and Immune Imbalance

Chronic inflammatory states are characterized by a disproportionate release of pro-inflammatory cytokines, often termed a “cytokine storm.” Elevated levels of TNF- α , IL-6, IL-1 β , and interferon- γ create a feed-forward loop that sustains immune activation and prevents resolution. Simultaneously, the imbalance between pro-inflammatory (Th1, Th17) and anti-inflammatory (Treg, Th2) immune responses perpetuates tissue destruction, autoimmunity, and systemic complications, as observed in conditions like rheumatoid arthritis and IBD.

3.Oxidative Stress and Redox Imbalance

Reactive oxygen species (ROS), produced during mitochondrial dysfunction, immune cell activation, and environmental stressors, play a dual role in physiology and pathology. While low to moderate ROS levels are essential for host defense and signaling, their chronic overproduction leads to oxidative stress, which damages lipids, proteins, and DNA. This oxidative burden not only exacerbates inflammation but also activates NF- κ B and MAPK pathways, thereby creating a vicious cycle of inflammation and oxidative injury.

4.Gut Microbiota Dysbiosis

The gut microbiome exerts profound influence on systemic immune regulation. Dysbiosis—an imbalance in microbial composition—has been strongly associated with IBD, obesity, diabetes, and neuroinflammatory disorders. A disrupted microbiota impairs intestinal barrier integrity, allowing microbial products such as lipopolysaccharides (LPS) to translocate into circulation, where they activate toll-like receptors (TLRs) and trigger systemic inflammation. Moreover, reduced levels of beneficial short-chain fatty acids (SCFAs), such as butyrate, weaken anti-inflammatory signaling, further sustaining chronic disease pathology.

5.Failure of Resolution Pathways

Normally, inflammation is actively resolved by pro-resolving lipid mediators such as resolvins, protectins, and lipoxins. In chronic inflammation, impaired resolution pathways prevent the clearance of apoptotic cells (efferocytosis) and the restoration of tissue homeostasis, thus promoting fibrosis and long-term organ damage.

Collectively, these interconnected mechanisms create a self-perpetuating inflammatory loop that underlies diverse chronic diseases. Importantly, many nutraceuticals have shown promise in targeting these pathways—curcumin and resveratrol modulate NF- κ B signaling, omega-3 fatty acids promote pro-resolving mediators, probiotics restore gut microbiota balance, and antioxidants like quercetin neutralize ROS—making them valuable candidates for complementary therapeutic strategies.

Key Nutraceuticals in Chronic Inflammatory Diseases

A growing body of research highlights the role of specific nutraceuticals in modulating inflammatory pathways, oxidative stress, and immune dysregulation. The following compounds have shown the most consistent therapeutic benefits in chronic inflammatory diseases (CIDs):

1. OMEGA-3 FATTY ACIDS

- **Sources:** Predominantly derived from fish oils (eicosapentaenoic acid [EPA], docosahexaenoic acid [DHA]) and plant-based sources such as flaxseed and chia seeds (α -linolenic acid [ALA]).
- **Mechanisms of Action:**
 - Compete with arachidonic acid for cyclooxygenase (COX) and lipoxygenase (LOX) enzymes, leading to the production of less inflammatory eicosanoids (prostaglandins, leukotrienes).
 - Generate specialized pro-resolving mediators (SPMs) including resolvins, protectins, and maresins, which actively terminate inflammation and promote tissue repair.
 - Downregulate pro-inflammatory cytokines (TNF- α , IL-6, IL-1 β) and inhibit NF- κ B signaling.
 - Improve endothelial function by reducing oxidative stress and increasing nitric oxide bioavailability.
- **Clinical Evidence:**
 - In rheumatoid arthritis, omega-3 supplementation reduces joint tenderness, morning stiffness, and reliance on NSAIDs.
 - In cardiovascular disease, omega-3s lower triglycerides, stabilize atherosclerotic plaques, and improve vascular reactivity.
- **Challenges:** Bioavailability varies depending on formulation (ethyl esters vs triglycerides), and high doses are often required for therapeutic effects.

2. CURCUMIN

- **Source:** Principal bioactive polyphenol from the rhizome of *Curcuma longa* (turmeric).
- **Mechanisms of Action:**
 - Potent inhibitor of NF- κ B, MAPK, and JAK/STAT pathways, reducing transcription of pro-inflammatory cytokines.
 - Acts as a ROS scavenger and enhances the activity of antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase).
 - Modulates Nrf2 signaling, thereby promoting cytoprotective gene expression.
 - Inhibits COX-2 and iNOS, lowering prostaglandin and nitric oxide synthesis.

- **Clinical Evidence:**

- In IBD, curcumin supplementation has been associated with decreased relapse rates and mucosal healing when combined with standard therapies.
- In osteoarthritis and rheumatoid arthritis, curcumin reduces pain, stiffness, and inflammatory biomarkers (CRP, ESR).
- In metabolic syndrome, curcumin improves insulin sensitivity, lipid profiles, and reduces systemic inflammation.

- **Limitations:** Poor water solubility and rapid metabolism limit its systemic bioavailability. Novel delivery systems—nanoparticles, liposomes, phospholipid complexes, and co-administration with piperine—enhance absorption and clinical efficacy.

3. RESVERATROL

- **Source:** A stilbene polyphenol abundant in grapes, red wine, peanuts, and berries.

- **Mechanisms of Action:**

- Activates SIRT1 (sirtuin-1), a longevity-associated deacetylase, which suppresses NF- κ B signaling and promotes mitochondrial biogenesis.
- Exerts antioxidant effects by upregulating Nrf2-dependent antioxidant enzymes.
- Inhibits inflammatory gene expression and suppresses COX-2 activity.
- Modulates AMPK signaling, thereby improving metabolic homeostasis.

- **Clinical Evidence:**

- In neurodegenerative diseases (Alzheimer's, Parkinson's), resveratrol reduces neuronal inflammation, oxidative stress, and amyloid plaque burden.
- In metabolic syndrome and diabetes, supplementation improves insulin sensitivity, lipid metabolism, and endothelial function.

- **Limitations:** Low oral bioavailability due to rapid hepatic metabolism; micronized or nanoparticle-based formulations show improved pharmacokinetics.

4. PROBIOTICS

- **Sources:** Live microorganisms, particularly strains of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*, delivered via supplements or fermented foods.

- **Mechanisms of Action:**

- Restore gut microbial balance, enhancing short-chain fatty acid (SCFA) production (butyrate, acetate, propionate), which possess anti-inflammatory and epigenetic regulatory properties.
- Strengthen intestinal barrier integrity by upregulating tight junction proteins.
- Reduce endotoxin (LPS) translocation, thereby lowering systemic inflammation.
- Modulate immune responses by promoting Treg differentiation and suppressing Th17-mediated inflammation.

- **Clinical Evidence:**

- In IBD, probiotics reduce relapse risk and maintain remission, particularly in ulcerative colitis.
- In IBS, they improve abdominal pain, bloating, and stool consistency.
- In obesity and metabolic inflammation, probiotics improve insulin sensitivity and reduce inflammatory cytokines.

- **Limitations:** Strain-specific effects and interindividual variability complicate clinical standardization.

5. VITAMIN D

- **Sources:** Sunlight exposure (cutaneous synthesis), fortified foods, and supplements.

- **Mechanisms of Action:**

- Regulates innate and adaptive immunity by binding to vitamin D receptors (VDRs) expressed on dendritic cells, macrophages, and lymphocytes.
- Promotes immune tolerance by enhancing regulatory T-cell (Treg) function while suppressing pro-inflammatory Th1 and Th17 responses.
- Inhibits NF- κ B activity and downregulates pro-inflammatory cytokine production.

- **Clinical Evidence:**

- Vitamin D deficiency is strongly linked to autoimmune diseases (multiple sclerosis, type 1 diabetes, rheumatoid arthritis), metabolic syndrome, and cardiovascular risk.
- Supplementation reduces inflammatory markers and improves glycemic control in diabetes and cardiovascular outcomes.

- **Limitations:** Optimal dosage and long-term safety in supplementation remain areas of ongoing debate.

6. POLYPHENOLS (Green Tea Catechins, Quercetin, etc.)

- **Sources:** Widely distributed in fruits, vegetables, tea, and medicinal plants. Key representatives include epigallocatechin gallate (EGCG) from green tea and quercetin from onions, apples, and berries.
- **Mechanisms of Action:**
 - Exhibit potent free radical scavenging and metal-chelating properties, reducing oxidative damage.
 - Inhibit NF- κ B, AP-1, and STAT3 transcription factors, thereby suppressing pro-inflammatory gene expression.
 - Reduce circulating C-reactive protein (CRP) and other systemic inflammatory biomarkers.
 - Influence gut microbiota composition, promoting beneficial commensals.
- **Clinical Evidence:**
 - **Green tea catechins (EGCG):** Shown to improve lipid metabolism, reduce obesity-induced inflammation, and protect against atherosclerosis.
 - **Quercetin:** Demonstrates anti-inflammatory and antiviral effects, reduces airway inflammation in asthma, and enhances endothelial health.
 - **Polyphenol-rich diets (e.g., Mediterranean diet):** Associated with reduced incidence of cardiovascular disease, obesity, and cognitive decline.
- **Limitations:** Limited stability and bioavailability; encapsulation and conjugation technologies are being developed to improve clinical outcomes.

Collectively, these nutraceuticals exert pleiotropic effects on chronic inflammatory pathways, targeting NF- κ B activation, oxidative stress, cytokine dysregulation, and gut microbiota imbalance. While accumulating evidence supports their efficacy, challenges related to formulation, standardization, dosage optimization, and clinical validation must be addressed before their integration into mainstream therapeutic regimens.

Challenges in Nutraceutical Therapy

Although nutraceuticals hold great promise as adjunctive or alternative strategies in the management of chronic inflammatory diseases, several limitations hinder their translation from

bench to bedside. These challenges arise from pharmacological, biological, clinical, and regulatory dimensions:

1. Bioavailability and Pharmacokinetics

- Many nutraceuticals, including curcumin, resveratrol, and quercetin, suffer from poor oral bioavailability due to low water solubility, instability in the gastrointestinal tract, extensive first-pass metabolism, and rapid systemic clearance.
- For example:
 - **Curcumin** undergoes rapid glucuronidation and sulfation, resulting in negligible plasma concentrations after oral administration.
 - **Resveratrol** is rapidly metabolized in the liver and intestines into glucuronide and sulfate conjugates, limiting its systemic bioactivity.
- These pharmacokinetic limitations necessitate the development of novel delivery strategies such as nanoparticles, liposomes, micelles, phospholipid complexes, and bio-enhancers (e.g., piperine with curcumin). However, such formulations are not yet widely available in clinical practice, and their long-term safety remains under evaluation.

2. Lack of Standardization in Formulations and Dosages

- Unlike pharmaceutical drugs, nutraceuticals are often marketed as dietary supplements with variable composition, purity, and potency.
- Factors such as plant source, cultivation practices, extraction methods, and storage conditions significantly influence the concentration of active constituents. For example, the curcuminoid content in turmeric-based supplements can range from 2% to over 90%, leading to inconsistent therapeutic outcomes.
- The absence of standardized dosing guidelines further complicates clinical application. Current recommendations are often based on small pilot studies or traditional usage rather than rigorous dose-finding trials.
- Without reliable standardization, inter-study comparisons and reproducibility of results remain limited.

3. Inter-individual Variability

- The efficacy and safety of nutraceuticals vary considerably among individuals, influenced by multiple factors:
 - **Genetic polymorphisms** in metabolizing enzymes (e.g., CYP450 variants affecting flavonoid metabolism).
 - **Gut microbiota composition**, which determines the bioactivation of compounds like polyphenols and phytoestrogens.
 - **Lifestyle and dietary habits**, including background nutrient intake, comorbidities, and concurrent drug use, which can alter absorption and metabolism.
- For instance, the conversion of soy isoflavones into the active metabolite **equol** occurs only in individuals harboring specific gut microbial populations, explaining variable clinical responses in different populations.
- Such heterogeneity underscores the need for personalized nutraceutical interventions guided by nutrigenomics and microbiome profiling.

4. Regulatory Ambiguities

- Nutraceuticals occupy a regulatory gray zone between foods and drugs.
 - In many jurisdictions, they are classified as dietary supplements, which are not subject to the rigorous safety, efficacy, and quality control standards required for pharmaceuticals.
 - This lack of oversight has led to market variability, misleading health claims, contamination, and adulteration in some commercial preparations.
- Regulatory frameworks differ globally:
 - In the United States, the FDA regulates nutraceuticals under the Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA), which does not mandate pre-market approval.
 - In the European Union, stricter health claim regulations exist, but inconsistencies remain across member states.
- The absence of harmonized global regulations undermines both consumer trust and clinical integration.

5. Limited High-Quality Clinical Evidence

- Although preclinical studies demonstrate robust anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory effects of nutraceuticals, translation into clinical practice is constrained by a paucity of large-scale, randomized controlled trials (RCTs).
- Existing clinical studies often suffer from:
 - Small sample sizes.
 - Short intervention durations.
 - Lack of standardized outcome measures.
 - Heterogeneity in formulations and dosages used.
- As a result, meta-analyses frequently yield conflicting or inconclusive results, limiting the ability to establish evidence-based guidelines.
- Well-designed, multicenter RCTs are essential to confirm efficacy, determine optimal dosages, and assess long-term safety in diverse patient populations.

6. Safety Concerns and Interactions

- While generally considered safe, nutraceuticals are not free from adverse effects or drug–nutrient interactions:
 - High doses of omega-3 fatty acids may increase bleeding risk, especially in patients on anticoagulants.
 - Excessive green tea catechin (EGCG) intake has been linked to hepatotoxicity in rare cases.
 - Polyphenols such as quercetin may interfere with drug metabolism via CYP450 enzyme modulation.
- Lack of systematic pharmacovigilance for nutraceuticals exacerbates these concerns.

Nutraceuticals face significant challenges—bioavailability limitations, lack of standardization, inter-individual variability, regulatory ambiguities, insufficient clinical evidence, and safety concerns—that currently prevent their full integration into mainstream medical practice. Overcoming these hurdles will require advances in formulation science, personalized nutrition approaches, harmonized regulatory frameworks, and robust clinical research, ultimately paving the way for nutraceuticals to serve as reliable therapeutic adjuncts in chronic inflammatory diseases.

Future Perspectives

The growing evidence supporting the anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory properties of nutraceuticals underscores their potential as adjunctive therapies for chronic inflammatory diseases (CIDs). However, their successful integration into mainstream healthcare systems requires overcoming existing barriers and harnessing scientific advancements across multiple domains. The following future directions provide a roadmap toward their clinical translation:

1. Formulation Innovations and Delivery Systems

- **Nanotechnology-based delivery systems** (nanoparticles, nanomicelles, solid lipid nanoparticles, nanoemulsions) are emerging as powerful strategies to improve solubility, stability, and bioavailability of poorly absorbed nutraceuticals such as curcumin, resveratrol, and quercetin.
- **Bioenhancers**, such as piperine with curcumin, can inhibit drug-metabolizing enzymes and efflux pumps, thereby increasing systemic exposure and therapeutic efficacy.
- **Controlled-release formulations** (hydrogels, encapsulated probiotics, polymer-based carriers) may enable targeted delivery to inflamed tissues (e.g., intestinal mucosa in IBD) while reducing systemic side effects.
- Future research should focus on optimizing scalable, cost-effective, and safe delivery systems to make advanced formulations clinically viable.

2. Large-Scale, Standardized Clinical Trials

- To transition nutraceuticals from experimental adjuncts to evidence-based therapeutics, there is a pressing need for well-designed, multicenter, randomized controlled trials (RCTs).
- Future clinical studies must:
 - Use standardized formulations and dosages to ensure reproducibility.
 - Employ robust biomarkers of inflammation and oxidative stress (e.g., CRP, IL-6, NF- κ B activation, gut microbiome profiles).
 - Include long-term follow-up to assess sustained efficacy and safety.
 - Enroll diverse patient populations to account for genetic, dietary, and lifestyle variability.

- The generation of high-quality clinical evidence will be pivotal in establishing clinical guidelines, meta-analyses, and systematic reviews that support nutraceutical integration into therapeutic regimens.

3. Personalized Nutrition and Precision Medicine

- The inter-individual variability in nutraceutical responses highlights the need for personalized approaches guided by:
 - **Nutrigenomics:** Understanding how genetic polymorphisms (e.g., in CYP450 enzymes, VDR gene, Nrf2 pathway) influence absorption, metabolism, and efficacy of nutraceuticals.
 - **Microbiome profiling:** Characterizing gut microbial composition to predict response to probiotics, polyphenols, and fiber-derived metabolites such as short-chain fatty acids (SCFAs).
 - **Metabolomics and transcriptomics:** Using high-throughput omics technologies to identify predictive biomarkers of nutraceutical efficacy.
- By integrating nutrigenomics and microbiome data, precision nutrition strategies can tailor interventions to maximize therapeutic benefits and minimize variability in outcomes.

4. Policy Development and Regulatory Harmonization

- Regulatory ambiguities currently hinder the global acceptance of nutraceuticals. Moving forward:
 - Clear policy frameworks are needed to define nutraceuticals as either dietary supplements, functional foods, or therapeutic agents.
 - Harmonization of regulations across countries can ensure consistent quality, safety, labeling, and marketing claims.
 - Pre-market approval processes should require standardized composition, clinical efficacy evidence, and pharmacovigilance systems to monitor long-term safety.
- Regulatory clarity will enhance consumer trust, healthcare provider confidence, and industry accountability, thereby facilitating nutraceutical adoption in routine care.

5. Combination Therapies and Integrative Approaches

- Given their multitargeted mechanisms, nutraceuticals hold promise as synergistic agents when used alongside conventional pharmacological therapies.
- Examples include:
 - Omega-3 fatty acids with DMARDs in rheumatoid arthritis to reduce joint inflammation and medication side effects.
 - Curcumin with mesalamine in IBD to improve mucosal healing and reduce relapse rates.
 - Probiotics with antibiotics or biologics to mitigate gut dysbiosis and improve treatment efficacy.
- Such integrative approaches can allow for lower drug dosages, reduced toxicity, and improved patient compliance, aligning with the principles of holistic, patient-centered healthcare.

6. Bridging Traditional Medicine and Modern Science

- Many nutraceuticals originate from Ayurveda, Traditional Chinese Medicine, and indigenous dietary practices.
- Future efforts should focus on:
 - Scientific validation of traditional formulations through modern pharmacological and clinical research.
 - **Bioprospecting** unexplored botanicals for novel bioactive compounds with anti-inflammatory potential.
 - Developing **standardized, evidence-based guidelines** for integrating traditional nutraceuticals into modern therapeutic frameworks.

Conclusion

Nutraceuticals represent a promising frontier in the management and prevention of chronic inflammatory diseases, not merely as dietary supplements but as bioactive agents capable of modulating disease pathophysiology at the molecular, cellular, and systemic levels. Their therapeutic potential lies in their multifaceted mechanisms of action: attenuation of pro-inflammatory signaling cascades such as NF- κ B, MAPK, and JAK-STAT pathways; reduction of oxidative stress through upregulation of Nrf2-mediated antioxidant responses; and modulation of metabolic regulators including AMPK and PPAR- γ , which are central to

inflammation–metabolism crosstalk. Furthermore, nutraceuticals exert profound effects on the gut microbiota–immune axis, influencing short-chain fatty acid (SCFA) production, intestinal barrier integrity, and systemic immune homeostasis. This multi-targeted activity positions them as uniquely suited for conditions characterized by complex, overlapping pathological networks, such as rheumatoid arthritis, inflammatory bowel disease, cardiovascular disease, and metabolic syndrome.

Despite this potential, their translation into clinical practice is hampered by persistent challenges. Pharmacokinetic limitations, such as the poor solubility and rapid metabolism of compounds like curcumin, resveratrol, and quercetin, undermine therapeutic efficacy, necessitating the development of novel delivery platforms (e.g., nanoemulsions, liposomes, solid lipid nanoparticles, and phytosomes) and bioenhancer co-administration strategies. The absence of standardized formulations and dosage guidelines further complicates reproducibility across preclinical and clinical studies, leading to inconsistent outcomes and skepticism within the medical community. Compounding these issues is the inter-individual variability in response to nutraceutical interventions, driven by genetic polymorphisms, gut microbiome composition, epigenetic factors, and environmental influences. These variables underscore the pressing need for a precision nutrition paradigm, where nutraceutical prescriptions are tailored to individual metabolic, genetic, and microbiome profiles.

At a broader level, regulatory ambiguity poses a formidable barrier. Nutraceuticals straddle the divide between food and pharmaceutical categories, resulting in inconsistent policies regarding their approval, labeling, and health claims across jurisdictions. This lack of harmonization not only hinders global market expansion but also erodes consumer trust and limits physician adoption. Robust regulatory frameworks, akin to drug-level evaluation in terms of safety, quality, and efficacy, are essential to elevate nutraceuticals from “wellness adjuncts” to recognized therapeutic modalities.

Looking forward, the integration of nutraceuticals into mainstream clinical care will likely be driven by three key developments:

1. **Advances in translational research**, particularly large-scale, multi-ethnic, randomized controlled trials (RCTs) with standardized protocols, capable of providing high-level evidence on safety, efficacy, and dose-response relationships.
2. **Technological innovation**, including the application of artificial intelligence, multi-omics (genomics, proteomics, metabolomics, microbiomics), and systems biology

approaches, to identify optimal nutraceutical candidates, predict individual responses, and develop synergistic formulations.

- 3. Clinical synergy with pharmacological therapies**, where nutraceuticals serve as adjuvants that enhance drug efficacy, mitigate adverse effects, and promote holistic patient outcomes in chronic inflammatory conditions.

Nutraceuticals embody a unique intersection of traditional dietary wisdom and modern biomedical innovation. If challenges related to bioavailability, standardization, and regulatory clarity can be systematically addressed, nutraceuticals are poised to transcend their current status as “complementary” interventions and become integral components of personalized, evidence-based strategies for chronic inflammatory disease management and prevention. Their future role in healthcare is not limited to symptom alleviation but extends toward disease modification, resilience building, and long-term quality-of-life enhancement—a transformative vision that demands continued scientific rigor, policy evolution, and clinical acceptance.

