

8TH INTERNATIONAL
AEGEAN
CONFERENCE ON INNOVATION
TECHNOLOGIES & ENGINEERING

September 23-25, 2023
IZMIR, TÜRKIYE

PROCEEDINGS BOOK

INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES
ON INNOVATION TECHNOLOGIES & ENGINEERING-VIII
September 23-25, 2023 / Izmir, Türkiye



PROCEEDINGS BOOK

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin KALGI

All rights of this book belong to IKSAD Global Publishing House
Authors are responsible both ethically and juridically
IKSAD Global Publications

Issued: 04.10.2023

ISBN: 978-625-367-309-3

CONFERENCES ID

CONFERENCES TITLE

- **INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES**
 - **on Innovation Technologies & Engineering**

DATE AND PLACE

- September 23-25, 2023 / Izmir, Türkiye

ORGANIZATION

- IKSAD- INSTITUTE OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND SOCIAL RESEARCHES
- ATLAS INTERNATIONAL JOURNAL ON SOCIAL SCIENCES
ISSN - 2616 - 936X

HEAD OF ORGANIZING COMMITTEE

- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin KALGI

COORDINATOR

- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin KALGI
- Türkiye (20), Algeria (5), Oman (1), Malaysia (1), India (7), Pakistan (2),
 - Nigeria (5), Morocco (2)

- **NUMBER of ACCEPTED PAPERS-43**
- **NUMBER of REJECTED PAPERS-18**

- **Double blinded evaluation process*

SCIENTIFIC COMMITTEE BOARD

- Dr. Maha Hamdan ALANAZI - *Riyad King Abdullah University*
- Dr. Tamalika SULTANA - *Dakka University of Bangladesh*
- Dr. Kenes JUSIPOV - *Kazak Transportation Academy*
- Dr. Nilgün ULUTASDEMİR - *Gumushane University*
- Dr. Murat EYVAZ - *Gebze Technical University*
- Dr. Menekşe ŞAKİR - *Erciyes University*
- Dr. Mehmet GÖKTÜRK - *Gebze Yüksek Teknoloji institute*
- Dr. Sezen TEKİN - *Çankırı Karatekin University*
- Dr. Hakan EYGÜ - *Atatürk University*
- Dr. G. C. Rana - *NSCBM Govt. College Hamirpur*
- Dr. Mohamed El Malki - *Department of Physics*
- Dr. H. Burçin HENDEN ŞOLT - *Zonguldak Bülent Ecevit University*
- Dr. Fatih YILDIRIM - *Atatürk University*
- Dr. F. Gül KOÇSOY - *Firat University*
- Dr. Praveen KUMAR - *HR & OB Division*
- Dr. Norma-Aurea Rangel-Vázquez - *TECNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes*



INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES Innovation Technologies & Engineering-VIII

September 23-25, 2023

IZMIR, TURKEY

CONFERENCES PROGRAM

Online (with ZOOM Conference)

Meeting ID: 833 1287 1999

Passcode: 232425



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.

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildirimler 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.
- ◆ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

**Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number:
exp. Hall-1, Name SURNAME**



DATE

• 24.09.2023



TIME

• 10⁰⁰-12⁰⁰

SESSION

- HALL-3
- SESSION-1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ercan MURATOĞULLARI

Assoc. Prof. Dr. Umut OKKAN Res. Assist. Zeynep Beril ERSOY	Balikesir University Balikesir University	A ONE-PARAMETER HYDROLOGICAL MODEL (GR1M) AND ITS IMPLEMENTATION ON TWO WATERSHEDS IN AEGEAN REGION
Assoc. Prof. Dr. Görkem GÜLHAN Dr. Halit COZA	Pamukkale University Pamukkale University	SYSTEMATIC EVALUATION OF FEEDBACK IN THE INSTALLATION OF E-SKUTER SYSTEMS
Dr. İrfan KOCAMAN	Erzurum Technical University	SEISMIC ASSESSMENT AND PROPOSED RETROFITTING OF THE HISTORIC PERVİZOĞLU MOSQUE
Ayşe ÖZTAŞ Res. Assist. Aziz Uğur TONA Assist. Prof. Dr. Vahdettin DEMİR	Karatay University Ondokuz Mayıs University Karatay University	DETERMINATION OF BURDUR LAKE SURFACE AREA CHANGE BY USING UNSUPERVISED CLASSIFICATION
Ercan MURATOĞULLARI Prof. Dr. Gonca ALAK Dr. Arzu UÇAR Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP	Ataturk University Ataturk University Ataturk University Ataturk University	INVESTIGATION OF THE INTEGRATION OF AQUACULTURE WITH FERMENTED PRODUCTS ON SCHOOL EMPLOYEES
Dr. Yasin ÖZGÜRLÜK	Bartın University	EVALUATION OF LOW TEMPERATURE HOT CORROSION (TYPE-II) BEHAVIOR OF CALCIUM OXIDE (CaO) CONTAINING THERMAL BARRIER COATINGS (TBCs) SYSTEMS



DATE

• 24.09.2023



TIME

• 12³⁰–14³⁰

SESSION

• HALL-3
• SESSION-2**HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. İbrahim Fadıl SOYKÖK**

Mehmet Sinan MERCAN Assoc. Prof. Dr. Yücel KOÇYİĞİT Oğuz ÇİÇEK Deniz CURA	Manisa Celal Bayar University ECA Valve Inc. ECA Valve Inc.	VALVE CONTROL WITH MOBILE APPLICATION
İlayda Özdemir Dilruba Öztürk Hayri Murat Sağıroğlu Deniz Cura Oğuz Çiçek Assist. Prof. Dr. Hacer Şekerci Öztura	Yaşar University Yaşar University Yaşar University ECA Valve Inc. ECA Valve Inc. Yaşar University	REMOTE WATER LEAKAGE CONTROL SYSTEM
Assoc. Prof. Dr. İbrahim Fadıl SOYKÖK	Manisa Celal Bayar University	USING ENERGY RELEASE RATE FORMULAS, ANALYTICAL PREDICTION OF THE EFFICIENCY OF COMPOSITE PATCHES APPLIED TO STEEL PIPES WITH CIRCULAR HOLE DAMAGE
Lect. Ahmet AKKÖK Lect. Ahmet LEBLEBİCİ	Vocational School of Technical Sciences Vocational School of Technical Sciences	THE CREATION OF CUTTING UNIT FOR PANEL FURNITURE PRODUCTION IN SMALL AND MEDIUM-SIZED FURNITURE WORKSHOPS AND ITS ECONOMIC INVESTIGATION
Dr. Mine ETİ MSc. Sevilay ERMİN	Sistemas Technology and System Production Sistemas Technology and System Production	HOMOGENEOUS NITRITE SALT PRODUCTION
Dr. Uluğ Kerim YÜCEL Dr. Hasan YILDIZ	Ege University Ege University	NUMERICAL ANALYSIS OF PYROPLASTIC BEHAVIOR OF CERAMICS
Merve HORLU Gamze İSPİRLİOĞLU KARA Cevher Kürşat MACİT Assist. Prof. Dr. Burak TANYERİ Prof. Dr. Bünyamin AKSAKAL Ersoy YILMAZ	Fırat University Atatürk University Fırat University Fırat University Fırat University Aisin Automotive Industry Trade Inc.	TRIBOLOGICAL EFFECTS OF COBALT AND BORON ON COPPER-BASED COMPOSITES
Msc. Fatih Harun ÖZDUMAN Msc. İhsan Cihan DAİ	R&D Engineer R&D Test and Analysis Team Leader	ROLLING OBJECTS AND PROTECTIVE STRUCTURES TEST AND ANALYSES FOR EXCAVATOR CABS



DATE

• 24.09.2023



TIME

• 15⁰⁰–17⁰⁰

SESSION

- HALL-3
- SESSION-3

HEAD OF SESSION: Dr. KHAMMAR Farida

Gharbi Amira Hamlaoui Youcef	Mohamed Cherif Messaadia University Mohamed Cherif Messaadia University	RUBBER LEAF EXTRACT AND POTASSIUM IODIDE SYNERGISTIC INTERACTION FOR C1020 CORROSION INHIBITION
Talha Usman	University of Technology and Applied Sciences	WEIGHTED INTEGRALS TRANSFORMS OF BESSEL AND WHITTAKER FUNCTIONS AND THEIR NUMERICAL ESTIMATES
Mustafa Man Mohd Kamir Yusof Wan Aezwani Wan Abu Bakar Masha Nur Salsabiela Menhat Richard	University Malaysia Terengganu (UMT) Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA) 5UCS Logistic Sdn Bhd.	HALAL LOGISTICS TRANSPORTATION AND GOODS TRACKING SYSTEM USING NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC) IN THE ERA OF IR4.0
Pavishna A M Deeksha R Nikitha G Praveen Kakada	Vellore Institute of Technology Vellore Institute of Technology Vellore Institute of Technology Vellore Institute of Technology	"LEADERSHIP IN THE AGE OF AUTOMATION: NAVIGATING THE HUMAN-AI COLLABORATION"
Katia Benyakoub Mourad Keddam Brahim Boumaali	Laboratoire de Technologie des Matériaux	KINETIC MODELING OF POWDER-PACK BORONIZING FOR 4CR5MOSIV1 STEEL USING DIMENSIONAL ANALYSIS
Hafiz Lateef		INVESTIGATION ON THE EFFECT OF STEEL SLAG ON THE ENGINEERING PROPERTIES OF LATERITIC SOIL
DR. OKON P. AKPAN MR. EMEM O. IKPE	Akwa Ibom State Polytechnic Ikot Osurua	INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SURFACE WATER: A CASE STUDY OF INYANG UDO ANWA NKWO RIVER IN IKOT EKPENE LOCAL GOVERNMENT AREA, SOUTHERN NIGERIA
Dr. KHAMMAR Farida Dr. Handel Naoual	University of Souk Ahras University of Souk Ahras	IMPLEMENTATION OF THE MPPT ALGORITHM THROUGH A DISTURBANCE AND OBSERVATION (P&O) APPROACH



DATE

• 25.09.2023



TIME

• 10⁰⁰-12⁰⁰

SESSION

- HALL-3
- SESSION-1

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Sedat METLEK

Dr. Halit ÇETİNER Assist. Prof. Dr. Sedat METLEK	Isparta University of Applied Sciences Burdur Mehmet Akif Ersoy University	DETECTING WHEAT HEAD FROM THE IMAGE WITH A NOVEL YOLO-V3
Zeynep GÖKMEN Dr. Vedat ESEN	Istanbul Topkapı University Istanbul Topkapı University	A REVIEW ON THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS ON EDUCATION
Dr. Mustafa YURTSEVER	Dokuz Eylul University	FUTURE OF URBAN TRANSPORTATION: A STUDY ON SHARED BIKE RENTAL AND DEMAND FORECASTING
Prof. Dr. Bünyamin AKSAKAL Assoc. Prof. Dr. Naim ASLAN Ferzan FIDAN	Fırat University Munzur University Munzur University	EFFECT POROSITY ON MORPHO- STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BIOMEDICAL STAINLESS STEEL ALLOY
Mohamad Haj FARES Prof. Dr. Ahmet SERTBAŞ	Istanbul University- Cerrahpaşa Istanbul University- Cerrahpaşa	PRIVACY-PRESERVING MEDICAL IMAGING WITH FEDAVG AND DIFFERENTIAL PRIVACY METHODS: AN EXPERIMENTAL STUDY ON MEDMNIST DATASET
Dr. Sami PEKDEMİR	Erciyes University	IN SITU GROWTH OF SILVER NANOSTRUCTURES ON FLEXIBLE SUBSTRATES FOR SERS APPLICATION



DATE

• 25.09.2023



TIME

• 12³⁰–13³⁰

SESSION

- HALL-2
- SESSION-3

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Vaibhav Kant Singh

Divya O M Dr Sagaya Aurelia	CHRIST University	EXPLORING THE INTERSECTION OF MACHINE LEARNING AND VOICE PATHOLOGY: A COMPREHENSIVE REVIEW
Dr. Abdelali HADIR	Hassan 2 University	LOCALIZATION ALGORITHMS FOR FUTURE INTERNET OF THINGS AND WIRELESS SENSOR NETWORKS
Dr. Abdelali HADIR Dr.Mohammed-Alamine EL HOUSSAÏNI Dr. Jamal EL KAFI	Hassan II University Chouaib Doukkali University Chouaib Doukkali University	LOCALIZATION ALGORITHMS FOR FUTURE INTERNET OF THINGS AND WIRELESS SENSOR NETWORKS
Moses Adeolu AGOI Solomon Abraham UKPANAHA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Lagos State University of Education Obafemi Awolowo University	THE EFFICACY OF COMPUTER AIDED DETECTION AND DIAGNOSIS (CAD) SYSTEM AND ITS IMPACT IN HEALTHCARE SECTOR: A RANDOM SURVEY FOR HEALTH INDUSTRIES
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Solomon Abraham UKPANAHA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Lagos State University of Education Lagos State University of Education Lagos State University of Education Obafemi Awolowo University	EXPLORING THE USE OF CHATGPT AS CLASSROOM TEACHING AID: AN IMPLICIT SURVEY FOR EDUCATIONAL MANAGEMENT
Divya O M Assist. Prof. Dr. Sagaya Aurelia P	CHRIST University CHRIST University	EXPLORING THE INTERSECTION OF MACHINE LEARNING AND VOICE PATHOLOGY: A COMPREHENSIVE REVIEW
Yakubu Ibrahim Dr. Audu Musa Mabu	Yobe State University Yobe State University Yobe State University	A MULTI-TASK DEEP LEARNING MODEL FOR LUNG CANCER, PNEUMONIA, AND TUBERCULOSIS CLASSIFICATION USING SOFT LAYER SHARING
Assist. Prof. Dr. Vaibhav Kant Singh	Central University	A PYTHON BASED WEB SCRAPING APPLICATION
Assist. Prof. Dr. Vaibhav Kant Singh	Central University	A ML BASED APPROACH FOR THE DETECTION OF FACIAL EXPRESSION IN ORDER TO FIND EMOTION



DATE

• 25.09.2023



TIME

• 12³⁰–13³⁰

SESSION

- HALL-3
- SESSION-3

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Vaibhav Kant Singh

Ali Akka Ali Bouzidi Oussama Moussa Alouani Helalli	Higher Teacher Training School of Bousaada University of Ghardaia University of M'sila	COMPARATIVE STUDY BETWEEN FUZZY CONTROLLER AND ANFIS CONTROLLER FOR QUADRUPLE TANK SYSTEM
Ali Akka Ali Bouzidi Oussama Moussa Alouani Helalli	Higher Teacher Training School of Bousaada University of Ghardaia University of M'sila	PI CONTROLLER OPTIMIZATION BASED ON PSO AND BBO FOR QUADRUPLE TANK SYSTEM
Reshmi Soyinka V Vaduhammal V Sneka C Dr. V. Thiyagarajan	SSN College of Engineering	A REVIEW OF MULTILEVEL INVERTER TOPOLOGIES IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES
Assist. Prof. Dr. Vaibhav Kant Singh	Central University	AN ANDROID APPLICATION FOR EDUCATIONAL INSTITUTION
Waqar Ullah Sahar Noor Adnan Tariq	University of Engineering and Technology University of Engineering and Technology University of Engineering and Technology	ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN PAKISTAN
Mustapha Umar SA'AD Bala ISHĪYAKU Aminu Umar SA'AD Habu BABAYO	Abubakar Tafawa Balewa University Abubakar Tafawa Balewa University Abubakar Tafawa Balewa University Abubakar Tafawa Balewa University	EFFECTS OF COMMERCIAL DEVELOPMENT CLOSENESS AND PROPERTY CHARACTERISTICS ON RESIDENTIAL PROPERTY RENTAL VALUE IN BAUCHI METROPOLIS, NIGERIA

Recording... You are viewing Hall-3,Session-1,Zeynep Beril Ersoy's screen View Options Sign in Remaining: 09:52:30 View

Otomatik Kaydet Umut Okkan_Zeynep Beril Ersoy_Aegean • bu bilgisayar konumuna kaydedildi ZeynepBeril Ersoy

Dosya Giriş Ekle Çiz Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım Kaydet Teams'de Sun Paylaş

Yapıştır Hızlı Slayt Yarıdan Küçük Slaytler

Şekiller Yerleştir Düzeltme Dikte Duyarlılık Eklenirler Tasarım

Paragraf Yazı Tipi Çizim Ses Duyarlılık Eklenirler

1 2 3 4 5

8th International Aegean Congress on Innovation Technologies & Engineering

TEK PARAMETRELİ BİR HİDROLOJİK MODEL (GRİM) VE EGE BÖLGESİNDEKİ İKİ BARAJ HAVZASI ÜZERİNDE UYGULANMASI

Doç. Dr. Umut Okkan
Araş. Gör. Zeynep Beril Ersoy
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Balıkesir / Türkiye

Not eklemek için tıklayın

Slayt 1 / 9 Türkiye (Türkiye) Erişilebilirlik: Önerilere göz atın

Unmute Start Video Participants 5 Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Apps Whiteboards Leave Room

Recording... You are viewing Hall 3, İrfan KOCAMAN's screen View Options Sign in Remaining: 09:43:01 View

ID-22-E2-046

INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES
Innovation Technologies & Engineering-VIII
23-25 September 2023 - İZMİR

TARİHİ PERVİZOĞLU CAMİ'NİN SİSMİK DEĞERLENDİRMESİ VE GÜÇLENDİRME ÖNERİSİ

SEISMIC ASSESSMENT AND PROPOSED RETROFITTING OF THE HISTORIC PERVİZOĞLU MOSQUE

İ. Kocaman

Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Dr., Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering

2 unassigned participants

Hall 3, İrfan KOCAMAN
hall3 ercan muratoğulları
Aziz Ugur TONA
Hall-3,Session-1 ...
Hall-3,Session-1,Zeyn...
sinan.mercan
iPhone
iPhone

Unmute Start Video Participants 7 Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Apps Whiteboards Leave Room

Recording... Sign in Remaining: 09:23:46

 **8. ULUSLARARASI EGE KONGRELERİ**
23-25 Eylül 2023 - İzmir
online ve yüz-yüze


KALSİYUM OKSİT (CaO) İÇERİKLİ TERMAL BARIYER KAPLAMA (TBCs) SİSTEMLERİNİN DÜŞÜK SICAKLIK SICAK KOROZYON (TİP-II) DAVRANIŞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ


Dr. Öğr. Üyesi Yasin ÖZGÜRLÜK

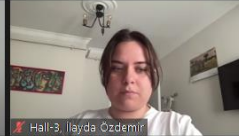
 


 Yasin Özgürlük

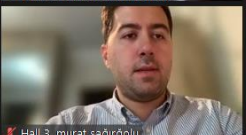
Recording... Sign in Remaining: 09:41:59

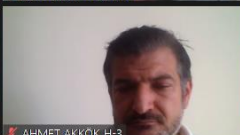
 Hall-3 Mehmet Sinan Mercan


 h3: Görkem GÜLHAN


 Hall-3 İlayda Özdemir

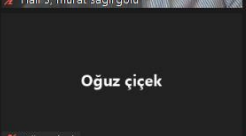
 Hall-3 Dilruba ÖZTÜRK

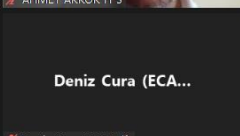
 Hall-3 murat sağırgözü


 AHMET AKKÖK H-3


 H2- Head librarian Fadil Soykok

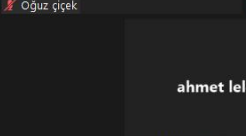
 HALL-3 Fatih Harun Özdoğan

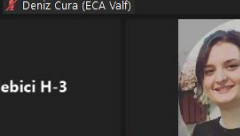
 Oğuz çiçek


 Deniz Cura (ECA...

 Hall-3, Uluğ Keri...

 Hall-3 dinleyici

 ahmet lelebici H-3

 Hall 3-Mine ETIJ

 nur ceylan

Recording... Sign in Remaining: 07:05:23

conference ppt - Microsoft PowerPoint (Product Activation Failed)

INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES
 Innovation Technologies & Engineering- VIII
 September 23-25, 2023
 IZMIR, TURKEY

Title: Leadership in the Age of AI and Automation

Presented By
 Pavishna A M¹, Deeksha R², Nikitha G³, Praveen K⁴
^{1,2,3} Student, ⁴ Assistant Professor
 Vellore Institute of Technology, Chennai Campus

Slide 1 of 15 | 1488x1080 | English (U.S.)

Hall - 3, Pavishna A M

Recording... You are viewing Hall-3, Hafiz Olaniyi LATEEF's screen View Options Sign in Remaining: 06:32:05 View

INVESTIGATION ON THE EFFECT OF STEEL SLAG ON pptx - PowerPoint

Effect of steel slag on California bearing ratio of lateritic soil

Percentage of Steel Slag	California Bearing Ratio (%) - zero percent steel slag	California Bearing Ratio (%) - with percent steel slag
0%	~10	~10
10%	~15	~15
20%	~20	~20
30%	~25	~25
40%	~30	~30
50%	~35	~35
60%	~40	~40
70%	~45	~45
80%	~50	~50
90%	~55	~55
100%	~60	~60

Slide 10 of 13 | English (Indonesia) Accessibility: Investigate

MOURAD KEDDAM
 Emem Ikpe
 Emem Ikpe
 Hall - 3, Pavishna A M
 Mustafa Man
 Mustafa Man
 Hall-3, Hafiz Olaniyi LATEEF

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Apps Whiteboards Leave Room

Recording... You are viewing Hall 3, İrfan KOCAMAN's screen View Options Sign in Remaining: 09:43:01 View

ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
2010

ID-22-E2-046
INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES
Innovation Technologies & Engineering-VIII
23-25 September 2023 - İZMİR

TARİHİ PERVİZOĞLU CAMİ'NİN SİSMİK
DEĞERLENDİRMESİ VE GÜÇLENDİRME
ÖNERİSİ
SEISMIC ASSESSMENT AND PROPOSED RETROFITTING OF THE
HISTORIC PERVİZOĞLU MOSQUE

İ. Kocaman
Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Dr., Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering

2 unassigned participants

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Apps Whiteboards Leave Room

Recording... Sign in Remaining: 08:52:41

8. ULUSLARARASI
EGE KONGRELERİ
23-25 Eylül 2023 - İzmir

Homojen Nitritli Tuz Üretimi

Mine Eti*, Sevilay Ermin
Sistemas Teknoloji ve Sistem Üretimi, İzmir, Türkiye
*m.eti@sistemas.web.tr

Eylül, 2023

SISTEMAS
Teknoloji ve Sistem Üretim

TASARIM
MERKEZİ

İNNOVASYON
MERKEZİ

H2+ Head Ibrahim Fağlı...
AHMET AKKÖK...
AHMET AKKÖK H-3
Hall 3-Mine ETI
h3: Görkem GÜL...
h3: Görkem GÜLHAN
Hall-3 Hasan YILDIZ
HALL-3 Fatih Ha...
HALL-3 Fatih Harun Ö...

CONTENT

CONFERENCES ID	I
PROGRAM	II
PHOTO GALLERY	III
CONTENT	IV

Author	Title	No
Umut OKKAN Zeynep Beril ERSOY	A ONE-PARAMETER HYDROLOGICAL MODEL (GR1M) AND ITS IMPLEMENTATION ON TWO WATERSHEDS IN AEGEAN REGION	1
Görkem GÜLHAN Halit COZA	SYSTEMATIC EVALUATION OF FEEDBACK IN THE INSTALLATION OF E-SKUTER SYSTEMS	9
İrfan KOCAMAN	SEISMIC ASSESSMENT AND PROPOSED RETROFITTING OF THE HISTORIC PERVİZOĞLU MOSQUE	11
Ayşe ÖZTAŞ Aziz Uğur TONA Vahdettin DEMİR	DETERMINATION OF BURDUR LAKE SURFACE AREA CHANGE BY USING UNSUPERVISED CLASSIFICATION	13
Ercan MURATOĞULLARI Gonca ALAK Arzu UÇAR Muhammed ATAMANALP	INVESTIGATION OF THE INTEGRATION OF AQUACULTURE WITH FERMENTED PRODUCTS ON SCHOOL EMPLOYEES	24
Yasin ÖZGÜRLÜK	EVALUATION OF LOW TEMPERATURE HOT CORROSION (TYPE-II) BEHAVIOR OF CALCIUM OXIDE (CaO) CONTAINING THERMAL BARRIER COATINGS (TBCs) SYSTEMS	37
Mehmet Sinan MERCAN Yücel KOÇYİĞİT Oğuz ÇİÇEK Deniz CURA	VALVE CONTROL WITH MOBILE APPLICATION	47
İlayda Özdemir Dilruba Öztürk Hayri Murat Sağiroğlu Deniz Cura Oğuz Çiçek Hacer Şekerci Öztura	REMOTE WATER LEAKAGE CONTROL SYSTEM	66
İbrahim Fadıl SOYKÖK	USING ENERGY RELEASE RATE FORMULAS, ANALYTICAL PREDICTION OF THE EFFICIENCY OF COMPOSITE PATCHES APPLIED TO STEEL PIPES WITH CIRCULAR HOLE DAMAGE	80
Ahmet AKKÖK Ahmet LEBLEBİCİ	THE CREATION OF CUTTING UNIT FOR PANEL FURNITURE PRODUCTION IN SMALL AND MEDIUM-SIZED FURNITURE	82

WORKSHOPS AND ITS ECONOMIC INVESTIGATION		
Mine ETİ Sevilay ERMİN	HOMOGENEOUS NITRITE SALT PRODUCTION	84
Uluğ Kerim YÜCEL Hasan YILDIZ	NUMERICAL ANALYSIS OF PYROPLASTIC BEHAVIOR OF CERAMICS	86
Merve HORLU Gamze İSPİRLİOĞLU KARA Cevher Kürşat MACİT Burak TANYERİ Bünyamin AKSAKAL Ersoy YILMAZ	TRIBOLOGICAL EFFECTS OF COBALT AND BORON ON COPPER-BASED COMPOSITES	88
Fatih Harun ÖZDUMAN İhsan Cihan DAİ	ROLLING OBJECTS AND PROTECTIVE STRUCTURES TEST AND ANALYSES FOR EXCAVATOR CABS	100
Gharbi Amira Hamlaoui Youcef	RUBBER LEAF EXTRACT AND POTASSIUM IODIDE SYNERGISTIC INTERACTION FOR C1020 CORROSION INHIBITION	102
Talha Usman	WEIGHTED INTEGRALS TRANSFORMS OF BESSEL AND WHITTAKER FUNCTIONS AND THEIR NUMERICAL ESTIMATES	103
Mustafa Man Mohd Kamir Yusof Wan Aezwani Wan Abu Bakar Masha Nur Salsabiela Menhat Richard	HALAL LOGISTICS TRANSPORTATION AND GOODS TRACKING SYSTEM USING NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC) IN THE ERA OF IR4.0	104
Pavishna A M Deeksha R Nikitha G Praveen Kakada	"LEADERSHIP IN THE AGE OF AUTOMATION: NAVIGATING THE HUMAN-AI COLLABORATION"	105
Katia Benyakoub Mourad Keddou Brahim Boumaali	KINETIC MODELING OF POWDER-PACK BORONIZING FOR 4CR5MOSIV1 STEEL USING DIMENSIONAL ANALYSIS	106
Hafiz Lateef	INVESTIGATION ON THE EFFECT OF STEEL SLAG ON THE ENGINEERING PROPERTIES OF LATERITIC SOIL	107
OKON P. AKPAN EMEM O. IKPE	INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SURFACE WATER: A CASE STUDY OF INYANG UDO ANWA NKWO RIVER IN IKOT EKPENE LOCAL GOVERNMENT AREA, SOUTHERN NIGERIA	108
KHAMMAR Farida Handel Naoual	IMPLEMENTATION OF THE MPPT ALGORITHM THROUGH A DISTURBANCE AND OBSERVATION (P&O) APPROACH	109
Halit ÇETİNER Sedat METLEK	DETECTING WHEAT HEAD FROM THE IMAGE WITH A NOVEL YOLO-V3	110
Zeynep GÖKMEN Vedat ESEN	A REVIEW ON THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS ON EDUCATION	122