References

1. Puri, V., Nagpal, M., Singh, I., Singh, M., Dhingra, G. A., & Sangnim, T. (2022). *A comprehensive review on nutraceuticals: Therapy support and formulation challenges*. *Nutrients*, 14(21), 4637.
2. Vignesh, A. (2024). *A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health*. *Food Chemistry Advances*.
3. Street, M. E. (2025). *The role of nutraceuticals and probiotics in addition to... obesity*. *Nutrients*, 17(10), 1630.
4. Dama, A. (2024). *Targeting metabolic diseases: The role of nutraceuticals....* *PMC*
5. Ristori, S., Bertoni, G., Bientinesi, E., & Monti, D. (2025). *The role of nutraceuticals and functional foods in mitigating cellular senescence....* *Nutrients*, 17(11), 1837.
6. Silpi, C. (2025). *Nutraceuticals traditional practices, regulatory guidelines....* *Frontiers in Regulatory Affairs*.
7. Mirmiran, P. (2021). *Common limitations and challenges of dietary clinical....* *PMC*.
8. Credevo. (2024). *Top 10 challenges in nutraceutical clinical trials....* *Credevo*.
9. Chopra, S. (2025). *A narrative review on the role of gut microbiome....* *Exploration*.
10. Puri, V., Nagpal, M., Singh, I., Singh, M., Dhingra, G. A., & Sangnim, T. (2022). *Nutraceuticals: therapy support and formulation challenges*. *Nutrients*.
11. Ferreira, C. (2024). *Polyphenols: immunonutrients tipping the balance of....* *Frontiers in Immunology*.
12. Wikipedia contributors. (2025, August). *Nutraceutical*. In *Wikipedia*. Retrieved from URL.
13. Wikipedia contributors. (2025, August). *Nutritional immunology*. In *Wikipedia*. Retrieved from URL.
14. TabletsCapsules. (2025). *The challenges and opportunities of complex nutraceutical products*. *Tablets & Capsules Journal*.
15. Jeliński, T., Przybyłek, M., & Cysewski, P. (2019). *Natural Deep Eutectic Solvents as agents for improving solubility, stability and delivery of curcumin*. *arXiv*.
16. *Overcoming challenges in small-molecule drug...* (2024). *International Journal of Molecular Sciences*.

17. Paul-Chima, U. O. (2024). *Integrated approaches in nutraceutical delivery systems.... RPSPPR.*
18. Verywell health. (2025). *Supplements that may help reduce inflammation naturally.*
19. EatingWell. (2024). *The top 7 anti-inflammatory nutrients, according to dietitians.*
20. Verywell Health. (2024). *The best supplements to fight inflammation, according to dietitians.*

THE CLINICAL SIGNIFICANCE OF NORMAL PHYSIOLOGICAL BLOOD PARAMETERS IN HEALTH ASSESSMENT

TASKEEN Fatima
Adnan SARWAR
Hajvery University

ABSTRACT

Blood parameters are vital indicators of physiological and pathological processes in the human body. Normal physiological values serve as reference ranges that guide clinical interpretation of laboratory results, aiding in the diagnosis, monitoring, and management of various diseases. These parameters, including hemoglobin concentration, white blood cell count, platelet count, glucose levels, electrolytes, renal and liver function markers, provide crucial insights into the functional status of different organ systems. This study aims to highlight the importance of maintaining and understanding normal ranges of key blood parameters in clinical practice. It also explores how deviations from these normal values can signal early signs of systemic diseases such as infections, anemia, metabolic disorders, organ dysfunction, and hematological abnormalities. The research emphasizes the variability of normal ranges based on age, sex, physiological state, and geographical or ethnic differences, underscoring the need for context-specific interpretation. Accurate interpretation of blood test results depends not only on identifying abnormalities but also on understanding what constitutes “normal.” Misinterpretation of these values can lead to misdiagnosis, delayed treatment, or unnecessary interventions. Therefore, this paper advocates for increased awareness among healthcare professionals and students regarding the physiological significance of these reference values. In conclusion, normal blood parameter values are foundational to evidence-based medicine. Recognizing their role enhances diagnostic accuracy, supports early detection of diseases, and promotes better clinical outcomes.

Key Words: Blood parameters, Health assessment, clinical Outcomes, Laboratory results

PREVALENCE AND DETERMINANTS OF MEDICATION ADHERENCE IN MOROCCAN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES: A MULTICENTER CROSS-SECTIONAL STUDY

ARRAJI Maryem
Khaoula EL BARBI
CHAHBOUNE Mohamed

Hassan First University of Settat, Higher institute of Health Sciences, Laboratory of Health sciences and Technologies. Settat, 26000

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to evaluate medication adherence prevalence and its determinants among Moroccan patients with type 2 diabetes mellitus.

Methods: A multicenter cross-sectional survey was conducted from February to June, 2024, included 584 patients from the Casablanca-Settat and Rabat-Salé-Kénitra regions in Morocco. The General Medication Adherence Scale (GMAS) was used to assess medication adherence, while chi-square tests and multivariate logistic regression were used to analyze the associations between independent variables and adherence.

Results: Medication adherence was observed in 96.2% of participants. In multivariate analysis, lower medication adherence was significantly associated with the use of two or more oral antidiabetics (aOR = 0.026, 95% CI: 0.001–0.642, $p = 0.026$), a diabetes duration of 11–15 years (aOR = 0.037, 95% CI: 0.001–0.956, $p = 0.047$).

Conclusion: Despite a high adherence rate, patients on dual or polytherapy and those with a longer diabetes duration exhibited lower adherence in multivariate analysis. These findings highlight the need for targeted interventions to improve adherence in these high-risk groups.

Keywords: Medication adherence; Determinants; GMAS; Type 2 diabetes mellitus; Morocco.

BUILDING ETHICAL COMPETENCE: THE CASE FOR STRUCTURED RESEARCH ETHICS TRAINING IN NURSING EDUCATION

PhD. Khaoula EL BARBI

PhD Student Maryem ARRAJI

Professeur of Higher Education Abdellah GANTARE

Laboratory of Health Sciences and Technologies Laboratory, Higher institute of health sciences

Context

In Morocco, the increasing importance of research ethics has revealed a gap in how nursing students understand and apply ethical principles. Despite the relevance of ethics in guiding nursing practice and protecting human subjects, little is known about students' perceptions and training experiences regarding research ethics in nursing education.

Aim

This study aimed to assess the perceptions of nursing students regarding research ethics, their understanding of ethical principles, and their views on the necessity and effectiveness of structured ethics training in improving research quality.

Materials and Methods

A descriptive pilot study with a mixed-methods approach (quantitative and qualitative) was conducted between October and December 2023 at the Higher Institute of Health Sciences in Settat, Morocco. A total of 44 nursing students responded to a structured questionnaire developed based on prior research. Data were analyzed using SPSS and narrative content analysis, following STROBE guidelines. The survey explored students' understanding of ethics, ethical dilemmas encountered, and their suggestions for ethics education.

Results

Findings revealed that while 81.8% of students had received some ethics instruction, most considered it insufficient. A majority (95.5%) viewed ethics education as essential, advocating for its integration into all nursing courses. Students demonstrated confusion between ethics and deontology, and only a minority felt well-prepared to handle ethical dilemmas. However, 84% strongly endorsed simulation and case-based learning as effective teaching methods. Most participants emphasized that structured ethics training would enhance research rigor, ensure participant protection, and reinforce the credibility of nursing research.

Conclusion

The study highlights a pressing need to implement structured, practice-oriented ethics education in Moroccan nursing programs. Enhancing students' ethical competence through simulation and research-based learning could improve both the quality and the ethical rigor of future nursing

research. These findings advocate for national policies that integrate ethics education as a foundational element of nursing curricula.

Keywords: Nursing Students · Ethics · Research · Perception · Training

CULTURAL HERITAGE BETWEEN NORTHERN ARABIA AND SOUTHERN JORDAN DURING THE PRE AND POST-ISLAMIC PERIODS

Mohammed WAHEEB

Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology Heritage, & Tourism (QRFTH), The Hashemite University.

ABSTRACT

The territory of present-day Jordan witnessed the crossing of several prominent poets from the Jahili (pre-Islamic) and early Islamic periods, especially during the Umayyad era and beyond. This occurred as part of their journeys between the Hijaz and Greater Syria, or due to their connections with political and cultural centers at the time particularly the court of the Ghassanid Kingdom, which was based in southern Bilad al-Sham and encompassed parts of southern Jordan. These poets traveled through historical villages and towns along ancient routes connecting the Arabian Peninsula with the south Levant.

Findings from studies documenting the Elaf Qurashi Route, which originated in Mecca and Medina and extended to Dumat al-Jandal, as well as the coastal route reaching Ayla (modern-day Aqaba) and from there to the Jordan Valley on the eastern shore of the Dead Sea, confirm the presence of three main trade routes. These routes converged into the markets and trading centers of Jordan and neighboring regions, such as Gaza in Palestine and Bosra in Syria. Additionally, reference is made to the Via Traiana, a Roman road that crossed Jordan from the north through Madaba, then via al-Hasa, Karak, Tafilah, and Ma'an toward Aqaba on the Red Sea.

Among the earliest poets believed to have traversed Jordanian lands is Imru' al-Qays, who is said to have traveled the King's Highway from central Arabia to the Levant, likely passing through Ma'an, Petra, and Karak on his famed journey that ended in Constantinople. Another significant figure is al-Nabigha al-Dhubyani, who had strong ties to the Ghassanid court, particularly King al-Nu'man ibn al-Harith, and is thought to have stayed in areas such as Madaba and Wadi al-Mujib, Tafeileh. Similarly, Hassan ibn Thabit, who later became the poet of the Prophet Muhammad ﷺ, is known to have visited Ghassanid territories in his youth and may have crossed southern Jordan via its valleys and ancient roads.

Al-Asha, another major Jahili poet, frequently traveled between the Hijaz and the south Levant as part of his literary and commercial activities. During the early Islamic period, Ka'b ibn Zuhayr is believed to have passed through southern Jordanian regions, including Ma'an, Tafilah, Karak, Moab, and al-Balqa, as he joined the Islamic military campaigns heading north toward Syria.

In the Umayyad era, poets had even closer ties to Bilad al-Sham, including Jordan. The poet al-Akhtal al-Taghlibi was closely associated with the Umayyad court in Damascus and traveled through southern Jordan, especially al-Balqa and the eastern desert regions, praising caliphs and Umayyad nobles. Many other poets also crossed through Jordan from the south, and some even settled in the region. Among the most notable locations was al-Muwaqqar, which gained fame and high status during the reign of Caliph Yazid ibn Abd al-Malik and his descendants. Al-Muwaqqar was frequently mentioned in Umayyad poetry, appearing fourteen times in thirteen poems or fragments, with over 300 verses attributed to seven poets, including four major Umayyad poets: Jarir ibn Atiyah, al-Farazdaq ibn Ghalib, al-Ahwas al-Ansari, and Kuthayyir 'Azza.

Southern Jordan particularly Ma'an, Tafila, and Karak, which collectively fall under the historical region known as Moab played a vital role in this cultural exchange. These cities lie along one of the most ancient trade and travel routes in the region, known as the Frankincense Route and Ilaf Route, which connected northern Arabia to the Levant via southern Jordan's mountainous terrain, including Ma'an, Shoubak, Tafila, Karak, Madaba, and al-Balqa. This route was essential not only for transporting goods but also for the movement of pilgrims, poets, travelers, and explorers from the Nabataean and Jahili periods through the early Islamic era and beyond.

In addition to their location along the King's Highway, the regions of Moab and Tafila were historically connected to the southern Jordan Valley through a network of secondary trade paths, notably Wadi Fifa and Wadi al-Hasa. These natural corridors were used by caravans to transport salt from the Dead Sea to the highlands or to bring agricultural goods from the valley to Karak and Tafila. Other historical trails such as "Darb al-Milh" (Salt Road) and "Tariq al-Ghawr" (Valley Road) linked Buseira and Dana in Tafila to Ghawr al-Safi and Ghawr Fifa in the west—some of which still have visible remnants in the region's rugged terrain.

These areas also appeared in the literature of the Jahili and early Islamic periods, often referred to under the name Moab. Poetic references from that era highlight the region's significance as part of the caravan routes, even if its current names like "Tafila" were not explicitly mentioned. In later periods, especially in folk and Nabataea poetry, both Karak and Tafila were explicitly referenced in poems of pride, honor, and local folklore. The regions became symbolically associated with their mountainous nature, vineyards, and mystic valleys such as Wadi al-Jinn and Buseira, where legends and supernatural tales flourished, particularly those tied to the contrast between highland and lowland zones.

All these geographical and literary indicators suggest that Karak and Tafilah were essential crossroads in the cultural and commercial movement between the Arabian Peninsula and the Levant. They maintained deep ties with the poetic and oral traditions of the Arab world, whether implicitly through mentions in classical poetry or explicitly in the vibrant folk heritage of later centuries.

This confirms that, although Jordan was not known as a distinct political entity during those periods, its lands played a crucial geographical and cultural role in the journeys of Arab poets, through the roads they traveled, the towns they encountered, and the tribes they interacted with many of which were memorialized in their verse.

Keywords: Heritage, literature, Routes, Archaeology, south Levant.

INFLUENCE OF TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT ON EARLY GROWTH OF ARGAN (*Argania spinosa*) SEEDLINGS

EL RHOCH Mohamed
MAAZOUZI Soukaina

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

MOUDEN Najoua

Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

SELLAL Zineb

SELMAOUI Karima

OUAZZANI TOUHAMI Amina

DOUIRA Allal

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Abstract

Trichoderma spp. are beneficial endophytic fungi widely recognized for promoting plant growth and enhancing tolerance to abiotic stresses. While their effects have been extensively studied in various crops, limited research exists on their application to endemic species such as *Argania spinosa*. In this study, a bioformulation based on *Trichoderma spp.* was applied as a seed treatment, and its impact on the early development of argan seedlings was evaluated over 12 months under greenhouse conditions. Results revealed a significant enhancement in growth parameters, including shoot and root length, biomass accumulation, and branching. Treated seedlings exhibited higher fresh biomass (14 g for shoots and 12 g for roots) compared to the control group (3 g and 2 g, respectively). Shoot and root lengths in treated plants reached 74 cm and 44 cm, while control plants measured 25 cm and 35 cm, respectively. Moreover, crown diameter and number of branches increased (1 cm and 4 branches vs. 0.5 cm and 1 branch in controls). Root colonization by *Trichoderma spp.* was high, reaching 90%, indicating effective and persistent symbiosis. These findings underscore the potential of *Trichoderma spp.* as a sustainable biotechnological approach to improve argan seedling growth.

Keywords : *Argania spinosa*, *Trichoderma spp.*, seed bio-priming, plant growth promotion, greenhouse experiment, root colonization.

FIRST REPORT OF CLONOSTACHYS ROSEA ASSOCIATED WITH DISEASE SYMPTOMS IN ARGANIA SPINOSA SEEDLINGS IN MOROCCO

Mohamed EL RHOCH *

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University,
Kenitra, Morocco

Najoua MOUDEN

2Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of
Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Zineb SELLAL

Karima SELMAOUI

Amina OUZZANI TOUHAMI

Amar RABHI

Allal DOUIRA

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University,
Kenitra, Morocco

ABSTRACT

The presence of the fungus *Clonostachys rosea* is reported for the first time on young seedlings of the endemic Moroccan species *Argania spinosa*. Affected plants exhibited characteristic symptoms, including severely stunted growth and generalized leaf yellowing, which significantly compromise seedling vigor and survival under field conditions. Although *C. rosea* is commonly known as a saprophytic fungus with beneficial potential as a biocontrol agent, this study reveals its opportunistic pathogenic behavior under specific nursery conditions.

The identification of the pathogen was achieved through a combination of morphological characterization on PSA medium and molecular analysis targeting the ITS region of fungal DNA isolated from symptomatic tissues. Sequencing results confirmed the identity of the fungus as *Clonostachys rosea*.

Pathogenicity tests were conducted by inoculating healthy seedlings with the isolated strain, leading to the reproduction of identical symptoms. These findings confirm the ability of *C. rosea* to act as an opportunistic pathogen in argan nurseries. The study underscores the necessity of developing effective phytosanitary strategies to mitigate its impact on the early growth of *Argania spinosa*.

Keywords: *Clonostachys rosea*, *argania spinosa*, opportunistic pathogen, seedling symptoms, molecular identification, argan nurseries

IMPROVING ARGAN SEEDLING DEVELOPMENT USING TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT

EL RHOCH Mohamed
MAAZOUZI Soukaina

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco
MOUDEN Najoua

Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

SELLAL Zineb
SELMAOUI Karima
OUAZZANI TOUHAMI Amina
DOUIRA Allal

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

Trichoderma spp. are endophytic fungi recognized for their symbiotic association with plants, providing multiple agronomic benefits. These fungi are increasingly employed in seed treatments due to their capacity to alleviate abiotic stress and promote plant growth. Despite their widespread use in conventional crops, limited research has examined their effects on endemic species such as *Argania spinosa*. This study investigated the impact of a *Trichoderma*-based seed treatment on the growth performance of argan seedlings over 12 months under greenhouse conditions. Treated seedlings showed significant improvements in several growth parameters, including increased shoot and root length, dry biomass, and number of branches. Fresh shoot and root weights reached 14 g and 12 g, respectively, compared to 3 g and 2 g in control plants. Shoot and root lengths were 74 cm and 44 cm in treated plants, versus 25 cm and 35 cm in the controls. Furthermore, treated seedlings exhibited greater crown diameters (1 cm vs. 0.5 cm) and higher branch numbers (4 vs. 1). Notably, *Trichoderma spp.* achieved a high root colonization rate of up to 95%, indicating a successful and persistent symbiotic interaction. These results highlight the potential of *Trichoderma spp.* as a sustainable biotechnological tool to enhance argan seedling growth.

Keywords : *Argania spinosa*, *trichoderma spp.*, seed bio-priming, greenhouse cultivation, plant growth promotion, endophytic fungi

INVOLVEMENT OF *FUSARIUM SOLANI* IN DIEBACK DISEASE OF ARGAN TREES IN MOROCCAN NURSERIES

Mohamed EL RHOCH *

Soukaina MAAZOUZI

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University,
Kenitra, Morocco

Mohamed OUAJDI

Centre for Innovation, Research and Training, Agence Nationale des Water and Forests, Rabat Agdal
10050, Morocco

Zineb SELLAL

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University,
Kenitra, Morocco

Najoua MOUDEN

Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of
Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Karima SELMAOUI

Amina OUZZANI TOUHAMI

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University,
Kenitra, Morocco

Amar RABHI

Centre for Innovation, Research and Training, Agence Nationale des Water and Forests, Rabat Agdal
10050, Morocco

Allal DOUIRA

Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University,
Kenitra, Morocco

ABSTRACT

The expansion of argan cultivation is increasingly hindered by fungal diseases caused by diverse pathogenic agents. *Fusarium solani*, a widely distributed species within the *Fusarium* genus, is known to infect numerous plant hosts, including *Argania spinosa*. In 2023, this pathogen was isolated from argan seedlings exhibiting wilting and collapse symptoms in a nursery located in southwestern Morocco. Pathogenicity was confirmed through the application of Koch's postulates using artificial inoculation. Within 8 to 10 weeks post-inoculation, all treated plants exhibited characteristic symptoms, including stem necrosis, root rot, and loss of aerial parts, whereas the control plants remained healthy. *F. solani* was successfully re-isolated from both the roots and shoots of symptomatic plants, with a re-isolation frequency of approximately 80%. The root system particularly the radicles was identified as the primary site of infection. As a result, the pathogen significantly impaired water and nutrient uptake, leading to plant dieback and desiccation. This study highlights the role of *Fusarium solani* as a pathogenic agent affecting the health and survival of argan seedlings under nursery conditions.

Keywords : *Fusarium solani*, *argania spinosa*, dieback disease, root rot, Koch's postulates, nursery seedlings.

DIVERSITY AND COMMUNITY STRUCTURE OF MICROALGAE AND CYANOBACTERIA IN OGLET EDDAIRA WETLAND (SOUTH-WESTERN ALGERIA)

Karima SENNOUR

Laboratory of biotoxicology, Department of Biology, University of Sidi Bel Abbes, 22000, Algeria

Khadidja Chiali-CHARIF

Laboratory of biotoxicology, Department of Biology, University of Sidi Bel Abbes, 22000, Algeria

Sabrina BOUCETTA

University 20 August 1955, Department of Biology, Skikda, 21000, Algeria

Laboratory of Ecobiology of Marine and Coastal Environments (EMMAL), Annaba University, 23000, Algeria

Faiza BENABI

Ahmed KERFOUF

Laboratory of eco- development of spaces, University of Sidi Bel Abbes, 22000, Algeria.

ABSTRACT

This study aimed to identify the microalgae and assess their seasonal distribution in Oglat Eddaira lake (south western Algeria), integrating ecological evaluation through diatom and phytoplankton-based indices (EPI-D and Q Index). Sampling was carried out monthly from October 2023 to August 2024 using a plankton net for microalgae, with three fixed points for seasonal assessments. A total of 32 microalgal species were recorded, belonging to six classes: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Conjugatophyceae, Cyanophyceae, and Euglenophyceae. Seasonal heatmaps revealed clear clustering patterns, with nutrient-related parameters (NO_3^- , PO_4^{3-} , NH_4^+) exerting the strongest influence on microalgal assemblages, followed by physical factors (temperature, turbidity) and mineralization parameters (conductivity, salinity). The Q Index proved particularly sensitive to detecting bloom-forming species and early eutrophication signals, while the EPI-D index provided a more integrative perspective on long-term diatom community shifts. Notably, cyanobacteria exhibited higher abundances during warmer periods, indicating their role as early indicators of ecosystem imbalance. Additionally, we successfully developed a new ecological mapping of Oglat Eddaira, providing a visual representation of its environmental gradients and biological patterns, which constitutes a valuable tool for wetland management and monitoring.

Keywords: Microalgae, Cyanobacteria, Oglat Eddaira lake, EPI-D, Q Index, Ecological Mapping

LIVING CONDITION OF WORKERS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Dung Rondong MANGAI
Rasheed Babatunde ISA
Abdulkabir Opeyemi BELLO

Department of Building, Federal University of Technology, Minna, Nigeria

ABSTRACT

The construction industry is the backbone of global development, providing essential infrastructure and shaping the urban landscape. However, amidst this progress, the living conditions of construction workers have become a pressing concern. This study presents a systematic literature review and bibliometric analysis to shed light on the current living conditions faced by construction workers globally. The research adopts a systematic approach to identify relevant studies published in peer-reviewed journals and conference proceedings using the SCOPUS database. A robust search strategy, "*living AND condition AND of AND workers AND in AND the AND construction AND industry*," is employed to collect a wide range of publications related to the living conditions of construction workers. The bibliometric analysis complements the systematic review, quantitatively assessing keywords, article sources, and citation patterns. The review encompasses a diverse array of factors impacting the living conditions of construction workers, including housing conditions, wages, working hours, occupational safety, healthcare access, and social support systems. The study uncovers several critical issues affecting construction workers' living conditions. Inadequate housing facilities emerge as a prevalent concern, with substandard accommodations often leading to health hazards and reduced productivity. Low wages and irregular payment systems perpetuate financial instability, adversely affecting workers' overall quality of life. Unsafe working conditions and insufficient access to healthcare services contribute to increased accident rates and occupational health risks. Cultural and societal norms also play a significant role in shaping the treatment of construction workers, with some societies lacking the necessary legal protections and social support mechanisms. The findings of this study highlight the urgent need for comprehensive policy reforms, industry-wide initiatives, and collaborative efforts from stakeholders to improve the living conditions of construction workers. Enhanced regulations, provision of affordable and safe housing, fair wage structures, and improved access to healthcare are among the suggested measures to address the identified challenges.

Keywords: Construction industry, Healthcare access, Living conditions, Workers, Wages

1.0.INTRODUCTION

1.1.Background to the Study

The construction industry is a fundamental pillar of modern society, providing essential infrastructure and contributing significantly to economic growth and development. However, behind the towering skyscrapers and bustling cityscapes lies an often-overlooked aspect: the living conditions of construction workers. These labourers form the backbone of the industry, working tirelessly to shape the urban landscape. However, they frequently face challenging circumstances that affect their well-being and quality of life. The living conditions of construction workers have long been a concern for policymakers, labour rights advocates, and researchers (Celik & Budayan, 2016; Mathew et al., 2016). As construction activities continue to expand worldwide, the significance of this issue becomes even more pronounced. Several studies have explored aspects of the living conditions of construction workers in various contexts. Existing research has investigated housing conditions, wages, working hours, access to healthcare, and social support systems (Adsul et al., 2011; Kumar, 2013; Mathew et al., 2016). However, the vast body of literature on this topic lacks coherence, potentially leading to gaps in understanding the situation.

Workers' performance in the construction industry is intricately linked to their living conditions, as these conditions significantly influence their physical and mental well-being (Ge et al., 2022), job satisfaction, and overall productivity. Firstly, inadequate housing conditions Pérez-Hernández et al. (2018) can lead to physical discomfort, lack of restful sleep, and increased stress among construction workers. Overcrowded or substandard living spaces may exacerbate health issues, impacting their ability to perform physically demanding tasks (Varshney et al., 2022). Additionally, long commuting hours from distant and affordable housing options can result in fatigue and reduced energy levels, ultimately hampering their on-site efficiency and focus (HBR, 2021). The financial strain caused by low wages and irregular payment systems can negatively affect workers' morale and motivation HBR, 2021. Financial instability may lead to stress and anxiety about meeting daily living expenses, further diverting their attention from work-related tasks (Ryu & Fan, 2023).

Consequently, construction workers may feel demotivated and less committed to their jobs, leading to decreased job satisfaction and a decline in overall performance. Moreover, occupational safety is a critical aspect impacted by the living conditions of construction workers (Mathew et al., 2016). When housing facilities lack proper sanitation and hygiene, the risk of illness and infections increases, potentially affecting workers' ability to work regularly (WHO, 2018).

Unhealthy living conditions can weaken their immune system, making them more susceptible to workplace accidents and injuries (Techera et al., 2016). Furthermore, living near construction sites or hazardous areas without adequate protective measures can lead to occupational health hazards and exposure to harmful substances, compromising worker safety and performance. Access to healthcare services is another vital factor influencing the performance of construction workers (WHO, 2010). Limited access to medical facilities and healthcare resources can delay the diagnosis and treatment of health issues, leading to prolonged absences from work. Workers who cannot access timely medical care may be less productive on-site due to illness or untreated health conditions (Zhang et al., 2015).

Moreover, living conditions that lack basic sanitation and hygiene facilities can increase the risk of infectious diseases spreading among workers, resulting in absenteeism and reduced overall workforce efficiency. Social support systems foster a positive work environment and enhance worker performance. Inadequate living conditions isolating construction workers from their families and communities can contribute to loneliness and disconnection (Celik & Budayan, 2016). Lack of social support can lead to increased stress and mental health issues, ultimately affecting concentration and focus on the job. Conversely, when workers have access to supportive living environments that foster community and camaraderie, they are more likely to experience higher job satisfaction and perform better on construction projects. This study on the living conditions of workers in the construction industry aims to contribute to the existing body of knowledge, highlighting the importance of worker well-being in the construction sector. The primary objectives of this study are as follows:

- i.** Conduct a systematic literature review to gather and synthesise existing research on the living conditions of workers in the construction industry.
- ii.** Examine the critical factors affecting the living conditions of construction workers.
- iii.** Identify keywords and citations patterns using a bibliometric technique
- iv.** Propose policy recommendations and industry-wide initiatives aimed at improving the living conditions of construction workers

This research endeavours to provide valuable insights for policymakers, industry stakeholders, and researchers by conducting a systematic literature review and bibliometric analysis. Ultimately, the findings and policy recommendations seek to foster a construction industry that prioritises the welfare and dignity of its workforce, paving the way for sustainable and equitable development.

2.0.METHODOLOGY

This study adopts a mixed-methods approach, combining a systematic literature review and a bibliometric analysis to comprehensively examine the living conditions of workers in the construction industry. The systematic literature review allows for an in-depth synthesis of existing research. At the same time, the bibliometric analysis offers a quantitative assessment of publication trends and their impact on the academic discourse. The systematic literature review follows the guidelines proposed by Tranfield et al. (2003) and PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2009). The bibliometric analysis was conducted using the software VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010). This analysis identifies keywords trends, article sources, and countries' contributions to the living conditions of construction workers. The article selection process is shown in Figure 1.

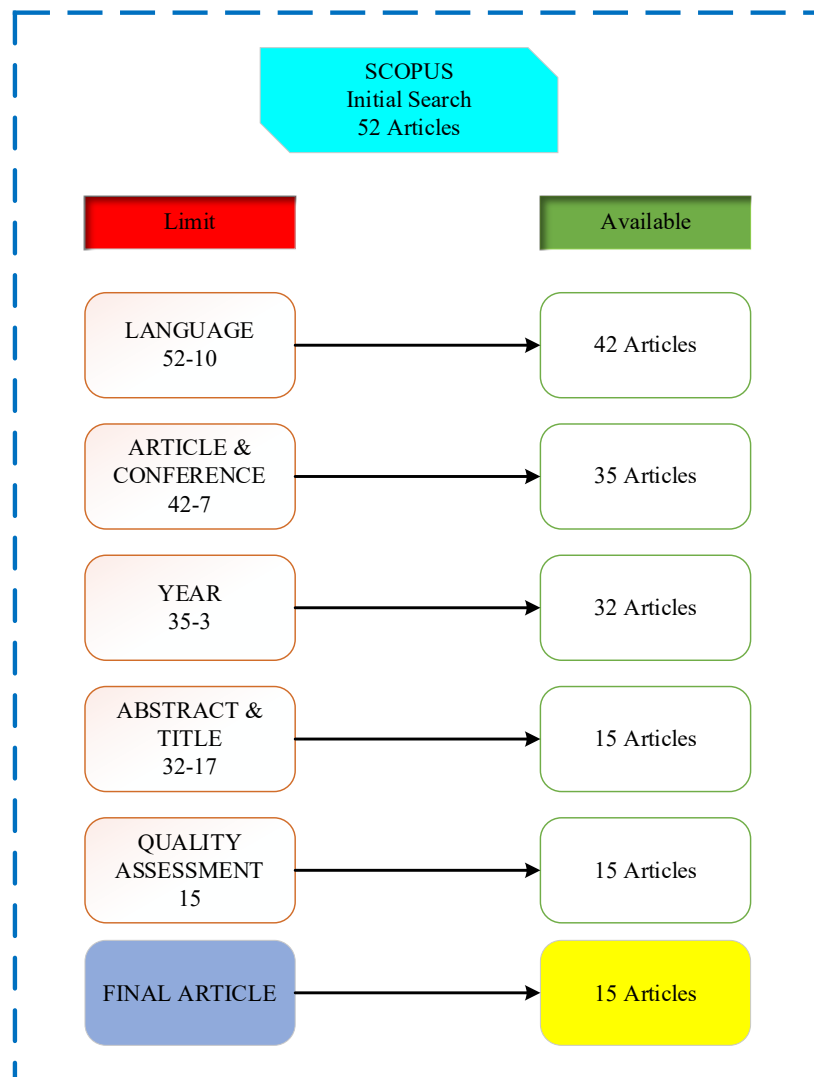


Figure 1: Article selection process

3.0.ANALYSIS

3.1.Bibliometric Analysis

The bibliometric analysis of all keywords provides insights into the distribution and link strength of various keywords in the study. The minimum number of keywords occurrence was set at 2, with 24 keywords meeting the threshold out of the 172 keywords result. Among the most frequently occurring keywords, "construction industry" appears seven times, while "human" appears six times. Both keywords have a high link strength, with "human" having 50 and "construction industry" having 26, indicating their significant influence and interconnectedness in the research. "Adult," "India," and "male" occur five times each, with link strengths of 43, suggesting their relevance in the study. Keywords related to construction workers are also prominent, with "construction workers" appearing four times and having a link strength of 16. Other relevant keywords include "construction worker," "cross-sectional study," "female," "humans," "questionnaire," "building industry," "occupational disease," "occupational health," "prevalence," "quality of life," "statistics and numerical data," and "trade unions," each appearing two times with varying link strengths. Some keywords, such as "construction," "employment," "human experiment," "living conditions," "migrant construction workers," and "article," occur two times but have relatively lower link strengths. The keyword "migrant construction workers" has the lowest link strength of 1, indicating limited connections in the research.

The bibliometric analysis highlights the key themes and concepts in the study, with "construction industry" and "human" being the most prevalent and influential keywords, reflecting the central focus of the research on the construction industry and its impact on human workers.

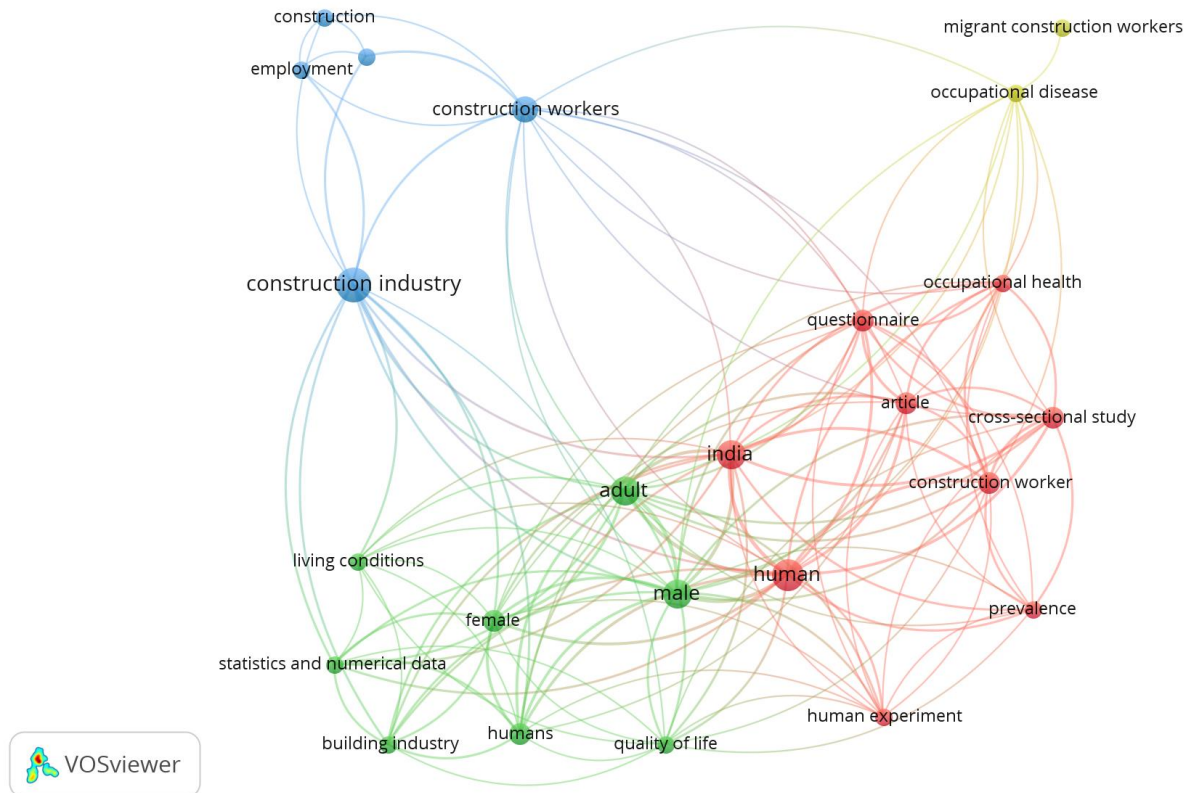


Figure 2: Keywords

3.2. Citations Source by Countries

The bibliometric citation by country result shows the study's distribution of documents and citations across different countries. A minimum number of documents of a country (1), the minimum number of citations of a country (1), and among the seven countries, only 5 meets the threshold. India has the highest number of documents (7) and citations (28), indicating a substantial contribution to the research in this field. The United States and the United Kingdom also have notable contributions, with 2 and 1 document(s) and relatively high citation counts (19 and 9, respectively). Portugal follows with two documents and six citations. China has 1 document with two citations. Since the total link strength is 0 for all countries, it indicates no direct connections or citations between the documents from different countries. This means that the publications from different countries in this bibliometric analysis have not cited each other or established direct collaborative links. The lack of link strength suggests that this field's research is currently less interconnected or that the publications from different countries have not yet established strong citation relationships.

Table 1: Ranking of countries based on citation

ID	Country	Documents	Citations	Total link strength
1	India	7	28	0
2	United States	2	19	0
3	United Kingdom	1	9	0
4	Portugal	2	6	0
5	China	1	2	0

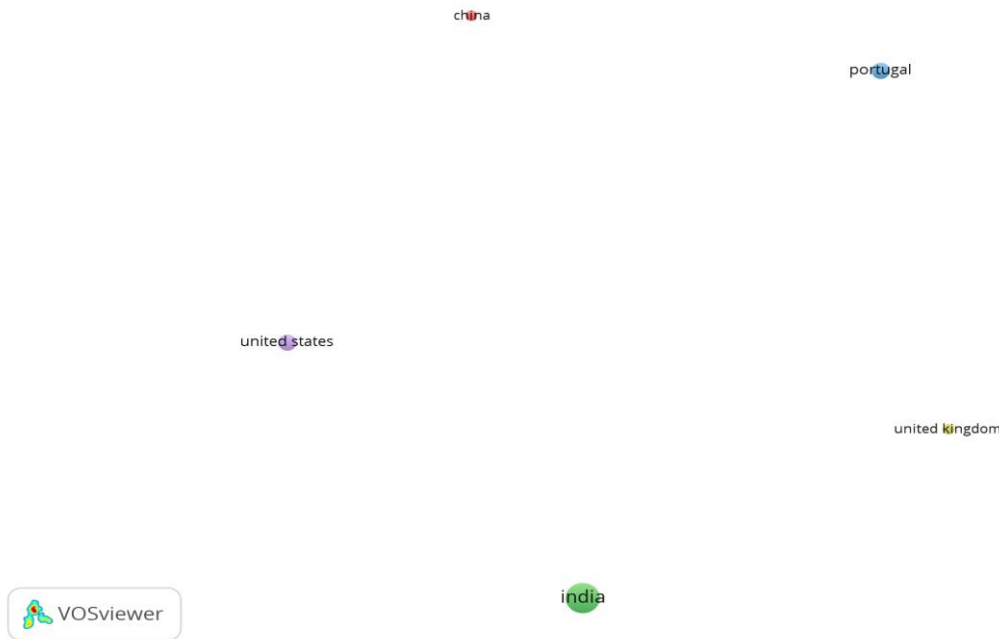


Figure 3: Countries' citation

3.3.Citation by article source

The bibliometric citation by source result provides an overview of the study's distribution of documents and citations across various academic sources. Out of the 15 sources, 11 meets the threshold with a minimum number of document and citation set at 1. Each source is represented by one document, and they have received citations ranging from 2 to 10. Notably, "Geoforum" and "Journal of Construction Engineering and Management" are the most cited sources, with ten citations each, suggesting their significant influence in this research area. "BMC Public Health" follows closely with nine citations. Several other sources, such as the "Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine," "Mobilities," and "Gender and Development," have received 6 or 5 citations, indicating their relevance in the field. The remaining sources have received four or fewer citations. Despite the variation in the number of citations, all sources have a total link strength of 0, which implies that there are no direct connections or citations between the documents from different sources. Further analysis of the individual documents and their citation patterns may shed light on the specific contributions and

collaborations among the sources in this field.

Table 2: Citation by source

ID	Source	Documents	Citations	Total link strength
1	Geoforum	1	10	0
2	Journal of construction engineering and management	1	10	0
3	BMC public health	1	9	0
4	Indian journal of occupational and environmental medicine	1	6	0
5	Mobilities	1	6	0
6	Gender and development	1	5	0
7	Journal of clinical and diagnostic research	1	4	0
8	Work (reading, mass.)	1	4	0
9	Journal of environmental and public health	1	2	0
10	Management and labour studies	1	2	0
11	Social change	1	2	0

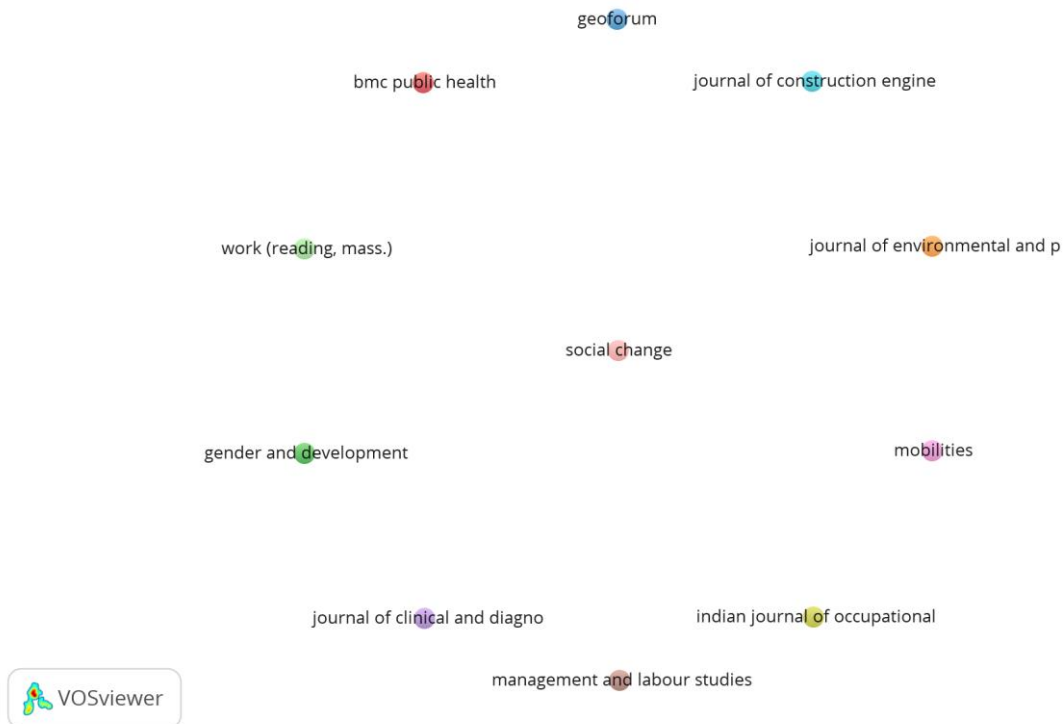


Figure 4: Citation by source

4.0. Discussion of Literature

4.1. Living Conditions of Workers in the Construction Industry

Singh (2016) examines the living conditions of construction workers in Gandhinagar City, revealing a slight improvement in their economic situation. However, their demographic, social, and living conditions remain distressing and vulnerable. Migrant workers play a significant role, managed through a contract system. The industry is predominantly male, with female workers occupying unskilled roles. The Harris-Todaro model partially applies to the rural-to-urban migration process. Unlike government employees, construction workers lack social security and other benefits. Achieving decent work for migrant workers remains a significant challenge in the industry. Another study by Marques et al. (2021) examines the political economy of posting in the European Union, focusing on Portuguese construction workers' working and living conditions posted to other EU Member States. The study uncovers abusive and exploitative practices involved in posting, contributing to the (de)regulation of labour in the construction sector. Despite the goal of a free labour movement, posted workers face limited social rights in the host country. The research, conducted as part of the 'EU Post Lab' project, utilises document analysis and interviews to shed light on the challenges posted workers face and aims to promote cooperation and awareness in the posting field.

The study of Menzil (2016) aims to understand the health status and habits of 200 male construction workers in Bangalore. Most workers (90.5%) are migrants, and 26.5% engage in smoking and alcohol consumption, potentially increasing their vulnerability to accidents and health issues. Respiratory infections (16%) and musculoskeletal problems (9%) were prevalent. Improving safety measures at construction sites and providing better housing away from the sites are recommended to address these issues. A cross-sectional study was conducted among 404 male construction workers to assess their QOL and probable psychological distress (Mathew et al., 2016). The study used the World Health Organization (WHO) QOL-BREF and the 12-Item General Health Questionnaire (GHQ-12). The results revealed poor QOL scores in the environmental domain, highlighting the need for better living conditions, healthcare access, and recreational facilities for these workers. Additionally, a significant prevalence of probable psychological distress was observed, warranting attention to the mental well-being of construction workers.

Dhar (2014) focuses on low-income construction workers from a small construction company in eastern India, particularly from Jharkhand. Ethnography, photo elicitation, and in-depth interviews were used to collect qualitative data from twelve families residing at the construction

site. The research identified four themes: Daily Rituals, Living Conditions, Quality of Food, and Health and Hygiene. The findings revealed pitiful living conditions attributed to acute poverty among the workers. The study emphasises the need for policymakers and philanthropists to use research findings to improve low-income construction workers' status and quality of life. Similarly, Rahaman & Rahman (2021) focus on the quality of work-life (QWL) of construction workers in Bangladesh, given the inhumane working conditions and living standards they endure while contributing significantly to the country's economic development. Employing a mixed-method approach, the researchers conducted one-to-one interviews, focus group discussions, and structured questionnaires. The findings indicate high dissatisfaction among construction workers regarding their working conditions, pay, accommodation, food, education, health, and safety. The study emphasises the need for policies to improve workers' well-being. It highlights its significance in enhancing academic literature related to the current condition of construction workers in Bangladesh's construction industry. This study is noted as the first of its kind in Emerald Insight publishers, shedding light on the overall inhuman work-life of construction workers in Bangladesh.