Mustafa YURTSEVER	FUTURE OF URBAN TRANSPORTATION: A STUDY ON SHARED BIKE RENTAL AND DEMAND FORECASTING	140
Bünyamin AKSAKAL Naim ASLAN Ferzan FİDAN	EFFECT POROSİTY ON MORPHO-STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BIOMEDICAL STAINLESS STEEL ALLOY	148
Mohamad Haj FARES Ahmet SERTBAŞ	PRIVACY-PRESERVING MEDICAL IMAGING WITH FEDAVG AND DIFFERENTIAL PRIVACY METHODS: AN EXPERIMENTAL STUDY ON MEDMNIST DATASET	150
Sami PEKDEMİR	IN SITU GROWTH OF SILVER NANOSTRUCTURES ON FLEXIBLE SUBSTRATES FOR SERS APPLICATION	159
Divya O M Sagaya Aurelia	EXPLORING THE INTERSECTION OF MACHINE LEARNING AND VOICE PATHOLOGY: A COMPREHENSIVE REVIEW	161
Abdelali HADIR	LOCALIZATION ALGORITHMS FOR FUTURE INTERNET OF THINGS AND WIRELESS SENSOR NETWORKS	162
Abdelali HADIR Mohammed-Alamine EL HOUSSAİNİ Jamal EL KAFİ	LOCALIZATION ALGORITHMS FOR FUTURE INTERNET OF THINGS AND WIRELESS SENSOR NETWORKS	163
Moses Adeolu AGOI Solomon Abraham UKPANA H Oluwanifemi Opeyemi AGOI	THE EFFICACY OF COMPUTER AIDED DETECTION AND DIAGNOSIS (CAD) SYSTEM AND ITS IMPACT IN HEALTHCARE SECTOR: A RANDOM SURVEY FOR HEALTH INDUSTRIES	164
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Solomon Abraham UKPANA H Oluwanifemi Opeyemi AGOI	EXPLORING THE USE OF CHATGPT AS CLASSROOM TEACHING AID: AN IMPLICIT SURVEY FOR EDUCATIONAL MANAGEMENT	165
Divya O M Sagaya Aurelia P	EXPLORING THE INTERSECTION OF MACHINE LEARNING AND VOICE PATHOLOGY: A COMPREHENSIVE REVIEW	172
Yakubu Ibrahim Audu Musa Mabu	A MULTI-TASK DEEP LEARNING MODEL FOR LUNG CANCER, PNEUMONIA, AND TUBERCULOSIS CLASSIFICATION USING SOFT LAYER SHARING	173
Vaibhav Kant Singh	A PYTHON BASED WEB SCRAPING APPLICATION	174
Vaibhav Kant Singh	A ML BASED APPROACH FOR THE DETECTION OF FACIAL EXPRESSION IN ORDER TO FIND EMOTION	175
Ali Akka Ali Bouzidi	COMPARATIVE STUDY BETWEEN FUZZY CONTROLLER AND ANFIS CONTROLLER FOR QUADRUPLE TANK SYSTEM	176

Oussama Moussa Alouani Helalli		
Ali Akka Ali Bouzidi Oussama Moussa Alouani Helalli	PI CONTROLLER OPTIMIZATION BASED ON PSO AND BBO FOR QUADRUPLE TANK SYSTEM	177
Reshmi Soyinka V Vaduhammal V Sneka C V. Thiyagarajan	A REVIEW OF MULTILEVEL INVERTER TOPOLOGIES IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES	178
Vaibhav Kant Singh	AN ANDROID APPLICATION FOR EDUCATIONAL INSTITUTION	180
Waqar Ullah Sahar Noor Adnan Tariq	ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN PAKISTAN	181
Mustapha Umar SA'AD Bala ISHĪYAKU Aminu Umar SA'AD Habu BABAYO	EFFECTS OF COMMERCIAL DEVELOPMENT CLOSENESS AND PROPERTY CHARACTERISTICS ON RESIDENTIAL PROPERTY RENTAL VALUE IN BAUCHI METROPOLIS, NIGERIA	183

**TEK PARAMETRELİ BİR HIDROLOJİK MODEL (GR1M) VE EGE
BÖLGESİNDEKİ İKİ BARAJ HAVZASI ÜZERİNDE UYGULANMASI**
A ONE-PARAMETER HYDROLOGICAL MODEL (GR1M) AND ITS
IMPLEMENTATION ON TWO WATERSHEDS IN AEGEAN REGION

Umut OKKAN

Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Assoc. Prof. Dr., Balıkesir University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering
ORCID ID: 0000-0003-1284-3825

Zeynep Beril ERSOY

Arş. Gör., Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Res. Asst., Balıkesir University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering
ORCID ID: 0000-0001-8362-5767

ÖZET

Su bütçesi modelleri, topaklanmış parametreler ile çeşitli hidrolojik süreçleri karakterize etmeye yarayan etkili araçlardır. İlgili literatürde, GR2M iki adet parametresi ile (maksimum zemin nemi kapasitesi x_1 ve öteleme elemanı katsayısı x_2) pratik hidrolojik modellerden biridir. Bununla birlikte, öteleme elemanı parametresi x_2 , bir yeraltısuyu değişim parametresi görevi üstlenirken modelin simülasyon yetisini kısıtlayabilmektedir. Bu nedenle, sunulan çalışmada, x_2 parametresinin elimine edildiği yeni bir şema ortaya konulmaya çalışılmış ve bu aşamada kendi kendine uyarlanabilir regresyon modeli katsayılarının x_2 parametresinin görevini üstlendiği GR1M adlı yeni ve tek parametrelili bir aylık su bütçesi modeli önerilmiştir. Önerilen model, Türkiye'nin Ege bölgesinde yer alan iki baraj havzası (Tahtalı ve Beydağ baraj havzaları) örneklerinde uygulanmıştır. Bu yeni modelin performansını değerlendirmede çeşitli ölçütler kullanılmıştır. Sonuçlar, aylık akışları simüle etmede GR1M'nin GR2M kadar başarılı olduğunu göstermektedir. Ayrıca modelin global bir optimizasyon algoritmasına gereksinim duyulmadan kalibre edilebilmesi aylık zaman ölçekli hidrolojik model kullanıcılarına hesap avantajı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Su bütçesi modellemesi, GR2M, GR1M, model kalibrasyonu

ABSTRACT

Water balance models are highly effective tools that are based on characterizing the various hydrological processes by means of lumped parameters. In the relevant literature, the GR2M model with two parameters (i.e., the maximum soil moisture capacity x_1 and the routing coefficient x_2) is already one of the parsimonious hydrological models. However, x_2

parameter in its routing store acts as an underground water exchange parameter and it may limit the simulation capability of the model. Hence, in this study, we have probed a new scheme where the x_2 parameter is omitted from the existing model and have proposed a novel and one-parameter monthly water balance model termed GR1M, in which self-adaptive regression model coefficients undertake the mission of parameter x_2 . The proposed model was established over the two watersheds (Tahtali and Beydag dam basins) located in the Aegean region of Turkey. Several performance metrics were used to evaluate the effectiveness of this new model. The results indicate that the GR1M model is just as robust as the GR2M model for simulating streamflows. In addition, the simple calibration of the model without the need for a global optimization algorithm will provide a significant computational advantage to the monthly time-scaled hydrological model users.

Keywords: Water balance modelling, GR2M, GR1M, model calibration.

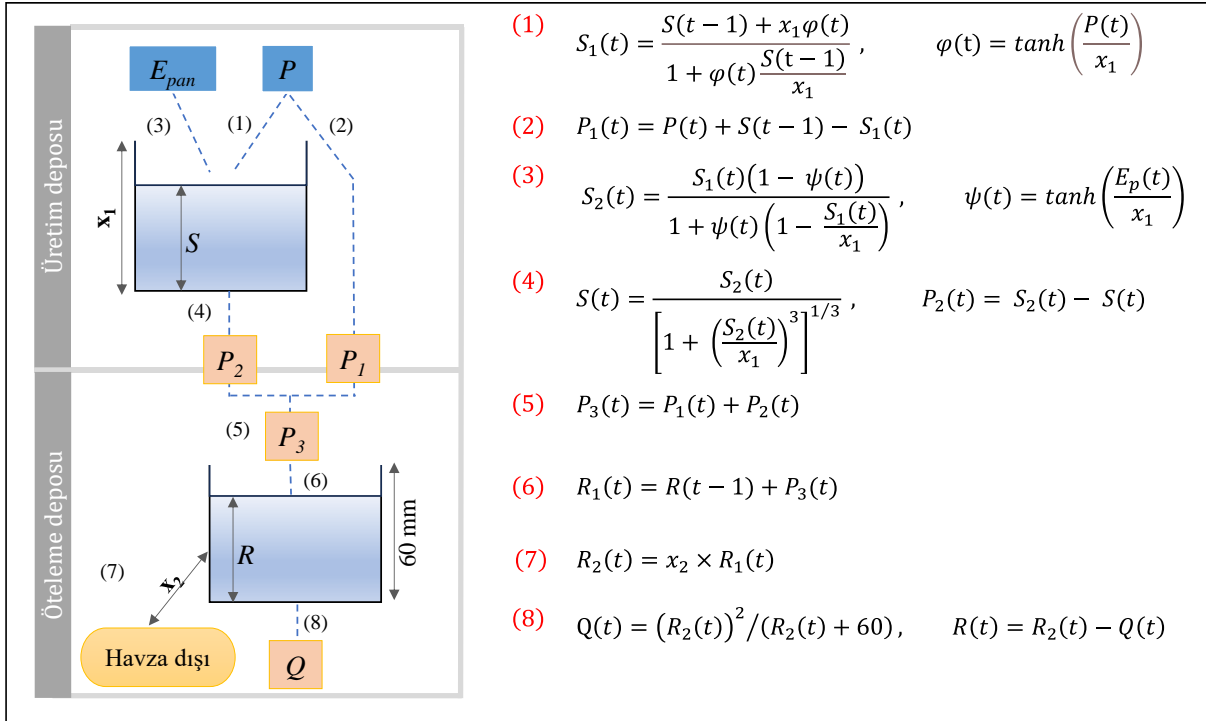
GİRİŞ

Aylık su bütçesi modelleri, çok sayıda girdiye ihtiyaç duymaması ve çıktılarının uzun dönem hidrolojik kuraklık değerlendirmelerinde ve baraj haznelerini işletme çalışmalarında pratik olarak kullanılabilirliği sayesinde hala ilgi çekmektedir. Havza dinamiklerini daha yoğun parametre setleriyle temsil eden bazı aylık su bütçesi modellerine rağmen, bunların birçoğu hidrolojik süreci aşırı basitleştirme eğiliminde olmakla birlikte genellikle iki ile beş arasında değişen parametre adedine sahiptir (Bai vd., 2015). Su bütçesi modelleri arasında parametre yoğunluğu bakımından en cimri olanlardan biri şüphesiz Mouelhi vd. (2006) tarafından önerilen GR2M modelidir. Akışı simüle etmedeki başarısı ve basit yapısı nedeniyle bu iki parametrelili model, yeryüzünün farklı bölgelerinde yürütülen birçok havza bazlı çalışmada tercih sebebi olmuştur (Okkan ve Fistikoglu, 2014; Fathi vd., 2023).

Çalışmada ele alınan, akış şemasının ve işlem adımlarının Şekil 1’de verildiği bu modelde girdi verisi olarak sadece toplam yağış (P) ve ortalama sıcaklık tabanlı tava buharlaşması (E_{pan}) verileri kullanılmaktadır. Temel olarak iki haznedenden oluşan bu modelde ilk hazne maksimum zemin nemine (x_1) sahip bir kavramsal hazne iken, diğeri maksimum 60 mm kapasiteye sahip bir öteleme haznesidir. Ayrıca boyutsuz bir parametre olan x_2 , öteleme haznesi ile yeraltı suyu veya havza ile arasındaki bağlantıyı yönetir (Mouelhi vd, 2006; Fathi vd, 2023). GR2M modelinde ilk olarak aylık toplam yağışın bir kısmı zemin nemi haznesini besler ve başlangıçtaki zemin nemi depolaması miktarı olan S , S_1 seviyesine yükselmektedir. Akabinde potansiyel evapotranspirasyon nedeniyle zemin nemi deposu S_1 seviyesinden S_2 seviyesine indirgenmektedir. Zemin nemi güncellemesi yapıldıktan sonra, suyun bir kısmı perkole olmakta (P_2) ve yüzeysel akış (P_1) ile birleşerek P_3 miktarı kadar öteleme deposuna besleme yapılmaktadır. Bu sayede deponun seviyesi başlangıçtaki seviyesi olan R ’den R_1 değerine yükselmekte ve yeraltındaki su seviyesindeki değişimlerin akabinde R_2 değerine

ulaşmaktadır. Son olarak R_2 değerinin bir fonksiyonu olarak simüle edilmiş akış (Q) elde edilmekte ve bir sonraki ay kullanılmak üzere yeni R değerinin güncellenmesi tamamlanmaktadır.

Burada öteleme parametresi olan x_2 'nin ne ölçüde fiziksel tutarlılık arz ettiğine ilişkin birtakım tartışmalar olabilir ve bir noktada kullanıcılar bunu aşırı fiktif bir katsayı olarak nitelendirebilir. Esasen söz konusu parametre akarsu akışı ölçümlerindeki olası yanlışlıkları minimize etmeye çalışan bir misyon üstlenmektedir. Diğer yandan bir başka bakış açısına göre, bunun komşu havzalarla su transferini dikkate alan bir yeraltısu değişim parametresi olarak katkı sağlayabileceğini söylemek mümkündür. Bu hususlar Mouelhi vd. (2006) çalışmasında etraflıca tartışılmıştır.

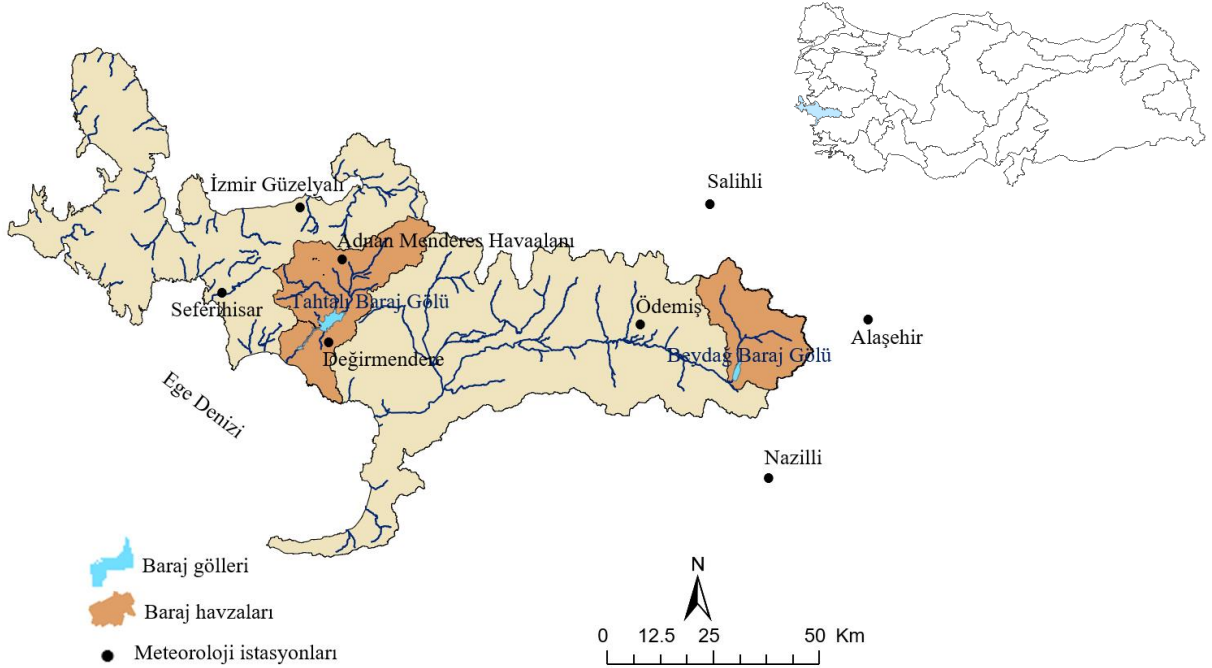


Şekil 1. GR2M modelinin akış şeması (x_1 'in birimi mm'dir).

Hazırlanan bildiride, x_2 parametresinin elimine edildiği yeni bir şema ortaya konulmaya çalışılmış ve bu aşamada kendi kendine uyarlanabilir regresyon modeli katsayılarının x_2 parametresinin görevini üstlendiği GR1M adlı yeni ve tek parametrelili bir aylık su bütçesi modeli önerilmiştir. Önerilen model, Türkiye'nin Ege bölgesinde yer alan iki baraj havzası (Tahtalı ve Beydağ baraj havzaları) örneklerinde uygulanmıştır. Bu yeni modelin performansını değerlendirmede çeşitli karşılaştırma indisleri kullanılmıştır. Çalışma alanı Bölüm 2'de sunulurken, GR1M modeli ve parametrelerin kalibrasyonu ile ilgili ayrıntılar Bölüm 3'te, modellerin eğitilmesi ile elde edilen bulgular da Bölüm 4'te verilmiştir. Son kısım ise çalışmanın sonuçlarını kapsamaktadır.

ÇALIŞMA ALANI

Çalışmada uygulama alanı olarak 6963 km² drenaj alanına sahip Küçük Menderes havzasında bulunan Tahtalı ve Beydağ baraj havzaları seçilmiştir. Tahtalı Barajı bölgenin en önemli barajlarından olup İzmir'e içme suyu sağlarken, Beydağ barajı sulama maksatlı işletilmektedir. Baraj hazlarını temsil etmek üzere Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce işletilen 8 adet meteoroloji istasyonu belirlenmiştir. Bunlardan Ödemiş, Salihli, Alaşehir ve Nazilli istasyonları Beydağ baraj havzasını temsil ederken, İzmir Güzelyalı, Seferihisar, Adnan Menderes Havaalanı ve Değirmendere istasyonları Tahtalı baraj havzasını temsil etmektedir. İlgili istasyonların Thiessen ağırlıklı yağışları alansal ortalama yağış girdisi olarak modellerde kullanılmıştır. Tahtalı Barajı akımları (1970-1988 yılları) için Devlet Su İşleri tarafından işletilen D06A007 no.lu (eski kodu ile 6-7) akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait veriler derlenirken, Beydağ Barajı akımları için (1987-1999 yılı akımları) D06A001 no.lu (eski kodu ile 6-1) AGİ kullanılmıştır. Anılan tüm istasyonların ve baraj göllerinin konumları Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Meteoroloji istasyonları ve baraj göllerinin Küçük Menderes havzası üzerindeki konumları.

YÖNTEM

Bu bölümde GRIM modelinin nasıl kurgulandığı basitçe anlatılmıştır. Modelde Şekil 1'deki ilk dört ifade aynen uygulanmaktadır. Rastgele atanan bir pozitif x_1 değeri altında tahmin edilen yüzeyel akış (P_1) ve perkole edilen (P_2) bileşenleri matris formda hazırlandıktan sonra

(Denklem 1), gözlenmiş akımlar ile en küçük kareler çözümü gözetilerek doğrusal regresyon esasıyla ilişkilendirilmektedir (Denklem 2-3).

$$\mathbf{P}_1 = \begin{bmatrix} P_1(t) \\ \vdots \\ P_1(n-1) \\ P_1(n) \end{bmatrix}; \quad \mathbf{P}_2 = \begin{bmatrix} P_2(t) \\ \vdots \\ P_2(n-1) \\ P_2(n) \end{bmatrix}, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\mathbf{M} = [\mathbf{1}, \mathbf{P}_1, \mathbf{P}_2],$$

$$\begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} = (\mathbf{M}^T \mathbf{M})^{-1} \mathbf{M}^T \mathbf{Q}_o \quad (2)$$

$$\mathbf{Q}_{sim} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{P}_1 + \beta_2 \mathbf{P}_2 \quad (3)$$

Çalışmada incelenen yağış-akış modellerinde yerel minimumların varlığı, çözüm arayışını karmaşıktırabileceğinden, eğitimde hangi algoritmanın kullanılacağına seçilmesi önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, hızlı yakınsamalarına rağmen, gradyan tabanlı algoritmaların yerel minimuma takılma olasılığı olmak üzere çeşitli dezavantajları bulunmaktadır (Zhang vd., 2007). Bu sorunlar, meta-sezgisel tabanlı algoritmaların hidrologlar tarafından tercih edilebilirliğini artırmıştır. Buna ek olarak, yapılan bazı modifikasyonlar sayesinde meta-sezgisel yöntemlere daha hızlı yakınsama yeteneği kazandırılmıştır. Örneğin Okkan ve Kirdemir (2020) tarafından önerilen Hibrit parçacık sürü optimizasyonu (HPSO) olarak adlandırılan optimizasyon algoritmasında Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ve Levenberg-Marquardt (LM) algoritmalarının hibridizasyonu yapılmış ve diğer meta-sezgisel algoritmalarından daha başarılı bir performans ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında karşılaştırılan tüm modellerin eğitiminde HPSO olarak anılan bu algoritma kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmada değerlendirilen modeller MATLAB yazılı kullanılarak kodlanmıştır. Eğitime tüm varyasyonlar (model-havza) için zemin nemi rezervinin başlangıçta %5 kapasitede olduğu varsayımı ile başlanmıştır. GR2M modelinde yönlendirme deposunun başlangıç değeri ise 10 mm olarak alınmıştır. Her iki modelde de optimizasyon algoritması çalıştırılırken x_1 parametresinin 10-2000 mm aralığında değişmesi sağlanmıştır. Ek olarak GR2M modelinde x_2 parametresinin sınır koşulları 0.01-0.99 olarak ayarlanmıştır. Modeller Tahtalı Baraj havzası için 1970-1979 yılları ile eğitilip 1980-1988 dönemi verileri ile test edilmiştir. Beydağ baraj havzası için ise eğitim dönemi 1987-1993 yılları, test dönemi ise 1994-1999 yılları olarak seçilmiştir. Algoritmaların 100 koşu yapmasıyla belirlenen model parametreleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. GR2M ve GR1M modeline ait kalibre edilmiş parametreler.

Havza	GR2M		GR1M
	x1	x2	x1
Beydağ	418.90	0.97	739.09
Tahtalı	355.47	0.89	489.26

Performansların kıyaslanması için Hata Kararlar Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error : RMSE) ve Nash-Sutcliffe katsayısı (NS) değerleri özetlenmiştir. Performanslar Tablo 2’de sunulmuş olup, sarı dolgulu hücreler en iyi sonuçları temsil etmektedir. Moriasi vd. (2007) tarafından önerilen performans ölçütlerine göre modellerin performansları yetersiz ($NS < 0,50$), kabul edilebilir ($0,50 \leq NS < 0,65$), iyi ($0,65 \leq NS < 0,75$) ve çok iyi ($0,75 \leq NS < 1,00$) olarak derecelendirilmektedir. Buna göre Tablo 2a’da sunulan eğitim ve test dönemine ait sonuçlar incelendiğinde Beydağ baraj havzasında her iki modelin kalibrasyon dönemi hariç tüm kombinasyonların çok iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Model bazlı inceleme yapıldığında ise iki modelin ölçütlerinin nispeten benzer çıkmasına ek olarak Tahtalı baraj havzasının validasyon sonuçları dışında GR1M modeli performansı iyileştirmiştir.

Tablo 2. (a) Tüm veri seti için (b) yüksek akım koşulları için model performanslarının kıyaslanması

(a)

	Modeller	Kalibrasyon		Validasyon	
		RMSE	NS	RMSE	NS
Beydağ	GR1M	4.103	0.703	5.657	0.811
	GR2M	4.181	0.692	5.732	0.806
Tahtalı	GR1M	14.123	0.857	13.113	0.917
	GR2M	14.429	0.850	10.560	0.946

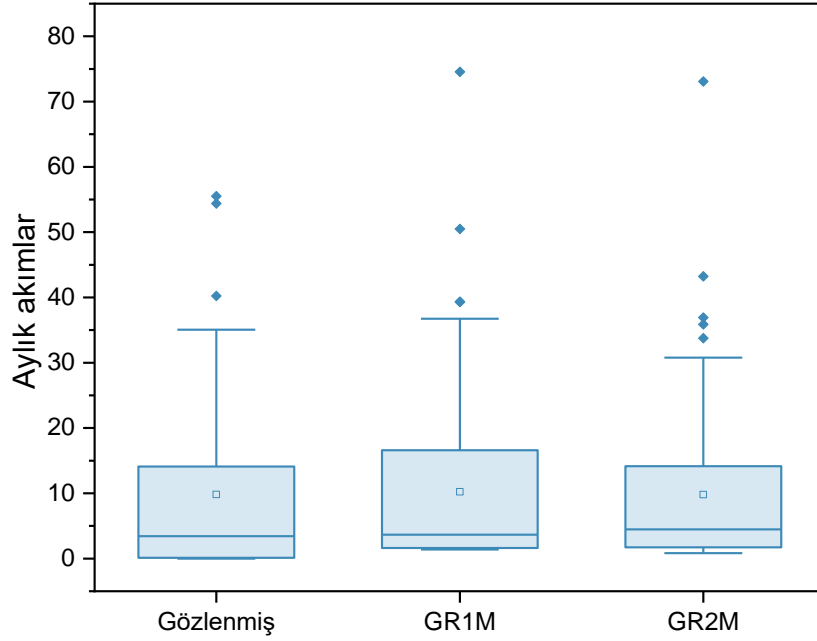
(b)

	Modeller	0.75 ve üstü	
		RMSE	NS
Beydağ	GR1M	9.675	0.274
	GR2M	10.272	0.182
Tahtalı	GR1M	20.885	0.878
	GR2M	17.638	0.913

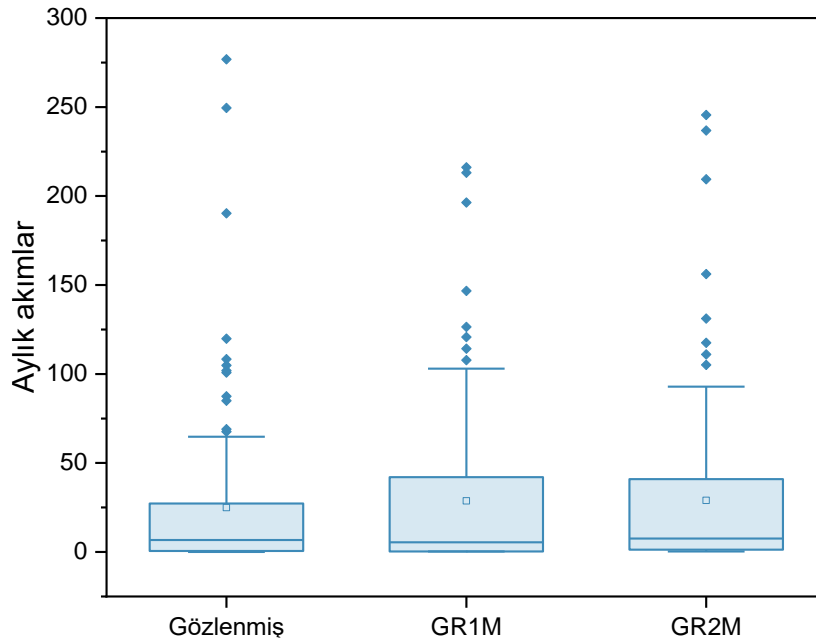
Çalışmada tüm veri setinin incelenmesine ek olarak yüksek akım koşullarında modeli incelemek için gözlenmiş akımların üçüncü çeyreğindeki noktalar ile karşılık gelen simülasyondaki noktalar arasında performans ölçütleri validasyon dönemi için yeniden

hesaplanmıştır. Tablo 2b’de verilen sonuçlar incelendiğinde Tahtalı baraj havzasına ait sonuçların aksine Beydağ baraj havzasında yüksek akım koşulları altındaki performansın yetersiz olduğu görülmektedir. Üst kartillerdeki durumu görsel olarak ortaya koyma amacı ile validasyon dönemi için çizilen kutu diyagramlarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4).

(a)



(b)



Şekil 4. (a) Beydağ ve (b) Tahtalı baraj havzaları için validasyon dönemi tahminlerine ait kutu diyagramları

SONUÇLAR

İki baraj havzası üzerinde tatbik edilen GR1M modelinden elde edilen bazı bulgu ve öneriler aşağıda listelenmiştir.