Nivedita et al. (2019) conducted research with women construction workers in Ahmedabad, Gujarat, one of the world's fastest-growing cities, representing India's exclusionary economic growth. The study involves collaboration with a migrant construction workers' union to shed light on the experiences of female migrants in the city. The women members of the union utilise a method to bring visibility to their struggles as migrants, facing challenges with men, local authorities, and employers. They aim to draw attention to the additional burdens they endure due to a neglectful state and industry, advocate for improved working and living conditions, and raise awareness of gender inequalities that should be incorporated into the demands of the workers' union. Berseneva et al. (2019) focus on the methods used to select personnel for work shifts in extreme conditions of the Far North at a construction enterprise. The study suggests ways to provide psychological support to candidates during the selection process. The paper proposes methods and means of psychological support for the adaptation period of shift workers based on the analysis of changes in efficiency and the psycho-functional state of staff in the severe northern region. Recommendations are given to improve the adaptation process to extraordinary living conditions at different stages of a shift work period. The research investigates the correlation between personnel efficiencies and various factors, such as adaptation time to shift work, temperament, physical qualities, psycho-emotional state, and age of candidates. Additionally, the paper proposes teaching personnel self-control skills and

highlights the main components of psychological support for staff adaptation. In conclusion, the paper identifies the main risk groups when selecting candidates for senior positions of personnel working shifts in the conditions of the Far North.

Dhal (2020) explores the labour process of these unique informal construction workers' assemblies, comprising around 15,000 labourers daily. It investigates their employment conditions, labour relations, and the role of trade unions and the government in regulating this employment relationship. The study is based on a field study involving observation, interactions with 84 migrant construction workers, and 118 photographs. The findings reveal the precariousness experienced by these labourers due to irregular work, food shortages, significant family burdens, living in slums, and harassment from goons and contractors, with minimal support from trade unions and the government. Employers often neglect their legal obligations. Ge et al. (2022) study focuses on the impact of a knowledge-based employee incentive mechanism (EIM) on innovation performance in Shihezi, Xinjiang Uygur Autonomous Region. Through a questionnaire survey of knowledge-based workers (KBWs) in typical enterprises, the research explores the relationship between psychological capital (PsyCap), EIM, and employee innovation performance (EIP). Results reveal a high overall score of KBWs on PsyCap, EIM, and EIP scales. Knowledge-based EIM significantly influences EIP and PsyCap, with PsyCap positively impacting EIP. The study highlights the importance of innovative management practices for KBWs in Shihezi enterprises. It provides valuable insights for enhancing collaborative innovation performance in the region.

Fei (2020) investigates the compound labour regime (CLR) in Chinese construction projects in Africa, focusing on the spatial dynamics of management and workers' agency. It examines the unique form of "living at work" experienced by Chinese workers in African mining compounds and dorms, shaped by transnational, national, and local factors. A case study of a Chinese infrastructure project in Ethiopia reveals internal fragmentation within the seemingly integrated CLR due to subcontracting, outsourced labour, and the employment of expatriate and local workers. This fragmentation leads to negotiated despotism for expatriate workers and cautious precarity for local recruits, highlighting the complexity and contradictions of Chinese investment in Africa. Betancourt et al. (2013) investigate the challenges faced by India's estimated 40 million migrant workers and their children in the construction industry. Despite the country's economic growth, child protection issues persist for this vulnerable population. Using a rights-based model of child protection called the SAFE model. The research combines case study methods and interviews with stakeholders, experts, and focus group discussions with

workers and their children. The findings reveal complex stressors, including limited access to healthcare, education, and unsafe living conditions, impacting the health and well-being of migrant families. The study emphasises the need for enhanced corporate and government accountability and child-focused policies to safeguard the rights and protection of this invisible and highly mobile population. Mohankumar et al. (2018) investigated morbidity among 312 urban construction workers in Kancheepuram District, India. Around 80.1% had health-related issues, with musculoskeletal problems being the most common (71.5%), followed by skin, eye, abdominal, respiratory problems, and external injuries. Significant associations were found with smoking, alcohol consumption, other tobacco use, work type, marital status, and diet. The study underscores the need for awareness about health and safety issues in construction work, health insurance coverage, and health screening services to enhance worker well-being and productivity. Akram's (2014) cross-sectional study from western Uttar Pradesh examines the occupational diseases, treatment patterns, and public health concerns of MCWs in urban areas. Data is collected through semi-structured interviews and ethnographic observation using multi-stage cluster sampling. The findings show that 35% of MCWs reported injuries, and 70% reported diseases in the last year. Public health facilities are lacking on most construction sites, exacerbating the burden of occupational diseases on migrant workers. Policy interventions are needed to improve the conditions of MCWs and reduce disparities in economic and social development among regions and states, thereby regulating unproductive migration.

Construction workers face numerous critical issues that significantly impact their living conditions. Poor working conditions expose them to hazardous and challenging environments, leading to occupational hazards and health problems. Lack of access to proper health facilities exacerbates their vulnerability to occupational diseases and injuries. At the same time, inadequate living spaces, especially for migrant workers, resulting in overcrowding and unsanitary conditions. The absence of basic facilities like clean water and sanitation on many construction sites compounds these challenges. Additionally, the disparities in economic and social development between regions and states contribute to unproductive migration, further affecting the health and well-being of workers. Low wages are another pressing concern, as many construction workers earn meagre incomes despite arduous labour. These issues collectively highlight the urgent need for improved safety measures, better access to healthcare and public health facilities, fair wages, and policies that address the living conditions and overall welfare of construction workers in the industry.

5.0.CONCLUSION

This study delves into the living conditions and challenges construction workers face in the construction industry, specifically focusing on their well-being and overall quality of life. The research findings have shed light on the critical issues impacting these workers, highlighting the urgent need for policy interventions and improved working conditions. The study revealed that construction workers are confronted with numerous health hazards and occupational risks due to their work and the often-poor living conditions they experience. The prevalence of self-reported injuries and diseases among workers underscores the urgent need for enhanced safety measures and access to proper healthcare facilities at construction sites. Furthermore, the lack of public health facilities in many sites exacerbates the burden of occupational diseases on migrant workers, who often face additional challenges due to their migratory status. The presence of disparities in economic and social development among regions and states further compounds the challenges construction workers face, leading to unproductive migration and contributing to the overall vulnerability of these workers. The issue of low wages also emerged as a significant concern, as many construction workers are earning meagre incomes despite their hard work and contributions to the industry. Addressing these disparities and improving wage structures are essential to creating a fair and equitable working environment for all workers. The study also found that the living conditions of construction workers, especially migrant workers, are inadequate. The narrow and unhygienic living spaces contribute to the prevalence of health issues among workers and their families. There is a pressing need to create awareness among workers about their health and safety at the workplace and to provide improved living conditions and access to basic facilities. One of the crucial findings of the research is the lack of linkages and collaboration between documents and sources, as indicated by the total link strength of 0. This suggests room for improvement in research collaboration and knowledge-sharing among researchers and institutions. Encouraging more collaboration and exchange of ideas could lead to enhanced research outcomes and a more robust understanding of the challenges faced by construction workers. This study serves as a vital contribution to understanding the living conditions and well-being of construction workers in the construction industry. The research findings underscore the urgent need for policy corrections and measures to improve the conditions of these workers. Creating awareness about health and safety, providing access to proper healthcare facilities, and addressing the issue of low wages are essential steps in enhancing the quality of life and overall well-being of construction workers. Moreover, promoting research collaboration and knowledge-sharing

among institutions can lead to more comprehensive and effective interventions to address the critical issues facing construction workers.

5.1. Policy Recommendations and Industry-Wide Initiatives

- i. **Raise Awareness and Sensitisation:** Conduct awareness campaigns and sensitisation programs to educate employers, workers, and the public about the rights and well-being of construction workers. Building a culture of empathy and understanding can lead to positive changes in the industry.
- ii. **Improving the living conditions of construction workers** requires a multifaceted approach involving policy interventions, industry-wide initiatives, and collaborative efforts between the government, employers, and relevant stakeholders. Below are some key policy recommendations and industry-wide initiatives that can significantly impact.
- iii. **Enforce and Strengthen Labour Laws:** Governments should enforce existing labour laws and introduce stricter regulations to ensure fair wages, safe working conditions, and reasonable working hours for construction workers. Penalties for violations should be stringent to deter non-compliance.
- iv. **Provide Access to Healthcare Facilities:** Establishing and maintaining healthcare centres at construction sites will ensure prompt medical attention to injured or sick workers. Regular health check-ups and vaccination programs should also be implemented to prevent the spread of diseases.
- v. **Affordable Housing Schemes:** Governments and private construction companies can collaborate to provide affordable housing options for construction workers near their worksites. Access to proper housing with basic amenities will significantly improve their living conditions and reduce the burden of long commutes.
- vi. **Safe and Hygienic Living Spaces:** Employers should ensure that the temporary living spaces for migrant construction workers meet minimum safety and hygiene standards. Adequate sanitation facilities, proper ventilation, and clean drinking water should be provided.
- vii. **Skill Development and Training:** Invest in skill development and training programs to enhance the skills and capabilities of construction workers. This will improve their employability and contribute to their overall well-being.
- viii. **Social Security Measures:** Implement social security schemes, including health insurance, disability benefits, and pension plans, to provide financial support and stability to construction workers and their families.

- ix. **Promote Mental Health Support:** Address construction workers' mental health challenges by offering counselling services and support networks. Occupational stress and the transient nature of their work can take a toll on their mental well-being, necessitating proactive measures.
- x. **Encourage Industry Collaboration:** Foster collaboration among construction companies, trade unions, and non-governmental organisations to collectively address the living conditions of construction workers. Joint initiatives can pool resources and expertise for a more significant impact.
- xi. **Promote Worker Participation:** Encourage participation in decision-making through workers' committees or councils. Their involvement can provide valuable insights and adequately address their needs and concerns.

5.2.Future Studies Focus

- i. Investigate the long-term impact of policy and industry-wide initiatives on the living conditions of construction workers. Analyse how implementing various measures has influenced their well-being, safety, and job satisfaction over time.
- ii. Conduct comparative studies across different countries and regions to understand the variations in living conditions and challenges construction workers face. Identify successful practices and learn from best practices implemented in other contexts.
- iii. Explore the potential of technology in enhancing the living conditions of construction workers. Investigate the adoption of digital solutions, smart construction sites, and automation in promoting safer and more efficient working environments.
- iv. **Impact of COVID-19:** Analyse the impact of the COVID-19 pandemic on construction workers' living conditions and work arrangements. Study the measures taken to ensure their safety during the pandemic and identify strategies for building resilience in the post-pandemic era.
- v. Study the link between social and economic empowerment of construction workers and their living conditions. Explore how access to education, skill development, and financial inclusion can uplift their standard of living.
- vi. Study the role of worker voice and participation in decision-making processes. Analyse how involving construction workers in decision-making can lead to improved policies and better outcomes for their living conditions.

References

- Adsul, B. B., Laad, P. S., Howal, P. V., & Chaturvedi, R. M. (2011). Health problems among migrant construction workers: A unique public–private partnership project. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 15(1), 29.
- Akram, M. (2014). Occupational disease and public health concerns of migrant construction workers: a social epidemiological study in western Uttar Pradesh. *Social change*, 44(1), 97-117.
- Berseneva, M., Vasilovskaya, G., & Danilovich, E. (2019). Psychological support of fly-in/fly-out labour for construction companies working in Far North. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 687, No. 4, p. 044009). IOP Publishing.
- Betancourt, T. S., Shaahinfar, A., Kellner, S. E., Dhavan, N., & Williams, T. P. (2013). A qualitative case study of child protection issues in the Indian construction industry: investigating the security, health, and interrelated rights of migrant families. *BMC public health*, 13, 1-12.
- Celik, T., & Budayan, C. (2016). How the residents are affected from construction operations conducted in residential areas. *Procedia engineering*, 161, 394-398.
- Dhal, M. (2020). Labor stand: Face of precarious migrant construction workers in India. *Journal of construction engineering and management*, 146(6), 04020048.
- Dhar, R. L. (2014). Understanding working class lives: An examination of the quality of life of low income construction workers. *Work*, 49(1), 87-105.
- Fei, D. (2020). The compound labor regime of Chinese construction projects in Ethiopia. *Geoforum*, 117, 13-23.
- Ge, Y., He, Y., Huang, Z., & Sun, X. (2022). Influence of knowledge-based employee incentive construction on innovation performance using psychological capital. *Journal of Environmental and Public Health*, 2022.
- HBR (2021). Retrieved from <https://hbr.org/2021/05/that-dreaded-commute-is-actually-good-for-your-health>
- Jayaram, N., Jain, P., & Sujatha Sugathan, S. (2019). No city for migrant women: Construction workers' experiences of exclusion from urban governance and discrimination in labour markets in Ahmedabad. *Gender & Development*, 27(1), 85-104.
- Kumar, M. (2013). Inimitable issues of construction workers: Case study. *British Journal of Economics, Finance and Management Sciences*.
- Marques, J., Veloso, L., & Oliveira, C. S. (2021). Free mobility, locked rights: the posting of construction workers from Portugal. *Mobilities*, 16(3), 404-422. <https://doi.org/10.1080/17450101.2020.1863552>
- Mathew, G., Ramesh, N., Shanbhag, D., Goud, R., Subramanian, S., Lobo, C., ... & Dasari, P. (2016). Quality of life and probable psychological distress among male workers at a construction site, Kolar district, Karnataka, India. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20(1), 54.
- Menzil, M., Anand, A. K., & Puttaswamy, M. (2016). Study of Morbidity Pattern among the Male Construction Workers. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 7(4).
- Mohankumar, P., Gopalakrishnan, S., & Muthulakshmi, M. (2018). Morbidity Profile and Associated

Risk Factors among Construction Workers in an Urban Area of Kancheepuram District, Tamil Nadu, India. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 12(7).

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097

Pérez-Hernández, B., Lopez-García, E., Graciani, A., Ayuso-Mateos, J. L., Rodríguez-Artalejo, F., & García-Esquinas, E. (2018). Housing conditions and risk of physical function limitations: a prospective study of community-dwelling older adults. *Journal of Public Health*, 40(3), e252-e259.

Rahaman, M. S., & Rahman, M. M. (2021). Life of the Bangladeshi construction workers: an insight observation from the reality of the quality of an isolated community. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, 16(5), 829-847.

Ryu, S., & Fan, L. (2023). The relationship between financial worries and psychological distress among US adults. *Journal of Family and Economic Issues*, 44(1), 16-33.

Singh, G. P. (2016). Plights of migrant construction workers. *Management and Labour Studies*, 41(3), 181-198.

Techera, U., Hallowell, M., Stambaugh, N., & Littlejohn, R. (2016). Causes and consequences of occupational fatigue. *Journal of occupational and environmental medicine*, 58(10), 961-973.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222. doi:10.1111/1467-8551.00375

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. doi:10.1007/s11192-009-0146-3

Varshney, K., Glodjo, T., & Adalbert, J. (2022). Overcrowded housing increases risk for COVID-19 mortality: an ecological study. *BMC Research Notes*, 15(1), 1-4.

WHO Housing and Health Guidelines. Geneva: World Health Organization; 2018. 1, Introduction. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535298/>

World Health Organization. (2010). *Increasing access to health workers in remote and rural areas through improved retention: global policy recommendations*. World Health Organization.

Zhang, W., Sun, H., Woodcock, S., & Anis, A. (2015). Illness related wage and productivity losses: Valuing 'presenteeism'. *Social science & medicine* (1982), 147, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.10.056>

ROLE OF SCIENTIFIC INNOVATIONS FOR WOMEN EMPOWERMENT IN PAKISTAN 1947-1977

Dr. Mansoor AHMED

Assistant Professor, Department of History, government College University, Faisalabad

ABSTRACT

Pakistan is a country situated in south Asia that got its independence in 1947 from Britain. It is predominantly Muslim society, according to its last official censuses it has more than more of fifty percent of women population. However it remains a patriarchal society since centuries, although now there are few visible changes in the polity of the country as girls can be seen driving motorcycles and studying in considerable number at university along with boys. this study by taking interviews of the females in the age bracket of 18-30 will attempt to analyse the ongoing wave of women empowerment through the pages of history. statistical tools will be used to conclude the study. It will conclude that the present changes in the Pakistani polity related to women rights are not result off short term struggle instead these are the result of struggle done by women since long.

AMBITION TO MAKE INDONESIA A CENTER FOR HALAL COSMETICS

Muhammad Umar ANDREANTO

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

ORCID ID: 0000-0003-4177-9949

Jihan Mifta SABILA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

ORCID ID: 0000-0002-2030-8841

ABSTRACT

The demand for and users of cosmetics in Indonesia is getting higher, which has spurred growth in the number of cosmetic industry players. With this condition, the cosmetic association hopes that Indonesian cosmetics can step up to foreign countries and even become the world's center for halal cosmetics. Overall, from 2020-2022 the cosmetic industry has developed quite rapidly even though it was hit by a pandemic. Now, in the middle of 2023, there are already 1,080 cosmetics industry companies, with a composition of 90 percent of local MSMEs. The purpose of this research is to find out the ambitions of cosmetic entrepreneurs to make Indonesia a center for halal cosmetics. This research method uses a literature review approach. The results of the literature review found that one day Indonesia must be able to become the world's center for Halal cosmetics. Halal is not only a matter of religion, because the halal product ensures that the product is healthy and certainly good for the body, and does not contain harmful ingredients. The Indonesian Cosmetics Association has started educating the public that halal is healthy. So to be accepted abroad anything for non-Muslim consumers who emphasize halal is healthy. Meanwhile in Indonesia, where the population is predominantly Muslim, the goal of halal cosmetics is not only to protect consumers but also to spiritualize, the point is that halal is a good thing. The Indonesian Cosmetics Association hopes to make Indonesia the world's center for halal cosmetics.

Keywords: Cosmetics Entrepreneur, Indonesia, and Halal Cosmetics.

EXPLORING CUTTING-EDGE APPROACHES FOR JERDON'S COURSER CONSERVATION AND RESEARCH

Murugan SHANTHAKUMAR

Department of Zoology, Bangalore University, Bangalore, India

ORCID ID: 0000-0002-6132-6288

Vidya PADMAKUMAR

Department of Zoology, Bangalore University, Bangalore, India

ORCID ID: 0000-0002-3830-4232

ABSTRACT

Jerdon's Courser (*Rhinoptilus bitorquatus*) is an endangered bird species endemic to the Eastern Ghats of India. Despite its critical status, there is a dearth of scientific literature on innovative approaches for conserving and studying this species. This paper aims to address this gap by presenting groundbreaking strategies and highlighting crucial research priorities that can contribute to the preservation of Jerdon's Courser. The initial section of this abstract underscores the pressing need for pioneering conservation approaches tailored to this species. Given Jerdon's Courser's unique ecological requirements and limited range, targeted conservation efforts are essential. Implementing innovative methods, such as habitat restoration, protected area establishment, and landscape-level conservation planning, can help combat threats like habitat loss, fragmentation, and human disturbance. The subsequent section focuses on unexplored research directions that demand immediate attention. Cutting-edge research techniques, including bioacoustics, camera trapping, and satellite telemetry, can provide invaluable insights into the species' behavior, population dynamics, and habitat utilization. Furthermore, genetic analyses and molecular studies can unravel the species' evolutionary history, genetic diversity, and connectivity. Engaging citizen scientists and local communities in monitoring programs, capacity building, and awareness campaigns can foster a deeper understanding of the species and promote its long-term survival. The final section emphasizes the significance of stakeholder engagement in conservation and research endeavors. Collaborative partnerships among researchers, local communities, government agencies, and non-governmental organizations are pivotal for the effective implementation of innovative strategies. Involving local communities in monitoring activities, empowering them through education and training, and raising awareness can instill a sense of ownership and encourage sustainable conservation practices. In conclusion, this abstract highlights the paramount importance of pioneering approaches for the conservation and research of Jerdon's Courser. By embracing innovative strategies and addressing research gaps, we can enhance our knowledge of the species and develop effective conservation measures. Prioritizing stakeholder

engagement and community participation will ensure the long-term success of these groundbreaking initiatives. Adequate resources and support must be allocated to safeguard the critically endangered Jerdon's Courser and its unique ecosystem for future generations.

Keywords: Jerdon's Courser, Endangered Species, Innovative Conservation Strategies, Research Priorities, Stakeholder Engagement

CONSUMPTION ETHICS IN THE PERSPECTIVE OF ISLAMIC ECONOMIC PHILOSOPHY

Rokhmatus SOLEKHA

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0003-4954-3148

Fara LUSTIANI

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0003-1039-1335

Winata PRASETYO

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0002-3352-9205

Muhammad Sultan MUBAROK

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0002-6168-0439

ABSTRACT

Purpose: This paper aims to explain the ethics of consumption in terms of Islamic economic philosophy. The formulation of the problem in this paper includes: first, what is the philosophical view regarding consuming food that is not yet clear on the law?, second, how is the manners or ethics when eating according to Islamic teachings? And the third is what is the philosophical view of excessive consumption?

Design/methodology/approach: This paper uses a qualitative descriptive method, with a data source (library research), namely a literature review that originates from several related literature, both from articles and books. Inductive data analysis by constructing a theory based on the data obtained.

Findings: First, Islam is a religion that really maintains balance. What we get is also what we have to give to nature so that the ecosystem is maintained. Second, Islam is a religion that prioritizes cleanliness, when the level of public consumption increases, the level of environmental pollution also increases, including the waste generated from these consumption activities. Third, Islam is a religion that pays attention to health and safety, therefore it must be able to ensure that something consumed is one that has guaranteed health and cleanliness. Fourth, Islam is a religion that respects each other and is socially sensitive. If freedom in consumption is not accompanied by ethics, then humans will be greedy and not think of anyone other than their own satisfaction. Then the last one, namely Islam does not like extravagant and excessive behavior, Islam teaches to live simply and in moderation.

Originality/value: This paper discusses some ethics in consuming, whether it meets the criteria of halal and toyib, and whether it is in accordance with Islamic ethics.

Keywords: Philosophy, Consumption Ethics, Halal, Islamic Economic Philosophy

ASSESSMENT OF FARMERS' ADAPTATION STRATEGIES TO FLOOD RELATED LOSSES IN ZONE ONE AREA OF EKITI STATE, NIGERIA

**Abdullahi A.
Shuaibu U.
Muhammad H.U.
Ahmed I. I.
Jibrin S.**

Department of Agricultural Extension and Rural Development, Federal University of Technology,
Minna, Niger State, Nigeria

ABSTRACT

This study assesses farmers' adaptation strategies to flood related losses in zone one area of Ekiti State, Nigeria. A multistage sampling technique was adopted in the selection of 147 crop farmers. Data obtained were analyzed by the use of descriptive statistics and inferential statistics tool used was the Poisson regression model. The results indicated that crop farmers in the study area have the average age of 43years, dominated by males and were married. Majority about 79.7% of the crop farmers were educated in formal institutions and have a mean household size of 5 people. Also the respondents had the mean of 18years of farming experience and 59.9% owned their land with the mean of 1.4 hectares of land. The study revealed that respondents strongly perceived flood effects of loss in farm produce, loss in quality of yield, loss of farm infrastructure, causes soil degradation, pest challenges. The study findings show that common adaptation strategies adopted by the crop farmers include change in planting date, crop rotation, mixed cropping, planting of cover crops and mulching. Furthermore, the Poisson regression result of the determinants of adaptation strategies to flood showed that age, level of education, farming experience, extension visit, credit, compatibility and cost of practice were statistically significant in making decisions. However, the major severe constraints perceived by the respondents include: poor access to adaptation strategies information, high cost of improved crop varieties, lack of access to weather forecast technology by crop farmers and government irresponsiveness to risk management. Therefore, it was recommended that Extension agencies should provide adequate information on various adaptation strategies to farmers, which was one of the major constraints they face, relevant stakeholders and concerned organization should provide farmers with weather forecast technology, financial institutions should make access to credit facilities to farmers to enable them adopt adaptation strategies.

Key words: Adaptation, Strategies, Flood, Crop Rotation, and Perceived

INTRODUCTION

Agriculture has contributed immensely to the economies of most African countries including Nigeria where it constitutes about 40% of the countries' Gross Domestic Product (GDP) and about 70% of the population depends on it as a source of their livelihood (Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) 2015). Flood threatens agricultural production, which adversely affects crop yield and soil fertility on farms thereby putting countries' food security in jeopardy. Floods are the most common natural disasters, which caused loss of life and economic damage in various parts across the globe. The effect of flood on crop farmers is likely to be increasing through time because of climate change. In agricultural economies where rain is relying upon, erratic rainfall causing unexpected floods can create a laying waste on crop farmers and their livelihoods. They result in loss of property, destruction of the environment and many times lead to loss of life (Ramakrishna *et al.*, 2015). Flood is a global problem and its strong influence especially in the agricultural sector is made visible where it has strongly affected production in most developing countries (Elum *et al.*, 2017), Which has resulted to highly food insecurity to the citizens of most of these countries. Flood is the most common type of disaster causing serious economic losses in various part of the world (Ramakrishna *et al.*, 2015).

Flood is expected to disproportionately affect smallholder crop farmers by further worsening the risks that farmers face. Flood has negatively affected crop farmers' well-being through its adverse effects. Crop farmers have been experiencing low agricultural productivity, crop failure, shortage of agricultural based food items at a household level and food insecurities. Those effects have caused a huge threat to food security and farmers livelihoods around the world compromising the well-being of crop farmers, because majorly crop farmers depend on natural climatic sensitive resources such as agriculture for their livelihood (Ubisi *et al.*, 2017). Adaptation to flood measures, farmers must first notice that the climate has changed, and then to establish useful adaptations and put them into practice (Fatuase and Ajibefun 2015). Common adaptation methods include the use of new crop varieties, increased use of soil and water conservation techniques, changed use of capital and labour (Obayelu *et al.*, 2015). It is important for small-scale farmers to be aware of and have access to information on seasonal weather forecasts in order to cope and adapt to changing weather patterns. The goal of adaptation is neither the prevention of all negative impacts from variable and changing flooding, nor merely clean up after each flood disaster. Rather the goal of adaption is long-term resilience, to create the conditions in which society and managed ecosystems are largely able to absorb the

impacts from flood variability and change such that any residual impacts beyond their coping capacity remains within acceptable limits of risks.

It is displeasing to note that, urban areas in Nigeria are particularly vulnerable to flooding due to inadequate drainage system, replacement of natural and absorptive soil cover with concrete and deforestation of hillsides, which has the effect of increasing the quantity and rate of runoff and the silting of drainage channels. In Ekiti State, cases of flood was experienced severally in some areas especially where the flood plains have been abused due to illegal erection of buildings and other structures as well as unhealthy habit of dumping refuse and solid wastes in open channel drainage system are particularly prone to flood disasters. In view of the above, the study seeks to assess the farmers' adaptation strategies to flood related losses in zone one area of Ekiti State, Nigeria. To achieve this, the study seeks to achieve the following objectives: describe the socioeconomic economic characteristics of farmers in the study area, examine the perceived effects of flood on crop production in the study area, examine the adaptation strategies used to flood related losses by farmers in the study area, analyze the determinants of the adaptation strategies to flood related losses in the area and examine the constraints associated with the adaptation strategies to flood in the study area.

METHODOLOGY

This Study was conducted in Ado, Irepodun/Ifelodun, and Ekiti west local government area of Ekiti State, Nigeria. It is in Southwest region of Nigeria, Ekiti was declared a state on 1st October 1996. It is located between longitude 4°45' and 5°50' East of the Greenwich meridian and latitude 7°25' and 8°05' north of the equator. Ekiti State border Kwara and Kogi States to the north, Osun State to the west and Edo State to the East and Ondo State to the South; with a total land area of 5887.890 square kilometers. Ekiti state has 16 Local Government Areas (LGAs). The 2006 Population Census by the National Population Commission put the population of Ekiti State has 2,398,957 people. But, going by the annual population growth rate of 3.5 percent in Nigeria, the population of Ekiti State was projected to be 3,270,800 people (NPCN, 2016) in the year 2016. The apex of the administrative areas is the capital, Ado Ekiti. The State enjoys tropical climate with two distinct seasons. These are the Rainy season (April - October) and the Dry season (November - March). Temperature ranges between 21° and 28°C with high humidity. The Southwesterly winds and the Northeast Trade winds blow in the raining and dry (Harmattan) seasons respectively. Tropical forests exist in the south, while Savannah occupies the northern peripheries. The mean annual total rainfall in the south is about 1800mm while that of the northern part is hardly over 1600mm.

In order to obtain a sample size for this study, multistage sampling technique was adopted for this study area. In the first stage, one out of the three operational agricultural zones in Ekiti State was selected purposively due to the extent of flood. The second stage involves a random selection of (3) Local Governments from the zone (Ado, Irepodun/Ifelodun, Ekiti West). The third stage involves the selection of 3 villages from each LGAs. Thus, a total of 147 registered crop farmers were randomly selected as respondents for this study based on Yamanne equation for appropriate sample size determination as used by Abdullahi *et al.*, (2018). Data were collected using a structured questionnaire complimented with interview schedule and analyzed using frequency distribution, percentages, mean and Poisson regression analysis.

Poisson regression was used to analyze the determinants of the adaptation strategies to flood related losses farmers which was specified below:

The model is expressed in implicit form as:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}) \dots\dots\dots(1)$$

The functional form is expressed in the explicit form as:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 + b_{10}X_{10} + b_{11}X_{11} + b_{12}X_{12} + b_{13}X_{13} + b_{14}X_{14} + U \dots\dots\dots (2)$$

Where:

Y = Adopted strategies (count variable)

$b_1 - b_{14}$ = Regression coefficient

$X_1 - X_{14}$ = Independent variable

X_1 =Age (in years), X_2 =Gender (male=1, female=0), X_3 =Level of education (in years), X_4 =Land ownership (owned=1, otherwise=0), X_5 =Farm size (in hectares), X_6 =Farming experience (in years), X_7 =Household size (number of people), X_8 =Extension visit (in number), X_9 =Farm income (in naira), X_{10} =Credit (amount received ₦), X_{11} =Loss due to flooding (expressed in naira value of output lost during the last flooding event in the farming season), X_{12} =Compatibility (Yes/No), X_{13} =Relative advantage (Yes/No), X_{14} =Cost of practice (₦), b_0 =Constant, U = error term.

RESULTS AND DISCUSSION

Socio-economic Characteristics of the respondents

Age of the respondents: The results shows that majority (59.8%) of the respondents was middle age (31-50 years) with an average age of 43years and this indicate a potential for active labour participation in crop production. Ages of farmers has direct bearing on the availability of able-bodied manpower for farming and also ease the adoption of flood adaptation strategies.

The older the farmer, the more experienced he/she is in farming and more experience he/she had to the past and present flood losses over long period of time. This finding is similar to the results obtained by Arimi (2017) who reported that the majority of agricultural labour force in Nigeria falls between 35-50years.

Gender: Gender plays a critical role in farming decision making which is an important variable affecting adoption decision of farm level. Most (74.8%) of the respondents were male while. This signifies that male gender dominated farming sector in the study area. It was belief that a woman should not own a farm of her own when she still has a living husband, she is expected to work with her husband on his farmland. The low participation of women could be attributed to core cultural value, which place more household responsibilities on women than men. Examples of such responsibilities include housekeeping and child upbringing. There was indication that woman were somewhat involved in agricultural production in order to support their family needs. This is in line with the study of Adeagbo *et al.* (2021).

Marital status: The result further reveals that (72.8%) were married. Majority being married could also be explained by African tradition which frowns at singlehood immediately a man or woman attains a particular age. The family demands on married respondents may not only arouse their curiosity about flood losses and the consequent impacts, but also cause them to seek measures to address these negative impacts, which will influence positively their income generating capacity than others (single, divorced, widowed) because they share their ideas on how to mitigate flood related losses and increase their efficient adaptation measures to flood. This finding is similar to the results obtained by Arimi (2017).

Household size: Majority of the respondents fell within (48.3%) having a household size of 5 people and below. The mean household size of the respondents was 5 persons. This implies that large household size might have positive impact in the improvement of crop production especially if members fully participate in farming activities and those households are more likely to adopt to flood adaptation strategies. This is in line with the study of Ezech *et al.* (2015).

Education level: Education is one of the factors influencing adoption decisions. The education level of farmers may be helpful in sourcing information from various sources on flood adaptation strategies and disseminating it is an important policy measure for stimulating local participation in various developments as (79.7%) of the respondents had formal education ranging from primary to tertiary level. Arimi (2017) posited that vulnerability and adaptation of a nation to flood impact depends on level of education of its citizens.

Farming experience: About (37.4%) of the respondents showed that they have a farm experience of more than 10 years. This indicated that the respondents are more experienced in farming, and assumed to have a better knowledge and information on flood related losses. This finding is in line with the study of Onyeneke (2018).

Land ownership: This shows that (59.9%) of the respondent owned their land. The farm size indicated that majority (75.5%) of the respondents cultivate from 1.5 ha and below each cropping season. This implies that the farmers are small-scale of operation since. However, putting more land into cultivation may not really translate into increased productivity, especially when farmers have to face climate change outcomes. This finding agrees with the study of Akintode *et al.* (2016).

Table 1: Socioeconomic characteristics of the farmers

Variables	Frequency	Percentage (%)	Mean
Age(years)			
20-30years	29	19.7	43years
31-40years	49	33.3	
41-50years	39	26.5	
Above 50years	30	20.4	
Gender			
Male	110	74.8	
Female	37	25.2	
Marital status			
Married	107	72.8	
Single	21	14.3	
Divorce	10	6.8	
Widow	9	6.1	
Household size			
5 people and below	71	48.3	5 persons
6 – 10 people	60	40.8	
Above 10 people	16	10.9	
Formal education			
Non-formal	30	20.4	
Primary	21	14.3	
Secondary	37	25.2	
Tertiary	30	20.4	
Adult education	29	19.8	
Farming experience			
10years and below	55	37.4	18years
11-20years	49	33.3	
Above 20years	43	29.3	
Land ownership			
Owned	88	59.9	
Otherwise	59	40.1	
Farm size			
1.5ha and below	111	75.5	1.4ha.
1.6-3.0ha	34	23.1	
Above 3.0ha	2	1.4	

Source: field survey, 2021.

Perceived effects of flood on crop production

Flooding has effects on production activities of farmers. Based on the mean score from table 2 it shows that loss in farm produce ($\bar{X} = 4.57$), loss in quality of yield ($\bar{X} = 4.41$), loss of farm infrastructure ($\bar{X} = 4.37$) has the highest perceived effects. All this lead to reduction of farmers' productivity hence reducing the revenue of the farmers specifically and the nation as a whole. This implies that farmers must find ways of adapting to flood strategies in the zone to sustain their production and socio-economic status. This finding is in agreement with the work of Musah *et al.* (2016). Similarly, the respondents reported that flood eroded their farm produce, which in turn resulted in low quality, and low harvest, which could further pose a negative impact on the income of the household. This is in line with Ibrahim *et al.* (2018) who reported that flood disasters had impacts on agriculture by destroying crops and all other produce.

Table 2: perceived effects of flood on crop production

Perceived effects	SA	A	U	D	SD	Mean	Rank
Loss in farm produce	93(63.3)	49(33.3)	1(0.7)	4(2.7)	0(0)	4.57	1 st
Loss in quality of yield	71(48.3)	70(47.6)	2(1.47)	4(2.7)	0(0)	4.41	2 nd
Loss of farm infrastructure	65(44.2)	75(51.0)	4(2.7)	2(1.4)	1(0.7)	4.37	3 rd
Increased weed growth	60(40.8)	59(40.1)	17(11.6)	7(4.8)	4(2.7)	4.12	5 th
Soil erosion	39(26.5)	75(51.0)	25(17.0)	7(4.8)	1(0.7)	3.98	6 th
Loss of soil nutrients	33(22.4)	82(55.8)	25(17.0)	6(4.7)	1(0.7)	3.95	7 th
Low farm income	50(34.0)	62(42.2)	14(9.5)	16(10.9)	5(3.4)	3.93	8 th

Source: Field Survey, 2021.

Farmers lost their infrastructure as a result of flood; this implies that flood destroyed properties whenever it occurred in the area. This agrees with Aluko *et al.* (2019) who identified flood as a threat to lives and property. In line with this finding one of the respondents reported that “flood has rendered him homeless and sources of livelihood has been completely destroyed and collapsed without hope of surviving”. Floodwater flow was massive which caused soil erosion as water took the nutrients portion along through leaching.

Adaptation strategies to flood related losses

The result in table 3; shows that the farmers adopted the practice of change in planting date, crop rotation and mixed cropping as the major flood adaptation strategies with the mean ($\bar{X} = 3.22$), ($\bar{X} = 3.03$) and ($\bar{X} = 3.01$) respectively. This implies that the various strategies adopted are not expensive to practice and farmers have various crops at their disposal to plant, which may be the reason for greater adoption of these strategies. While the use of drainage system ($\bar{X} = 2.49$) and change in use of chemicals ($\bar{X} = 2.55$) was the least practice the farmers adopted because it is expensive to practice. This finding is in line with Oselebe *et al.* (2016) in the study of strategies employed by rice farmers in southeastern Nigeria in adapting to climate change

and Onyeneke (2018) in the study of challenges of adaptation to climate change by farmers Anambra State, Nigeria.

As could be observed from the result the farmers used different flood adaptation strategies to mitigate different effects of flood on crop production in the area, the strategies used include change in planting date, crop rotation, mixed cropping, planting of cover crops, mulching. This implies that farmers combined different flood adaptation strategies to guide against its effect on crop production. The variation in the type of strategies used may be due to differences in the access to capital, information on the use of different flood adaptation strategies and type of crop grown by the individual farmers. This is in line with the study of Akintonde *et al.* (2016).

Table 3: Level of the adaptation strategies to flood related losses

Adaptation strategies	NA	AW	I	E	T	A	Mean	Rank
Change in planting date	21(14.3)	11(7.5)	24(16.3)	15(10.2)	11(7.5)	65(44.2)	3.22	1 st
Crop rotation	7(4.8)	30(20.4)	22(15.0)	16(10.9)	36(24.5)	36(24.5)	3.03	2 nd
Mixed cropping	11(7.5)	31(21.1)	26(17.7)	11(7.5)	14(9.5)	54(36.7)	3.01	3 th
Planting of cover crops	12(8.2)	37(25.2)	18(12.2)	8(5.4)	18(12.2)	36(24.5)	2.99	4 th
Mulching	17(11.6)	39(26.5)	10(6.8)	11(7.5)	15(10.2)	55(37.4)	2.90	5 th
Use of farm yard manure	14(9.5)	50(34.0)	11(7.5)	3(2.0)	6(4.1)	63(42.9)	2.86	6 th
Planting of trees	24(16.3)	44(29.9)	7(4.8)	0(0)	3(2.0)	69(46.9)	2.82	7 th
Zero tillage	13(8.8)	36(24.5)	22(15.0)	12(8.2)	28(19.0)	36(24.5)	2.78	8 th
Soil conservation	20(13.6)	41(27.9)	19(12.9)	9(6.1)	21(14.3)	37(25.2)	2.55	9 th
Use of drainage system	10(6.8)	53(36.1)	24(16.3)	7(4.8)	21(14.3)	32(21.8)	2.49	10 th
Change use of chemicals	25(17.0)	50(34.0)	16(10.9)	8(5.4)	15(10.2)	33(22.4)	2.25	11 th

Source: Field survey, 2021

Determinants of adaptation strategies to flood related losses

The results of the Poisson regression model are discussed in table 4; It shows that R^2 of (0.9601), implying that about (96%) of variation that occur in adoption were explained by the independent variables included in the model. While the remaining (4%) was due to an error in measurement of some variables. The $\text{prob} > \chi^2$ was significant at 1% level of probability thus indicating the goodness of fit of the overall model. The result discussion focuses on the significant variables, which are age, level of education, farm experience, extension visit, credit, compatibility and cost of practice.

The result shows that the age of respondent had negative and significant effect on crop farmers' probability to adopt flood strategies. This implies that younger farmers are likely to adopt strategies than the older farmers indicating that younger farmers have a longer planning ability to cope with flood strategies. The probability of adoption of flood related strategies decrease by 6% increase in the age of crop farmers in the study area. This result is in contrast with the study of Adeagbo *et al.* (2021). As shown in table 4 level of education of the crop farmers was significant and positive influenced the adoption of flood related strategies. In other words the

level of education of crop farmers increased the probability of adopting strategies related to flood by 0.0214, this implies that the level of education has exposed farmers to different adaptation measures and has allowed them to have a significant understanding of what flood losses is and the likely things they can do to cushion its effects. This is in line with the study of Fatuase and Ajibefun (2015).

Table 4 also indicated that the farming experience of respondents in the study area had a positive and significant effect on crop farmers' probability to adopt to flood adaptation strategies. This probability of adoption of flood related strategies increases by 7%, this implies that the respondents had useful information and experiences of flood with coping strategies as it affects their farming practices. They must have witnessed and exposed to significant variations in flood over the years. This is in line with the work of Onyeneke (2018). Extension visit, credit and compatibility were all shown to have positive influenced on the crop farmers' adaptation strategies of flood. The number of extension visit, credit and compatibility increased the probability of adopting strategies related to flood by 0.028, 1% and 0.2% respectively. This implies that the more number of contact farmers have with extension personnel and services the more access to adaptation strategies and information and level of their adaptation strategies to flood improves farmers' awareness as well as the better implementation of the strategies. The positivity of credit implies that farmers with access to credit are more likely to use different flood adaptation strategies and allocate the credit for purchasing it.

Also the compatibility implies that the crop farmers' existence practices are compatible with the adaptation strategies which made the probability of adopting it positive. This is in line with the study of Fatuase and Ajibefun (2015). Table 4.4 also indicated that the cost of practice of the strategies by the respondents had a negative and significant effect on crop farmers' probability to adopt flood related strategies. This probability of adoption decreases by 0.099, this implies if the practice is costly, and there is low probability of adopting it. This finding is in line with the study Arimi (2017).

Table 4: Poisson regression analysis on determinants of adaptation strategies to flood related losses

Explanatory variables	Coef.	Std. Err.	Z value	p> z
Age	-.0066992	.0020003	-3.35***	0.001
Gender	.0389414	.0377567	1.03	0.302
Land ownership	.0972777	.1139436	0.85	0.393
Level of education	.021417	.010472	2.05**	0.041
Farm size	.0129469	.0103532	1.25	0.211
Farm experience	.0073353	.0023398	3.14***	0.002
Household size	-.0073947	.0290937	-0.25	0.799
Extension visit	.028249	.0129293	2.18**	0.029
Farm income	-1.19e-07	9.15e-08	-1.31	0.192
Credit	1.01e-06	2.00e-07	5.04***	0.000
Loss due to flood	-3.97e-08	2.80e-07	-0.14	0.887
Compatibility	.2204492	.0565947	3.90***	0.000
Relative advantage	.0733252	.0484915	1.51	0.131
cost of practice	-.099682	.0335543	-2.97***	0.003
Cons	2.982538	.1120157	26.63***	0.000
Log likelihood	622.99005			
LR chi2(14)	132.27			
Prob> chi2	0.0000***			
Pseudo R2	0.9601			
Number of obs	147			

Source: field survey, 2021. *** and ** significant at 1%, 5% respectively

Constraints associated with the adaptation strategies to flood

The analysis of the study table 5; indicates that the major severe constraints perceived by the respondents based on the mean score include: poor access to adaptation strategies information ($\bar{X} = 2.52$), high cost of improved crop varieties ($\bar{X} = 2.51$), lack of access weather forecast technology by crop farmers ($\bar{X} = 2.46$) and government irresponsiveness to risk management ($\bar{X} = 2.43$). Other constraints in the study area include poor agricultural extension services ($\bar{X} = 2.39$), lack of access to supporting institutional facilities ($\bar{X} = 2.33$), poor information on early warning system ($\bar{X} = 2.33$). This result agrees with the findings of the study of Ozor *et al.* (2016) also in line with the findings of the study of Amusa (2018).

Among the crop farmers in the zone, constraints include poor access to adaptation information, poor information on early warning system. In the present information age, problem could pose serious challenges to farmers' adaptation strategies, as they may not be aware of recent development regarding flood adaptation and the necessary adjustments needed. The lack of adaptation due to constraints on the lack of access to weather forecast creates serious gaps between the farmers and useful information that help them in their farm. Weather forecasts are supposed to guide farmers on flood losses so that they can make informed decisions and useful farm plans. However, the absence of this facility will undoubtedly make the farmers became ignorant of the weather situations and hence become vulnerable to effects of flood and weather. Ozor *et al.* (2016) noted that poor change information and farmers lack of access to weather

forecast technologies as major barriers to climate change adaptation among farming households in Southern Nigeria.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The study concluded that flooding has effects on production of crop farmers in the study area, which lead to losses in their output hence reducing their income specifically and the nation as a whole. Farmers must find ways of adapting to flood strategies in the zone to reduce their losses in other to sustain their production and socio economic statuses. Also farmers' socio economic characteristics were found to significantly influence the determinants of adopting strategies to flood related losses. There were various constraints associated with the adaptation strategies to flood, which poor access to adaptation strategies, high cost of improved crop varieties, lack of access to weather forecast technology by crop farmers and government irresponsiveness to risk management were the major severe constraints. Therefore, it was recommended that Extension agencies should provide adequate information on various adaptation strategies to farmers, which was one of the major constraints they face, relevant stakeholders and concerned organization should provide farmers with weather forecast technology, financial institutions should make access to credit facilities to farmers to enable them adopt adaptation strategies.