- 1) Her ne kadar GR2M modeli iki parametreye sahip ve parametre kalibrasyonu süreci birçok modelinkine kıyasla kolay işletilse de bu çalışmada ilk defa tek parametrelili bir model önerisi yapılmıştır. Bu yönüyle herhangi bir optimizasyon gereği olmaksızın modelin kalibrasyonu gerçekleştirilebilmektedir.
- 2) Tekil parametrelili bir aylık su dengesi modelinin havza dinamiklerini yansıtabileceği iddiası elbette bulunmamaktadır. Buna karşın, diğer bol parametrelili modellere geçiş yapılmadan önce bir ön tasarım yaklaşımı olarak fikir sunabilir.
- 3) Modelin daha fazla havzada uygulanıp zemin nemi kapasitesi parametresi tahminlerinin P/PET oranlarına (aridite) bağlı olarak genelleştirilmesi önerilmektedir. Böylece modelin ampirik hale getirilmesi de mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Bai, P., Liu, X., Liang, K., ve Liu, C. (2015). Comparison of performance of twelve monthly water balance models in different climatic catchments of China. *Journal of Hydrology*, 529, 1030-1040.
- Fathi, M. M., Awadallah, A. G., ve Aldahshoory, W. (2023). An improved monthly water balance GR2M model with a seasonally variable parameter. *Journal of Hydrology*, 617, 129127.
- Moriassi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., ve Veith, T.L., (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations, *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885-900.
- Mouelhi, S., Michel, C., Perrin, C., ve Andréassian, V. (2006). Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model. *Journal of Hydrology*, 318(1-4), 200-214.
- Okkan, U., ve Fistikoglu, O. (2014). Evaluating climate change effects on runoff by statistical downscaling and hydrological model GR2M. *Theoretical and Applied Climatology*, 117, 343-361.
- Zhang, J.R., Zhang, J., Lok, T.M., ve Lyu, M.R., (2007). A hybrid particle swarm optimization-back-propagation algorithm for feedforward neural network training, *Applied Mathematics and Computation*, 185(2), 1026–1037.

**E-SKUTER SİSTEMLERİNİN KURULUMUNDA GERİ DÖNÜŞLERİN
SİSTEMATİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**
SYSTEMATIC EVALUATION OF FEEDBACK IN THE INSTALLATION OF E-SKUTER
SYSTEMS

Görkem GÜLHAN

Doç., Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı
Assoc., Pamukkale University, Faculty of Architecture and Design, Department of Urban and Regional Planning
ORCID ID: 0000-0003-2715-0984

Halit COZA

Dr., Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı
Dr., Pamukkale University, Faculty of Architecture and Design, Department of Architecture
ORCID ID: 0000-0003-3034-6435

ÖZET

E-skuter ile ulaşım türü paylaşımlı ya da paylaşımsız olarak şehirlerde hızla yayılırken çeşitli tartışma ve anlaşmazlıkları da beraberinde getirmektedir. Günlük kentsel ulaşım ritmi içerisinde kaldırımlarda yaptıkları işgaller, yayalar ve trafik güvenliği açısından oluşturduğu riskler pek çok açıdan tartışılırken bir ulaşım türü olarak hızla yayılmasını sürdürmektedir. Paylaşımlı e-skuter türleri birer yatırım aracı olsa da temelde kamu yararı taşıyan/taşıması gereken bir mikro-mobilite türüdür. Bu nedenle paylaşımlı sistemlerin her tür perspektiften verimli kurulması gerekmektedir. Doğru ve isabetli yapılmayan yatırımlar, kullanıcıların veya potansiyel kullanıcıların fiziksel, coğrafi, ekonomik, mekânsal, zamansal, korku tabanlı ve olanaklardan mahrumiyet gibi nedenlerle sistem dışına itilmesine neden olabilmektedir.

Bu çalışmada, yeni kurulacak olan ya da mevcutta var olan bir mikro-mobilite sisteminin iyileştirilmesi/kurulması için kullanıcı geri dönüşlerine dayalı bir inceleme yapılmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'deki bütün mikro-mobilite sistemleri araştırılmış olup var olan bütün şikâyetlere/haberlere/veri tabanlarına ulaşılarak kullanıcı geri dönüşleri kategorilere ayrılmıştır. Mobil Uygulama Sorunları, Müşteri Hizmetleri Sorunları, Sosyal Sorunlar ve Teknik Sorunlar olmak üzere dört ana kategori oluşturulmuştur. Türkiye'de yer alan 5 büyük paylaşımlı e-skuter markalarının şikâyetleri sistematik olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre e-skuter sistemlerinin en fazla şikâyet alan sorunlarının Mobil Uygulamalar ana kategorisinde yer alan alt sorunlarda odaklandığı tespit edilmiştir. Anılan yaklaşımlar ve analizler doğrultusunda, kullanıcı geri dönüşlerini dikkate alan bir değerlendirmeye bağlı olarak öneriler oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: E-skuter, Mikro-mobilite, Şikâyet, Paylaşımlı ulaşım sistemleri.

ABSTRACT

While e-skuter transportation is spreading rapidly in cities with or without sharing, it also brings along various debates and disputes. While the occupation of sidewalks in the daily urban transportation rhythm and the risks it poses to pedestrians and traffic safety are discussed in many ways, it continues to spread rapidly as a mode of transportation. Even though shared e-skip systems are an investment tool, they are fundamentally a form of micro-mobility that carries/should carry public benefit. Therefore, shared systems need to be built efficiently from all perspectives. Investments that are not made correctly and accurately can cause users or potential users to be pushed out of the system for reasons such as physical, geographical, economic, spatial, temporal, fear-based and deprivation of opportunities.

In this study, an analysis based on user feedback was conducted for the improvement/establishment of a new or existing micro-mobility system. In this context, all micro-mobility systems in Turkey were investigated and user feedback was categorized by accessing all existing complaints/news/databases. Four main categories were created: Mobile Application Problems, Customer Service Problems, Social Problems and Technical Problems. The complaints of 5 major shared e-skuter brands in Turkey were systematically analyzed. According to the results obtained, it was determined that the most complained problems of e-skuter systems are focused on the sub-issues in the main category of Mobile Applications. In line with the aforementioned approaches and analyzes, recommendations have been formulated based on an evaluation that takes into account user feedback.

Keywords: E-skuter, Micro-mobility, Grievance, Shared transportation systems.

**TARİHİ PERVİZOĞLU CAMİ'NİN SİSMİK DEĞERLENDİRMESİ VE
GÜÇLENDİRME ÖNERİSİ**
SEISMIC ASSESSMENT AND PROPOSED RETROFITTING OF THE HISTORIC
PERVİZOĞLU MOSQUE

İrfan KOCAMAN

Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Dr., Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering
ORCID ID: 0000-0002-1774-7114

ÖZET

Tarihi camiler, kültürel ve dini mirası koruma açısından büyük öneme sahiptirler. Ancak, bu tür yapıların sismik performansı genellikle endişe verici düzeyde olabilmektedir. Sismik riskler, özellikle deprem bölgelerinde bulunan camiler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu yapıların güvenliğini sağlamak ve gelecek nesillere aktarmak, yapı mühendisliği alanında öncelikli bir görev haline gelmiştir. Yaşanan depremlerin ardından yapılan saha gözlemlerinde bu özel yapıların ağır hasar gördüğü ya da tamamen yıkıldığı görülmektedir. Bu özel yapıların dinamik davranışının belirlenmesi, malzeme özelliklerindeki belirsizlik, düşük enerji yutma kapasiteleri, karmaşık geometrileri ve daha fazlası gibi birçok nedenden dolayı uzun ve zorlu bir süreçtir. Bu çalışma kapsamında Erzurum ilindeki tarihi Pervizoğlu Camii'nin sismik performansının iyileştirilmesi amacıyla güçlendirme önerisi yapılmıştır. Caminin sonlu elemanlar modeli oluşturularak 1992 Erzincan ve 1997 Düzce depremlerinin yer hareketleri altında zaman tanım alanında lineer olmayan dinamik analizler gerçekleştirildi. Yapılan analiz sonuçları ışığında camide kolaylıkla uygulanabilecek, düşük maliyetli ve geri dönülebilir bir güçlendirme konfigürasyonu önerildi. Önerilen konfigürasyon sonlu elemanlar modeline tanımlanarak dinamik analizler aynı yer hareketleri kullanılarak tekrar yapıldı. Yapılan bütün dinamik analizler sonucunda önerilen güçlendirmenin caminin deplasman-kuvvet kapasitesi ve hasar mekanizması üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışma, tarihi camilerin sismik performansını iyileştirmek için pratik bir yol haritası sunmaktadır. Aynı zamanda, kültürel mirasın korunmasının ve toplumun güvenliğinin birleştirildiği bir örnek sunmaktadır. Bu tür çalışmalar, tarihi yapıların gelecek nesillere aktarılmasına ve sismik risklere karşı daha iyi hazırlıklı olunmasına katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarihi Erzurum Pervizoğlu Cami, güçlendirme, sonlu eleman modeli, lineer olmayan dinamik analiz.

ABSTRACT

Historical mosques hold great importance in terms of preserving cultural and religious heritage. However, the seismic performance of such structures can often be a cause for concern. Seismic risks pose a significant threat, particularly to mosques located in earthquake-prone regions. Therefore, ensuring the safety of these buildings and passing them on to future generations has become a paramount task in the field of structural engineering. After earthquakes occur, field observations have shown that these special structures often suffer severe damage or even complete collapse. Determining the dynamic behavior of these special structures is a challenging and lengthy process due to factors such as uncertainty in material properties, low energy dissipation capacities, complex geometries, and more. In the scope of this study, a proposal for strengthening the seismic performance of the historical Pervizoğlu Mosque in Erzurum province was made. A finite element model of the mosque was created, and nonlinear dynamic analyses were conducted under the ground motions of the 1992 Erzincan and 1997 Düzce earthquakes in the time domain. Based on the analysis results, a strengthening configuration that could be easily applied, cost-effective, and reversible in the mosque was suggested. The proposed configuration was incorporated into the finite element model, and dynamic analyses were performed using the same ground motions. Through all dynamic analyses, the impact of the suggested strengthening on the displacement-force capacity and damage mechanism of the mosque was revealed. This study provides a practical roadmap for improving the seismic performance of historical mosques. It also serves as an example of combining the preservation of cultural heritage and community safety. Such efforts contribute to the preservation of historical buildings for future generations and better preparedness against seismic risks.

Keywords: Historical Erzurum Pervizoğlu Mosque, retrofit, finite element model, nonlinear dynamic analysis.

**BURDUR GÖLÜ YÜZEY ALANI DEĞİŞİMİNİN KONTROLSÜZ SINIFLANDIRMA
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**
DETERMINATION OF BURDUR LAKE SURFACE AREA CHANGE BY USING
UNSUPERVISED CLASSIFICATION

Ayşe ÖZTAŞ

KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
KTO Karatay University, Faculty Of Engineering And Natural Sciences, Department of Civil Engineering
ORCID ID: 0000-0002-7269-4924

Aziz Uğur TONA

Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Arş. Gör., Ondokuz Mayıs University, Engineering Faculty, Department of Geomatics Engineering
ORCID ID: 0000-0001-7367-7731

Vahdettin DEMİR

Dr.Öğr. Üyesi., KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
Anabilim Dalı
*Dr.Öğr. Üyesi ., KTO Karatay University, Faculty Of Engineering And Natural Sciences, Department of Civil
Engineering*
ORCID ID: 0000-0002-6590-5658

ÖZET

Göller, yeraltı suları, nehirler ve yağışlar gibi su kaynaklarına bağlı olarak varlıklarını sürdürürler ve bu nedenle su döngüsünün önemli bir parçasını oluştururlar. Ayrıca göller su kalitesi, ekosistem sağlığı ve iklim değişikliği etkileri gibi konuların incelenmesine katkı sağlar. İklim değişikliği ve çevresel tehditler göllerin su seviyelerini etkileyebilir, bu nedenle bu ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir yönetimi hayati bir öneme sahiptir. Göllerin korunması, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını teşvik eder ve gelecek nesiller için temiz ve bol su kaynaklarının korunmasına yardımcı olur. Su kaynaklarının izlenmesi, planlama, sürdürülebilir kalkınma ve değişim analizleri için büyük bir önem arz etmektedir. Günümüzde ilerleyen teknoloji sayesinde uzaktan algılama verileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak su kaynaklarının izlenmesi başarıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin Burdur gölü üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu amaçla çalışma alanına ait Landsat 4-5 ve 8 uydu görüntüleri ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique (ISODATA) yöntemi kullanılarak 1985-2021 yılları arasındaki her bir yıla ait göl yüzey alanı değişimi belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, 36 yıllık bir dönemde Burdur Gölü'nün yüzey alanının 205.96 km²'den 122.39 km²'ye düştüğü tespit edilmiştir. Bu göl yüzey alanındaki dramatik azalma (%40.6), gelecekte gölün tamamen kuruyabileceği endişesini beraberinde

getirmektedir. Bu veriler, bölgede ciddi bir yüzey alanı değişimi yaşandığını ve azalan eğilimin bölgede ciddi bir kuraklık belirtisi oluşturabileceğini vurgulamaktadır. Gölün kuruması, bölgenin su kaynakları açısından önemli bir tehdit oluşturabilir ve bu da çevresel ve ekonomik etkilere yol açabilir. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadele önlemleri bu bölgede öncelikli konular haline gelmelidir. Ayrıca, bu çalışma sonuçları, su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması için acil önlemlerin alınması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Kontrolsüz Sınıflandırma, Burdur Gölü, ISODATA yöntemi.

ABSTRACT

Lakes depend on water resources such as groundwater, rivers and precipitation and therefore form an important part of water cycle. Lakes also contribute to the study of issues such as water quality, ecosystem health and climate change impacts. Climate change and environmental threats can affect the water levels of lakes, so the conservation and sustainable management of these ecosystems is of vital importance. Protecting lakes promotes the sustainable use of water resources and helps maintain clean and abundant water supplies for future generations. Monitoring of water resources is of great importance for planning, sustainable development and change analysis. Nowadays, thanks to the advancing technology, monitoring of water resources can be successfully carried out using remote sensing data and Geographic Information Systems (GIS). The aim of this study is to research the impact of climate change on Lake Burdur. For this purpose, the lake surface area change for each year between 1985-2021 was determined by using Landsat 4-5 and 8 satellite images of the study area obtained by remote sensing and the Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique (ISODATA) method, one of the unsupervised classification methods. According to the results of this study, it has been determined that the surface area of Lake Burdur decreased from 205.96 km² to 122.39 km² over a period of 36 years. This dramatic decrease in lake surface area (%40.6) raises concerns that the lake may dry up completely in the future. These data highlight a significant change in surface area in the region and emphasize that the decreasing trend could indicate a serious drought issue in the area. The drying up of the lake could pose a significant threat to the region's water resources, leading to environmental and economic impacts. Therefore, sustainable management of water resources and measures to combat climate change should become priority issues in this region. Furthermore, the findings of this study emphasize the necessity of taking urgent measures to mitigate the adverse effects on water resources.

Keywords: Remote Sensing, Unsupervised Classification, Burdur Lake, ISODATA method.

GİRİŞ

Su, yaşamın temel kaynağı olup ekolojik ve toplumsal etkinliklerin ayrılmaz bir parçasıdır. Türkiye gibi yarı kurak iklimlere sahip ülkelerde, yıllık yağışların belli dönemlerde meydana geldiği durumlarda sürdürülebilir su kaynaklarının yönetimi, her geçen gün daha da kritik hale gelmektedir. Sulak alanlar, dünya genelinde ve Türkiye özelinde doğal kaynakların en değerli ve verimli olanlarını oluşturmaktadır. Sulak alanların korunmasına yönelik yapılabilecek bölgesel analizler ve istatistiksel tahminler ile elde edilebilecek veriler kapsamında; göllerde yaşanabilecek kuraklıklar hesaplanabilir nitelikte olup önlemler alınabilir ve doğal yaşam alanları artırılabilir. Sürdürülebilir su kaynakları yönetiminde kuraklık durumlarının sürekli olarak izlenmesi, özellikle göller gibi büyük su kütlesi sistemleri için büyük bir öneme sahiptir. Bu izleme süreci, su kaynaklarının dengesini ve uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla alınacak tedbirlerin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Kaya ve Kaplan, 2021).

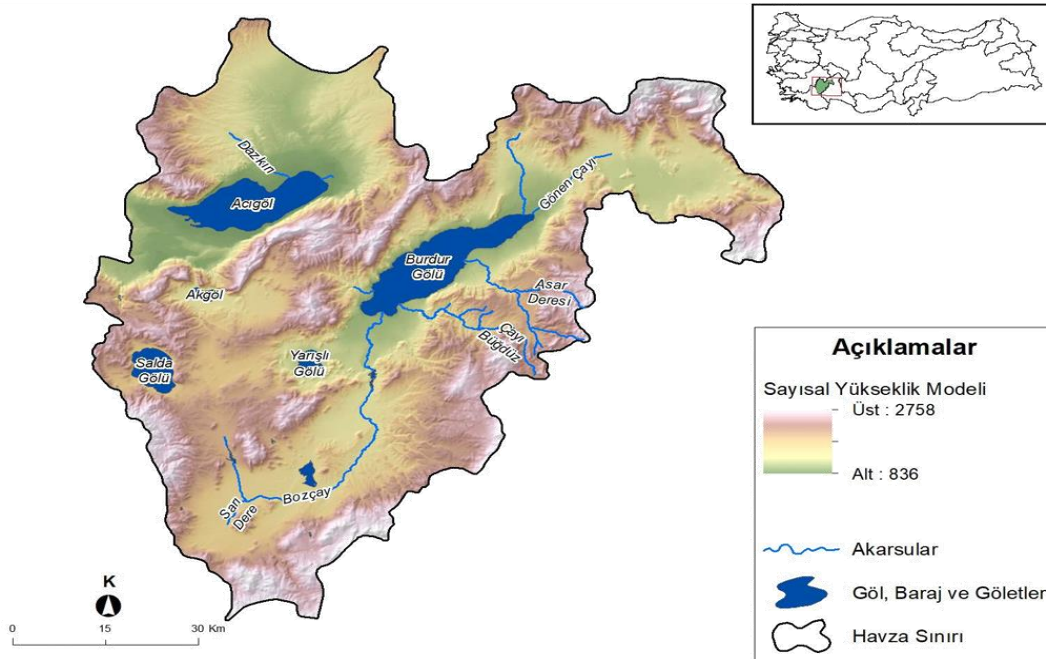
Göller çeşitli evsel, endüstriyel ve tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır. Göl su yüzey alanlarının ve su yüksekliklerinin değişiminin tahmini, su kaynakları planlaması ve yönetimi, gelgit olaylarının takibi ve tarımsal alanların yönetimi vb. için çok önemlidir. Göl alanlarının değişimi karmaşık bir olgudur; öncelikle göl ve havzası arasındaki doğal su değişiminden etkilenir ve sonuç olarak havzadaki hidrolojik değişiklikleri yansıtır (Demir, 2022). Göller, havzasında iklim değişiminin su kaynaklarına olumsuz etkisinin takip edilebileceği doğal oluşumlardır. Bu nedenle bir bölgede iklim değişikliğinin çarpıcı ve öncül etkileri göllerde gözlemlenir. Bu nedenle göllerdeki değişimlerin takip edilmesi su kaynaklarının korunmasında ve yönetiminde önemli bir konudur.

Göller, yağmur suları, yeraltı kaynaklarından gelen sızıntılar ve bazı mevsimsel akarsular tarafından beslenmektedir. Tarihsel kayıtlara göre, göl seviyesi jeolojik zamanlar içinde yükselme ve düşme eğilimi göstermiştir. Ayrıca, hidrojeolojik ve meteorolojik etkenlere bağlı olarak dönemsel yükselmeler de meydana gelebilmektedir (Beyhan et al., 2009).

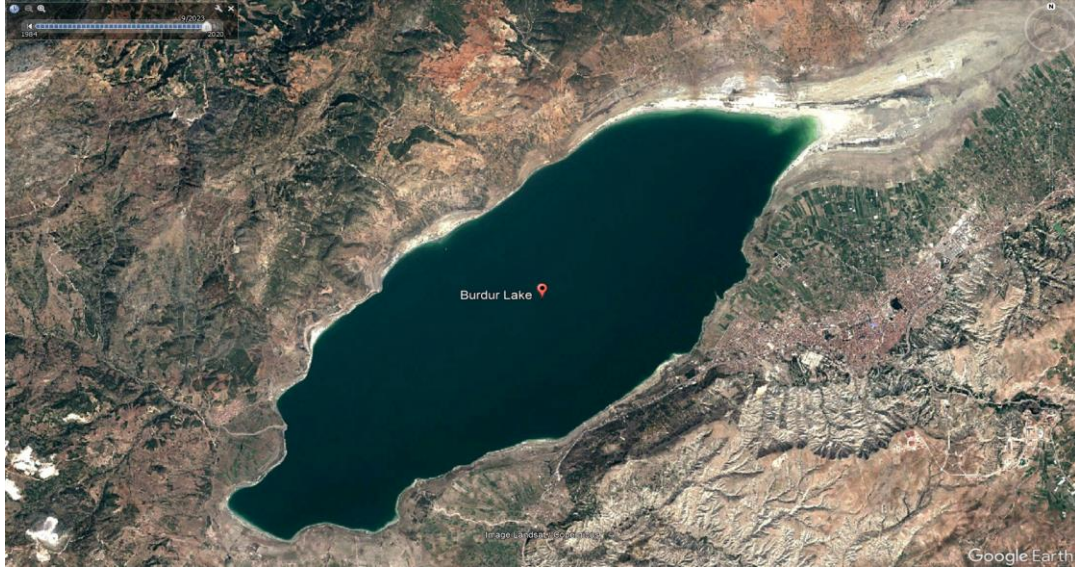
CBS teknolojisi, coğrafyanın ve bilgi sistemlerinin birleşik gücünü sunarak, suyun etkin bir şekilde yönetilmesi için imkanlar sunar. Bu teknoloji, su kaynaklarının izlenmesi, dağıtımının planlanması ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır (Tona et al., 2022). Ayrıca su alanlarının haritalanması ve takip edilmesi için CBS teknikleri literatürde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Kaya ve Kaplan, 2021).

Bu çalışmada araştırılan ve ülkemizde önemli su kaynaklarından biri olan Burdur Gölü ile ilgili geçmiş çalışmaları incelemek amacıyla VOSviewer yazılımı ve Scopus veri tabanı kullanılmıştır (Van Eck ve Waltman, 2010; VOSviewer, 2022). VOSviewer yazılımı, Scopus veritabanını kullanarak bilimsel makaleleri ve araştırmaları belirli anahtar kelimeler veya

Burdur Gölü Türkiye’de tespit edilmiş olan Ramsar alanları (koruma listesinde yer alan) içinde yer alan bir göldür. Burdur Havzası’nın en alçak yerini kaplayan Burdur Gölü deniz seviyesinden 844.3 m yüksekliktedir. Gölün kuzeydoğusu ile güneybatısındaki düzlük alanlar ise 850-1000 metre arasında yer almaktadır. Burdur Gölü, geçmiş jeolojik zaman aralıklarında çeşitli görüntüler alınmasıyla, karasal ortama kavuşmuştur (Ataol, 2010; Yiğitbaşıoğlu & Uğur, 2010). Ayrıca Burdur Gölü su kuşları için önemli bir barınma, üreme noktaları arasında yer almaktadır. Her kış, gölde 300.000’e kadar kuş konaklamaktadır (Sabuncu, 2020). Çalışma alanına ait havza sınırları Şekil 2’de, çalışma alanına ait güncel uydu görüntüsü ise Şekil 3’te yer almaktadır.



Şekil 2. Burdur gölü havzası (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019’dan düzenlenmiştir)



Şekil 3. Burdur gölüne ait güncel uydu (Eylül 2023) görüntüsü (Google Earth, 2023)

VERİ

Çalışmada, Burdur Gölü'ne ait 1985-2021 yılları arasında, göl yüzey alanında meydana gelen alansal değişimleri tespit etmek amacıyla, Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar kurumunun (İngilizce: United States Geological Survey, USGS) web sitesindeki Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır (Landsat, 2023). Tablo 1'de, kullanılan Landsat uydu görüntülerine ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1. Uydu görüntülerine ait bilgiler

Yıl	Uydu	Veri Tarihi	Yıl	Uydu	Veri Tarihi
1985	Landsat 4-5	1985-07-03	2003	Landsat 4-5	2003-07-05
1986	Landsat 4-5	1986-08-07	2004	Landsat 4-5	2004-07-23
1987	Landsat 4-5	1987-08-10	2005	Landsat 4-5	2005-06-24
1988	Landsat 4-5	1988-07-27	2006	Landsat 4-5	2006-07-29
1989	Landsat 4-5	1989-06-28	2007	Landsat 4-5	2007-08-17
1990	Landsat 4-5	1990-08-02	2008	Landsat 4-5	2008-08-19
1991	Landsat 4-5	1991-06-02	2009	Landsat 4-5	2009-08-06
1992	Landsat 4-5	1992-07-06	2010	Landsat 4-5	2010-07-24
1993	Landsat 4-5	1993-06-23	2011	Landsat 4-5	2011-07-27
1994	Landsat 4-5	1994-07-28	2013	Landsat 8	2013-08-17
1995	Landsat 4-5	1995-07-31	2014	Landsat 8	2014-06-17
1996	Landsat 4-5	1996-08-02	2015	Landsat 8	2015-08-07
1997	Landsat 4-5	1997-07-20	2016	Landsat 8	2016-06-22
1998	Landsat 4-5	1998-07-23	2017	Landsat 8	2017-06-25

1999	Landsat 4-5	1999-07-26	2018	Landsat 8	2018-08-15
2000	Landsat 4-5	2000-07-12	2019	Landsat 8	2019-08-02
2001	Landsat 4-5	2001-07-31	2020	Landsat 8	2020-07-19
2002	Landsat 4-5	2002-07-18	2021	Landsat 8	2021-07-22

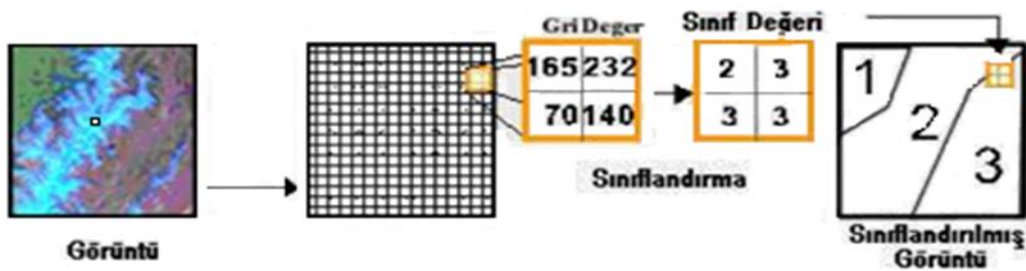
Tablo 1’de yer alan veriler özellikle yaz aylarında (6, 7 ve 8. aylar), bulutluluk oranının %10 kadar olduğu dönemler için elde edilmiş olup, 2012 ve 2022 yılları için bu sınırlamaya uygun veri temin edilememiştir.

YÖNTEM

Burdur Gölü’nün geçmiş yıllardaki uydu görüntüleri ile yüzey alanında meydana gelen değişimleri belirlemek için kontrolsüz sınıflandırma (ISODATA) tekniği kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırmanın bu çalışmada kullanılma amacı, kontrollü sınıflandırmalara göre daha hızlı olması, nesnelere istatistiklerine göre sınıfları belirlemesi ve nesnelere sistematik olarak analiz edebilme kabiliyetidir (Marangoz, 2009). Böylece, kontrolsüz sınıflandırmanın sonuçları, göl yüzey alanı ile diğer alanları (kara, ağaçlık alan vb.) ayırmada kullanışlı bilgiler verebilmektedir.

Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma yönteminde, kontrol bölgelerinin yerine, görüntüdeki belirsiz öğeleri inceleyen ve görüntüde mevcut gruplamalara veya kümeler üzerine dayanarak bu öğeleri çeşitli sınıflar altında birleştiren algoritmalar kullanılır (Kayman, 2015). Kontrolsüz sınıflandırma, benzer spektral değerlere sahip piksellerin gruplandırılmasını içerir ve bu spektral gruplar, yerel verilerle karşılaştırılarak hangi örtü sınıfına ait oldukları belirlenirken (Şekil 3), kontrollü sınıflandırmada ise farklı sınıfları temsil eden eğitim verileri kullanılarak her piksel görüntüde en benzer olduğu sınıfa atanır (Tona, 2016).