REFERENCES

- Abdullahi, A., Salihu, I.T., Umar, I.S. & Hassan, S. (2018). Adoption of Organic Farming Practices Among Rural Maize Farmers in Niger State, Nigeria. *Journal of Rural Sociology*, vol. 18 (2), 14-19.
- Adeagbo, O.A., Ojo, T.O. & Adetoro, A.A. (2021). Understanding the Determinants of Climate Change Adaptation Strategies among Smallholder Maize Farmers in South West, Nigeria. *Journal of Helyon* eo6231.
- Akintode, J.O., Lwasa, S. & Purnamita, D. (2016). Assessment Level of Use of Climatic Change Adaptation Strategies among Arable Crop Farmers in Oyo State and Ekiti State, Nigeria. *Journal of Earth Science and Climatic Change*. 7:369.
- Aluko, O.J., Bobadoye, A.O. & Adejumo, A.A., (2019). Perceived Effects of Damage Caused by Flood on Change in Livelihood Security along Gender Line in Ido Local Government Area of Oyo State, Nigeria. *Journal of Sustainable Environment Management*. vol. 11, 47-55.
- Amusa, T.A. (2018). Contributions of Women to Household Farming Decisions among Cocoa Based Agro forestry Households in Ekiti State, Nigeria. Unpublished M.Sc. dissertation, Department of Agric. Economics, University of Nigeria, Nsuka.
- Arimi, K. (2017). Determinants of Climate Change Adaptation Strategies used by Rice Farmers in Southwestern, Nigeria. *Journal of Agricultural and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. vol. 115 (2) 91-99.
- Elum, Z.A., Modise, D.M., & Marr, A. (2017). Farmer's Perception of Climate Change and Responsive Strategies in Three Selected Province of SouthAfrica. *Climate Risk Management*, 16, 246-257.
- Ezeh, A.N. & Eze, A.V. (2015). Effects of Seasonal Erosion and Floods on Agricultural Production among Farm Households in Ebonyin State, Nigeria. *European Journal of Scientific Research*. vol. 135 114-120.
- FAO, WFP & IFAD. (2015). The State of Flood Insecurity in the World 2012. Economic growth is

- necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. *Rome*. <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf>.
- Fatuase, A. & Ajibefun, G. (2015). Perception and Adaptation to Climate among Farmers in Selected Communities of Ekiti State, Nigeria. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 31 (3), 101-114.
- Ibrahim, M.K., David, A.M. & Okpanachi, G.U. (2018). Climate Change, Agriculture and Food Management in Nigeria. *Journal of Environmental Issues and Agriculture in Developing Countries*. vol. 2, 2-3.
- Musah Baba, A.N., Mumuni, E., Abayomi, O., & Jibrel, M.B. (2016). Effects of Flood on the Livelihoods and Food Security of Households in Tolon/Kumbungu District of the Northern Region of Ghana. *American Journal of Research Communication*, vol. 1 (8).
- National Population Commission of Nigeria (NPCN) (2016). Available online: Retrieved from <https://www.citypopulation.de/php/nigeria-admin.php?admlid=NGA027>: 21 March, 2016.
- Obayelu, O.A., Adepoju, A.O. & Idowu, T. (2015). Factors Influencing Farmers Perceptions of Climate Change in Ekiti State, Nigeria. *Journal of Agricultural & Environment for International Development*. 108 (1), 3-16.
- Onyeneke R.U. (2018). Adaptation Measures By Crop Farmers in the Southeast Rainforest Zone of Nigeria to Climate Change. *Science World Journal*. 5(1):32-34.
- Oselebe, H. O., Nnamani, C.V., Efiue, D. O., Eze, S. O. & Ogunji, J. O. (2016). Perceptions of Climate Change and Variability, Impacts and Adaptation Strategies by Rice Farmers in South East Nigeria. *Our Nature* 14 (1): 54-63.
- Ozor, N., Madukwe, M.C., Enete, A.A., Amaechina, E.C., Onokola, P., Eboh, E.C., Ujah, O. & Garforth, C.J. (2016). Barriers to Climate Change Adaptation among Farming Households of Southern Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 14(1).
- Ramakrishna, G., Gaddam, S.R. & Daisy, I. (2015). Impact of Floods on Food Security and Livelihoods of IDP Tribal Households: The case of Khamman Region of India. *International Journal of Development and Economics Sustainability*. 2 (1), 11-24.
- Ubisi, N.R. (2017). Smallholder Farmers Perceived Effects of Climate Change on Crop Production and Household Livelihoods in Rural Limpopo Province, South Africa. *Change Adaptation Socio-Ecological Systems*. 3, 27-38.

MODELING GROUNDWATER POTENTIAL USING NOVEL GIS-BASED MACHINE-LEARNING ENSEMBLE TECHNIQUES CHICHAOUA, MOROCCO

Hanane TOUDAMRINI

Laboratory of Geosciences, Geotourism, Natural Hazards and Remote Sensing, Department of Geology, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakesh 44 000, Morocco.

Ahmed ALGOUTI

Abdellah ALGOUTI

Laboratory of Geosciences, Geotourism, Natural Hazards and Remote Sensing, Department of Geology, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakesh 44 000, Morocco.

ABSTRACT

Groundwater aquifers play a vital role in ensuring sustainable management of freshwater, especially in arid regions where water is scarce. Recharging these aquifers is therefore of utmost importance. In this context, the use of machine learning algorithms (MLAs) can be particularly useful in understanding the different aspects of groundwater recharge. One such MLA that has shown promising results is the Extreme Gradient Boosting algorithm.

The XGBoosting algorithm was used to generate maps of groundwater recharge potential (GRPM) by utilizing a water inventory database. This database was divided into two parts, with 75% used for training and 25% for validation testing. The map was generated based on various factors that are relevant to groundwater recharge, such as elevation, slope angle, topographic wetness index, fault density, valley floor planarity, curvature, precipitation, lithology, drainage density, distance to rivers, vegetation index, and water index.

The generated map of groundwater recharge potential was validated using the ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic-Area Under Curve) method. The results showed that the XGBoosting algorithm achieved excellent accuracy, with an AUC score higher than 0.93. This high accuracy is reflected in the ROC curve threshold. Finally, a verification method was used to determine the feasibility of the map, which was based on the flow rate of wells and sources in the study area. The results were highly satisfactory and the model was found to be very accurate, making it a valuable tool for professionals and society in general.

In conclusion, recharging groundwater aquifers is crucial for the sustainable management of freshwater, particularly in arid regions. The use of MLAs such as XGBoosting has proven to be a useful tool in generating maps of groundwater recharge potential, and the results have shown that this algorithm can provide excellent accuracy and feasibility. This makes it an important resource for professionals and society as a whole in managing and conserving freshwater resources.

Keywords: Chichaoua, Groundwater, Machine Learning, Algorithm, Extreme Gradient Boosting

MEANING, OBJECTIVES AND FUNCTIONS OF MONETARY POLICY

Navila Bunga SAFIRA

ORCID ID: 0009-0001-0218-7046

Olga VALENTINA

ORCID ID: 0009-0004-2529-6001

Lailah Nur AZIZAH

ORCID ID: 0009-0004-6017-9302

Eva Zulmi MEILAWATI

ORCID ID: 0009-0009-3688-3814

Muhammad Sultan MUBAROK

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid

Pekalongan Indonesia

ORCID ID: 0000-0002-6168-0439

ABSTRACT

This paper aims to explain the meaning, objectives and functions of monetary policy questions: First, what is the meaning of monetary policy? Second, the purpose of monetary policy? Third, the function of monetary policy? Fourth, what is the influence of the parameters in determining the success of monetary policy?. This paper uses a qualitative approach, because data sources and research results in library research, inductive data analysis, grounded theory (towards the direction of theory building based on data). Findings First, Monetary policy is a policy issued by the central bank in the form of regulating the money supply to achieve certain goals. The party that can provide monetary policy is the government of a country or the monetary authority. In its implementation, monetary operations are carried out with various monetary operations which aim to influence monetary targets through the money market to influence economic liquidity and are transmitted through several channels called monetary transmission channels such as credit interest rates, asset prices, expectations, and so on. Second, the aim of monetary policy is to support the achievement of macroeconomic targets, namely high economic growth, price stability, equitable development and balanced balance of payments. Third, the function of monetary policy is to maintain the investment climate in a country, increase economic stability and growth, overcome the unemployment rate and open up a number of job opportunities, help to improve the balance of payments, maintain the stability of the currency exchange rate. Finally, the influence of parameters to determine the success of monetary policy is influenced by 3 indicators: (1) Money supply, (2) Control of exchange rate movements, (3) Inflation target.

Keywords: Monetary Policy, Credit Interest, Parameters, Inflation Target

ANTIHYPERLIPIDEMIC ACTIVITY OF DIFFERENT EXTRACTS OF PUNICA GRANATUM'S LEAVES IN RATS

Lecturer in Pharmacology & Therapeutics, Fahad ASIM
Faculty of Pharmacy, Hajvery University, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

Background and Aim: Punica granatum's leaves extracts have been evaluated for the management of diabetes mellitus in hyperglycemic animals, demonstrating prominent and sufficient regulating effects on lipid profile. Nonetheless, insufficient evidence exists on its exclusive antihyperlipidemic activity. Therefore, the present study intended to explore its lipid lowering effects exclusively in hyperlipidemic rat model.

Materials and Methods: Hyperlipidemia was induced by cholesterol powder feeding (CPF) at 250mg/kg for the period of four weeks. Aqueous (AEPG), diethyl ether (DEPG) and ethanolic (EEPG) extracts, each at the doses of 250mg/kg, 500mg/kg, 750mg/kg and 1000mg/kg were administered individually. Serum lipid profile parameters such as total cholesterol (TC), triglycerides (TG) and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) were analyzed by using kit method while low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), very low-density lipoprotein cholesterol (VLDL-C), total lipids and atherogenic index were calculated by their respective equations. Results were compiled using one-way and two-way ANOVA with Bonferroni's post-test.

Results: Marked decline ($p < 0.001$) in elevated serum TC, TG, VLDL-C, LDL-C, total lipids and atherogenic index were observed with significant increase ($p < 0.001$) in HDL-C. However, the most profound effects on lipid profile were seen with EEPG, followed by AEPG and DEPG, although they were less than the reference standard atorvastatin.

Conclusion: Punica granatum's leaves extracts possess significant antihyperlipidemic effects in non-diabetic hyperlipidemic rats. Higher doses showed more potent effects designating dose related effects. Effects on serum triglycerides and VLDL were more pronounced. Hence, it can be concluded that treatment of hyperlipidemia with these extracts can prove to be fruitful.

Key Words: Punica granatum, Leaves Extract, Hyperlipidemia, Triglycerides, Antihyperlipidemic Activit

STUDY OF NICKEL ELECTROPLATING PROCESS ON COPPER

Gharbi AMIRA

ORCID ID: 0000-0003-2307-8399

Dridi MANEL

ORCID ID: 0009-0008-7289-6631

Hamlaoui YUCEF

Mohamed Cherif Messaadia university, Faculty of Science and Technology, Physics of Matter and
Radiation Laboratory LPMR, Souk Ahras 41000, Algeria

ORCID ID: 0000-0003-0737-7401

ABSTRACT

Nickel electroplating is a process in which a thin layer of nickel metal is applied to the surface of another material. This process is used to improve the part's resistance to corrosion and wear while also adding an attractive metallic finish to the part. It is widely used in industries such as automotive, aerospace, and electronics. The present work aims to study the preparation and evaluation of nickel plating on copper electrode. Different processes for nickel coating elaboration such as cyclic voltammetry, chronopotentiometry and chronoamperometry has been done. The working electrode was made by pure copper (99.95%). Electroplating nickel on copper has been done using NiSO_4 , NiCl_2 , H_3BO_3 which is known as watts bath. Optimal conditions for electroplating nickel on copper at temperature, pH and time are 55°C , 3.5 ± 0.5 and 10 minutes, respectively. The electrochemical behavior and the corrosion properties of the deposits in 3.5 % NaCl were investigated by means of d.c polarization measurements, open circuit potential and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). The surface morphology of nickel deposits were analyzed by optical microscopy and whit light interferometry (WLI). The obtained results shows that nickel coatings elaborated by CA and CP are thicker than the ones obtained by cyclic voltammetry. Also nickel coating elaborated by CA an CP have the highest corrosion resistance than the obtained by CV.

Keywords: Nickel coatings – Temperature – d.c polarization – EIS – Watts bath – cyclic voltammetry.

A STUDY OF PREVALENCE OF SIDE EFFECTS CAUSED BY DIFFERENT SKIN WHITENING TREATMENTS AND ITS ADJUVANT THERAPY

Dr. Hina KHALID

Dr. Lubna SHALIK

Ali RAZA

Malaika QADEER

Hajvery University Lahore, Pakistan

Abstract

Skin Care Routine is a process of taking care of the skin. This process is an important task to ensure the skinning good condition and healthy. There are different routines that need to be considered based on skin types. The skin type determination requires knowledge about the skin condition and symptoms. Thus, this can cause difficulty for common people to analyze their skin type if they have limited of skin knowledge. The skin type can be determined based on several factors such as gender, age, sleeping time and skin conditions. Skin type can be categories into four type such as dry, oily, normal and combination. An observational cross sectional study was performed on 210 patients who have taken different skin treatments and the positive and negative effects were observed. The data was collected physically through one on one session as well as mixed. Chi-square test was applied and the results showed that these is much trend of skin whitening treatments due to which there is increase in side effects has also been observed. The aim of this study was to show that some of the skin whitening creams, often sold illegally without a prescription may contain dangerous ingredients that could put people health at risk.

Keywords: Skin whitening, dermatologist, melanin, side effects.

GENDER ANALYSIS OF RESOURCES-USE EFFICIENCY AMONG SESAME FARMERS IN AGRICULTURAL ZONE ONE AREA NIGER STATE, NIGERIA

**Shuaibu, U.
Abdullahi, A.
Jibrin, S.**

Department of Agricultural Extension and Rural Development,
Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria.

ABSTRACT

The study aimed at assessing gender analysis of resource-use efficiency of sesame production in Niger State, Nigeria. A purposive and multi-stage sampling procedure was used to select 76 male and 75 female sesame farmers and data collected through structured questionnaire were analyzed using descriptive statistics (frequency distribution, means, percentages) and inferential statistics (Cobb-Douglass production function and resource-use efficiency model). Results obtained shows that farmers in the study area were mostly in their productive age (40/39 years, averagely), married (56.6/54.7%) with formal education (85.5/86.7%) and household size of (6 persons, averagely). The efficient utilization of production inputs were influenced by fertilizers, seed and land with MVP to MPC ratios less than unity for land (0.15), labour (0.46) and Agrochemicals (0.63), equal to unity for seed (1) and greater than unity for fertilizer application (1.15). However, the cost and returns shows that sesame production in the study area is a profitable enterprise, which shows that for every ₦1.00 invested ₦4.41/4.32, was earned along gender line. More so, sesame farmers were restricted by; Weed pressure in sesame farms, inadequate capital start-up, difficulty in managing pest and diseases, difficulty in accessing loans and high cost of farm inputs. which ranked among the top five (5) prominent constraint in the study area. The production resources in the study area were found not to be efficiently utilized since most of the production inputs were either over or under-utilized. Hence, not to optimum economic advantage it is therefore recommended that for optimal use of resources in sesame production, quantities of fertilizer application should be increased while land, labour and Agrochemicals should be reduced.

Key words: Gender, Resource-use efficiency, Production, Utilization and Sesame

INTRODUCTION

Agriculture with its positive impact on the Nigerian populace is faced with myriad of problems, which is utilization of production resources by farmers. Agriculture is very important to the nations of the world. In Nigeria, over 70% of the population earns their living through agriculture (Nwalem et al., 2016). Agriculture is a dominant activity in the rural areas of

Nigeria. Sesame (*Sesamum indicum*) is one of the world's oldest spice and oil seed crops grown mainly for its seeds that contain approximately 50% oil and 25% protein. The presence of some antioxidants (Sesamun, Sesamolin and Sesamol) makes the oil one of the most stable vegetable oils in the world. The world production is estimated at 3.66million tones with Asia and Africa producing 2.55 and 0.95 million tones, respectively (Umar *et al.*, 2015). In Nigeria, sesame is cultivated on over 80,000 ha across most of the Northern States for food and oil. Benue and Nasarawa States are the highest sesame producers in Nigeria with an annual output of not less than an average of 40,000MT each per annum (Umar *et al.*, 2015). The oil is used for cooking and as raw material for the production of some industrial materials including paints, margarine and varnishes, its protein content has a high desirable amino-acid profile and is nutritionally as good as soy bean protein (Ashaolu *et al.*, 2016). The oil is a rich source of lecithin and essential fatty acid. Nigeria has a great potential for production of beniseed for both domestic and export markets (Ashaolu *et al.*, 2016).

The cultivation of Sesame falls within the guinea savanna agro-ecological zone of Nigeria where the annual rainfall is usually below 1000 mm. Over the years, sesame production had extended to areas with annual rainfall above 1000 mm and the climatic factors are mainly temperature, rainfall and day length, soil types, and management practices such as plant densities, spacing, time of sowing, irrigation, fertilizers and herbicides influence sesame productivity (Agele, 2015). In particular, sowing dates, population density and plant spacing play significant roles as determinants of seed yield. Sesame (*Sesamum indicum* L.) otherwise known as benniseed or seamum, a member of the family *Padalaiaceae*, is one of the most ancient oil seed known to mankind which is now grown in a wide range of environment, extending from semi-arid tropics and sub tropics to temperate regions (Umar and Ibrahim, 2015).

Gender refers to socially assigned roles and behaviors attributable to men and women (Ayodele *et al.*, 2016) in most society's men and women have distinct roles within the farming system. Gender differences in rural farming households vary widely across cultures but certain features are common. Women tend to concentrate their agricultural activities around the homestead, primarily because of their domestic reproductive roles. They play a critical role in food production, post-harvest activities or livestock care, (Ayodele *et al.*, 2016). Household members have separate income and expenditure while in another area division of labor and specialization of tasks are less rigid and not skewed (Ayodele *et al.*, 2016). Gender has proven to be an essential variable for analyzing the roles, responsibilities, constants, opportunities,

incentive, cost and benefit in agriculture gender gap is manifest in various factors of life. In agriculture, this includes among others access to and control of resources, as well as division of labor at the household level and among farming activities. Utilization of production resources by sesame farmers is an obstacle to agricultural growth in Niger State.

METHODOLOGY

The study was conducted in Niger State, Nigeria. The area is located within the middle belt region of Nigeria between Latitude 8°20" and 11°20" North and Longitude 3°40" and 7°40" East. The total land area of the state is 76,363 square kilometres representing approximately 8% of the total arable land area of 62,992.30 square kilometres in Nigeria. The State is bounded on the West by the Republic of Benin, North by Zamfara State, North-West by Kebbi, South by Kogi State, South-West by Kwara, North -East by Kaduna and South-East by the Federal Capital Territory (FCT) Abuja (NBS, 2018). In this study Purposive, sampling technique was used to select 76 male and 75 female respondents from the study area. Data were collected using semi-structured questionnaire and analysis was conducted using descriptive statistics (mean, frequency distribution, and percentage) and inferential statistics (Farm budgeting, Cobb-Dauglass production function and Resource-use efficiency ratio) which were specified as follows:

Farm Budgeting Model

The farm budgeting model was used to analyzed the costs and returns of sesame production along gender line, the tools was widely use in farm management and production economics studies.it is an operation leading to the determination of costs and revenue for a given production period. The farm budgeting tool was employed for each farmer to determine the overall average net farm income per hectare derived from the enterprise in the area (profitability). Profit is made when returns are greater than the costs, while loss occurs when reverse is the case.

Gross margin is defined as:

$$M = GI - TVC \dots\dots\dots(2)$$

Net farm income is defined as:

$$NFI = GI - TVC - TFC \dots\dots\dots(3)$$

Where:

NFI = Net farm income (₦)

GI = Gross income (₦)

TVC =total variable cost (₦) (obtained by multiplying the quantity of each variable input by its unit price and summing up for all the inputs included in the model).

TFC =total fixed cost (₦) (refers to those costs of production that are fixed at least in the short run. They are usually written off over the years by depreciating them. They are cost which are incurred whether or not production take place.)

Gross ratio: This profitability ratio measures the overall financial success of the farm. It is defined as:

$$GR = TC / GI \dots\dots\dots(4)$$

Where GR = Gross ratio, TC = total cost and GI = Gross income.

Operating ratio: the operating ratio is directly related to the farm variable input usage. The lower the ratio, the higher the profitability of the farm business.it is defined as:

$$OR = TVC / GI \dots\dots\dots(5)$$

Where OR = operating ratio, TVC = Total variable cost and GI = Gross income.

Return on capital investment: this is defined as NFI divided by total cost.

RI = Return on capital invested, NFI = Net farm income, TC = Total cost.

Cobb-Douglas regression model

Factors influencing sesame production was analyzed using production function model (Cobb-Douglas). The implicit and explicit forms of the production function for sesame production are as follows:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, +e) \dots\dots\dots (6)$$

$$\ln Y_i = \ln b_0 + b_1 \ln X_1 + b_2 \ln X_2 + b_3 \ln X_3 + b_4 \ln X_4 + b_5 \ln X_5 + e \dots\dots\dots (7)$$

Ln=Natural log

b_0 = Constant

$b_1 - b_5$ = regression coefficient

Y_i = Sesame output (kg)

X_1 = Quantity of seed used (kg)

X_2 = Farm size (hectares)

X_3 = Labour (Man-days)

X_4 = Quantity of fertilizers (kg)

X_5 = Agrochemicals (litres)

e = error term

Resource-use efficiency ratio

Objective IV resource-use efficiency was analyzed using efficiency ratio (r)

$$r = \text{MVP/MFC} \dots\dots\dots (8)$$

MVP = Marginal value product

MFC = Marginal factor cost

r = Efficiency ratio

The MVP was estimated as follows

$$\text{MVP} = \text{MPP} \times P_y \dots\dots\dots (9)$$

Where:

MPP = Marginal Physical Product

P_y = Price of Output

The MPP was estimated as follows

$$\text{MPP} = \frac{b\bar{y}}{\bar{x}} \dots\dots\dots (10)$$

Where;

b = Regression coefficient,

$\bar{y}$ = Mean of output

$\bar{x}$ = Mean of input

Decision rule for the resources-use efficiency ratio represents the following:

If $r = 1$...resource is optimally utilized

If $r > 1$...resource is under-utilized

If $r < 1$...resource is over-utilized.

RESULTS AND DISCUSSION

Socio-economic Characteristics of the respondents

Age of respondents: The results in Table 1 reveals that majority (64.4%) of the male respondents were between the ages of 31-50 years with an average age of 40 years while majority (61.4%) of the female respondent were between the age of 30-50 years with a mean age of 39 years. This implies that both the farmers are young and still in their productive age, thereby constituting readily available labour force for sesame production. This agrees with the findings of Ashaolu *et al.*, (2016) which state that the average mean age of the respondent were 45 years and they are in their active stage of production.

Marital status of respondents: Table 1 shows that more than half of the male (56.6%) and female (54.7) respondent were married and this comes along with responsibilities to the family. Therefore, additional responsibilities attached to marriage especially provision of nutrition may have been the motivation for venturing into sesame farming. This is in line with the findings of

Ikwuakam (2016) who observed that (89.3%) were married. Which is peculiar to the northern populace that are known to marry early.

Educational level: The literacy level of the farmers was also appreciably high as about 85.5% male, 86.7% female respondents had formal education, and only few 14.5% and 13.3% of the respondent had non-formal education with an average mean of 10 and 11 years respectively. This implies that most of the respondents had secondary education level and the farmers is likely to increase the resource-use efficiency in sesame production. This result is in contrast with the work of Olowe *et al.* (2019) which show that majority (43.1%) of the respondent in the study area had no formal education.

Farming experience: The result of Table 4.1 shows the farming experience of the respondents with a mean of 16 years. The outcome shows that (77.6%) of male and (77.3%) female respondents have farming experience of 10-20 years. This implies that the farmers are quite experienced in sesame production. This substantiate with the findings of Umar and Ibrahim, (2015) which show that the average years of experience of the farmers in beniseed production was 20 years.

Table 1. Socio-economic characteristics of respondents

Variable	MALE			FEMALE		
	Frequency	Percentage	Mean	Frequency	Percentage	Mean
Age						
30 years and below	13	17.1	40	8	10.7	39
31-40years	28	36.8		38	50.7	
41-50years	21	27.6		15	20	
Above 50years	14	18.4		14	18.7	
Marital status						
Married	43	56.6		41	54.7	
Divorced	3	3.9		3	4.0	
Widow	8	10.5		6	8.0	
Single	22	28.9		25	33.3	
Formal education						
No	11	14.5		10	13.3	
Yes	65	85.5		65	86.7	
Years spent in school						
6 years and below	24	31.6	10	19	25.3	11
7-12 years	26	34.2		21	28.0	
Above 12 years	26	34.2		35	46.7	
Farming experience						
10 years and below	21	27.6	16	21	28	16
11-20 years	38	50.0		37	49.3	
Above 20 years	17	22.4		17	22.7	

Source: field survey, 2021.

Cobb-Douglass function for estimating the coefficients of production inputs

The Cobb-Douglass production function was employed to empirically analyze the cross-sectional data sampled from the sesame farmers. The Cobb-Douglass production function estimates the elasticity of the various inputs used in sesame production. The elasticities indicate

the scale of production of the various inputs. If the elasticity is greater than one, it indicates an increasing return to scale, if less than one, it indicates a decreasing return to scale. However, if it is equal to one the function is said to exhibit a constant return to scale. To this end, an increasing return to scale implies that when all other variables are held constant, a unit increase in one of them results in more than proportionate increase in output. On the other hand, a decreasing return to scale implies that a unit increase in one variable with the others held constant results in a less than proportionate increase in output. For a constant return to scale, with all other inputs held constant a unit increase in one will result in a proportionate increase in output.

Thus, the result from table 4.3 shows that R^2 of (0.6356 and 0.6545), implying that about (64% and 65%) of variations that occur in output were explained by the independent variables included in the models. while the remaining (36% and 35%) were due to an error in measurement of some variables among the male and female sesame farmers respectively. The Prob> F was significant at 1% level of probability thus, indicating the goodness of fit of the overall models. However, three (3) variables out of 6 were established to be influencing the output of sesame produced by the famers. In the study area; seed (0.532), fertilizers (0.049), and land (0.026) among the male sesame farmers while seed (0.166), fertilizer (0.056) and land (0.035) among the female sesame farmers were found to be positively significant in influencing the output of sesame in both genders. This implies that a unit increase in seed, fertilizer and land holding other variable inputs constant, will lead to (53.2%), (4.9%) and (2.6%) increase in the output of sesame male farmers respectively. While a unit increase in seed, fertilizer and land holding other variable inputs constant, will lead to (16.6%), (5.6%) and (3.5%) increase in the output of sesame female farmers respectively. This is in line with the result of Onyibo (2015) which shows the seed is positively significant 5% probability level implying that a unit increase in the quantity of seed used lead to (26%) increase in the output of sesame produced.

Table 3. Cobb-Douglass function for the factors influencing sesame production

Variables	Male coefficient	Z-value	Female Coefficient	Z-value
Seed	0.532	7.06***	0.166	6.28***
Labour	0.032	1.60	0.477	1.39
Fertilizer	0.049	4.93***	0.056	4.24***
Agrochemicals	-0.013	-0.99	-0.427	-0.03
Farm size	-0.097	-1.65	-0.270	-0.41
Land	0.026	2.52***	0.035	2.57***
Constant	4.074	3.99***	-0.123	-6.12***
Prob>F	0.0000***		0.0000***	
R-square	0.6356		0.6545	
Adjusted R-square	0.6039		0.6240	

Source: Field survey: 2021.

FEMALE Variable	Production elasticity	MVP	MFC	Ratio (r)	Remark
Land	0.035	2658369.75	17368015.7	0.153061	Over Utilization
Labour	0.478	363.9015	315.3813	1.20	Under Utilization
Agro chemical	0.427	32082.75	51332.4	0.625	Over Utilization
Seed	0.166	124643250	1246433250	1	Optimal Utilization
fertilizer	0.056	4208436.75	3647311.85	1.15	Under Utilization
MALE					
Variable	Production elasticity	MVP	MFC	Ratio (r)	Remark
Land	0.026	19.41075	126.8169	0.15306	Over Utilization
Labour	0.032	24.10275	51.4192	0.469	over Utilization
Agro chemical	0.013	9.9465	15.9144	0.63	Over Utilization
Seed	0.532	703.5195	703.5195	1	Optimal Utilization
fertilizer	0.049	363.9015	315.3813	1.154	Under Utilization
Estimated of return to scale=1.814					

Table 4; Resource use efficiency of efficient utilization of sesame production inputs
Source: Field Survey, 2021.

Resources-use efficiency ratio in sesame production

The estimated coefficients of the relevant independent variables were used to compute the marginal value products (MVP) and their corresponding marginal factor costs (MFC). The ratio of the MVP to MFC was used to determine the resources efficiency. The result in table 4; reveals that comparison of ratio of MVP to MFC shows resulting ratios to be less than unity for land (0.15), labour (0.47) and Agrochemicals (0.63) among the male sesame farmers. While less than unity for land (0.15) and agrochemicals (0.62) among the female sesame farmers. This implies that a unit increase in each input would reduce the value of output, indicating that the inputs were over utilized. Furthermore, the result reveals that comparison of ratio of MVP to MFC shows resulting ratios to be equal to unity for seed utilized (1) in both gender. This implies that a unit increase in seed used would lead to an equal and proportionate increase in the value of output, indicating that the input was optimally utilized and fertilizer (1.15) greater than (1) among male sesame farmers, while fertilizer (1.15) and labour (1.20) greater (1) among female sesame farmers is under-utilized. Indicating that that a unit increase in each input would increase the value of output, as the inputs were under-utilized. This finding is in line with Ashaolu *et al.* (2016) who revealed that for beniseed farming, land, hired labour and Agrochemicals were under-utilized.

Cost and Return Analysis of Sesame Production

Cost and returns analysis is an attempt to show how profitable the sesame production was in the study area. In the production system, costs are usually incurred on input just as returns and income are generated from the sales of output produced. Production cost consists of fixed cost and variable cost. Table 5 shows the costs and returns to sesame production along gender line. The result shows that, the variable costs constituted the highest share of costs of production (₦1,382,700.00) and fixed cost is (₦733,242.00) for male respondent while variable cost (₦1,525,650.00) and fixed cost (₦675,567.50) for female respondent. Where cost of fertilizer accounted for the highest share (43.18%) male and (46.93%) female, of variable cost in sesame production, this is followed by the cost of hired labour (17.18%) male and (16.81%) female. The gross margin and net farm income were (₦10,060,800 and ₦9,327,558) and (₦10,183,350 and ₦9,507,782.5) for male and female respondents respectively. This implies that sesame production is highly profitable in the study area. While the return per naira invested, was ₦4.41 and ₦4.32 for male and female sesame farmers. This implies that for every ₦1.00 cost incurred on sesame production, ₦3.41/3.32 was earned. This result substantiates with the finding of Nwalem *et al.*, (2016) which show that sesame production is a profitable enterprise among the respondents in Benue State, Nigeria.

Table 5. Cost and return of sesame farming

Variables	Male		Female	
Variable cost	Amount (₦)	Percentage (%)	Amount (₦)	Percentage (%)
Labour	237550	17.18	256400	16.81
Transportation	105450	7.63	94150	6.17
Seed	221800	16.04	193150	12.66
Herbicides	39000	2.82	43850	2.87
Insecticides	22900	1.66	24100	1.58
Fertilizer	597000	43.18	716000	46.93
Cost of hiring machinery	159000	11.49	198000	12.98
Sub total	₦1,382,700	100	₦1,525,650	100
Fixed cost				
Land	198900	27.13	134900	19.97
Storage facility	9000	12.27	66000	9.77
Cost of hoe	14800	20.18	162750	24.09
Cost of cutlass	90450	12.34	95250	14.10
Cost of rake	30550	4.17	29900	4.43
Cost of van	79700	10.87	98650	14.60
Depreciation	63750	8.69	58745	8.70
Interest (loan)	31880	4.35	29372.5	4.34
Sub total	₦733,242	100	₦675,567.5	100
Total cost	₦2,115,942		₦2,201,217.5	
Returns				
Sales of sesame seed	11277000	98.5	11459000	97.9
Sales of grass	166500	1.50	250000	2.10
Sub total	₦11,443,500	100	₦11,709,000	100
Gross margin	₦10,060,800		₦10,183,350	
Net farm income	₦9,327,558		₦9,507,782.5	
Return per variable cost	6.75		6.23	
Return per naira invested	4.41		4.32	

Source: Field survey, 2021.

Constraint associated with sesame production along gender line

The result in Table 5. Show that weed pressure in sesame farm ($\bar{X}$ =2.96), inadequate capital starts up ($\bar{X}$ =2.89) and difficulty in managing pest and diseases ($\bar{X}$ =2.87) were the major constraint faced by female respondents in the study area while inadequate capital starts up ($\bar{X}$ =2.96), weed pressure in sesame farms ($\bar{X}$ =2.91) and difficulty in accessing loan ($\bar{X}$ =2.87) were also the major constraint faced by male respondents in sesame production. This because weed pressure is a very serious problem in the farms and tends to compete with nutrient uptake with sesame seed which also hinder the growth of the seed thereby reducing it productivity. It most intensive constraint in female respondents because it labour intensive to control weeds pressure which is not in male respondents because they are in their active productive state and were able to control it. While inadequate capital starts up were more significant problem in sesame production among male respondents. This as a result of vigorous nature of sesame farming system which required more capital for land preparation, herbicides, insecticides and fertilizer application including the post-harvest management practices which required much more capital than any other cereal crop hinder it production in the study areas by the male respondents. This result disagrees with the research of Ikwuakam *et al* (2016) which reveals that inadequate extension agent was the major constraint faced by sesame farmers in the study area. Umar *et al.* (2015) also reported that high cost of inorganic fertilizer, poor extension services and poor road network to be the major constraint associated with sesame production in the study area.

Table 4.6.0 Constraint associated with sesame production

Constraint	SC	NSC	NC	WM	Rank
Female					
Weed pressures in sesame farms	73(97.3)	1(1.3)	1(1.3)	2.96*	1 st
Inadequate capital starts up	68(89.3)	8(10.7)	0(0)	2.89*	2 nd
Difficulty in managing pest and diseases	65(86.7)	10(13.3)	0(0)	2.87*	3 rd
Difficulty in accessing loans	65(86.7)	9(12.0)	1(1.3)	2.85*	4 th
High cost of farm inputs	66(88.0)	9(12.0)	0(0)	2.76*	5 th
Inadequate extension contacts	63(84.0)	3(4.0)	9(12.0)	2.72*	6 th
Problem of land tenure system	62(82.7)	5(6.7)	8(10.7)	2.72*	6 th
High cost/diversion of fertilizer to other crop	57(76.0)	13(17.3)	5(6.7)	2.69*	8 th
Inadequate credit facility	54(72.0)	13(17.3)	8(10.7)	2.61*	9 th
Male					
Inadequate capital starts up	73(96.1)	3(3.9)	0(0)	2.96	1 st
Weed pressures in sesame farms	70(92.1)	5(6.6)	1(1.3)	2.91	2 nd
Difficulty in accessing loans	67(88.2)	8(10.5)	1(1.3)	2.87	3 rd
Difficulty in managing pest and diseases	61(80.3)	15(19.7)	0(0)	2.80	4 th
Inadequate credit facility	62(81.6)	11(14.5)	3(3.9)	2.78	5 th
High cost of farm inputs	65(85.5)	5(6.6)	6(7.9)	2.78	5 th
Inadequate extension contacts	61(80.3)	11(14.5)	4(5.3)	2.75	7 th
Problem of land tenure system	57(75.0)	10(13.2)	9(11.8)	2.63	8 th
High cost/diversion of fertilizer to other crop	53(69.7)	17(22.4)	6(7.9)	2.62	9 th
Lack of storage facility	46(60.5)	24(31.6)	6(7.9)	2.53	10 th

Source: Field survey, 2021. SC= severe constraint, NSC= not severe constraint and NC= not a constraint

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Based on the above findings, the study concludes that significant economic inefficiency exists in sesame production in the study area. These are related to the inadequate access of the farmers to appropriate physical and human capital like fertilizer, credits, extension contact, as well as appropriate marketing channel and associated technologies for harvest, storage and preservation as to enable them to sell their products at reasonably high prices. It is recommended that Sesame farmers should be properly informed on the market price through media and this will be achieved by setting a price control. Access to credit affected the resources-use efficiency of sesame producers positively. Hence, policy makers should devote a great effort to create more access to credit services for farmers in the study area. In addition, investment on physical infrastructure (road network, warehouse) should be done in remote areas in order to increase their profitability and reduce the cost of production.

REFERENCES

- Agele, S.O., Oladitan, T.O. & Olarewaju A.T., (2015). Growth and yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) in the rainforest and derived savanna agro-ecologies of Nigeria. *International Journal of Agricultural Policy and Research* 3(6), pp. 279-286,
- Ashaolu, O.F., Momoh, S., Ayinde, A. & Ugalahi, U.B., (2016). analysis of resource-use efficiency in beniseed production in obi and doma local government areas of nassarawa state, Nigeria. *Journal of Humanities, Social Sciences and Creative Arts*, 2010.
- Ayodele, O.V., Fasina, O.O., & Awoyemi, A.O., (2016). Gender Analysis of Cocoa Farmers' Access to Production Resources in Ekiti State, Nigeria. *Applied Tropical Agriculture Volume 21, No. 3, 131-137, 2016*
- Ikwuakam, O.T., Iyela, A., & Sangotegbe, N.S., (2016). Information Needs of Sesame Farming Households in Selected Agricultural Zones of Katsina State, Nigeria. *Mediterranean Journal of Social Sciences. Vol, 7(1) pp 45-46, 2016.*
- National Bureau of Statistics (NBS), (2018). Available online: Retrieved from <http://nigeria.opendataforafrica.org/xspplpb/nigeria-census>: Last updated: Tuesday, 31 May 2016.
- Nwalem, M.P., Ukpe, U.H., Djomo, R.F., & Dzever, D., (2016). Factors Influencing Market Participation among Sesame Producers in Benue State, Nigeria. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS) Volume 2, Issue 5, 2016, PP 1-5*
- Olowe, V.I.O., Adeyemo, Y.A., & Adeniregun, O.O., (2019). Sesame; the under exploited Sesame Production as Panacea for Poverty Alleviation in Nigeria organic oilseed crop. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2(3): 19-25.
- Onyibo, J.E., Tologbonshe, E.B. & Ubi, E.O. (2015). Beniseed Production and Utilization in Nigeria. National Agricultural Extension and Research Liaison Services. Extension Bulletin No. 154, Horticulture Series No. 5, 23 pp.
- Umar, H.S. & Ibrahim, H.Y., (2015). Energy use and gross margin analysis for sesame production in organic and inorganic fertilizer user farms in Nigeria. *African Crop Science Journal, Vol. 20, No. 1, pp. 39 – 45.*
- Umar, H.S., Okoye, C.U. & Mamman, B.D., (2015). Resource Use Efficiency in Sesame (*Sesamum indicum* L.) Production under Organic and Inorganic Fertilizers Applications in Keana Local Government Area, Nasarawa State, Nigeria. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(4): PP, 466-471.

NEW METHODS OF NOISE CONTROL AND DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF AN ELECTRONIC COMPONENT

Alexandrov V.S., postgraduate student

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, REIMT department

ABSTRACT

Today we cannot imagine our life without various measuring devices and equipment. The ability to assess its technical condition at each stage of operation in real time and, if necessary, correct errors is a priority task in the field of operation of electronic equipment. Today, in addition to monitoring the functional parameters of the system, it is possible to provide monitoring and analysis by monitoring the output signals from sensors, including analysis of the noise spectrum of the signal. At the same time, it is undoubtedly important to be able to distinguish the noise of the measuring device from external leads.

The proposed approach to assessing fluctuations allows us to apply it to various spheres of human activity, including industry, biology and medicine. The analysis of the key parameters of the system, which remain invariant with reproducibility of measurement results, shows high accuracy and reliability of the results obtained and goes beyond the analysis of electronic noise, which in the future may open the door to the analysis of natural (biological) noise.

The difficulty in determining the reference sample imposes some limitations in the applicability of the method, but can be overcome by interacting with the supplier of the appropriate equipment, since he will be able to accurately determine the parameters of the standard. In addition, it makes sense to test devices in critical operating modes (temperature, humidity, etc.), which gives a broad perspective for further research.

Key words: noise analysis method, signal to noise ratio, sensor, technical condition.

ANALYSIS OF HIGHE SPEED LOW POWER LEVEL SHIFTER

SAHANA S.
POOJA P.
VISHALI C.
THANA LEKSHIMI J. L.
R.M.K. Engineering College

ABSTRACT

Level shifter is an interfacing circuit which can interface low core voltage to high input-output voltage. It allows communication between different modules without adding up any extra supply pin. It is a key circuit component in multi-voltage circuits. The main objective of the work is to minimize power dissipation in shifter circuit, which is due to different supply voltages in the circuit. The proposed method uses MTCMOS technique, which is one of the low power design technique to achieve power minimization. The model presents a new low power level shifter (LS) for logic voltage shifting from sub threshold to above-threshold domain. The new circuit uses the multi-threshold CMOS technique to provide a wide voltage conversion . These techniques will provide functionality near the threshold region. The simulated results were compared with a reference architecture. The resulted level shifters will be integrated in an already tested I/O structure. The results were analyzed in terms of electrical performance and silicon area. Level shifter is an interfacing circuit which can interface low core voltage to high input-output voltage. It allows communication between different modules without adding up any extra supply pin. It is a key circuit component in multi-voltage circuits. The main objective of the work is to minimize power dissipation in shifter circuit, which is due to different supply voltages in the circuit. The proposed method uses MTCMOS technique, which is one of the low power design technique to achieve power minimization. The model presents a new low power level shifter (LS) for logic voltage shifting from sub threshold to above-threshold domain. The new circuit uses the multi-threshold CMOS technique to provide a wide voltage conversion. The proposed design is implemented in CADENCE Virtuoso 180-nm CMOS technology process which converts 230- mv input signals into 3-V output signals. The new LS reaches a propagation delay value of 17 ns, a static power dissipation of only 115.3 pW, for a 1-MHz input pulse.

Keywrods: Level Shifter, Sub-threshold, low power, low voltage, Cadence.

MULTIMODAL AND CONTEXTUAL EXPANSION IN MODERN FUNCTIONAL GRAMMAR

Maharramova Ramina Mekhmanovna
Baku

SUMMARY

Modern linguistic knowledge is entering an era of profound transformation, where previous binary oppositions such as "form - function", "language - thinking", "grammar - usage" are gradually losing their explanatory power. The central idea of the presented text is that functional grammar, which developed as a socially oriented theory, is acquiring new research horizons due to the integration of cognitive principles, primarily conceptual structures, mental representations and attention processes.

An important place in the text is given to the phenomena of grammaticalization and semantic bleaching, previously mainly studied within the framework of diachronic linguistics. However, by attracting a cognitive perspective, the author suggests considering these processes as a result of the consolidation of mental patterns, analogies and the processing of experience. This interpretation makes it possible to describe grammar as a dynamic system that is sensitive to frequency, context, and pragmatic load.

Considerable attention is paid to the explanatory power of cognitive semantics, in particular, the theory of conceptual metaphor. This theory, developed by Lakoff and Johnson, explains how abstract structures of thought are expressed through concrete metaphorical models and demonstrates that linguistic forms are representations of cognitive experience, often in a figurative, bodily-mediated form. Linking this with the functional interpretation of language as an instrument of socio-cultural interaction, the author reaches the level of interdisciplinary analysis, where grammar is considered as a bridge between thinking and discourse.

Along with this, the text contains important methodological prerequisites for the development of a cognitive-functional model of discourse analysis. Grammar in this model ceases to be a descriptive inventory of forms and turns into a tool for identifying ways of meaning generation. This is especially evident in the section devoted to empirical studies of political, pedagogical and digital discourses, where grammatical choices are analyzed taking into account the cognitive state of the addressee, rhetorical strategies and context of use. Thus, grammatical structures are described as instruments of intersubjective management - they not only encode content, but also regulate relationships, evoke empathy, activate certain interpretative routes. Another important area touched upon in the work is related to the use of the cognitive-functional approach in the development of artificial intelligence systems and

computer language processing. The author rightly emphasizes that syntactic algorithms that do not take into account pragmatic, contextual and cognitive parameters are insufficient when modeling living language. Modern tasks of machine translation, text generation, sentiment analysis require the integration of cognitive-functional models that allow the creation of more flexible, context-sensitive, semantically rich systems. The proposal of a visual model, the Cognitive-Functional Mapping Matrix (CFMM), is innovative. It allows us to reflect the interaction of metafunctions with cognitive processes: attention, perception, mental integration. This matrix is a tool of both analytical and pedagogical value, since it allows us to clearly demonstrate to students how meaning is formed in a text and why certain grammatical structures are used in a particular context. Moreover, its universality is manifested in its applicability to various genres and registers, which makes it promising for further research.