Şekil 1. Kontrolsüz sınıflandırma (Kayman 2015’ten düzenlenmiştir)

Görüntü parlaklık değerlerine dayalı olarak piksellerin doğal gruplara atanması nedeniyle, piksellerin gerçekte hangi arazi detayına ait olduğu bilinmemektedir. Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda oluşturulan sınıfların arazide hangi detaya karşılık geldiği, kullanıcı tarafından belirlenir. Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda birden fazla sınıf bir arazi sınıfına

ait olabilir (Caf, 2019; Canberk, 2015). Bu yöntem, alan hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadığı durumlarda tercih edilmektedir ve kontrollü sınıflandırmayla karşılaştırıldığında daha otomatik bir yöntemdir.

ISODATA Tekniği

ISODATA, en yaygın kullanılan kontrolsüz sınıflandırma tekniklerinden biridir. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında sıkça tercih edilen bir yöntemdir (Irvin et al., 1997). Bu yöntem tekrarlı bir şekilde sınıflandırmayı gerçekleştirmektedir. Ayrıca uygulanmış olan her tekrarlama sonucunda yeniden istatistik hesaplaması yapar. Karar kuralı olarak da minimum uzaklığı kullanmaktadır. ISODATA yöntemindeki pikseller görüntü üzerinde sol üst kısımdan başlayarak satır satır olarak soldan sağa olacak şekilde analiz edilmektedir. Aday piksel ile her küme ortalaması arasında spektral uzaklık hesaplanır ve sonucunda da aday piksel en yakın kümeyle atanır (Canberk, 2015; Kaşıkçı et al., 2020).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

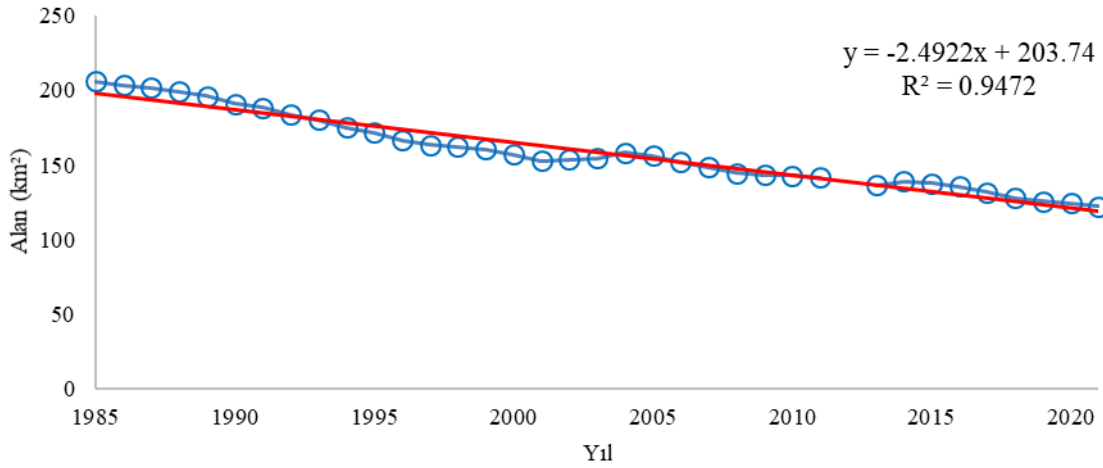
Burdur Gölü yüzey alanındaki değişimin incelenmesi ile ilgili yapılan bu çalışmada, toplamda 36 adet Landsat 4, 5 ve 8 görüntüleri kullanılmıştır. Görüntülerin tümü gölü kapsayacak şekilde temin edilmiş, görüntülerde herhangi bir birleştirme veya ön işlem yapılmamıştır. CBS yazılımlarında ArcGIS/ArcMap ortamında, Spatial Analyst tools > Multivariate > Iso Cluster Unsupervised Classification işlem adımı kullanılarak temin edilen Raster görüntüler için göl yüzeyi ve kara olmak üzere sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Ardından, Arc Toolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon işlem adımları ile Raster görüntü vektör görüntü formatına dönüştürülerek vektör format üzerinden göl yüzey alanları elde edilmiştir. Elde edilen yüzey alanları Tablo'2'te yer almaktadır.

Tablo 2. Burdur Gölü yüzey alanı değişimleri

Yıl	Uydu	Alan (km ²)	Yıl	Uydu	Alan Alan (km ²)
1985	Landsat 4-5	205.96	2003	Landsat 4-5	154.45
1986	Landsat 4-5	203.37	2004	Landsat 4-5	158.25
1987	Landsat 4-5	201.54	2005	Landsat 4-5	156.39
1988	Landsat 4-5	199.30	2006	Landsat 4-5	151.99
1989	Landsat 4-5	195.94	2007	Landsat 4-5	148.36
1990	Landsat 4-5	190.93	2008	Landsat 4-5	144.52
1991	Landsat 4-5	188.15	2009	Landsat 4-5	143.16
1992	Landsat 4-5	183.82	2010	Landsat 4-5	142.70
1993	Landsat 4-5	180.34	2011	Landsat 4-5	141.80
1994	Landsat 4-5	174.88	2013	Landsat 8	136.61

1995	Landsat 4-5	171.57	2014	Landsat 8	139.00
1996	Landsat 4-5	166.67	2015	Landsat 8	137.77
1997	Landsat 4-5	163.35	2016	Landsat 8	135.46
1998	Landsat 4-5	162.13	2017	Landsat 8	131.66
1999	Landsat 4-5	160.44	2018	Landsat 8	127.69
2000	Landsat 4-5	157.21	2019	Landsat 8	125.89
2001	Landsat 4-5	152.86	2020	Landsat 8	124.48
2002	Landsat 4-5	153.80	2021	Landsat 8	122.39

Tablo 2 incelendiğinde Burdur Gölü göl yüzey alanında 1985 yılından 2021 yılına kadar ciddi bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Burdur Gölü'nün su yüzey alanı 1985 yılında 205.96 km² iken 2021 yılında bu alan 122.39 km²'ye düşmüştür. Yıllara göre yüzey alanı değişiminin gidiş grafiği Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. Burdur Gölü yüzey alanı değişiminin gidiş grafiği

Şekil 4'te, Burdur gölü 36 yıllık verilerin ışığında toplam yüzey alanının yaklaşık % 40.6 lık kısmını kaybetmiştir. Yıllık ortalama düşüş miktarı 2.32 km²/yıl dır. Ataol, (2010) ve Gözükara vd., (2019) tarafından, Burdur Gölü'nün son yıllarda dramatik bir şekilde hızla kurumaya başladığını ifade etmiştir. Bu azalmanın nedenleri Sabuncu, (2020) tarafından hem iklim değişikliği hem de insan etkisi olarak açıklanmıştır. Ayrıca Beyhan vd., (2009) tarafından, meteorolojik olaylar ve göl çevresine inşa edilen barajların göle akan suyu önemli ölçüde azalttığını ifade etmiştir. Bu nedenle, Burdur gölünü korumak için yetkililerin önlem alması gerekmektedir. Önlemler arasında, yer altı sularının planlanması ve korunması, su tasarrufu projelerinin yapılması ve çevreye zarar vermeyen doğa temelli yaklaşımların benimsenmesi söylenebilir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Burdur Gölü'nün yüzey alanının yıllara göre değişimi incelenmiştir. Çalışmada USGS'ye ait 1985-2021 yılları arasındaki Landsat 4-5 ve 8 uydu görüntüleri ve CBS ortamında kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden ISODATA yöntemi kullanılmıştır. 36 yıllık bir zaman dilimini kapsayan verilere göre, Burdur Gölü'nün yüzey alanı 205.96 km²'den 122.39 km²'ye düştüğü tespit edilmiştir. Bu büyük ölçüdeki (%40.6'lık) azalma, gelecekte gölün tamamen kuruma riskini artırmaktadır.

Bu sonuçlar, bölgede ciddi bir yüzey alanı değişimi yaşandığını ve azalan eğilimin bölgede ciddi bir kuraklık belirtisi oluşturabileceğini vurgulamaktadır. Gölün kuruması, bölgenin su kaynakları açısından önemli bir tehdit oluşturabilir ve bu da çevresel ve ekonomik etkilere yol açabilir. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadele önlemleri bu bölgede öncelikli dikkate alınması gereken konular haline gelmelidir.

Bu çalışmanın limitleri göl yüzey alanı değişimlerinin kontrolsüz sınıflandırma teknikleriyle elde edilmesi olup, gelecek çalışmalarda kontrollü sınıflandırma teknikleri su indisi (WQI), NDWI, modifiye NDWI gibi indis tekniklerinin kullanılması ve elde edilen bulguların kontrol verileriyle karşılaştırılarak performanslarının değerlendirilmesi düşünülmektedir. Ayrıca göl seviyesinin gelecekteki değişimleri tahmin etmek amacıyla regresyon modellerinin kullanılması düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 2022-1 dönemi 1919B012201346 başvuru numaralı 2209-A (Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı) kapsamında desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Ataol, M. (2010). Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 77–92.
- Beyhan, M., Ah, Ş., N, M. E. K. İ., & Harman, B. İ. (2009). Burdur Gölü Uzun Periyotlu Seviye Degisiminin Su Kalitesi ve Ağır Metaller Üzerindeki Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 173–179. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.62282>
- Caf, D. (2019). Bir Durum Çalışması: Tarımsal Ürünlerin Uzaktan Algılama ile Tespiti. *Journal of Agriculture*, 2(2), 80–91.
- Canıberk, M. (2015). Hiperspektral Görüntülerin Eğitimsiz Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Harita Dergisi*, 154, 19–25.
- Demir, V. (2022). Enhancing monthly lake levels forecasting using heuristic regression techniques with periodicity data component: application of Lake Michigan. *Theoretical and Applied Climatology*, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-03982-0>

- Google Earth. (2023). *Burdur Gölü*. <https://Earth.Google.Com/Web/> Erişim Tarihi: 17.09.2023.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., & Sarı, M. (2019). Burdur Gölü'ndeki seviye değişimi sonucunda ortaya çıkan lakustrin materyalin zamansal ve mekansal değişimi. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 34(3), 386–396. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.556215>
- Irvin, B. J., Ventura, S. J., & Slater, B. K. (1997). Fuzzy and isodata classification of landform elements from digital terrain data in Pleasant Valley, Wisconsin. *Geoderma*, 77(2–4), 137–154. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(97\)00019-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(97)00019-0)
- Kaşıkçı, Z., Çelik, N., & Sarıyılmaz, F. B. (2020). Çok zamanlı uydu görüntüleri ile arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişiminin belirlenmesi: Elmalı Havzası, İstanbul. *Turkish Journal of Remote Sensing*, 2(1), 16–21.
- Kaya, Ö. A., & Kaplan, G. (2021). Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Burdur Gölü'ndeki Alansal Değişiminin Belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.21324/dacd.760805>
- Kayman, Ö. (2015). Spektral indekslerin arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırmasına etkisi: İstanbul, Beylikdüzü ilçesi arazi kullanımı değişimi. In *Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Landsat. (2023). *Burdur Gölü*. USGS. <https://earthexplorer.usgs.gov/> Erişim Tarihi: 10.09.2023
- Marangoz, A. (2009). *Uydu Görüntülerinden Kentsel Ayrıntıların Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yöntemiyle Belirlenmesi ve CBS Ortamında Bütünleştirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Sabuncu, A. (2020). Burdur Gölü Kıyı Şeridindeki Değişiminin Uzaktan Algılama ile Haritalanması. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, 20(4), 623–633. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.711653>
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2019). *Burdur Havzası Nehir Havzası Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Burdur Havzası-22.11.2019/Burdur Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Hazırlanması Projesi_ Stratejik ÇED Taslak Kapsam Belirleme Raporu.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Burdur%20Havzası-22.11.2019/Burdur%20Havzası%20Nehir%20Havza%20Yönetim%20Planı%20Hazırlanması%20Projesi_Stratejik%20ÇED%20Taslak%20Kapsam%20Belirleme%20Raporu.pdf)
- Tona, A. U. (2016). *Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden matematiksel morfoloji yöntemi ile kartografik detay çıkarımı*.
- Tona, A. U., Demir, V., Kuşak, L., & Yakar, M. (2022). Su Kaynakları Mühendisliğinde CBS'nin Kullanımı. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 23–33. <https://doi.org/10.56130/tucbis.993807>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for

bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

VOSviewer. (2022). *Welcome to VOSviewer*. 2022 Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands. <https://www.vosviewer.com/>

Yiğitbaşıoğlu, H., & Uğur, A. (2010). Burdur Gölü Havzasında Arazi Kullanım Özelliklerinden Kaynaklanan Çevre Sorunları. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 129–143. https://doi.org/10.1501/csaum_0000000032

**RESEARCH ON THE INTEGRATION OF SEAFOOD WITH
FERMENTED PRODUCTS AMONG SCHOOL EMPLOYEES
SU ÜRÜNLERİNİN FERMENTE ÜRÜNLERLE ENTEGRASYONUNUN
OKUL ÇALIŞANLARI ÜZERİNDE ARAŞTIRILMASI**

Ercan MURATOĞULLARI

Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği
Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Ataturk University
ORCID ID: 0009-0003-9479-4808

Gonca ALAK

Assist. Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı
Dr., Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Ataturk University
ORCID ID: 0000-0002-7539-1152

Arzu UÇAR

Assist. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı
Dr., Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Ataturk University
ORCID ID: 0000-0001-5675-9401

Muhammed ATAMANALP

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı
Prof. Dr., Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Ataturk University
ORCID ID: 0000-0002-2038-3921

ÖZET

İnsanlık tarihi boyunca beslenme, sağlıklı bir hayat için birinci derecede önemli görülmüştür. Dünya şartlarının zaman içindeki değişimi, beslenme alışkanlıklarını ve anlayışını etkilemiştir. Gıda çeşitliliğindeki artış, daha önce piyasada bulunmayan gıda ürünlerinin ortaya çıkışı değişik lezzetlerin bulunmasına neden olup beslenme alışkanlıkları alanında büyük değişimlere zemin hazırlamıştır (Karaman vd 2021).

Günümüzde tüketiciler, içerisinde koruyucu madde bulunmayan ya da az işlem görmüş gıda ürünlerini talep etmektedir. Bu talep neticesinde, bu tür gıdaların üretimi ve fermente edilmesi hususunda yenilikçi çalışmalar artmıştır.

Bu projede Ülkemizin zengin mutfak kültürünün bir parçası olan geleneksel fermente ürünümüz tarhana ile son derece sağlık açısından önemli balıkentinin birleşimiyle balıklı bir tarhana elde edilmiştir. Yapımı son derece pratik olan ve özellikle balık tüketmeyen çocuklar ve yetişkinler için alternatif bir çorba elde edildi. Balıklı tarhana çorbası Erzurum ile

Palandöken ilçesi Yahya Kemal Ortaokulu öğretmenlerine tattırılarak duyuşsal analiz çalışması yapılmıştır.

Çalışmaya katılan panelistlerin %88'i çorbanın görünüşünü beğenmiş, %78 i genel olarak ürünü beğenmiştir. Yeni bir ürün olan balıklı tarhanayı satın alma isteği ise %92 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Ürünleri, Balıklı Tarhana, Beslenme, Türk Mutfağı

ABSTRACT

Throughout human history, nutrition has been considered of primary importance for a healthy life. The change in world conditions over time has affected eating habits and understanding. The increase in food diversity, the emergence of food products that were previously unavailable in the market caused the discovery of different flavors and paved the way for great changes in the field of eating habits (Karaman et al. 2021).

Today, consumers demand food products that do not contain preservatives or that have been processed less. As a result of this demand, innovative studies on the production and fermentation of such foods have increased.

In this project, a tarhana with fish was obtained by combining our traditional fermented product tarhana, which is a part of the rich culinary culture of our country, with fish meat, which is extremely important for health. An alternative soup, which is very practical to make and especially for children and adults who do not consume fish, was obtained. The tarhana soup with fish was tasted by the teachers of Yahya Kemal Secondary School (Erzurum Palandöken district) and a sensory analysis study was conducted.

Of the panelists participating in the study, 88% liked the appearance of the soup and 78% liked the product in general. The willingness to buy tarhana with fish, which is a new product, was determined as 92%.

Key Words: Seafood, Tarhana with Fish, Nutrition, Turkish Cuisine

GİRİŞ

Türkiye, tarım ürünleri çeşitliliği açısından önemli bir ülkedir. Türkiye'nin tarım yapılabilir topraklarının miktarı, iklim özellikleri, jeopolitik konumu, kullanılabilir su kaynakları ve biyolojik çeşitliliği bu özelliği sağlayan başlıca etkenlerdir. Bununla birlikte ülkedeki kültürel zenginlik ile doğan gelişmiş mutfak kültürü, yöresel gıda üretimi potansiyelini artırmaktadır.

Tarhana, Türk mutfak kültüründe önemli gıdalardan biridir. Tarhana, Türkiye'nin birçok yöresinde farklı malzeme ve yöntemlerle üretilmektedir. Türk halkının damak zevkine

uygunluğu, uzun saklama süresi, üretim kolaylığı, yaygınlığı, ekonomikliği ve beslenme değeri yüksek bileşenleri içeriğinde bulundurması tarhananın Türk mutfağında önemli bir yer edinmesini sağlamıştır (Gök vd 2017).

Tarhana üretiminde buğday unu, kırması ve irmik temel malzeme olarak bulunur. Bu malzemeler karıştırılarak yoğurt, tuz, biber, soğan, domates ile çeşitli baharatlar ilave edilir. Oluşan yeni karışım, mayalanmaya bırakılarak kurutulup sonrasında öğütülür. Bu işlemler sonunda besin değeri yüksek bir gıda olan tarhana üretimi gerçekleşir. Tarhanaya has aroma ve lezzetin ortaya çıkmasında içeriğinde bulunan yoğurdun bileşimindeki laktik asit ve buğdayda bulunan mayaların fermantasyonu rol oynamaktadır. Tarhana, çeşitli coğrafyalarda değişik isimlerle üretilen ve tüketilen bir gıdadır. Tarhananın ana malzemeleri tahıl ve yoğurttur.

Tarhana, besin değeri bakımından oldukça zengin bir gıdadır. İçeriğinde A vitamini, B grubu vitaminler, C vitaminleri ile kalsiyum, sodyum, potasyum, demir, bakır çinko ve magnezyum gibi mineral maddeler ile amino asitler bulundurmaktadır. Bunun yanında ana bileşen olan un, lizin ve treonin gibi esansiyel amino asitleri az miktarda bulundurur. Bu sebeple düşük kaliteli protein içeriğine sahiptir.

Türk mutfağının geleneksel bir lezzeti olan tarhana, fermente bir üründür. Dünya genelinde üretimi gerçekleştirilen fermantasyon ürünler darı, mısır buğday ve sorgum gibi tahıl ürünlerinden yapılır. Fermentasyon işlemleri tahılların sahip olduğu bir takım bileşenlerin olumsuz etkilerini azaltarak yararlı bileşiklere çevirmekte ve yararlı bazı bileşiklerin miktarını artırarak beslenmeye önemli katkısı bulunmaktadır (Sanlier et al. 2020).

Fermentasyon ile hijyenik, toksikolojik riskler oldukça azaltılmakta ve daha güvenli gıda üretimi sağlanmaktadır (Gümüş vd 2008). Günümüzde tüketiciler az işlem görmüş ya da içeriğinde koruyucu madde olmayan doğal gıda ürünlerini talep etmektedir. Bu sebeple sözü edilen ürünlerin üretimi ve fermantasyon tekniklerinin ilerletilmesine yönelik araştırmalar artış göstermiştir.

Su ürünleri insan beslenmesinde eski çağlara kadar uzanan bir yere sahiptir. Bununla birlikte balığın besleyici değeri de insanlar tarafından bilinmekteydi. Günümüzde balık, besin bileşenlerinin incelenmesi ve besin maddelerinin insan sağlığına olan etkilerinin saptanması ile temel bir protein sağlayıcı gıda olarak görülmektedir.

Proteinlerin balık etinde bulunma durumları balığın türü, beslenme ortamı, yaşı, cinsiyeti yağ ve su oranına göre değişiklik gösterebilir. Ortalama olarak balığın yenilebilen kas kısmında her 100 gram için 18-22 gram miktarda protein bulunur. Yağ ve su balıkta ters orantı ile bulunmaktadır (Dean 1990). İnsan vücudundaki dokuların yenilenmesi ve gelişimi için ihtiyaç duyulan tüm aminoasitler balık proteinlerinde mevcuttur.

İnsanların sağlıklı bir hayat sürmeleri için asgari olarak 13 vitamin gereklidir. Söz konusu vitaminlerin tamamı balıklarda mevcuttur. Bu vitaminlerin balığın dokusundaki yayılımı düzensizdir. Mevcut vitaminlerin miktarı ve oranı balığın niteliklerine göre değişmektedir (Love et al. 1982).

İnsan sağlığında balık tüketiminin önemini araştıran çalışmalar neticesinde haftada 2 veya 3 kez balık yemenin önemli yararlarının olduğu tespit edilmiştir. Balık, bünyesinde barındırdığı yüksek proteinler ve vitaminler ile hastalıklardaki iyileştirici etkisi sebebiyle tüketilmesinde fayda bulunan temel bir besin kaynağıdır (Turan vd 2006).

Çorba, Türk yemek kültüründe günün her öğününde tüketilebilmesi ve öğünlerin başlangıç yemeği olarak sunulabilmesi mümkün olan sıcak bir yiyecektir (Ertaş vd 2013).

Türk mutfağında bir çok çorba çeşidi olup, besin değeri yüksek olan tarhanadan yapılan tarhana çorbası en çok tercih edilen çorbalardanır (Gülen 2008). Su ürünleri tüketimini sürekli kılmak adına balık köftesi, balık cips, balık pastırması, balık burger gibi yeni ürünler ortaya çıkarılıp günümüze uygun hızlı, pratik, tüketimi kolay ürünler geliştirilmeye başlanarak alternatif bir sektör oluşmuştur.

Günümüzde su ürünleri çeşitli işlemlerden geçirilerek tüketiciye ulaşır. Bu ürünler; dondurulma, konserve haline getirilme, tuzlama ve kurutulma tütsülenme ve paketlenme gibi basamaklardan geçirilip sağlıklı bir şekilde piyasaya sürülür. Su ürünlerinin işlenerek tüketiciye ulaştırılma oranının gelişmiş ülkelerde %80 civarında olduğu bilinmektedir (Gülyavuz vd 2008).

Su ürünlerinden birçok hazır yemek elde edilmektedir. Bunlardan bazıları şu şekildedir: Balık gevreği, balık cipsi, fish burger, fish finger, çiroz pate, balık böreği, balık sosisleri ve bu sosislerin türleri olan kızartmalı sosis, dumanlanmış sosis, dilim sosis frankfurter ve kipper sosisi (Varlık vd 2011).

Ekşi (2019), Z. Levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*) eti ve omurgasından hazır toz çorba üretimi ve kalitesinin belirlenmesi çalışmasında araştırmasının. Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde panelistlerin genel beğeni durumu depolamanın başlangıcında çok iyi seviyede olduğu, depolama süresinin 9. Ayında ise genel beğeni değerlendirilmesinin zayıf olarak sonuçlandığı bildirilmiştir.

Rahman vd. (2012) gümüş sazan balıklarından toz çorba üretmişler bu yeni ürünün kalitesi hakkında incelemelerde bulunmuşlardır. Araştırmacılar toz çorba üretimi esnasında balıkları mekanik kabin kurutucularda kurutup devamında mısır unu sebze ve çeşitli baharatlar ilave etmişlerdir.

Wartha (2012) üç farklı çeşit nişasta (mısır, tapyoka ve maida) ile tilapya balığından (*Oreochromis spp.*) toz çorba elde etmiştir. Çorba numuneleri dört farklı gereç ile (metalize film, trend paketi, HDPE poşet ve LDPE poşet) paketlenerek depolanmıştır. Depolama

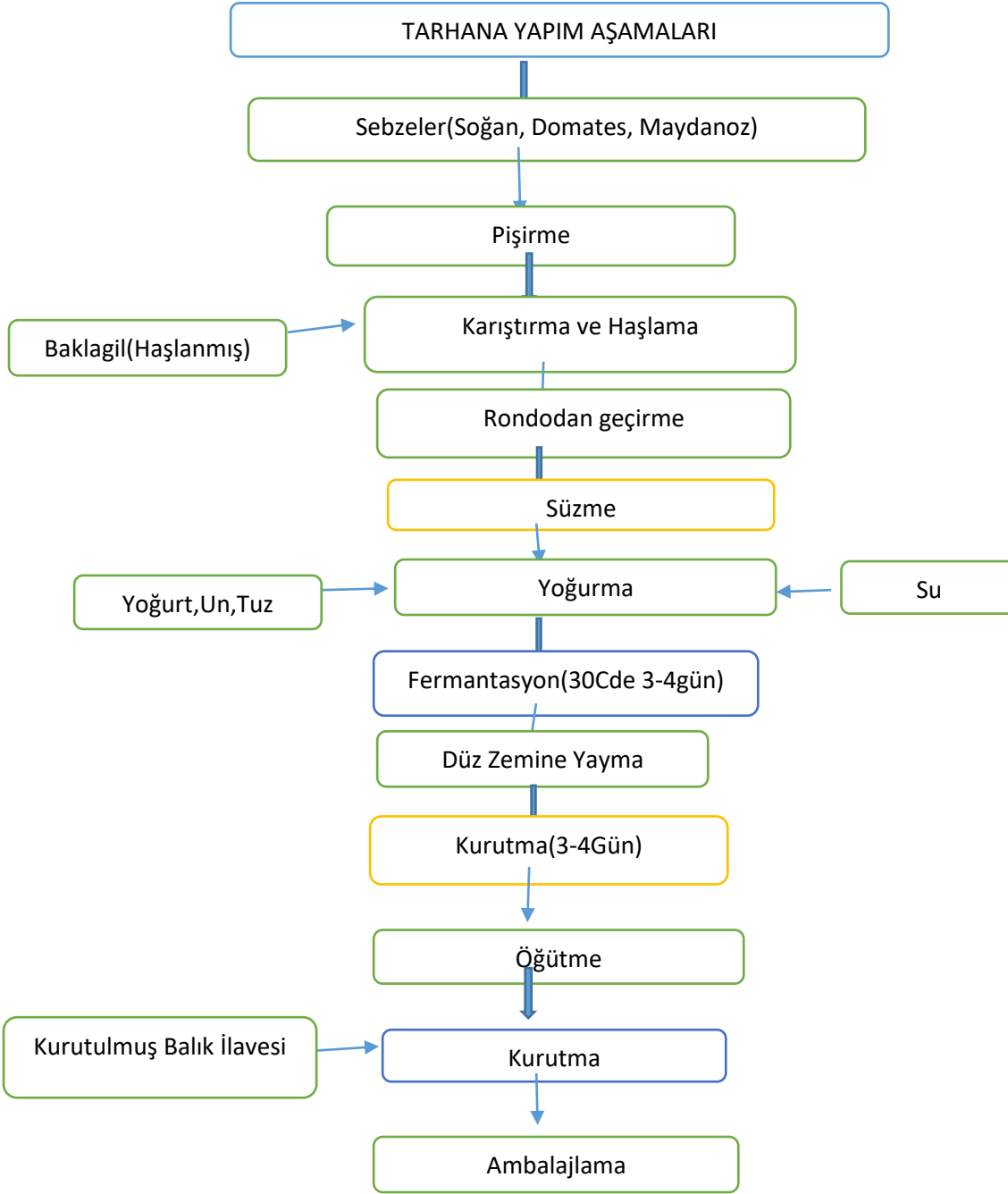
sürecinde çorbalardaki duyuşal analizlerdeki değişim ile besin kompozisyonu tetkik edilmiştir.

Bu çalışmada geleneksel ve sağlıklı bir ürün olan tarhana ile günümüzde artan insan nüfusunun beslenme ihtiyacında önemli olan protein, vitamin ve omega -3 yağ asitleri açısından zengin balık etinin uyumu ile alternatif bir ürün hazırlanmıştır. Besin değeri arttırılmış yeni bir çorba çeşidi ile balık tüketmeyen çocuk ve diğer insanlar için aromalı bir tat oluşturarak, su ürünleri tüketiminin dolaylı olarak özendirilmesi, özellikle bebek ve çocuk beslenmesinde besleyici doğal ve daha sağlıklı alternatif bir ürün oluşturmak amaçlanmıştır.

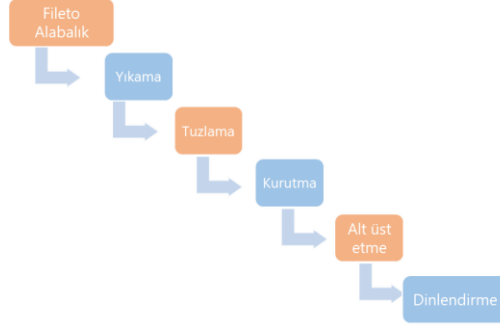
Bu çalışmada tüketiciler için çabuk hazırlanabilecek sağlıklı bir yemek olan, içeriğinde alabalık eti ve tarhana kullanılmış toz balık çorbasının üretilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İç Su Balıkları Araştırma ve Üretim Merkezi İşleme Ünitesinden temin edilen fileto alabalık kullanıldı. Yöresel farklılıkların etkin olduğu düşünülerek yapılacak tarhana hamuru Ege tarzı formunda hazırlanacaktır. 1kg un üzerinden hamur malzemeleri hesaplandı (Erdem 2008). Tarhana hamurunun fermantasyonundan sonra kurutma işlemi yapıldı. Diğer taraftan fileto alabalıklar temizlenip 60-80 C de 8 saatte kurutuldu. Kurutulan balıklar rondodan geçirilerek kurumak üzere olan tarhana ile karıştırılarak kurutuldu. Tarhana ve balık oranı 3/1 oranındadır. Elde edilecek Balıklı tarhana ile hazırlanan çorba 25 kişiden oluşan panelistlere tattırılarak duyuşal analiz çalışması yapıldı. Çalışma Erzurum ili Palandöken ilçesi Yahya Kemal Ortaokul öğretmenlerinde oluşan 25 kişi ile yapıldı. Öğretmenlerden oluşan panelist gruba hazırlanmış alabalıklı tarhana çorbası şeffaf bardaklarda sunularak tadına bakmaları istendi. Hemen akabinde duyuşal değerlendirme formunu ile değerlendirme yapmaları sağlandı.



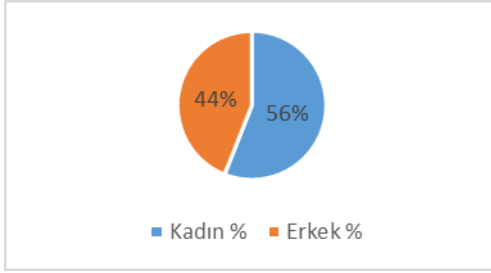
Balık Kurutma Şeması



BULGULAR:

1.Kişisel Bilgiler

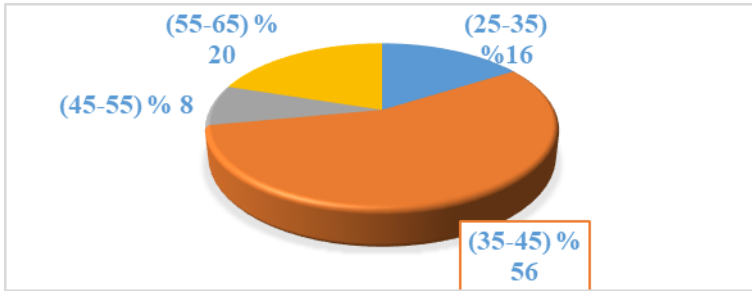
Çalışmaya katılan panelistlerin cinsiyete göre dağılımı için; Grafik 1'e bakıldığında katılımcıların %56'sın kadın , %44 'ünü ise erkek bireyler oluşturmaktadır.



Grafik 1.Anketörlerin cinsiyet dağılımı

2.Yaş Grupları Dağılımı

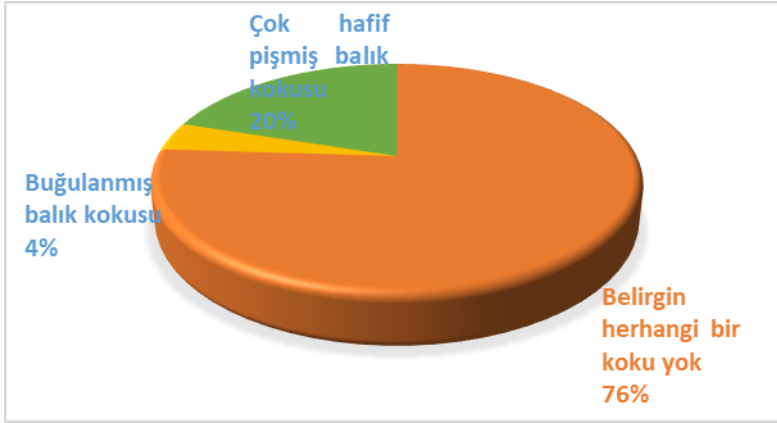
Çalışmaya katılan panelistlerin yaş gruplarına göre dağılımı için Grafik 2' ye bakıldığında katılımcıların büyük çoğunluğunun (%42,5) 35-45 yaş aralığında olduğu, bunu sırasıyla 45-55 yaş aralığı (%27,5), 25-35 yaş aralığı(%17,5) ve 55 yaş ve üstü (%12,5)bireylerin olduğu görülmektedir.



Grafik 2.Yaş Grupları

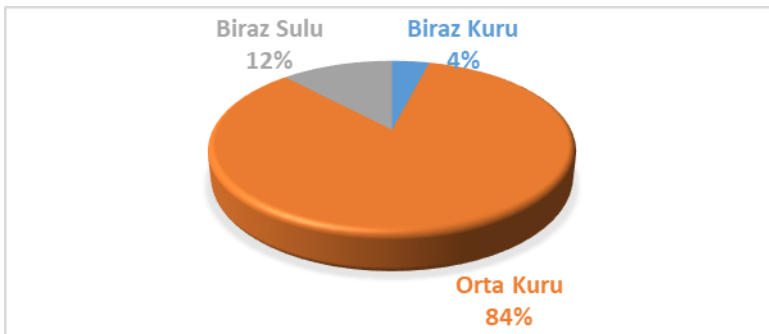
3.Duyusal Analiz: Balıklı Tarhanaların duysusal analiz çalışması için tarhanadan alınan örnek 2:10 oranında sıvılaştırılarak 55'er ml yağ ile sürekli karıştırılıp orta ateşte pişirildi. Hazırlanan alabalıklı tarhana çorbası şeffaf bardaklar içinde panelistlere sunuldu. Çorbada koku, akışkanlık, tuzluluk, yağlılık, acılık, aroma, görünüş, genel beğeni ve satın alma isteği olmak üzere ayrı ayrı puanlama yapılarak 25 kişiden oluşan panelist grup tarafından değerlendirildi.

4.Koku: Balıklı tarhananın tadına bakan panelistlerin ürünün kokusu ile ilgili değerlendirmeleri incelendiğinde; %76'sı tarhananın belirgin herhangi bir kokusunun olmadığını belirtmektedir. %20 'si ise çok hafif pişmiş, buğulanmış balık kokusu olduğunu belirtmiştir.



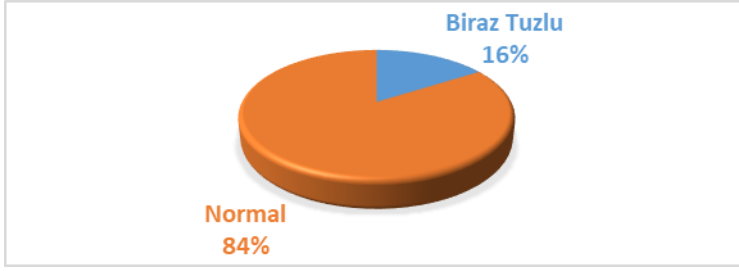
Grafik.3 Koku

5. Akışkanlık: Panelistler tarhananın sululuk durumunu değerlendirme verilerine göre Grafik 4 te belirtilmiş olup; büyük bir çoğunluğunun (%84) orta kurulukta olduğunu belirtmiştir.



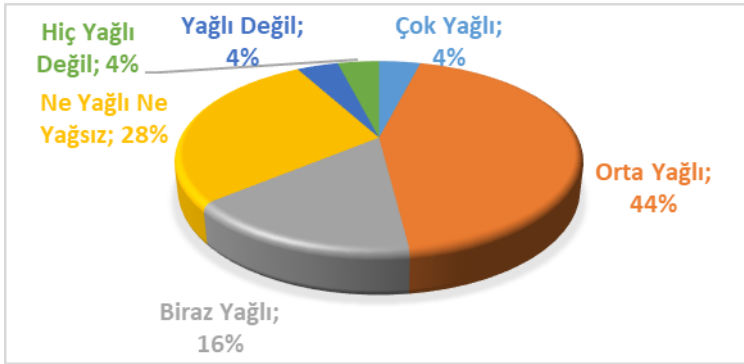
Grafik.4.Akışkanlık Durumu

6. Tuzluluk Durumu: Panelistler tarhananın tuzluluk durumunu değerlendirme verilerine göre Grafik 5 te belirtilmiş olup; büyük bir çoğunluğunun (%84) normal tuzlu olduğunu belirtmiştir.



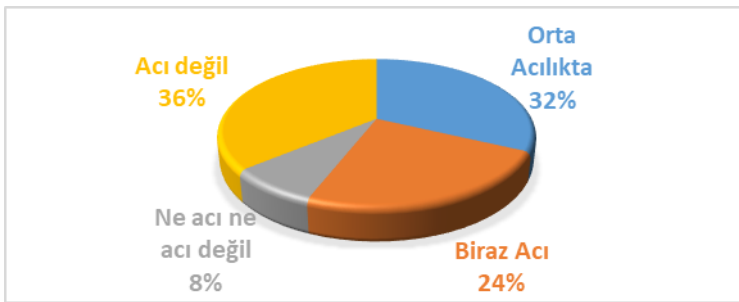
Grafik.5. Tuzluluk Durumu

7.Yağlılık Durumu: Panelistlerin Balıklı Tarhananın yağlılık durumunu ile ilgili verileri Grafik 6’ da belirtilmiş olup; büyük çoğunluğu (%44) orta yağlı olduğunu belirtmiştir.



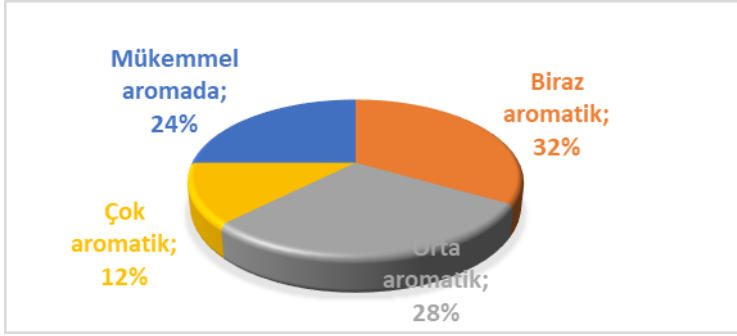
Grafik.6. Yağlılık Durumu

8.Acılık Durumu: Çalışmaya katılan panelistlerin balıklı tarhananın acılık durumu hakkındaki duyuşal değerlendirmeleri Grafik 7’ de hazırlanmış olup; %36’sı tarhananın acı olmadığını belirtmiştir.



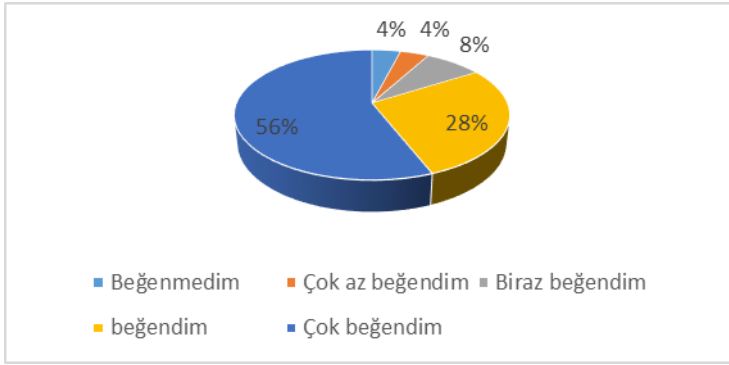
Grafik.7.Acılık Durumu

9. Aroma Durumu: Panelistlerin balıklı tarhananın aroması ile ilgili duyuşal değerlendirmeleri Grafik 8’ de incelendiğinde; katılımcıların %32 ‘si ürünü biraz aromatik, %28’i orta aromatik, %24’ü mükemmel aromada, %12’si çok aromatik ve %4’ü ise ne aromatik ne aromatik değil olarak nitelemiştir.



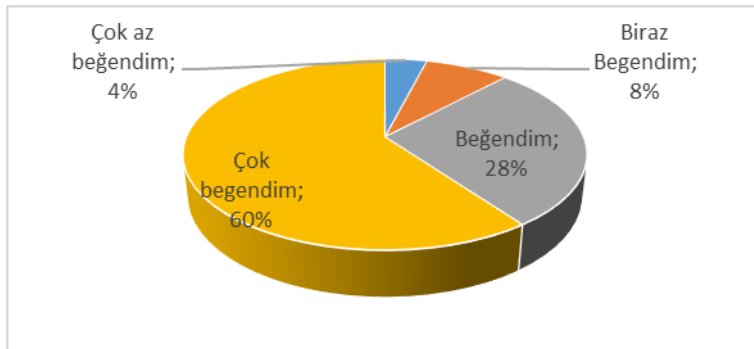
Grafik.8.Aroma Durumu

10. Görünüş: Çalışmaya katılan panelistlerinin Balıklı Tarhananın görünüşü ile ilgili değerlendirmesini gösteren Grafik 9 incelendiğinde; tarhananın görünüşünü büyük bir çoğunluk (%56) çok beğenmiş,%28'i beğenmiş, beğenmeyen katılımcılar ise %4'luk kısmı oluşturmaktadır.



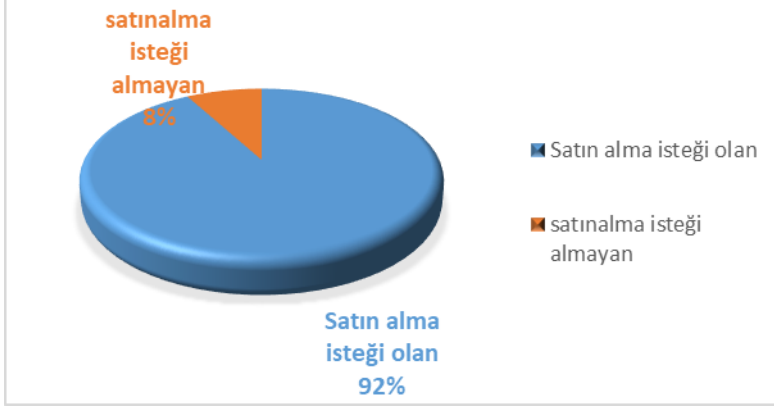
Grafik.9. Görünüş

11. Genel Beğeni Durumu: Tarhananın tadına bakan panelistlerin genel beğeni durumunu gösteren Grafik 10 incelendiğinde; çalışmaya katılan panelistlerin %60'ının çok beğendiği, %28'inin beğendiği,%8'inin biraz beğendiği ve %4'ünde çok az beğendiği tespit edilmiştir.



Grafik.10.Genel Beğeni Durumu

4.3. Satın alma İsteği: Gıda sektöründe su ürünlerinin alternatif olarak kullanılabilceği bir ürün olan balıklı tarhananın satın alma isteklerini incelendiğinde Grafik 11’ de; katılımcıların %92 ‘si ürünü satın almak istediği ,%8’i ise satın almak istemediğini belirtmişlerdir.



Grafik 11.Satın Alma İsteği

Alabalıklı tarhananın ilk kez tadına bakan panelistlerin bu ürünü piyasada bulunması halinde tercih etme oranının yüksek olacağı düşünülmektedir. Bu konu geliştirilebilir görülmektedir. Tüketim davranışlarını etkileyen ana faktörlerden birisi de tüketicilerin gelir düzeyidir. Gelir seviyesi arttıkça hayvansal besinlerinde tüketim miktarının da yükseldiğini gösteren araştırmalar mevcuttur (Lorcu vd 2012; Bolat, 2012; Karakaş, 2010, Cankurt vd 2010).

Su ürünlerinin Erzurum ilindeki tüketim davranışları üzerine yapılan bir çalışmada balık tüketimini etkileyen ana faktörleri, beslenme alışkanlıkları, yeterince bilgi sahibi olamamak, fiyat ve yıl boyu ulaşılabilirlik olarak belirtilmiştir (Karabulak vd 2019). Erzurum ilinin su ürünlerine ulaşım açısından en yakın sahil şehrine uzaklığının 320 km olması bir dezavantajdır. Ulaşımdaki zorlukları çözme noktasında su ürünlerinin tazelik ve kalitesinden taviz verilmeden uygun muhafaza yöntemleri ile alternatif ürünler geliştirilerek dolaylı olarak balık tüketimi artırılabilir. Tam da bu noktada çalışmaya konu olan alabalıklı tarhana tüketicilere sunulabilir.

SONUÇ

Çalışmada kurutulmuş alabalık ile elde edilen tarhana çorba haline getirilerek Erzurum ili, Palandöken ilçesi Yahya Kemal Ortaokulunda çalışan öğretmenlerin panelist olarak katıldığı çalışmada: Duyusal açıdan panelistler tarafından tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde alabalık eti ile hazırlanan tarhana çorbası, tüketiciler için besleyici, pratik bir şekilde hazırlayarak zamandan tasarruf sağlayacakları alternatif bir gıda çeşidi olarak düşünülmektedir.

25 panelistle yapılan duyusal analiz çalışmasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Çalışmaya katılan panelistlerin %92'si yeni bir ürün olan balıklı tarhanayı satın almak istedikleri, %8'inin ise satın almak istemedikleri tespit edilmiştir. Genel satın alma isteğinin fazla olduğu özellikle balık sevmeyenler için alternatif bir ürün olarak düşünülebilir.
2. Çalışmaya katılanların %56'sı kadın olup, erkeklerin oranı ise %44 olarak tespit edilmiştir. Kadın panelistlerin %92,8'i balıklı tarhanayı satın almak istedikleri, erkek panelistlerin ise %91'i balıklı tarhanayı satın almak istedikleri belirlenmiştir.
3. Geleneksel bir ürün olan tarhana ile kurutulmuş alabalık etinin birleşmesiyle oluşan çorbanın aroma özelliklerini biraz aromatik olduğu düşünen panelistlerin oranı (%32) olduğu tespit edilmiştir.
4. Panelistlerin %84'ü balıklı tarhananın normal tuzlulukta olduğunu belirtmiştir. Ürünün kokusunda ise %76'lık kısmı belirgin herhangi bir kokunun olmadığını, yağlılık açısından da %44'ü orta yağlı, acılık olarak da çoğunluk (%36) acı olmadığını ifade etmiştir.
5. Balıklı tarhananın görünüşünü değerlendiren panelistlerin %84'ü çok beğenmiş/beğenmiş olup %4'ü beğenmemiştir. Genel itibariyle ürünün görünüşünün beğenildiği tespit edilmiştir.
6. Katılımcıların balıklı tarhana hakkındaki genel beğeni durumu incelendiğinde %88'sinin beğendiği/çok beğendiği, %8'i biraz beğendiği ve %4'ünün ise çok az beğenmediği tespit edilmiştir.
7. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan alabalığın uygun muhafaza yöntemleriyle, kalitesinden taviz verilmeden hazırlanan çorba ile farklı yaş gruplarındaki tüketicilere ulaşılarak bu ürünün beslenmelerinde yer alacağı öngörülmektedir.
8. Alabalıklı Tarhana çorbası hazırlanması çalışması ile son derece kıymetli olan su ürünlerinden alternatif ürünler üretilmesi çalışmalarında kullanılması hususunda katkı vermesi düşünülmektedir.
9. Panelistler, öneriler kısmında alabalıklı tarhanayı balık sevmeyen çocukların beslenmeleri için alternatif bir çorba olarak kullanılabilirliklerini belirttiler.

Sonuçta çalışma ile Geleneksel Türk mutfağının vazgeçilmez çorbalarından biri olan tarhana ile besin içeriği açısından zengin balık etinin (alabalık) birleşimiyle kendine has aroması, lezzeti olan yeni bir çorba hazırlandı. Apayrı bir lezzet ile balığı sevmeyen ve az tüketen insanlar için bir alternatif, yeni işletme açacak girişimciler için bir seçenek sunmakta, su ürünleri sektörü için bir katma değer oluşturma ve ülkemizdeki su ürünlerinin tüketiminin artırılması için pozitif etki sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Cankurt, M., Miran, B., Şahin, A. (2010). Sığır eti tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma: İzmir ili örneği. *Hayvansal Üretim*, 51(2): 16-23.
- Ekşi, Z., (2019) Levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*) eti ve omurgasından hazır toz çorba üretimi ve kalitesinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Erdem, E., (2008). Tarhana üretiminde balık etinin kullanımı (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Gök, S. A., Sezgin, A. C., Yıldırım, F., (2017). Gastronomi alanında Maraş tarhanasının değerlendirilmesi. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 61-70.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M., (2008). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, 2. Baskı, Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Antalya, 359s
- Gümüş, T., Coşkun, F., (2008). Gıda güvenliğinde fermentasyonun önemi. *Türkiye*, 10, 1069-1072.)
- Karaman, E., Sezgin, A. C., (2021). Türk Mutfak Kültüründe Çorbalardaki Umumi Bileşikler. *Çatalhöyük Uluslararası Turizm ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (7), 1-15.)
- Lorcu, F., Bolat, B. A.(2012).Edirne İlinde Kırmızı Et Tüketim Tercihlerinin İncelenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi dergisi* 9(1):71-85.
- Rahman, M.A., Saifullah, M., İslam, M.N., (2012). Fish Powder in Instant Fish Soup Mix, *J Bangladesh Agril Univ*, 10 (1): 145-148.
- Turan, H.,Yalçın, K. A. Y. A., Sönmez, G., (2006). Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(3), 505-508.
- Wartha, G.C., (2012) .Preparation of fish soup powder from tilapia fish (*Oreochromis spp.*) and it's storage study, M. Sc. Thesis, Post Harvest Management, Maharashtra State, India, 107s.

**EVALUATION OF LOW TEMPERATURE HOT CORROSION (TYPE-II)
BEHAVIOR OF CALCIUM OXIDE (CaO) CONTAINING THERMAL BARRIER
COATINGS (TBCs) SYSTEMS**

KALSİYUM OKSİT (CaO) İÇERİKLİ TERMAL BARIYER KAPLAMA (TBCs)
SİSTEMLERİNİN DÜŞÜK SICAKLIK SICAK KOROZYON (TİP-II)
DAVRANIŞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yasin ÖZGÜRLÜK

Dr. Öğr. Üyesi, Bartın Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler
Bölümü, Optisyenlik Programı

*Dr. Lecturer, Bartın University, Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and
Techniques, Optician Program*

ORCID ID: 0000-0003-1121-5018

ÖZET

Otomotiv, havacılık, uzay ve deniz endüstrisi başta olmak üzere Kalsiyum oksit (CaO) ile stabilize edilmiş zirkonya esaslı termal bariyer kaplamalar (TBCs), yüksek sıcaklıklara dayanıklı kaplamalar olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tür kaplamalar genellikle endüstriyel gaz türbinlerinde ve jet motorlarında sıcak parçaların yüzeylerini korumak için kullanılırlar. Yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılan TBC sistemleri kullanım koşulları esasında oksidasyon, termal şok, CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ (CMAS) etkisi ve sıcak korozyon gibi hasar mekanizmalarına maruz kalmaktadır. Kullanılan yakıtların içerisinde bulunan safsızlıkların yüksek sıcaklıklarda kaplamalara verdiği zarar olarak nitelendirilen sıcak korozyon hasarı TBC sistemlerinde yaygın bir şekilde meydana gelmektedir. Sıcak korozyon davranışlarının incelenmesi, kaplamaların uzun ömürlü ve güvenilir bir şekilde çalışabilmesi için kritik öneme sahiptir. Sıcak korozyon, yüksek sıcaklıklarda (genellikle 500°C'nin üzeri) çalışan malzemelerin, oksijen, su buharı ve agresif tuzlar gibi ortam bileşenleri tarafından oluşturulan kimyasal reaksiyonlar sonucu zarar görmesini ifade eder. Bu tür koşullar altında kaplama malzemeleri ve temel alaşımlar, yüzeydeki oksidasyon, tuz birikintileri, sızdırmazlık kaybı gibi sorunlarla karşılaşabilir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, nikel esaslı bir süper alaşım malzeme olan Inconel 718 altlık malzeme üzerine CoNiCrAlY içeriğine sahip metalik esaslı bağ kaplama ve bağ kaplamanın üzerine CaO ile stabilize edilmiş zirkonya esaslı üst kaplama termal spreycaplama yöntemleri kullanılarak biriktirilerek TBC sistemleri üretilmiş ve üretilen TBC sistemleri yaklaşık 650°C sıcaklıkta %45 Na₂SO₄ ve %55 V₂O₅ tuz karışımları eşliğinde 1, 3 ve 5 saat boyunca izotermal sıcak korozyon testlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar taramalı elektron mikroskobu (SEM), X-Işını kırınım analizi (XRD) ve elementel haritalama analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak Korozyon, CaO-ZrO₂, Termal Bariyer Kaplamalar (TBCs), Termal Sprey Kaplamalar.

ABSTRACT

Otomotive, aviation, aerospace, and maritime industries, primarily among others, Calcium oxide (CaO) stabilized zirconia-based thermal barrier coatings (TBCs) are widely employed as high-temperature resistant coatings. Such coatings are commonly used to protect the surfaces of hot components in industrial gas turbines and jet engines. TBC systems utilized in high-temperature applications are exposed to damage mechanisms such as oxidation, thermal shock, the CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ (CMAS) effect, and hot corrosion based on usage conditions. Hot corrosion damage, referred to as the harm caused by impurities present in the used fuels to the coatings at elevated temperatures, occurs extensively in TBC systems. The investigation of hot corrosion behavior holds critical importance for coatings to operate reliably and have a prolonged lifespan. Hot corrosion pertains to the chemical reactions occurring due to environmental components such as oxygen, water vapor, and aggressive salts on materials operating at high temperatures (usually above 500°C). Under such conditions, coating materials and base alloys can encounter issues like surface oxidation, salt deposition, and loss of seal integrity. In this conducted study, Thermal Barrier Coating (TBC) systems were produced by using thermal spray coating methods on an substrat material called Inconel 718, which is a nickel-based superalloy. The TBC systems were built up by applying a metallic bond coating with CoNiCrAlY content onto the Inconel 718 substrate material, followed by a ceramic top coating stabilized with CaO on top of the bond coating. The produced TBC systems were subjected to isothermal hot corrosion tests at approximately 650°C temperature for 1, 3, and 5 hours, in the presence of 45% Na₂SO₄ and 55% V₂O₅ salt mixtures. The obtained results were assessed using scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction analysis (XRD), and elemental mapping analyses.

Keywords: Hot Corrosion, CaO-ZrO₂, Thermal Barrier Coatings (TBCs), Thermal Spray Coatings.

GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar havacılık, uzay, deniz ve otomotiv sanayisi başta olmak üzere birçok sanayide yüksek sıcaklık uygulamalarında süper alaşım malzemeler kullanılmaktadır (Ozgurluk, Doleker and Karaoglanli, 2018). Kullanım koşulları esnasında aşınma, oksidasyon, erozyon, termal şok ve kimyasal hasarlar gibi birçok hasar mekanizmasına maruz kalan bu malzemelerin kaybını en aza indirmek için birçok mühendislik alanında farklı çalışmalar yapılmaktadır. Karbürleme, nitrürleme, borlama ve alevle yüzey sertleştirme işlemlerinin yanı sıra kimyasal buhar biriktirme, fiziksel buhar biriktirme ve daldırma

yöntemi gibi farklı kaplama türleri kullanılarak yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılan malzemeler korunmaya çalışılmaktadır (Li, Liu and Ouyang, 2013; Doleker *et al.*, 2021; Mattei, Cozzarini and Bedon, 2022). Genel anlamda kaplamanın esas amacı, bir yüzeyin üzerine ince bir tabaka malzeme uygulanarak yüzeyi dış etkenlere karşı korumaktır. Bu dış etkenler oksidasyon, korozyon, kimyasal zararlar, aşınma, çizilme, ultraviyole (UV) ışınları ve hava koşulları gibi unsurları içerebilir. Örneğin, metal yüzeyler paslanmaya karşı korumak için kaplanabilir. Kaplamalar, estetik amaçlarla da kullanılır. Renk, desen veya doku eklemek, bir yüzeyi daha çekici veya hoş görünmesini sağlamak için kaplamaların dekoratif bir işlevi de vardır. Bu, iç mekanlar, dış cephe kaplamaları, mobilyalar, otomobiller ve daha birçok alanda görülür. Bazı kaplamalar özel işlevlere sahiptir (Martena *et al.*, 2006; Ebrahimzade, Haasler and Malzbender, 2021; Poursaeidi *et al.*, 2022). Örneğin, ısı yalıtımı sağlamak için kullanılan yalıtım kaplamaları, enerji tasarrufu amacıyla kullanılır. Kimyasal ve biyolojik koruma sağlamak için kullanılan kaplamalar, endüstriyel tesislerde, laboratuvarlarda ve hastanelerde kullanılır. Bu tür kaplamalar, kimyasal maddelere veya patojenlere karşı dayanıklılık sağlar. Bazı kaplamalar, yüzeylerin kayganlığını azaltmak veya kaymaları önlemek amacıyla güvenlik amacıyla uygulanır. Özellikle zemin kaplamaları bu amaçla kullanılır. Elektrikli cihazlarda veya endüstriyel ekipmanlarda, yüzeyin elektriksel özelliklerini değiştirmek için kaplamalar kullanılır. Örneğin, elektrik devre kartları üzerindeki lehim kaplamaları, elektriksel bağlantı sağlar. Yiyecek ve içecek ambalajlarında kullanılan kaplamalar, ürünlerin korunmasını ve ambalajın gıda güvenliği gereksinimlerini karşılamasını sağlar. Kaplamaların seçimi, uygulanacak yüzeyin türüne, kullanım amacına, çevresel koşullara ve bütçeye bağlı olarak değişir (Zhang *et al.*, 2017, 2018; Tan *et al.*, 2022). İyi seçilmiş bir kaplama, yüzeyin daha uzun ömürlü olmasını, daha iyi performans göstermesini ve estetik açıdan daha çekici olmasını sağlayabilir. Bu nedenle kaplama, birçok endüstri ve sektörde önemli bir teknolojik uygulama olarak kabul edilir. Son yıllarda özellikle yüksek sıcaklık uygulamalarında seramik kaplamalar ısı yalıtımı sağlamak amaçlı kullanılmaktadır. Türbin bıçakları ve motorların yanma odalarında kullanılan ve yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerin ısı izolasyonunu sağlamak amacıyla termal sprej kaplama yöntemleri kullanılarak altlık yüzeyine seramik malzemeler biriktirilmektedir (Uczak de Goes *et al.*, 2019; Cen, Qin and Yu, 2022; Kishore *et al.*, 2023). İlk defa 19. yüzyılda keşfedilen termal sprej kaplama yöntemlerinde kaplanacak olan malzeme ergimiş veya yarı ergimiş olarak altlık yüzeyine gönderilmesiyle kaplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Termal sprej kaplama ailesi, alev sprej, yüksek hızlı oksijen yakıt tekniği, vakum plazma sprej, atmosferik plazma sprej ve soğuk gaz dinamik sprej gibi çeşitlere ayrılmaktadır. Özellikle havacılık ve uzay sanayisinde kullanılan termal sprej kaplama yöntemleri sayesinde termal ısı izolasyonu sağlama amacıyla termal bariyer kaplamalar (TBCs) üretilmektedir. Süper alaşım altlık malzeme üzerine oksidasyonu önleyici metalik bir bağ kaplama ve onun üzerine de ısı izolasyonunu sağlayıcı seramik bir üst kaplama kaplanarak üretilen TBC sistemleri

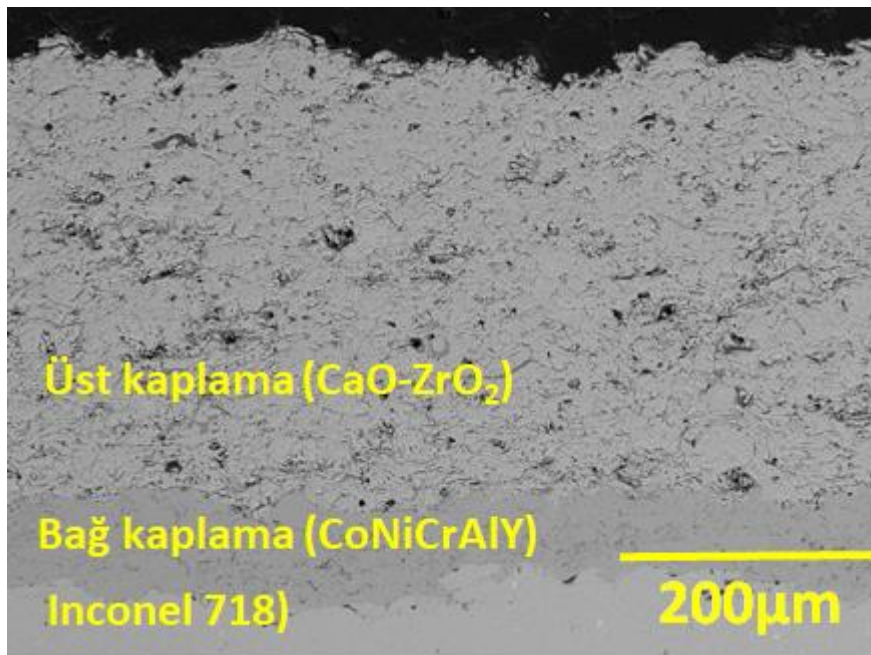
günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Tawancy *et al.*, 2015; Salehnasab *et al.*, 2016; Mourad *et al.*, 2023).

Gerçekleştirilen bu çalışmada ise, termal sprej kaplama yöntemlerinden yeni nesil bir kaplama tekniği olan yüksek hızlı oksijen yakıt (HVOF) tekniği kullanılarak nikel esaslı süper alaşım üzerine metalik bağ kaplaması ve onun üzerine de geleneksel bir termal sprej kaplama tekniği olan atmosferik plazma sprej (APS) tekniği ile seramik üst kaplaması biriktirilerek üretilen TBC sistemlerinin sıcak korozyon davranışları incelenmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

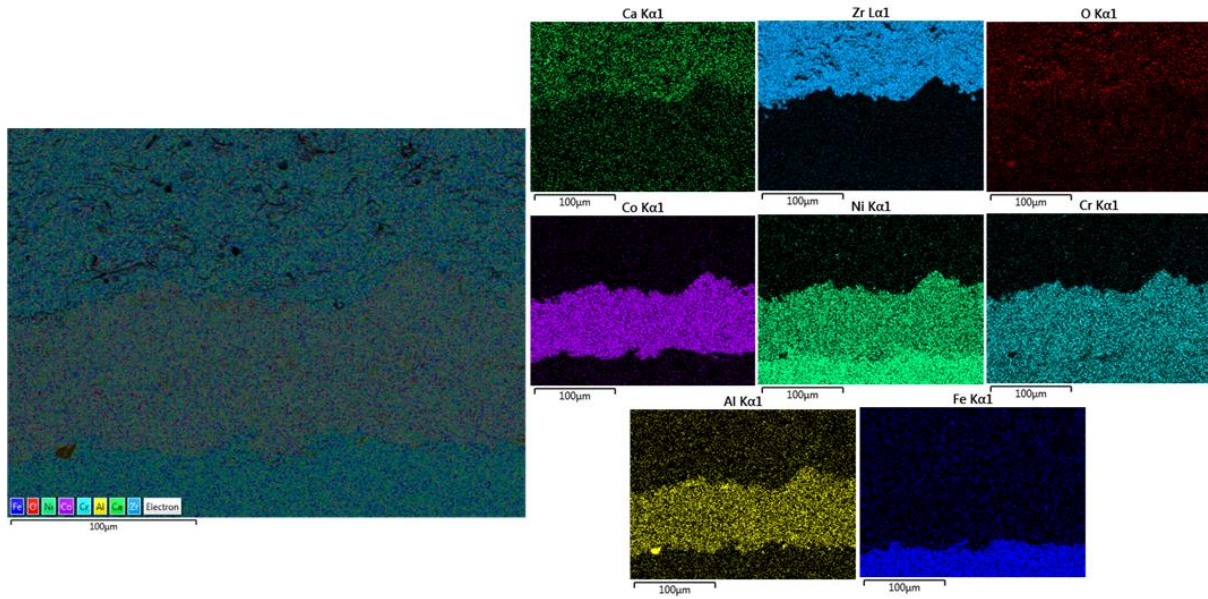
2.1.TBC Sisteminin Üretilmesi ve Karakterizasyonu

Termal sprej kaplama yöntemlerinden olan oksitsiz, porozitesiz ve oldukça yoğun bir kaplama üretimi sağlayan HVOF tekniği gerçekleştirilen bu çalışmada, seramik üst kaplamaya sahip TBC sistemlerinin metalik bağ kaplamasının üretilmesinde kullanılmıştır. Üretilen TBC sistemlerinin metalik bağ kaplama içeriği oksidasyona ve sıcak korozyona oldukça dayanıklı CoNiCrAlY içeriğine sahip metalik esaslı kompozit bir malzemedir. Altlık malzeme olarak 1 inç çapında ve 5mm kalınlığında nikel esaslı süper alaşım bir malzeme olan Inconel 718 kullanılmıştır. Inconel 718 altlık malzeme üzerine yaklaşık olarak 100µm kalınlığına sahip bağ kaplama HVOF tekniği ile biriktirilmesinin ardından geleneksel bir termal sprej kaplama tekniği olan APS yöntemiyle kalsiyum oksit ile stabilize edilmiş zirkonya CaO-ZrO₂ esaslı seramik üst kaplamalar yaklaşık 200µm kalınlığında olacak şekilde biriktirilmiştir. Üretilen TBC sistemlerine ait yüksek büyütmeyle sahip kesit SEM görüntüsü şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. CaO-ZrO₂ seramik üst kaplama içeriğine sahip TBC sisteminin ara yüzey SEM görüntüsü

Üretilen TBC sisteminin ara yüzey SEM görüntüsünde HVOF yöntemiyle üretilen CoNiCrAlY içeriğine sahip bağ kaplama yapısının oksitsiz ve porozitesiz bir mikroyapıya sahip olduğu CaO ile stabilize edilen ve APS yöntemiyle üretilen üst kaplama mikroyapısının ise oksitli, poroziteli ve laminar mikroyapıya sahip olduğu görülmektedir. Üretilen TBC sistemin elementel haritalama analizi ise, şekil 2’de verilmiştir.



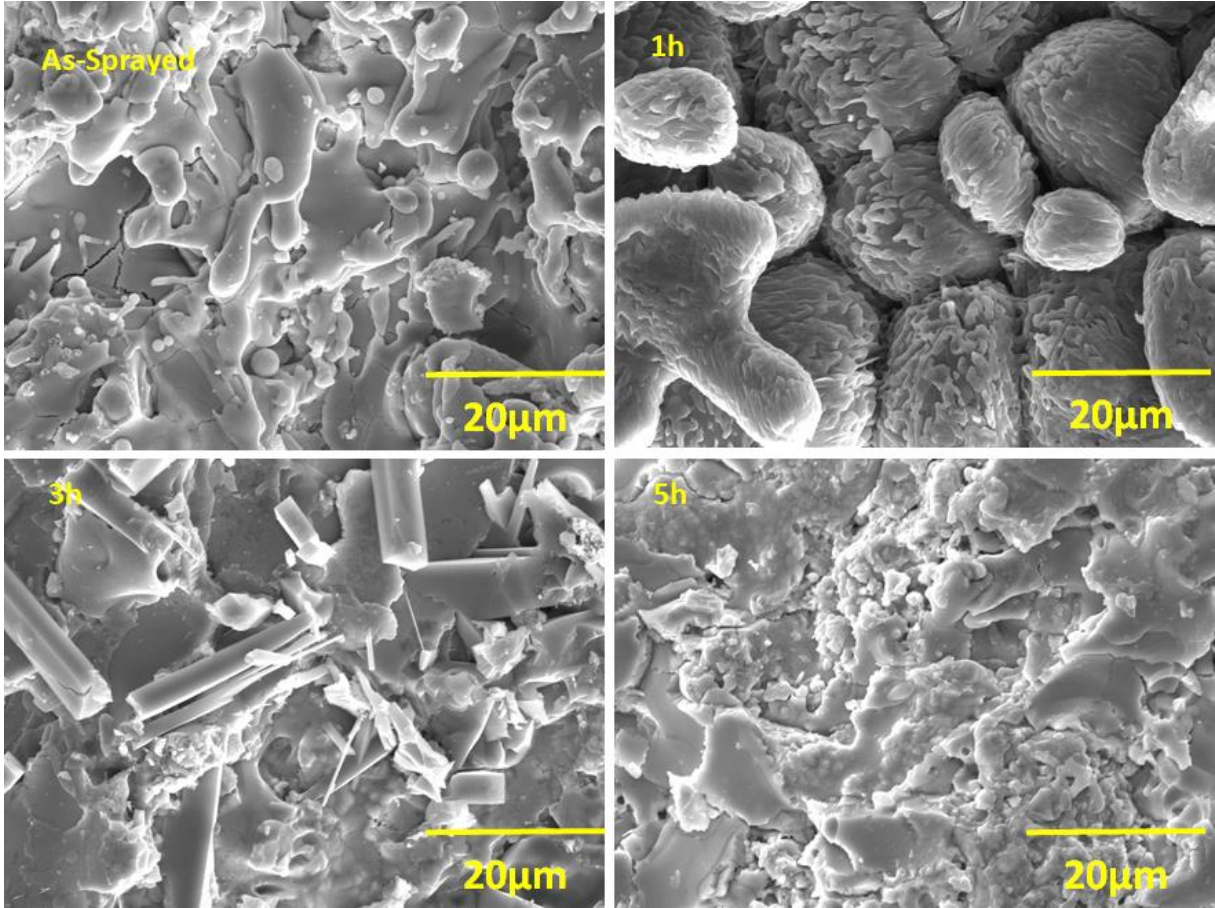
Şekil 2. CaO-ZrO₂ seramik üst kaplama içeriğine sahip TBC sisteminin elementel haritalama analizi

Elementel haritalama analizinde TBC sisteminin üst kaplama içeriğinde Ca, Zr ve O elementlerinin olduğu görülürken, bağ kaplama içeriğinde ise Co, Ni, Cr, Al ve Fe elementlerine yoğun bir şekilde rastlanılmaktadır. Gerçekleştirilen analizler neticesinde TBC sistemlerinin homojen ve yoğun bir şekilde üretildiği tespit edilmiştir.

2.2. Sıcak Korozyon Testleri ve Karakterizasyonu

HVOF ve APS teknikleri kullanılarak üretilen TBC sistemleri karakterizasyon işlemlerinin ardından 4 eşit parçaya bölünerek sıcak korozyon testlerine başlanmıştır. Sıcak korozyon testleri için düşük sıcaklık sıcak korozyon testleri gerçekleştirilmiştir. Düşük kaliteli yakıtların içerisinde bulunan Na₂SO₄ ve V₂O₅ korozyon tuzları ağırlıkça sırasıyla %45 ve %55 oranlarında karıştırılarak 4 eşit parçaya bölünen TBC sistemlerinin üzerine yaklaşık olarak 20mg ağırlığındaki tuz karışımları serpilmiş ve 650°C’de 1, 3 ve 5’er saatlik izotermal sıcak korozyon testleri gerçekleştirilmiştir. Sıcak korozyon testlerinden önce ve sonra TBC sistemleri üst yüzeyinden alınan SEM görüntüleri şekil 3’te verilmiştir. Sıcak korozyon testlerinden önce tamamen laminar mikroyapı da olan TBC sistemi ilerleyen korozyon

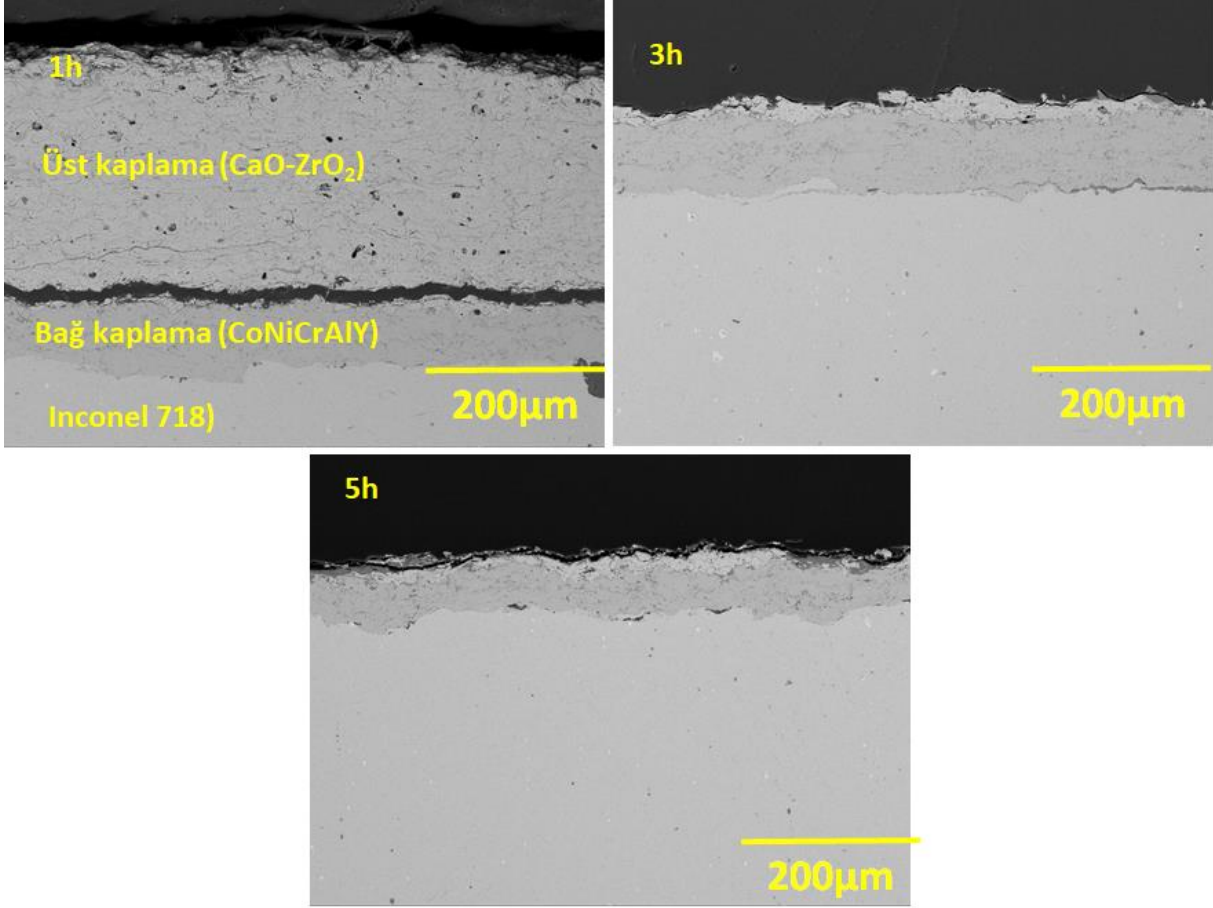
sürecine bağlı olarak yapı içerisinde uzun çubuksu yapılar oluşturmuştur. Korozyon tuzlarının ve sıcaklığın etkisiyle birlikte seramik üst kaplama yapısında faz değişimleri olduğu düşünülmüştür. Uzun çubuksu yapıların ilk 1 saatlik korozyon sürecinde oluşmaya başladığı 3 saatlik korozyon sürecinde tamamen belirginleştiği 5 saatlik korozyon sürecinde ise kaplamanın üst tabakasına oldukça hasar vererek yapıdan ayrıldığı görülmüştür.



Şekil 3. Sıcak korozyon testinden önce ve sonra TBC sistemlerinin üst yüzeyinden elde edilen SEM görüntüleri

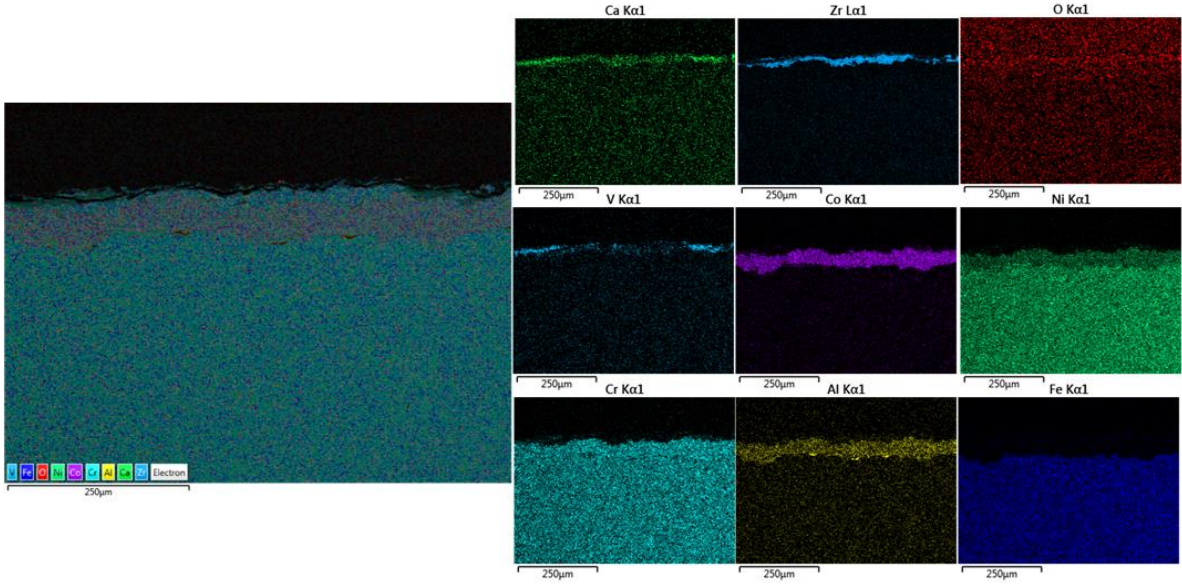
Şekil 4'te TBC sistemlerinin izotermal sıcak korozyon testleri sonrasında elde edilen ara yüzey kesit görüntüleri verilmiştir. 1, 3 ve 5 saatlik 650°C'de %55 V₂O₅ ve %45 Na₂SO₄ tuz karışımları eşliğinde gerçekleştirilen izotermal sıcak korozyon testlerinin ardından elde edilen ara yüzey SEM görüntülerinde ilerleyen korozyon sürecine bağlı olarak TBC sistemlerindeki hasar oluşumu görülmektedir. İlk 1 saatlik korozyon testinin ardından TBC sisteminin ara yüzeyinde çatlak oluşumu meydana gelmiştir. Sıcak korozyon hasar mekanizmasında ergiyen korozyon tuzları seramik üst kaplama tabakasında alt kısımlara sızarak TBC sistemi içerisindeki kaplama tabakalarıyla etkileşime girmektedir. 3 saatlik korozyon testinin ardından elde edilen görüntüde ise üst kaplama tabakasının sistem içerisinde ayrılmaya başladığı görülmektedir. 5 saatlik korozyon sürecinde ise, üst kaplama tabakasında çok fazla

incelme meydana gelmiştir. Üst kaplamanın yapı içerisinde ayrılması da sistemdeki bağ kaplamaya doğru korozyon tuzlarının ilerleyeceğini göstermektedir.



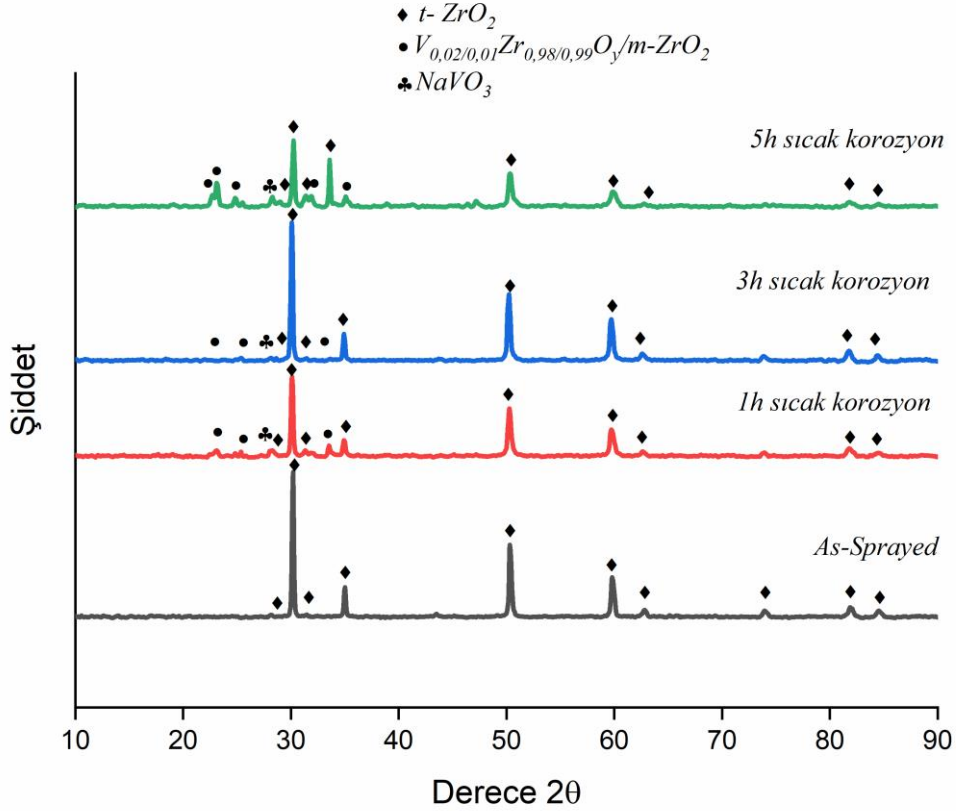
Şekil 4. Sıcak korozyon testleri sonrası TBC sistemlerinin ara yüzeyinden elde edilen SEM görüntüleri

Şekil 5'te sıcak korozyon testleri sonrasında TBC sistemlerinin ara yüzey kesit görüntüsünden elde edilen elementel haritalama analizi verilmiştir. 5 saatlik sıcak korozyon testi sonrasında elde edilen elementel haritalama analizinde CaO ile stabilize edilmiş zirkonya seramik üst kaplama malzemesine sahip TBC sisteminin üst kaplamasının yapıdan ayrıldığı görülmektedir. Zr ve Ca elementleri ile V elementinin etkileşim içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. V elementinin ara yüzeyin üst kısmında şerit halinde yayıldığı görülmektedir. bağ kaplama tabakasında ise korozyon tuzlarına rastlanılmamıştır. Bağ kaplama tabakasında ise yüksek sıcaklık etkisiyle oksidasyonun olduğu görülmektedir. Al ve Co elementinin oksijene karşı afinitesinin yüksek olmasından dolayı yoğun bir şekilde Al₂O₃ ve CoO tabakası oluşturduğu O, Al ve Co elementlerinin üst üste çakışmasından anlaşılmaktadır. Ni, Cr ve Fe elementlerinin yoğunluğunun ise değişmediği görülmektedir. 5 saatlik sıcak korozyon süreci üst kaplamaya ve bağ kaplamaya yeterince hasar verirken, Nikel esaslı süper alaşım altlık malzemede herhangi bir hasar oluşmadığı görülmektedir.



Şekil 5. Sıcak korozyon testleri sonrası TBC sistemlerinin ara yüzeyinden elde edilen elementel haritalama analizi

Şekil 6'da sıcak korozyon testleri öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen XRD analizi sonuçları verilmiştir. XRD analizi neticesinde sistemde meydana gelen faz değişimleri gözlenmektedir.



Şekil 6. Sıcak korozyon testleri öncesi ve sonrasında elde edilen XRD faz analizi

SONUÇ

Gerçekleştirilen çalışmada, Inconel 718 nikel esaslı süper alaşım altlık malzeme üzerine yaklaşık olarak 100µm kalınlığında CoNiCrAlY içeriğine sahip metalik bağ kaplama HVOF tekniği ile başarılı bir şekilde kaplanmıştır. Bağ kaplama üzerine ise, yaklaşık 200µm kalınlığına sahip CaO esaslı seramik üst kaplama malzemesi geleneksel termal sprey kaplama yöntemi olan APS tekniği ile başarılı bir şekilde kaplanarak TBC sistemleri üretilmiştir. Üretilen TBC sistemlerinin 650°C’de Tip-II sıcak korozyonu testleri 1, 3 ve 5 saat boyunca izotermal olarak atmosfer ortamı açık fırın içerisinde gerçekleştirilmiştir. Korozyon testleri için kullanılan ağırlıkça %55 V₂O₅ ve %45 Na₂SO₄ karışıma sahip 20mg’lık korozyon tuzları TBC sistemlerini hasara uğratmaya yeterli olmuştur. Testler sonrasında TBC sistemlerinin faz değişimine uğrayarak test öncesinde tamamen tetragonal fazda stabil halde bulunan üst kaplamanın faz yapısı değişerek stabilitesi bozulmuştur.