Key words: multimodal grammar, systemic functional linguistics, contextuality, multimodality, semiotic resources

«МУЛЬТИМОДАЛЬНОЕ И КОНТЕКСТНОЕ РАСШИРЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАММАТИКЕ»

РЕЗЮМЕ

Современное лингвистическое знание вступает в эпоху глубокой трансформации, где прежние бинарные оппозиции, такие как «форма – функция», «язык – мышление», «грамматика – использование», постепенно утрачивают свою объяснительную силу. Центральная идея представленного текста заключается в том, что функциональная грамматика, развивавшаяся как социально ориентированная теория, приобретает новые исследовательские горизонты благодаря интеграции когнитивных принципов, прежде всего — концептуальных структур, ментальных репрезентаций и процессов внимания.

Важное место в тексте отведено феноменам грамматикализации и семантического обесцвечивания, ранее преимущественно изучавшимся в рамках диахронической лингвистики. Однако благодаря привлечению когнитивной перспективы автор предлагает рассматривать эти процессы как результат закрепления ментальных шаблонов, аналогий и переработки опыта. Такая трактовка делает возможным описание грамматики как динамической системы, чутко реагирующей на частотность, контекст и прагматическую нагрузку.

Существенное внимание уделяется объяснительной силе когнитивной семантики, в частности — теории концептуальной метафоры. Эта теория, развиваемая Лакоффом и Джонсоном, объясняет, как абстрактные структуры мышления выражаются через

конкретные метафорические модели, и демонстрирует, что языковые формы являются репрезентациями когнитивного опыта, часто в образной, телесно-опосредованной форме. Связывая это с функциональной трактовкой языка как инструмента социокультурного взаимодействия, автор выходит на уровень междисциплинарного анализа, где грамматика рассматривается как мост между мышлением и дискурсом.

Наряду с этим, текст содержит важные методологические предпосылки для разработки когнитивно-функциональной модели анализа дискурса. Грамматика в этой модели перестает быть описательной инвентаризацией форм и превращается в инструмент выявления способов смыслопорождения. Это особенно ярко прослеживается в разделе, посвященном эмпирическим исследованиям политического, педагогического и цифрового дискурсов, где грамматические выборы анализируются с учетом когнитивного состояния адресата, риторических стратегий и контекста употребления. Таким образом, грамматические структуры описываются как инструменты интересубъективного управления — они не только кодируют содержание, но и регулируют отношения, вызывают сочувствие, активируют определенные интерпретационные маршруты.

Еще одно важное направление, затронутое в работе, связано с применением когнитивно-функционального подхода в разработке систем искусственного интеллекта и компьютерной обработки языка. Автор справедливо подчеркивает, что синтаксические алгоритмы, не учитывающие прагматические, контекстуальные и когнитивные параметры, оказываются недостаточными при моделировании живого языка. Современные задачи машинного перевода, генерации текста, анализа настроений требуют интеграции когнитивно-функциональных моделей, позволяющих создать более гибкие, контекстно-чувствительные, семантически насыщенные системы.

Новаторским является предложение визуальной модели — Матрицы когнитивно-функционального отображения (CFMM), которая позволяет отразить взаимодействие метафункций с когнитивными процессами: вниманием, восприятием, ментальной интеграцией. Эта матрица представляет собой инструмент как аналитической, так и педагогической ценности, поскольку позволяет наглядно продемонстрировать учащимся, как формируется смысл в тексте, и почему определенные грамматические структуры используются в том или ином контексте. Более того, её универсальность проявляется в применимости к различным жанрам и регистрам, что делает ее перспективной для дальнейших исследований.

Ключевые слова: мультимодальная грамматика, системная функциональная лингвистика, контекстуальность, мультимодальность, семиотические ресурсы

МУЛЬТИМОДАЛЬНОЕ И КОНТЕКСТНОЕ РАСШИРЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАММАТИКЕ

Изучение функциональной грамматики, исторически закрепленное в работах Майкла Александра Кирквуда Холлидея и других в традиции системной функциональной лингвистики (SFL), последовательно подчеркивало, как язык служит социальной семиотической системой — системой, которая конструирует значение посредством взаимодействия идеациональных, межличностных и текстовых функций. Однако в последние десятилетия коммуникативная среда резко изменилась. С распространением цифровых технологий, интенсификацией глобального дискурса и ростом мультимодальных коммуникационных платформ возникла необходимость переосмыслить параметры самой грамматики. Теперь уже недостаточно анализировать грамматику исключительно как вербальную или синтаксическую систему. Вместо этого грамматику следует рассматривать как мультимодальное, контекстно-зависимое созвездие ресурсов, которые отражают сложность создания смысла в современных условиях.

Мотивация этого расширения заключается в наблюдаемых трансформациях в человеческом общении. Интеграция визуальных, слуховых, жестовых, пространственных и интерактивных модальностей в повседневном дискурсе бросает вызов давним предположениям о границах языка. Например, простой твит или цифровая реклама могут передавать смысл не только через слова, но и через макет, выбор шрифта, иконографию, движение и встроенные гиперссылки. Каждый из них вносит свой вклад в общий коммуникативный эффект. Традиционные модели грамматики, особенно те, которые основаны на синтаксисе или морфологии на уровне предложений, не могут полностью объяснить, как смысл возникает в таких текстах. Даже функциональная грамматика с ее акцентом на контекстуальной вариативности теперь должна реагировать на эти семиотические инновации.

С теоретической точки зрения это мультимодальное и контекстуальное расширение опирается как на системную функциональную лингвистику, так и на мультимодальный дискурсивный анализ (MDA). SFL утверждает, что язык работает на нескольких уровнях — семантике дискурса, лексикограмматике и фонологии/графологии — и что смысл реализуется посредством шаблонных выборов в системе. Эти выборы опосредованы

переменными регистра: полем, тенором и модой. Мультимодальные подходы, впервые предложенные Крессом и ван Леуvenом, строятся на этой основе, утверждая, что модусы за пределами языка — такие как изображение, цвет, жест, расположение и движение — также имеют свои собственные грамматики. Эти модусы взаимодействуют с языком систематическим образом, образуя то, что Кресс называет мультимодальными ансамблями. Важно, что принципы, управляющие этими ансамблями, не являются произвольными; они социально сформированы и культурно поддерживаются, во многом как языковые конвенции.

Тогда возникает взгляд на грамматику не как на статическую, автономную систему, а как на динамический, распределенный процесс. Значение не хранится в изолированных словах или структурах, а возникает из скоординированного использования множественных семиотических ресурсов. Предложение, традиционно являющееся базовой единицей грамматического анализа в SFL, теперь должно быть пересмотрено. Хотя оно продолжает служить основным местом для реализации идеациональных и межличностных значений, его форма и функция больше не могут ограничиваться только языком. В мультимодальных текстах одно предложение, похожее на значение, может быть распределено по устному повествованию, сопровождаемому визуальными эффектами, жестами и пространственными подсказками. Рассмотрим видеоурок, в котором преподаватель говорит: «Нажмите здесь, чтобы начать», одновременно перемещая курсор, выделяя кнопку и используя взгляд для направления внимания. Коммуникативное намерение — инициирование действия — реализуется не только через вербальное предложение, но и через ансамбль. Каждый элемент вносит свой вклад, и ни один из них не может быть пропущен без изменения сообщения. Таким образом, предложение становится мультимодальным узлом: единицей функционально интегрированного семиотического действия.

Контекст также требует переосмысления. В традиционном SFL контекст формируется через переменные регистра, которые формируют жанр и дискурс. Однако современная коммуникация показывает, что контекст многослойный, динамичный и постоянно развивается. Это не просто фон, на котором работает язык; он является активным участником в создании смысла. Контекст включает в себя материальные договоренности (возможности интерфейса смартфона), социальные отношения (динамика власти цифровой встречи), историческую интертекстуальность (ссылки на предыдущий дискурс) и непосредственные сенсорные сигналы (цвет, освещение, темп). Все это

влияет на то, как грамматика реализуется и интерпретируется. Более того, эти контексты работают в нескольких масштабах — микро (взаимодействие от момента к моменту), мезо (институциональные ожидания) и макро (культурные нормы), — которые вместе создают богатую, вложенную среду для смысла. Таким образом, понимание грамматики требует понимания того, как семиотические ресурсы реагируют на эти перекрывающиеся и взаимодействующие контекстные требования. Технология играет ключевую роль в этой трансформации. Дизайн интерфейса, навигационные структуры и цифровые возможности больше не являются нейтральными носителями информации; они являются семиотическими агентами, которые формируют то, как сообщения конструируются и принимаются. Наличие кнопок, полос прокрутки, функций смахивания, аудиообратной связи и адаптивных визуальных макетов — все это участвует в грамматической реализации смысла. Значок уведомления, который становится красным и вибрирует, имеет коммуникативную функцию, не менее значимую, чем модальный вспомогательный глагол. Эти цифровые структуры способствуют модальности, тематическому акценту и межличностным переговорам, параллельно работе традиционной грамматики, но делая это другими способами. Игнорировать их означало бы упускать из виду важнейшие аспекты современной коммуникации.

Одной из наиболее сложных и перспективных областей исследования является то, как эти различные режимы объединяются для формирования связных, грамматически структурированных текстов. Мультимодальная грамматика — это не просто вопрос перечисления компонентов; это исследование их интеграции. Эти комбинации следуют соглашениям, которые являются специфическими для жанра, культурно обусловленными и прагматически мотивированными. Например, в академическом слайд-шоу синхронность между устным повествованием, переходами между слайдами, анимацией маркированных списков и жестами формирует связную коммуникативную стратегию. Эти элементы временно и тематически согласованы, образуя ансамбль, общая функция которого не может быть сведена к какому-либо одному режиму. Понимание этой грамматики ансамблей необходимо для полного описания того, как грамматика работает сегодня. Такие идеи имеют прямые последствия для образования, в частности, для языковой педагогики. Традиционное обучение грамматике, основанное на предписывающих правилах и упражнениях на уровне предложений, часто не в состоянии вовлечь студентов в реальные коммуникативные практики. Мультимодально-

функциональный подход к грамматике переориентирует обучение языку на создание смысла. Он подчеркивает, как грамматика работает в контексте, как она координируется с другими режимами и как ее можно использовать стратегически для достижения коммуникативных целей. Педагогам рекомендуется использовать аутентичные мультимодальные тексты — блоги, видео, инфографику, контент социальных сетей — и направлять учащихся в анализе того, как смысл строится в разных системах. Этот подход способствует более глубокому металингвистическому пониманию и вооружает учащихся, чтобы они могли эффективно общаться в различных средах.

Последствия также распространяются на искусственный интеллект и обработку естественного языка. Текущие модели часто рассматривают язык как линейную строку токенов, упуская мультимодальные и контекстные измерения реального дискурса. Однако, поскольку системы ИИ все чаще используются в образовании, обслуживании клиентов и создании контента, их способность анализировать и создавать мультимодальную грамматику становится существенной. Грамматика, которая интегрирует контекст, жесты, визуальную компоновку и модели взаимодействия, может привести к более человеческому, контекстно-зависимому машинному общению. Это, в свою очередь, открывает возможности для более богатых интерфейсов, более адаптивных систем и более глубокого понимания языка. Эта теоретическая переориентация также предлагает нам пересмотреть основополагающие предположения самой грамматики. Автономия синтаксиса, отделение языка от контекста и привилегированность письменного текста — все это оспаривается современными данными. Вместо этого грамматика должна быть теоретически обоснована как набор социально встроенных, когнитивно доступных и технологически опосредованных практик. Она должна учитывать как общепринятые формы языка, так и возникающие структуры, возникающие из мультимодальных инноваций. Результирующая структура выходит за рамки дисциплинарных границ, опираясь на лингвистику, коммуникационные исследования, семиотику, образование и дизайн. Подводя итог, можно сказать, что современный коммуникативный ландшафт требует нового видения грамматики — такого, которое признает мультимодальную и контекстуальную природу создания смысла. Это видение не отбрасывает идеи традиционной функциональной грамматики, а строится на них, расширяя их охват на новые области и новые медиа. Оно бросает нам вызов рассматривать грамматику не как фиксированную систему, а как развивающийся набор ресурсов для построения смысла во все более сложном мире.

Именно в этом духе расширения, синтеза и инноваций и развивается данная работа, стремясь предложить грамматику, которая действительно отражает семиотическое богатство современного человеческого общения.

Ниже примеры анализа, которые иллюстрируют ключевые положения о мультимодальности, контекстуальности и расширении грамматических границ в рамках функционально-когнитивной парадигмы. Все примеры опираются на фрагменты из глав и демонстрируют, как теоретические положения реализуются в реальной коммуникации.

1. Пример мультимодального ансамбля. Фрагмент из текста: *«Рассмотрим видеоурок, в котором преподаватель говорит: „Нажмите здесь, чтобы начать“, одновременно перемещая курсор, выделяя кнопку и используя взгляд для направления внимания.»*

Анализ. Здесь мы наблюдаем мультимодальный ансамбль, где языковое высказывание («Нажмите здесь...») интегрируется с визуальной модальностью (движение курсора, выделение кнопки), жестом (направление взгляда) и интерактивным интерфейсом (кнопка как элемент UI). Это демонстрирует, что:

-
- *Идеациональная функция* реализуется через речевое действие: инициирование процесса.
 - *Интерперсональная функция* — через модальность и адресность (прямое обращение).
 - *Текстовая функция* — через координацию всех модальностей для создания когерентного сигнала.
-

Вывод. Такая коммуникативная структура не может быть объяснена только на уровне языка — она требует учета мультимодального грамматического анализа, где все элементы действуют как функциональные ресурсы.

2. Пример контекстной детерминированности грамматических форм

Фрагмент из текста: *«Контекст включает в себя материальные договоренности (возможности интерфейса смартфона), социальные отношения (динамика власти цифровой встречи), историческую интертекстуальность и непосредственные сенсорные сигналы.»*

Анализ. Допустим, в Zoom-встрече преподаватель говорит: «Сейчас я отключу вам микрофон, хорошо?» В данной ситуации:

- *Форма повелительного наклонения* («отключу») сочетает в себе *вежливость* (вопросительная модальность) и *авторитетную роль* преподавателя.

- Эта грамматическая конструкция мотивирована *контекстом цифрового взаимодействия, институциональной иерархией и невербальными сигналами* (возможно, пользователь шумит, и преподаватель визуально это замечает).

Вывод. Грамматический выбор (не «выключите», а «я отключу вам») отражает не просто синтаксическую структуру, а *контекстуальную сонастройку* между участниками, что типично для контекстно-адаптивной грамматики.

3. Пример грамматики цифрового интерфейса как семиотического ресурса.

Фрагмент из текста: *«Значок уведомления, который становится красным и вибрирует, имеет коммуникативную функцию, не менее значимую, чем модальный вспомогательный глагол.»*

Анализ. В мессенджере WhatsApp красная иконка «1» на приложении сообщает о *новом действии*. Эта иконка:

- Замещает глагольное указание вроде: «У вас есть новое сообщение».
- Выполняет тематическое выделение (*textual metafunction*) — фокус на новой информации.
- Является модально нагруженным сигналом (*interpersonal metafunction*): вызывает у пользователя ощущение срочности.

Вывод. Такой элемент — не просто графика, а грамматический знак в мультимодальной системе, который выполняет функции, традиционно приписываемые языковым средствам.

4. Пример ансамбля в образовательной презентации

Фрагмент из текста: *«Слайд-шоу, где синхронность между устным повествованием, переходами между слайдами, анимацией списков и жестами формирует коммуникативную стратегию.»*

Сценарий. Преподаватель говорит: «Следующим шагом является концептуализация», — в этот момент на экране появляется заголовок «Step 2: Conceptualization», — вместе с *жестом руки вправо* и *выделением слова на слайде*.

Анализ:

- Речь, текст, движение, визуальное выделение работают как единое предложение, распределённое по модальностям.
- *Идеациональная информация* представлена в трех кодах (язык, текст, визуал).
- *Темпоральная структура* (что за чем следует) задаёт логическую когерентность.

Вывод. Грамматическая «единица» здесь — не устное предложение, а мультимодальный

ансамбль, и без всех компонентов смысл нарушится.

5. Пример контекстуальной адаптации грамматических средств в соцсетях

Пост в Instagram: Фото чашки кофе. Подпись: «Утро начинается не с будильника, а с аромата.»

Анализ:

- Грамматическая структура минималистична, однако высоко семантически насыщена за счёт *контекста изображения, эстетики и жанровых ожиданий* (мотивационный пост).
- Употребляется инверсия ради ритмической и визуальной выразительности (не «с ароматом начинается утро»).
- Смысл поддерживается визуальным модусом, а лингвистический фокус — на *эмоциональной вовлеченности*.

Вывод. Даже такие короткие тексты в соцсетях демонстрируют сложную мультимодальную структуру, где грамматический выбор зависит от визуального, жанрового и культурного контекста.

Обобщение

Эти примеры подтверждают три ключевых положения вашей главы:

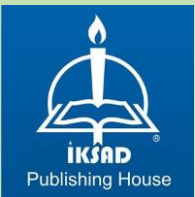
1. **Мультимодальность** — грамматика не ограничивается словами: она охватывает визуальные, жестовые, пространственные и цифровые элементы, действующие как грамматические знаки.
2. **Контекстуальность** — грамматические структуры формируются в зависимости от социального, технологического и прагматического контекста.

Ансамблевость — смысл создаётся не отдельными элементами, а их функциональной согласованностью: грамматическая единица = ансамбль.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Halliday, M.A.K. An Introduction to Functional Grammar. – 3rd ed. London: Arnold, 2004.
2. Dik, Simon C. The Theory of Functional Grammar. – Part I & II. Berlin: Mouton de Gruyter, 1997.
3. Butler, Christopher S. Structure and Function: A Guide to Three Major Structural-Functional Theories. Amsterdam: John Benjamins, 2003.
4. Van Valin, Robert D. Jr. Exploring the Syntax–Semantics Interface. Cambridge University Press, 2005.
5. Fawcett, Robin P. Invitation to Systemic Functional Linguistics through the Cardiff Grammar. London: Equinox, 2000.
6. Thompson, Geoff. Introducing Functional Grammar. 2nd ed. London: Arnold, 2004.
7. Givón, Talmy. Functionalism and Grammar. Amsterdam: John Benjamins, 1995.

8. Langacker, Ronald W. *Foundations of Cognitive Grammar*. Vol. I & II. Stanford: Stanford University Press, 1987, 1991.
9. Croft, William. *Radical Construction Grammar: Syntactic Theory in Typological Perspective*. Oxford University Press, 2001.
10. Hasan, Ruqaiya. *Semantic Variation: Meaning in Society and in Sociolinguistics*. London: Equinox, 2009.
11. Бондарко, А.В. *Функциональная грамматика. Личность и язык*. – Л.: Наука, 1990.
12. Матвеев, И.В. *Функциональная грамматика и современные лингвистические парадигмы* // Вестник ТГПУ, 2020.
13. Кобозева, И.М. *Лингвистическая семантика*. – М.: МГУ, 2004.
14. Кибрик, А.Е. *Концепция когнитивной грамматики: от теории к практике* // Вопросы языкознания, 2010.
15. Санников, В.З. *Русская разговорная грамматика*. – М.: Языки славянской культуры, 2002.
16. Halliday, M.A.K. & Matthiessen, C.M.I.M. *Halliday's Introduction to Functional Grammar*. 4th ed. Routledge, 2014.
17. Nord, Christiane. *Text Analysis in Translation: Theory, Methodology, and Didactic Application of a Model for Translation-Oriented Text Analysis*. Rodopi, 2005.
18. Biber, Douglas et al. *Longman Grammar of Spoken and Written English*. Longman, 1999.
19. Cornish, Francis. *Anaphora, Discourse, and Understanding: Evidence from English and French*. Oxford University Press, 1999.
20. Downing, Angela & Locke, Philip. *English Grammar: A University Course*. Routledge, 2006.
21. Halliday, M.A.K., & Matthiessen, C.M.I.M. (2014). *Halliday's Introduction to Functional Grammar* (4th ed.). London: Routledge. — Классический труд по системно-функциональной грамматике, лежащий в основе всего анализа.
22. Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading Images: The Grammar of Visual Design* (2nd ed.). London: Routledge. — Основополагающий труд по мультимодальной грамматике и анализу визуального дискурса.
23. Lemke, J. L. (2002). *Discourses in transition: Towards an integrated view of language, literacy, and learning*. In G. Wells & G. Claxton (Eds.), *Learning for life in the 21st century* (pp. 136–146). Oxford: Blackwell. — О когнитивной и социальной природе грамматических ресурсов в мультимодальной среде.
24. Langacker, R. W. (2008). *Cognitive Grammar: A Basic Introduction*. Oxford: Oxford University Press. — Представляет когнитивную перспективу на грамматические структуры, включая концепт «конструирования».
25. O'Halloran, K. L. (2005). *Mathematical Discourse: Language, Symbolism and Visual Images*. London: Continuum. — Пример применения мультимодального анализа в академическом дискурсе (слайды, схемы, текст).
26. Jewitt, C. (Ed.) (2014). *The Routledge Handbook of Multimodal Analysis* (2nd ed.). London: Routledge. — Всеобъемлющее руководство по современным подходам к мультимодальному анализу, включая примеры из образования и цифровой среды.
27. Lakoff, G., & Johnson, M. (2003). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press. — Теория концептуальной метафоры как когнитивного механизма смыслообразования.
28. Norris, S. (2004). *Analyzing Multimodal Interaction: A Methodological Framework*. London: Routledge. — Практические методики анализа мультимодальных ансамблей, применимые к образовательным ситуациям и видеоурокам.
29. Bateman, J. A. (2014). *Text and Image: A Critical Introduction to the Visual/Verbal Divide*. London: Routledge. — Обсуждение интеграции текста и изображения как грамматически организованного взаимодействия.
30. Bezemer, J., & Kress, G. (2016). *Multimodality, Learning and Communication: A Social Semiotic Frame*. London: Routledge. — О роли мультимодальных ресурсов в обучении, включая интерфейсы и цифровую среду.



Issued: 12.09.2025
ISBN: ' 978-625-378-301-3'