KAYNAKLAR

- Cen, L., Qin, W. Y. and Yu, Q. M. (2022) ‘The sintering and creep and cracking of thermal barrier coatings under thermal cycling’, *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 133, p. 105947. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2021.105947.
- Doleker, K. M. *et al.* (2021) ‘Oxidation and hot corrosion resistance of HVOF/EB-PVD thermal barrier coating system’, *Surface and Coatings Technology*. Elsevier B.V., 409(January), p. 126862. doi: 10.1016/j.surfcoat.2021.126862.
- Ebrahimzade, V., Haasler, D. and Malzbender, J. (2021) ‘Failure mechanism and lifetime of various laser-drilled APS-TBC systems under LCF conditions’, *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 127, p. 105526. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2021.105526.
- Kishore, K. *et al.* (2023) ‘Sigma phase embrittlement-induced failures of heat-resistant stainless steel traveling grate links’, *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 144, p. 106979. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2022.106979.
- Li, S., Liu, Z. G. and Ouyang, J. H. (2013) ‘Growth of YbVO₄ crystals evolved from hot corrosion reactions of Yb₂Zr₂O₇ against V₂O₅ and Na₂SO₄ + V₂O₅’, *Applied Surface Science*, 276(January), pp. 653–659. doi: 10.1016/j.apsusc.2013.03.149.
- Martena, M. *et al.* (2006) ‘Modelling of TBC system failure: Stress distribution as a function of TGO thickness and thermal expansion mismatch’, *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 13(3), pp. 409–426. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2004.12.027.
- Mattei, S., Cozzarini, L. and Bedon, C. (2022) ‘Experimental and Numerical Peeling Investigation on Aged Multi-Layer Anti-Shatter Safety Films (ASFs) for Structural Glass Retrofit’, *Symmetry*, 14(1). doi: 10.3390/sym14010162.

- Mourad, A. H. I. *et al.* (2023) 'Failure analysis of gas and wind turbine blades: A review', *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 146, p. 107107. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2023.107107.
- Ozgurluk, Y., Doleker, K. M. and Karaoglanli, A. C. (2018) 'Hot corrosion behavior of YSZ, Gd₂Zr₂O₇ and YSZ/Gd₂Zr₂O₇ thermal barrier coatings exposed to molten sulfate and vanadate salt', *Applied Surface Science*, 438, pp. 96–113. doi: 10.1016/j.apsusc.2017.09.047.
- Poursaeidi, E. *et al.* (2022) 'Cooling channel blockage effect on TBC and substrate behavior in a gas turbine blade failure', *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 141, p. 106682. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2022.106682.
- Salehnasab, B. *et al.* (2016) 'Hot corrosion failure in the first stage nozzle of a gas turbine engine', *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 60, pp. 316–325. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2015.11.057.
- Tan, L. G. *et al.* (2022) 'Study on fatigue life prediction of thermal barrier coatings for high-power engine pistons', *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 138, p. 106335. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2022.106335.
- Tawancy, H. M. *et al.* (2015) 'On the performance and failure mechanism of thermal barrier coating systems used in gas turbine blade applications: Influence of bond coat/superalloy combination', *Engineering Failure Analysis*. Pergamon, 57, pp. 1–20. doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2015.07.023.
- Uczak de Goes, W. *et al.* (2019) 'Suspension Plasma-Sprayed Thermal Barrier Coatings for Light-Duty Diesel Engines', *Journal of Thermal Spray Technology*. Springer New York LLC, 28(7), pp. 1674–1687. doi: 10.1007/S11666-019-00923-8.
- Zhang, B. *et al.* (2017) 'Life Prediction of Atmospheric Plasma-Sprayed Thermal Barrier Coatings Using Temperature-Dependent Model Parameters', *Journal of Thermal Spray Technology*. Springer New York LLC, 26(5), pp. 902–912. doi: 10.1007/S11666-017-0558-1.
- Zhang, W. W. *et al.* (2018) 'Self-Enhancing Thermal Insulation Performance of Bimodal-Structured Thermal Barrier Coating', *Journal of Thermal Spray Technology*. Springer New York LLC, 27(7), pp. 1064–1075. doi: 10.1007/S11666-018-0754-7.

MOBİL UYGULAMA İLE VANA KONTROLÜ
VALVE CONTROL WITH MOBILE APPLICATION

Mehmet Sinan MERCAN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering
ORCID ID: 0009-0001-7550-6116

Doç. Dr. Yücel KOÇYİĞİT

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering
ORCID ID: 0000-0003-1785-198X

Oğuz ÇİÇEK

ECA Valf A.Ş
ORCID ID: 0000-0001-5812-7192

Deniz CURA

ECA Valf A.Ş
ORCID ID: 0000-0002-8633-9181

ÖZET

Tüm canlıların hayatta kalabilmek için ihtiyaç duyduğu en temel madde sudur. İklim değişikliği, artan dünya nüfusu, enerji ve gıda talebindeki artış dünyanın birçok yerinde su kıtlığına ve kuraklığa neden olmaktadır. Bu sebeple 21. yüzyılın en önemli stratejik kaynaklardan biri su olmuştur. Ülkemizde ise 8. Beş yıllık kalkınma planında, su kaynaklarının yönetimi, geliştirilmesi ve korunmasını içeren ulusal sürdürülebilir su politikası oluşturulmuştur. Su kaynaklarının verimli kullanımının yanı sıra enerjinin de verimli kullanımı 21. Yüzyılın en önemli konularından bir diğeridir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada küresel vanaların uzaktan ve programlanabilir kontrolü ile su kaynaklarının verimli kullanımı ve elektrik tasarrufu hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda MIT App Inventor platformundaki Android tabanlı cihazlarda kullanılmak üzere bir program yazılımı oluşturulmuştur. Gerçek zamanlı saha testleri ile kullanıcılara su küresel vanalarını kolay ve verimli bir şekilde kontrol etme imkânı sunulmuştur. Bu çalışmada uygulamanın tasarımı ve işlevleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Benzer çalışmalarda genel olarak solenoid vanaların kullanıldığı görülmüştür. Solenoid vanalarda, su akışını sağlamak ve kesmek amacıyla içinde bir pim ya da disk bulunur. Bu

pimin arka kısmında bulunan yay, pime sürekli baskı uygular. Su akışına izin verebilmek için pimin, bir elektromanyetik bobin tarafından sürekli olarak çekilmesi zorunludur. Bu yüzden bobin sürekli elektrik enerjisi sarf etmektedir. Solenoid vanalar hızlı açma-kapama gereken çalışmalar için daha uygundur.

Çalışmamızda redüktörlü DC motor ve küresel vana kullandığımız için, sadece vanayı açma veya kapatma işleminde fazlaca güç çekilir. Ancak vana açık konumda iken wifi bağlantısı haricinde güç çekmediği için solenoid vanaya kıyasla daha az enerji harcanmaktadır. Bir solenoid vanaya daha göre yavaş çalışmaktadır ancak evsel uygulamalarda hızın bir etkisi yoktur.

Uygulama, kullanıcı dostu bir arayüz sunarak kullanıcıların su vanalarını etkin bir şekilde yönetmelerini sağlamaktadır. Giriş ekranı ise kullanıcıların hesaplarına güvenli bir şekilde erişmelerini imkân tanımaktadır. Uygulama kullanıcılara enerji tasarrufu sağlayan deepsleep (ECOmode), zamanlayıcı (timer) ve wifi yönetimi gibi ek fonksiyonlara erişim imkânı verir. Uygulama içerisinde yer alan deepsleep özelliği, güç tüketimini azaltarak enerji tasarrufu sağlar. Zamanlayıcı özelliği ise vanaların belirlenen zamanlarda açılıp kapanmasını otomatik olarak gerçekleştirir, böylece su kullanımını planlamada yardımcı olur.

Bu çalışmada My Valve Controller mobil uygulamasının su yönetimi konusunda sağladığı katkılar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Uygulama, kullanıcıların su kaynaklarını etkin bir şekilde kontrol etmelerine olanak tanırken, enerji ve su tasarrufu sağlama amacını da desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel vana, Enerji, Su Tasarrufu, Enerji Tasarrufu, Valf, Vana, MIT App Inventor

ABSTRACT

Water is the most fundamental substance necessary for the survival of all living organisms. Climate change, population growth, and increased energy and food demand have caused water scarcity and drought in many parts of the world. Therefore, water has become one of the most important strategic resources of the 21st century. In our country, a national sustainable water policy was established in the 8th Five-Year Development Plan, which includes the management, development, and conservation of water resources. In addition to the efficient use of water resources, the efficient use of energy is another important issue in the 21st century.

This study aims to achieve efficient use of water resources and electricity savings through remote and programmable control of global water valves. For this purpose, program software designed for Android on the MIT App Inventor platform was developed. Real-time field tests

provide users with an easy and efficient method to control water valves. This study examined the design and functionalities of the application in detail.

Solenoid valves are commonly used in similar studies. Solenoid valves contain pins or disks to control water flow. There is a spring at the back of this pin that applies constant pressure to the pin. To allow water to flow, the pin must be constantly pulled by an electromagnetic coil. Therefore, the coil continuously consumes electrical energy. Solenoid valves are more suitable for fast-opening and closing operations.

In this study, because we used a geared DC motor and globe valve, excessive power was drawn only during the process of opening or closing the valve. In other words, no power is consumed, except for the power required for the Wi-Fi connection when the valve is open. It operates slower than a solenoid valve, but the speed does not have a significant impact on domestic applications.

The application provides users with a user-friendly interface to manage their water valves effectively. A login screen allows users to access their accounts securely. The application provides access to additional functions, such as deep sleep (ECO mode), timer, and Wi-Fi management, enabling users to save energy. The deep-sleep feature in the application reduces power consumption and enables energy savings. The timer feature automatically opens and closes valves at predetermined times, thereby assisting in water usage planning.

This study presents the contributions of the My Valve Controller mobile application to water management. This application allows users to effectively control their water resources while supporting the goals of energy and water conservation.

Keywords: Ball Valve, Energy, Energy saving, Water Saving, Valve, MIT App Inventor

GİRİŞ

Yapılan çalışma “Mobil Uygulama Tasarımı”, “Veritabanı”, “Vana” olmak üzere 3 ana başlık altında anlatılacaktır. Yukarıda bahsedilen 3 ana elemanın temel çalışma sisteminde hem mobil uygulama hem vana veritabanı üzerinden internet bağlantısı vasıtasıyla birbirleriyle iletişim kurmaktadır. Buna benzer çalışmalarda da benzer veya aynı iletişim yöntemleri kullanılmıştır.

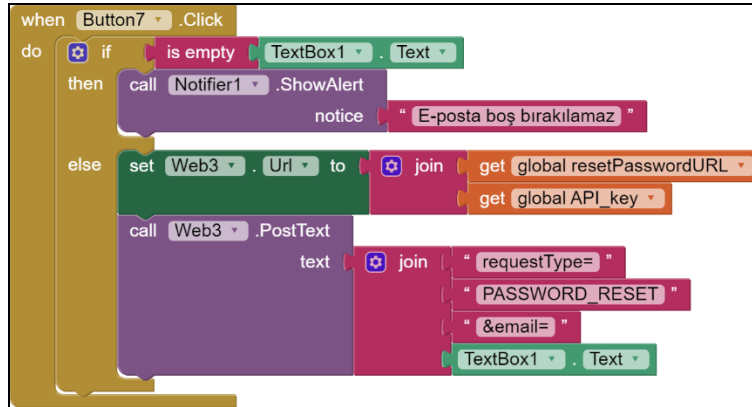
1.1. Mobil Uygulama Tasarımı

Günümüzde yaygınca kullanılmakta olan, kendine özel işletim sistemleri ve farklı özellik kombinasyonuna sahip olan akıllı cihazlarımızın, yani kısaca telefonlarımızın işletim sistemleri çoğu firmanın tercih etmiş olduğu gibi Android tabanlı olmaktadır [1]. Öte yandan Apple vb. firmalar Android işletim sisteminden farklı işletim sistemleri kullanabilmektedir. Tüm bu cihazlar, farklı işlevleri yerine getirebilmesi için kullanıcının sonradan cihaza yükleyebileceği

yazılımları çalıştırabilme yeteneklerine sahip olacak şekilde tasarlanmışlardır. Bahsetmiş olduğumuz bu yazılımlar Android cihazlar için APK (Android Package Kit) dosya uzantılı olup farklı işletim sistemlerinde farklı dosya uzantıları olabilmektedir (Örn: IOS için IPA gibi). Bu yazılımlar uygulama tasarım araçları tarafından tasarlanmaktadır.

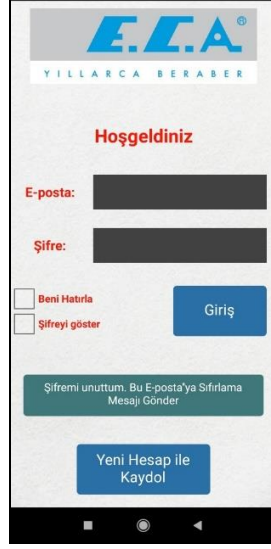
Çalışmamızda; Google tarafından ortaya çıkarılan ve sonrasında Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından geliştirilen, özgür bir uygulama geliştirme aracı olan MIT App Inventor kullanılmıştır [2]. MIT App Inventor, bir uygulama tasarlamak için başlangıç seviyesi olarak kabul edilebilmektedir. Kod blokları kullanıldığından uygulamaların algoritmaları daha kolay, daha anlaşılır ve daha önemlisi farklı bir yazılım dili öğrenilmesine gerek kalmamaktadır.

Uygulamanın arayüz ve algoritma tasarımı her sayfa için ayrı ayrı yapılmaktadır. Sayfalar arasında “açılış” ve “kapanış” bilgileri sayesinde iletişim kurulmaktadır. Bazı bloklar birbirinden bağımsız çalışırken bazıları birbirini tetiklemektedir. Genellikle button gibi işlevleri gerçekleştiren bloklar bağımsız çalışmaktadır (Şekil 1).



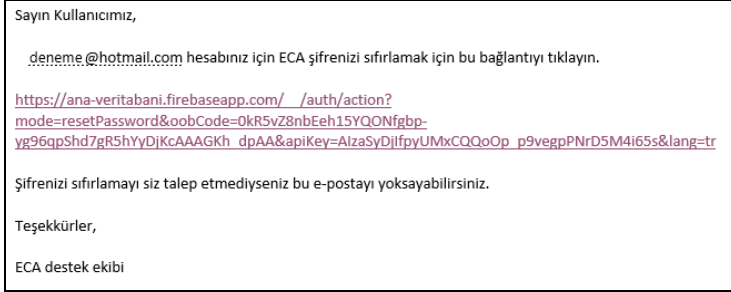
Şekil 1. Button7'ye basıldığında çalışacak kod bloğu

Kod blok arayüzü ve sürükle-bırak desteği sayesinde algoritmalar verimli, kolay, anlaşılır şekilde oluşturulabilmektedir. Benzer şekilde kullanıcıların uygulamayı kullanırken karşılaştıkları arayüz, sürükle-bırak metodu ile tasarlanmaktadır. Yatay ve dikey düzenleyiciler kullanılarak button, kaydırmalı switch, yazı kutucukları vb. elemanlar getireceği lokasyonlara yerleştirilir.

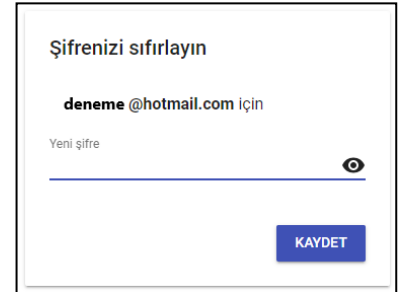


Şekil 2. Uygulama giriş sayfası

Uygulamanın açılışında Şekil 2’de görüldüğü gibi bizi giriş ekranı karşılamaktadır. Hesaba giriş yapmak için e-posta ve şifre yazılıp giriş butonuna tıklanır. Eğer şifre unutuldu ise “şifremi unuttum” butonuna tıklanılabilir. Bu sayede üst kutucukta yazmakta olan e-posta adresine şifre sıfırlama maili gönderilmiş olur (Şekil 3). Sıfırlama maili içerisindeki linke tıkladığında internet tarayıcısında yeni şifrenin belirlenmesi için sayfa açılır (Şekil 4).



Şekil 3. Sıfırlama maili



Şekil 4. Sıfırlama sayfası

Eğer kayıtlı bir hesap yok ise kaydol butonuna tıklanır ve kaydolma sayfası açılır. Şekil 5’teki kayıt sayfasında e-posta ve şifre girilerek sisteme kayıt yapılır ve e-postamıza doğrulama maili gelir. Gelen mail içerisindeki linke tıklanarak doğrulama yapılır (Şekil 6). Bu doğrulama yapılmadığı takdirde giriş yapılamaz.

Kayıt İçin E-posta Adresinizi Giriniz
E-postanızı girin

Girişte Kullanacağınız Bir Şifre Belirleyiniz
Şifrenizi giriniz

Şifreyi göster

Kaydol

Şekil 5. Hesap kayıt sayfası

E.C.A.
YILLARCA BERABER

Cihazlarım

Cihaz ekle

Sunucuya kayıt tamamlandı. ✓

Şekil 6. Ana sayfa (ilk giriş)

Giriş yapıldığında hesabımız ile eşleşmiş olan vanaların olduğu Şekil 7’deki “Ana Ekran” karşımıza çıkmaktadır. Ana ekranda kayıtlı her vananın ayarlar butonu, vananın durumunu gösteren yazısı, vananın ismi ve vanayı açıp kapatan kaydırmalı switch'i bulunmaktadır. Ana ekranın tasarımı sebebiyle bir hesaba en fazla 10 adet vana kaydedilebilmektedir. Buna karşın “Cihaz ekle” butonuna basılması suretiyle açılan sayfa ile 10 adetten fazla cihaz kaydedilebilir fakat bu fazladan cihazlar veritabanına kaydedilse bile uygulama arayüzünde görüntülenememektedir. Bu hatanın önüne geçebilmek için kod blokları ile özel fonksiyon oluşturulmuştur. Bahsedilen fonksiyon vana sayısını sayar. Eğer vana sayısı 10 adet olmuş ise “Cihaz ekle” butonunu devre dışı bırakır ve daha fazla vana eklenemez.

E.C.A.
YILLARCA BERABER

Cihazlarım

Vana Açık Ev

Vana Açık İşyeri

Vana Kapalı Bahçe

Cihaz ekle

Şekil 7. Uygulama ana sayfa

Vana Ekle

Vanaya bir isim veriniz

İsim Giriniz:

Ürün üzerindeki Vana ID numarasını giriniz

Vana ID Numarasını Gir

Ekle

Şekil 8. Yeni vana kayıt sayfası

Ana ekranın altında “Cihaz ekle” tuşuna basıldığında Şekil 8’deki vana ekleme sayfası açılır. Bu ekranda eşleştirilecek vanaya bir isim verilmesi ve her vanaya özel olan Vana ID numarası istenmektedir. (Vana ID numarası ürünün üzerinde yer alacaktır.) Bu bilgiler girildiğinde uygulama veritabanı’na eşleşme isteği gönderir. Eğer vana tarafından 60 saniye içerisinde geri cevap gelmezse eşleşme isteğini iptal eder.



Şekil 9. Ayarlar sayfası

Her vananın sol kısmında bulunan “Ayarlar” butonu ile seçili vananın ayarlar Şekil 9’daki sayfası açılır. Ayarlar sayfasında deepsleep (ECOMode), wifi bilgi ve sıfırlama, zamanlayıcı(timer), vana silme vb. gibi ek Fonksiyonlarını yerine getiren arayüzler bulunmaktadır.

Deepsleep,, vanayı belirli aralıklarla uykuya yatırarak güç tüketiminin azaltılmasını ve aynı zamanda veri tasarrufunu amaçlamaktadır. Bu sayede vana elektrik erişiminde zorluk olan ya da internetin kısıtlı olduğu koşullarda avantaj sağlamaktadır. Mesela bir batarya ile uzun bir müddet vana kullanılabilir. Denetleme süresi arttırılarak tasarruf daha da arttırılabilir. Buna karşın vananın tepki gösterme süresi de uzayacaktır.

Wifi kısmında wifi bilgileri gösterilmektedir. İstenildiği durumda wifi bilgileri sıfırlanabilir. Wifi bilgileri sıfırlanırken vananın yanında olunması önerilir. Çünkü wifi ağı seçilmesi için telefonun, vanaya ait olan ağa bağlanıp ayarlamalar yapılmalıdır. Bu ayarlamalar “wifimanager” kütüphanesi altında Vana başlığında incelenmiştir.

Zamanlayıcı etkinleştirildiğinde vananın açılma ve kapanma zamanları karşımıza çıkmaktadır. Vana bir gün içerisinde bir defa açılıp bir defa kapanabilmektedir. Mesela vanayı bir bahçe sulama sistemine bağlayarak günlük sulama yapılabilmektedir. Suyu açma ve kapama tam olması gereken zamanda olduğu için gereksiz su kullanımının önüne geçilmiş olur ve su tasarrufuna destek sağlar.

Vanayı hesabımız üzerinden kaldırmak istediğimizde “vanayı kaldır” butonuna basarak kaldırılabilir. Vana kaldırıldığında vananın ayarları sıfırlanır.

Bahsetmiş olduğumuz tüm fonksiyonlar veritabanına veri göndererek veya veri olarak çalışır. Veriler REST API iletişim arayüzü aracılığıyla aktarılır. REST API'nin nasıl çalıştığı ayrıntılı olarak veritabanı bölümünde açıklanmıştır. Mobil uygulamamızda REST API'nin kullanılabilmesi için gerekli ayarlamalar ve iletişim yöntemleri “web” eklentisi üzerinden sağlanmaktadır. Girilecek olan parametreler kod blokları halinde uygulama içerisine entegre edilmiştir.

1.2. Veritabanı

Veritabanı, temelde yapılandırılmış bilgi veya verilerin depolandığı alanlardır. İnternete erişim gereken her uygulama iletişim kurabileceği, verilerini depolayabileceği veritabanlarına ihtiyaç duymaktadır [3]. Veriler, farklı dosyalama sistemleri ile veya sadece nesnelere ile kayıt altında tutulabilmektedir. Nesnelere, aslında bildiğimiz değişkenlerdir. Nesne yapısındaki değişkenler bir liste şeklinde değil tıpkı bir ağaç gibi dallı yapılara sahiptir. Bu sayede değişkenler sınıflandırılabilir.

Çalışmamızda Google'ın Firebase platformu altında kullanıcılarına sunmuş olduğu “Realtime Database” veritabanı kullanılmıştır. Firebase platformu cloud storage, hosting, firestore vs. gibi daha birçok hizmet sunmaktadır. Çalışmamızda ayrıca realtime database ve firebase authentication hizmetleri kullanılarak gereken şartları sağlandı.

Realtime database, bütün verileri JSON (JavaScript Object Notation) objesi olarak tutar. Veriler, yani değişkenler ve değerleri uygulama ve vana tarafından okunur, gerekli işlemler yapılır ve gerekli ise cevap olarak değerlerde değişiklik yapılır. Değişkenler string, number ve boolean tiplerinde tutulabilir. Çalışmamızda karışıklık olmaması için tüm veriler string tipinde tutulmaktadır.

Tüm bu verilerin kötü amaçlı kişiler tarafından ele geçirilmemesi için ve her kullanıcının sadece kendisine ait verileri erişebilmesi için bir güvenlik takip sistemi ya da güvenlik duvarı kullanılmalıdır. Firebase Realtime Database platformunda bu güvenlik ihtiyacı “database rules (veritabanı kuralları)” ile bağlantılı olarak Firebase Authentication (kimlik doğrulama) sağlamaktadır.

Database rules sekmesinde, veritabanındaki hangi verilerin hangi kullanıcılar tarafından erişebileceği yazılmaktadır. Bu kurallara göre okuma-yazma işlemlerini Firebase authentication yönetmektedir. Firebase authentication iletişim arayüzü olarak REST API kullanılmaktadır.

1.2.1. REST API

REST API (Representational State Transfer Application Programming Interface), uygulamaların farklı platformlar arasında veri iletişimi yapmasını sağlayan bir yazılım arayüzüdür [4]. REST, web tabanlı hizmetler arasında veri alışverişi yapmak için kullanılan bir mimari stildir. REST API, istemci ve sunucu arasındaki iletişimi HTTP protokolü

üzerinden gerçekleştirir ve genellikle JSON veya XML gibi veri formatları kullanılarak veri taşır. Projemizde REST API arayüzüyle verilerle ilgili işlemler yapılırken HTTP protokolüne ait 3 method kullanılmıştır.

GET: Bu yöntem, belirtilen kaynağın (URL) okunmasını sağlar. Sunucu, kaynağın verilerini istemciye gönderir. Örneğin, veritabanından verileri okumak için kullanılır.

POST: Yeni bir kaynak oluşturmak veya verileri sunucuya göndermek için kullanılır. İstemci, POST isteğiyle veriyi sunucuya ileterek yeni bir kaynak oluşturabilir. Örneğin, yeni bir kullanıcı hesabı oluşturmak için kullanılır.

PUT: Bu yöntem, belirli bir kaynağın var olan verilerini güncellemek veya kaynağı tamamen değiştirmek için kullanılır. İstemci, PUT isteğiyle veriyi sunucuya ileterek varolan bir kaynağı güncelleyebilir. Örneğin veritabanına veri göndermek için kullanılır.

Tüm bu yöntemler App Inventor arayüzünde bulunan “Web” eklentisi vasıtasıyla kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10: App Inventor Web bileşeni

“Web” eklentisini kullanabilmek için iki ayarlama yapılması gerekmektedir. İlk ayarlama “URL” yani veritabanının adres ayarlamasıdır. Veritabanına ait olan <https://ana-veritabani-default-rtdb.firebaseio.com> adresinin sonuna “/” işareti ile klasör yolu belirtilerek ve sonuna .json uzantısını ekleyerek erişim sağlanır. Örneğin /kullanici/user1/timer.json gibi. Lakin veritabanı güvenlik korumalı olduğu için kimlik doğrulama ile ilgili bilgilerde girilmelidir. Firebase Authentication sisteminde erişim anahtarı olarak IdToken kullanılmaktadır.

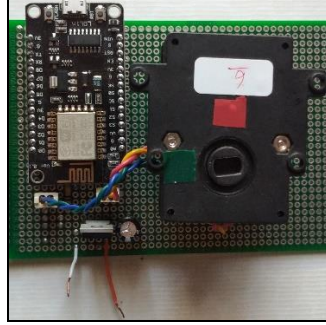
IdToken, kullanıcının oturum açtığı veya kimlik doğrulama işlemi tamamladığı zaman üretilen bir JWT (JSON Web Token) türüdür. Bu token, kullanıcının kimlik doğrulama işleminin geçerliliğini doğrulamak için kullanılır.

Oturum açıldıktan sonra alınan IdToken 1 saat boyunca kullanılabilir. Bu token veritabanının URL’sinin sonuna eklenerek kullanılmaktadır. Örneğin <https://ana-veritabani-default-rtdb.firebaseio.com/UID/vanalar.json?auth=IdToken> gibi.

1.3. Vana

Kullanıcıya yönelik sunulmuş, Şekil 11’de görülen ESP8266, Küresel vana, Motor, Motor sürücünden oluşan tek bir kompakt yapıda tasarlanmış olan akıllı vana yapısı, su geçişinin

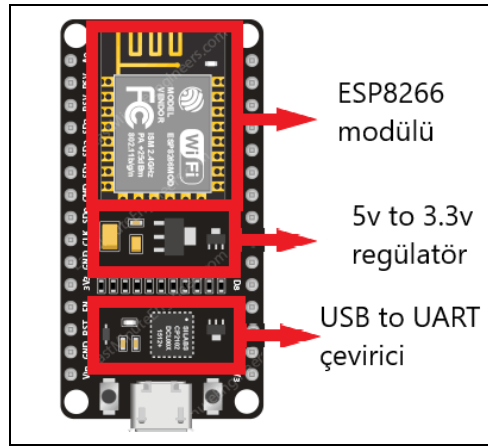
kontrolünü sağlamak için boru giriş-çıkış uçları, çalışması için gerekli gücü 4-15 volt adaptör ile sağlanmaktadır.



Şekil 11. Akıllı vana prototipi

1.3.1. ESP8266 Nodemcu

Piyasada bulunan eğitim, endüstriyel, tıbbi vb. için proje geliştirmede kullanılan birçok gömülü sistem kart ve modülleri bulunmaktadır. Gömülü sistemler genellikle tek bir işlevi veya sınırlı bir işlev kümesini yerine getirmek üzere tasarlanmış ve özelleştirilmiş bir bilgisayar sistemleridir. Bir gömülü sistem olan ESP modülleri, sensör ağları, akıllı ev cihazları, uzaktan izleme sistemleri, otomasyon projeleri, hava durumu istasyonları gibi birçok farklı uygulama alanında kullanılabilir [5]. Çoğunlukla ESP8266 ve ESP32 modelleri ve türevleri yaygındır.



Şekil 12. ESP8266 Nodemcu kartı

Şekil 12'deki Nodemcu kartı, üzerinde ESP8266 modülü bulunduran açık kaynak kodlu, ufak boyutlu elektronik geliştirme kartıdır. Projemizde wifi bağlantısı, I/O pin sayıları, işlemci ve hafıza kapasitesi gereksinimlerini karşılamada ESP8266 uygun maliyetli bir çözüm olmuştur.

Nodemcu kartı üzerindeki ESP-12E modülünün içerisinde ESP8266EX kodlu ana işlem çipi, flash hafıza çipi, osilatör, dahili anten ve gerekli devre elemanları bulunmaktadır. 3.3 volt gerilim ile çalışmaktadır. Bilgisayardan yüklenen kodlar flash hafıza içerisinde tutulur. Flash

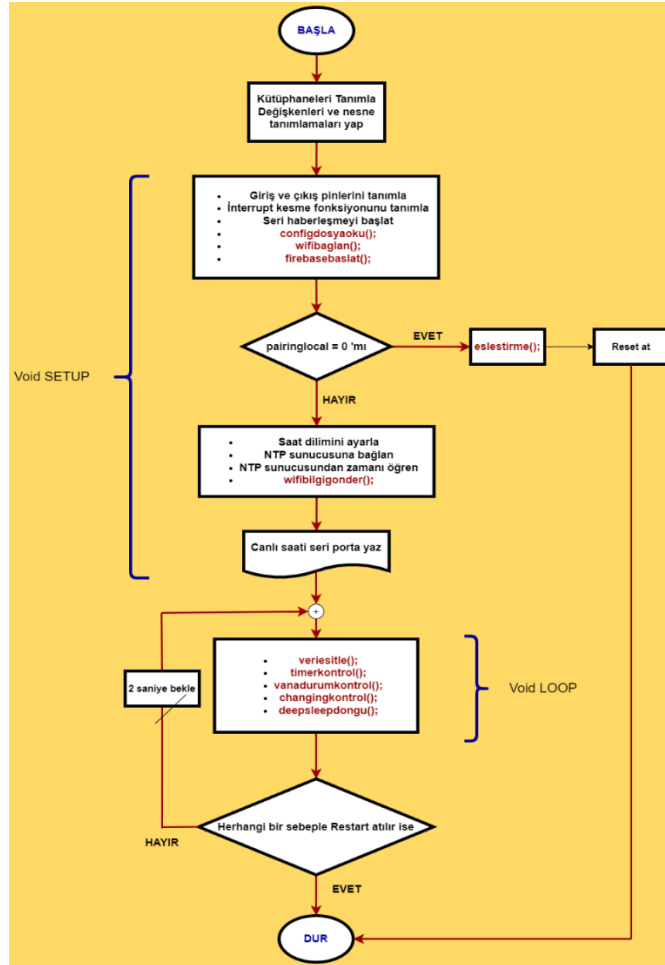
hafıza aynı zamanda LittleFS dosya sistemi ile kullanıldığında 4 MB'a kadar (işletim sistemi dosyaları da dahil) depolama birimi olarak kullanılabilir.

USB üzerinden modülün çalışması için gerekli 3.3 voltluk güç beslemeyi regülatör sağlamaktadır. USB üzerinden gelen 5 volt gerilim 3.3 volta düşürülmektedir.

Bilgisayardan ESP kartına kod yüklemek için Arduino IDE programı kullanılmaktadır. Bilgisayar USB protokolünü, ESP modülü UART protokolünü kullanır. Aradaki köprü vazifesini çevirici bir çip üstlenir. Nodemcu kartlarında CP2102 veya CH340 çipleri USB-UART dönüşümü için kullanılır.

1.3.1.1. ESP8266 Yazılım Kodları

Arduino IDE programı C ve C++ programlama dillerini kullanmaktadır. C veya C++ dillerinde yazılmış kodlar ESP kartına yükleneceği zaman hex kodlarına dönüştürülür. Hex kodları USB üzerinden binary sistem ile çevirici çipe aktarılır. Çip gelen veriyi UART protokolü ile ESP modülüne iletir. ESP modülü gelen veriyi flash hafızasına yazar. Böylelikle ESP kartına kod yüklenmiş olur. Nodemcu karta güç verildiği sürece yüklenmiş olan koda göre yapması gereken işlem ve kontroller yapılır.



Şekil 13. ESP modülüne yüklenen kodların akış şeması

Şekil 13'te belirtilen akış diyagramı, ESP modülünün nasıl bir mantıkta çalıştığını göstermektedir. Sıradaki bölümde ESP modülüne yüklenen koddan ve çalışma algoritmalarından bahsedilecektir.

```
my_valve_version_15.ino
1 #include <FirebaseESP8266.h> //Firebase isimli veritabanı sunucusuna bağlanmak için gerekli kütüphane
2 #include <ESP8266WiFi.h> //WIFIye bağlanmak ve internete erişim için gerekli kütüphane
3 #include <WiFiManager.h> //WIFI ağının android cihazdan seçilmesini ve ayarların otomatik yapılması için gerekli kütüphane
4 #include <NTPTClient.h> //İntrenetten canlı saati öğrenmek için gerekli kütüphane
5 #include <WiFiUdp.h> //<NTPTClient.h> kütüphanesinin çalışabilmesi için gerekli kütüphane
6 #include <Arduino_JSON.h> //Databaseden çekilen JSON verilerinin işlenmesinde gerekli kütüphane
7 #include <LittleFS.h> //Flash hafızadaki configuration dosyasını okuma yazma işlemleri için gerekli kütüphane
8
9 #include <addons/TokenHelper.h> //<FirebaseESP8266.h> kütüphanesini kullanarak eposta-sifre ile giriş yapabilmek için gerekli eklentiler
10 #include <addons/RTDBHelper.h> //<FirebaseESP8266.h> kütüphanesini kullanarak eposta-sifre ile giriş yapabilmek için gerekli eklentiler
11
12 #define API_KEY "AIzaSyDjIfpyUwxQQoOp_p9vegpPnrD5M4i65s" //Databaseye erişim için kullanılan APIKEY
13 #define DATABASE_URL "ana-veritabanı-default-rtdb.firebaseio.com" //Databasein adresi
14 String USER_EMAIL; //Databaseye giriste kullanılan eposta
15 String USER_PASSWORD; //Databaseye giriste kullanılan sifre
16
17 String epostalocal; //Config dosyasında okuma yazma için eposta
18 String passwordlocal; //Config dosyasında okuma yazma için sifre
19 String vanaumberlocal; //Vana numarasını belirten değişken
20 String pairinglocal; //Vananın bir hesap ile eşleşmiş olup olmadığını belirtir
21
22 uint32_t chipid; //Vana ID numarasını tutan değişken
23
24 String path; //Databaseye okuma yazma için gerekli yolu belirtir
25 String data; //Databaseden gelen JSON veriyi String tipinde tutar
26
27 JSONVar data_json_type; //Databaseden gelen JSON veriyi JSON tipinde tutar
28
29 File dosyam; //dosyam nesnesi Flash hafızadaki .txt dosyasını belirtir
30
31 FirebaseData veritabanim; //veritabanim nesnesi databaseye okuma yazmada kullanılır
32 FirebaseAuth auth; //auth nesnesi eposta ve sifre ile giriste kullanılır
33 FirebaseConfig config; //config nesnesi gerekli ayarlamalar için kullanılır
34
35 WiFiManager wm; //wm nesnesi wifimanager özelliğinin çalışmasında kullanılır
```

Şekil 14. Kütüphane ve değişken tanımlamaları

Kütüphaneler, yazılım geliştirme süreçlerinde kullanılan, belirli işlevleri gerçekleştirmek veya belirli görevleri yerine getirmek için önceden yazılmış kodların veya işlevlerin toplandığı bir koleksiyondur. Bu kodlar, geliştiricilere belirli işlevleri yeniden yazmak zorunda kalmadan kullanma ve entegre etme olanağı sağlar. Projemizde kullanılan kütüphaneler (kod öbekleri) wifi fonksiyonları, flash hafıza yönetimi, veritabanı bağlantısı, internet saati gibi özelliklerin kullanılabilmesi için tanımlanmıştır (Şekil 14). Bu kütüphaneler sayesinde gerekli fonksiyonlar çağırılarak işlemler yapılabilir.

Bahsedilen fonksiyonların, algoritmaların çalışabilmesi ve bazen de kodun geliştirme aşaması sırasında değişikliklerin kolay yapılabilmesi için değişkenler tanımlanması gerekmektedir. Bu değişkenler kullanım amaçlarına göre integer(tamsayı), float(ondalıklı sayı), boolean(lojik), string(metin), character(harf) vb. gibi tiplerde olabilir. Değişkenler başlangıçta tanımlanabileceği gibi gerektiğinde fonksiyonların içerisinde de tanımlanabilir.

```
84 void setup() //ESP kartının ayarlamaları bu fonksiyon içerisinde yapılır
85 {
86     pinMode(motor1,OUTPUT); //motor pinleri çıkış olarak tanımlanıyor
87     pinMode(motor2,OUTPUT);
88
89     pinMode(switch1,INPUT); //button ve switch pinleri giriş olarak tanımlanıyor
90     pinMode(buton1,INPUT);
91
92     digitalWrite(motor1,LOW); //başlangıç olarak motor pinleri lojik 0 olarak başlatılıyor
93     digitalWrite(motor2,LOW);
94
95
96     Serial.begin(9600); //seri haberleşme başlatılıyor
97
98     delay(1000); //seri ekranın faaliyete geçmesi için gerekli süre
99
100     configdosyaoku(); //vananın eşleşmiş olup olmadığına göre eposta-sifre flash hafızadan öğrenilir
101
102     wifibaglan(); //wifiye bağlanılır. kayıtlı ağ yoksa accesspoint moduna geçilir
103 }
```

Şekil 15. Setup fonksiyonu

Setup fonksiyonu Arduino vb. geliştirme kartlarında olduğu gibi ESP modüllerinde de aynı mantıkla çalışmaktadır. Genellikle çalışacak fonksiyonların ayarları yapılır. Setup fonksiyonu yazılmış kodlar ESP modülüne güç verildikten sonra bir kere çalışır. Sadece bir sefer çalışması gereken fonksiyonlar, başlatılması gereken işlemler ve ayarları bu fonksiyona yazılmalıdır.

Çalışmamızdaki kodlarda görüldüğü üzere sırasıyla I/O pinlerini tanımlamak, seri haberleşme başlatmak, flash hafızadan bilgi okumak, wifi ağına bağlanmak, veritabanına bağlantı sağlamak, NTP sunucusuna bağlanmak, veritabanına bilgi göndermek gibi işlevleri yapmak için gerekli kodlar setup fonksiyonu altında yazılmıştır. Şimdi bu işlevlerden sırayla bahsedelim:

Pin tanımlamaları

I/O (Input/Output) terimi gömülü sistemlerde giriş ve çıkış terminallerinin (pinlerinin) genel isimlendirilmesidir. ESP modüllerindeki bu pinler GPIO(General Purpose Input Output) sıralamasına göre nitelendirilmektedir. Nodemcu kartının üzerine bakıldığında bahsettiğimiz pinler D0, D1, ... şeklinde sıralanmaktadır. Bu sıralama geliştiricilere kolaylık olması için oluşturulmuştur. Kod yazarken pinler D0, D1, ... şeklinde yazılabilir. Aslında bu sıralamanın GPIO sıralamasında karşılıkları bulunmaktadır. Mesela D2'nin karşılığı GPIO 4 gibi.

Bütün bu pinler kullanılacağı zaman hangi pinin hangi amaçla kullanılacağı kodda belirtilmesi gerekmektedir. Projemizde D5 ve D7 pinleri motora sinyal göndermesi için output (çıkış), D1 ve D2 pinleri input (giriş) olarak kullanılmaktadır. D1 pini motorun pozisyonunu belirten switch için, D2 pini projenin geliştirilme aşamasında buton olarak ileriye dönük kullanılabilmesi için tanımlanmıştır.

Seri port ile haberleşme

Gömülü sistemlerde veya endüstriyel uygulamalarda kullanılan temel iletişim yöntemlerinden biridir. ESP kartı işlevlerini yerine getirirken hangi aşamada olduğunu, fonksiyonun başarıyla çalıştığını veya hata oluştu ise hatanın sebebini öğrenebilmek için kullanılır. Özellikle proje geliştirilme aşamasında kodların doğru bir şekilde çalıştığını teyit etmek için kullanılır. Veri boyutuna ve ortam şartlarına uygun istenilen aktarma hızı kullanılabilir. Bilgisayara metin aktarımında genelde 9600 bps (bit per second) yeterli gelmektedir. Yüksek hız gereken durumlarda genellikle 115200 bps kullanılmaktadır. Akıllı vanamızda normal evsel kullanımda seri port iletişimi kullanılmamaktadır.

Flash hafıza kullanımı

ESP kartlarında bulunan flash hafıza, program kodları, veri ve diğer içerikleri depolamak için kullanılan bellek alanıdır. Örneğin bir html web sayfasını kod satırlarında yazmak yerine html

dosyası flash hafızaya atılarak saklanabilir. Bu dosyaları flash hafızaya yazma ve silme işlerini dosyalama sistemi yapmaktadır. ESP kartlarında ise yaygın olarak LittleFS kullanılmaktadır. LittleFS dosya sistemi, sınırlı bellek ve kaynaklara sahip cihazlarda veri depolamak için optimize edilmiştir.

Projemizde ise vananın eşleşmiş olduğu hesap bilgilerini depolamak için kullanılmıştır. Bir metin txt dosyasında e-posta, şifre ve vana numara bilgileri yazmaktadır. Bu bilgiler ESP kartının veritabanına bağlanabilmesi için kullanılmaktadır. Bahsetmiş olduğumuz txt dosyası eğer flash hafızada yoksa ESP modülü vananın eşleşmiş olmadığını yorumlar ve ona göre işlemlerini sürdürür.

Wifi ağına bağlantı

Benzer proje örneklerinde wifi bilgileri yani SSID (Service Set Identifier) ve Password (şifre) bilgileri kodun içerisine değişken olarak tanımlanır. Akıllı vana projemizde kullanıcıya yönelik olması için wifi bilgilerinin dışarıdan yani kodda bir değişiklik yapılmadan değiştirilebilir olması gerekmektedir. Bu ihtiyaç WifiManager kütüphanesi ile sağlandı. Wifimanager kütüphanesi, ESP modülüne wifi ağlarını kaydetme, silme, değiştirme işlemlerini yerel ağda bir web sayfası üzerinden kullanıcıya sunmaktadır.

Projede wifimanager kütüphanesi ilk olarak station (istemci) modunda çalışır ve etraftaki wifi ağlarını tespit eder. Belirli bir süre içerisinde ağ bulunamaz veya ağa bağlanılamaz ise ESP modülünü accesspoint (erişim noktası) modunda çalıştırır, bir wifi ağı oluşturur ve bağlantı için beklemede kalır. Oluşturulan ağa bağlanıldığında tarayıcıdan default gateway (varsayılan ağ geçit) sayfası açılır. Bu sayfadan bağlanılması istenilen wifi ağı seçilir, şifresi yazılır. Station modunda wifi ağına bağlanılır ise wifibağlan() fonksiyonu sonlanır.

Veritabanına bağlantı

Akıllı vananın veritabanıyla iletişim kurması için e-posta ve şifre gerektiğinden bahsetmiştik. Bu bilgiler ile veritabanında ilgili kısımlara erişim izni verilerek bağlanılır. Mobil uygulamada veritabanına erişim ve veri alışverişi için REST API methodları doğrudan kullanılıyordu. REST API ile ilgili ayrıntılı bilgiler veritabanı bölümünde verilmiştir. ESP kartında bu methodlar Firebase kütüphanesi sayesinde otomatik olarak gerçekleşir. Sadece kütüphanedeki belirlenmiş fonksiyonları kullanmamız yeterlidir.

NTP (Network Time Protocol) Sunucusu

NTP sunucuları ağ cihazlarının zamanını doğru ve güvenilir bir şekilde senkronize etmek için kullanılan bir sunucudur. Akıllı vanada bulunan timer özelliğinin çalışabilmesi için saat bilgisinin öğrenilmesi gerekmektedir. İnternette canlı saati öğrenmek için NTP sunucusuna bağlantı gerekmektedir. Bunun için NTPClient kütüphanesi kullanılmıştır. Kütüphane sayesinde halka açık bir NTP sunucusu olan pool.ntp.org üzerinden canlı saat öğrenilir,

gerekli durumlarda kullanılır. NTPClient kütüphanesi canlı saati başlangıçta öğrenmesi yeterlidir. Sonrasında internet gitse bile kodlar çalıştığı sürece saat hesaplanabilir.

```
129 void loop()
130 {
131     veriesitle();           //sunucudaki veriler bu fonksiyon ile çekilir
132     timerkontrol();       //timer özelliği açık ise bu fonksiyon çalışır
133     vanadurumkontrol();   //sunucudan çekilen değerlere göre yapılması gereken vana manevrası yapılır.
134     changingkontrol();    //changing'de olabilecek değişiklikler kontrol edilir.
135     deepsleepdongu();     //deepsleep özelliği açık ise belirtilen süre boyunca uykuya geçilir
136     delay(2000);         //yenileme süresi
137 }
```

Şekil 16. Loop fonksiyonu

Loop fonksiyonu içerisindeki kodlar sürekli döngüsel olarak çalışır. Daimi olarak çalışacak kodlar bu fonksiyona yazılır.

veriesitle() fonksiyonu, veritabanındaki bilgileri almak için oluşturulmuştur. Tüm veriler veritabanından JSON(JavaScript Object Notation) tipinde bütün olarak çekilir, gerekli fonksiyonlarda kullanılmak üzere ilgili değişkenlere eşitlenir.

timerkontrol() fonksiyonu, sadece zamanlayıcı etkinleştirildiğinde çalışmaktadır. Açılma-kapanma zamanlarına ve internet saatine göre, vananın pozisyonunu kontrol etmekte olan “vanaistek” değişkeni üzerinde değişiklik yapılır.

vanadurumkontrol() fonksiyonu, “vanadurum” ve “vanaistek” değişkenlerinin değerine göre DC motor sürücüsüne sinyal göndermektedir.

changingkontrol() fonksiyonu “changing” değişkeninin aldığı değere göre işlem yapılmasını sağlamaktadır. Bu değişken uygulamanın geliştirilme sürecinde önem arzemiş olup halen işlevini yerine getirmektedir. Mobil uygulamanın ilk tasarımlarında tüm değişkenleri tek tek okumak yerine sadece “changing” değişkeninin değeri okunarak hangi verinin okunması gerektiği öğrenilirdi. Son tasarımlarda da vanayı silmek gibi fonksiyonların harekete geçirilmesinde kullanılmaktadır.

deepsleepdongu() fonksiyonu deepsleep (derin uyku) özelliğinin çalışmasını sağlayan fonksiyondur. Aktifleştirildiğinde ESP modülü, belirlenen süre (belirtilen süre RTC tarafından işlenir) boyunca RTC (Real Time Clock) birimi haricindeki diğer fonksiyonlarını kapatır ve uykuya dalar. Uyku süresince 20 uA gibi çok küçük bir akım kullanılır[6]. Tabi bu değere ESP modülünün sadece kendisinin çektiği akımdır. Bağlı olan elemanlar (motor, led, pull-up button vs.) uykuda çekilen akımı arttırmaktadır. Yapmış olduğumuz ölçümlerde tüm devre elemanları bağlı şekilde uyku halinde 6 mA güç çekilmektedir. Normal beklemede iken ortalama 80 mA çekilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Çekilen akımları gösteren tablo

Akım tablosu			
Elemanlar	DC motor	ESP8266 ve donanımları	Toplam
Motor hareketi			
Hareket yok iken	0 mA	80 mA	=80 mA
Motor boşta hareket ederken	28.5 mA	80 mA	≈110 mA
Motor tam yükte hareket ederken	100 mA	80 mA	≈200 mA
Derin uykuda iken (deepsleep)	0 mA	6 mA	=6 mA

Deepsleep özelliği 50 saniye ayarlı olarak açık ve deepsleep kapalı iken çekilen güç farkları aşağıda hesaplanmıştır: (ESP modülüne güç verildikten sonra kendine gelme süresi ≈10 sn olduğu görülmüştür.)

Deepsleep kapalı iken saatte $80\text{mA} \times 3.3\text{V} \times 1\text{saat} = 264\text{ mWh}$ güç çekilirken,

Deepsleep açık iken $(80\text{mA} \times 3.3\text{V} \times 0.17\text{saat}) + (6\text{mA} \times 3.3\text{V} \times 0.83\text{saat}) = 61.3\text{ mWh}$ kadar güç çekilir.

Görüldüğü üzere yapılan test ve hesaplamalarda 50 saniye deepsleep kullanımında 4 kata kadar tasarruf sağlanabilmektedir. Süre arttırılarak tasarruf oranı yükseltilebilir.

Setup ve loop döngüleri içerisindeki fonksiyonların gövdeleri yani temel fonksiyonların yazıldığı kısımlar bulunmaktadır.

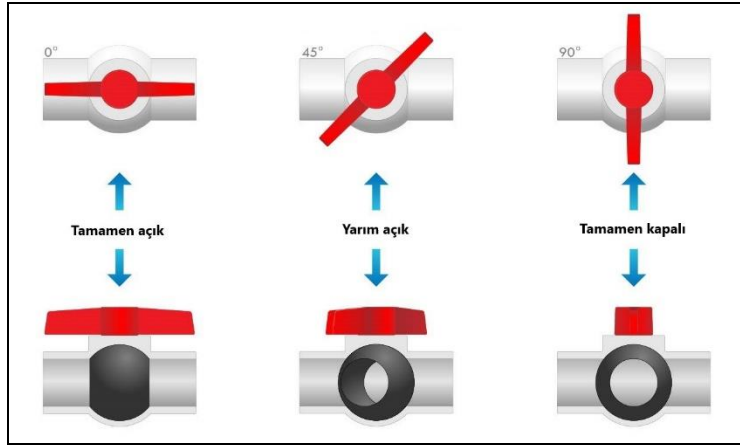
```
878 void deepsleepdongu() //deepsleep özelliği bu döngüde çalışır.
879 {
880     if(deepsleeplocal == "1")
881     {
882         delay(100);
883
884         path = "/kullaniciilar/";
885         path += auth.token.uid.c_str();
886         path += "/vanalar/";
887         path += vananumberlocal;
888         path += "/deepsleepsaniye";
889
890         while(Firebase.getString(veritabanim, path) == 0);
891         deepsleepsaniyelocal = veritabanim.stringData(); //deepsleepsaniye değişkeninin değeri veritabanından çekilir.
892
893         //ve bu değer deepsleepsaniyelocal değişkenine eşitlenir.
894
895         Serial.print(deepsleepsaniyelocal);
896         Serial.println(" saniye uykuya geçiliyor.. "); //seri porttan bilgi verilir.
897
898         deepsleepintform = deepsleepsaniyelocal.toInt(); //veritabanından çekilen string tipindeki değer integer tipine dönüştürülür
899
900         ESP.deepSleep(deepsleepintform * 1e6); //saniye x 10 üzeri 6 kadar micro saniye uyu manasına gelir
901         delay(50); //sorun çıkmasını engellemek için
902     }
903 }
```

Şekil 17. Deepsleep() fonksiyonunun gövdesi

Örneğin deepsleepdongu() fonksiyonunun gövdesi Şekil 17'deki gibidir. Kütüphanelerdeki temel fonksiyonlar buraya yazılmıştır.

1.3.2. Küresel Vana

Endüstriyel veya ticari uygulamalarda sıkça kullanılan bir tür vana tipini ifade eder. Bu tür vanalar, genellikle akışkanların (sıvı, gaz veya buhar) kontrol edilmesi veya durdurulması için kullanılır. "Küresel vana" adı, vananın içerisinde bir "küre" veya "top" adı verilen ortası delik top şeklinde bir kapak bulunmasından kaynaklanır. Küresel vanalar her 90 derece (çeyrek tur) dönüşte bir açılır veya kapanır (Şekil 18).

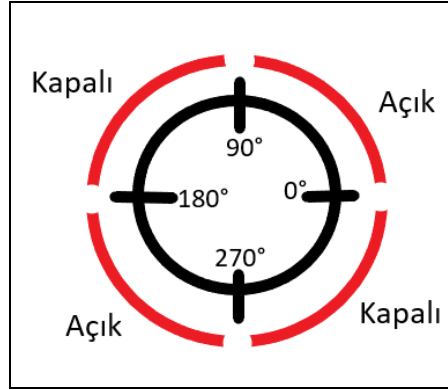


Şekil 18. Küresel vana pozisyonları

Benzer projelerde kullanılan solenoid valflerin aksine küresel vanalar dc motor ile kullanılırken açık kalmaları için bir güce ihtiyaç duymazlar.

1.3.3. DC motor

DC motor, doğru akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinedir [7]. Projede kullanılan DC motor yüksek hıza ve düşük torka sahip olup, redüktör ismini verdiğimiz dişliler vasıtasıyla motorun oluşturduğu yüksek hızı düşürerek yüksek tork elde edilmesini sağlamaktadır. Normalde motorun tek başına hareket ettiremeyeceği valf göbeği, redüktörün oluşturduğu yüksek tork sayesinde rahatça döndürebilmektedir. Santimetreye yaklaşık 3kg kuvvet uygulayabilmektedir.

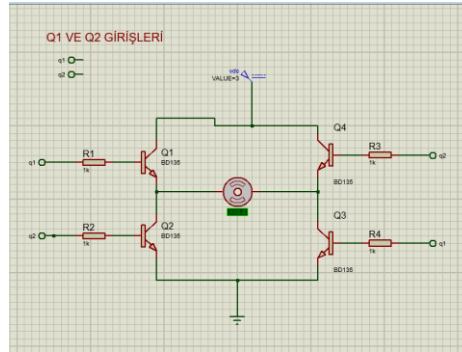


Şekil 19. Switch'in mil pozisyonuna göre durumları

Motor içerisinde bulunan switch, küresel vananın hangi pozisyonda olduğunu açık veya kapalı olmasına göre belirtir (Şekil 19).

1.3.4. DC motor sürücü

DC motorun çalışması için gereken akım ihtiyacını, ESP8266 sahip olduğu 12mA çıkış akımı [8] ile karşılayamamaktadır. Bunun için harici kaynaktan beslenmesi gereken bir sürücü devresi ihtiyaç vardır. Sürücü devresinde motorun akım ihtiyacını karşılayabilmesi için 200 mA collector akımına sahip 2N3904 NPN transistörler, H köprü motor sürme devresinde kullanılmıştır (Şekil 20). Motorun iki yönlü hareket etmesine olanak sağlayan bu sürücü tasarımı, iki adet sinyal girişi ile tetik almaktadır. Girişlerden birine sinyal gönderildiğinde motor bir yöne, diğer girişe sinyal gönderildiğinde motor ters yöne dönmektedir.



Şekil 20. H köprüsü

Kompakt ve kullanışlı bir yapı elde edebilmek için PCB(Printed Circuit Board) tasarımı ESP kartı ile uyumlu ve boyutları birbirine yakın olmalı. Bunun için "shield" ismi verilen yapı kullanmayı karar verdik. Böylece devre yapısı tek bir parça olacaktır. ESP kartı sürücü devresinin olduğu devre kartına soket ile bağlanmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, küresel vanaların uzaktan ve programlanabilir kontrolünün elektrik ve su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasında önemli bir rol oynayabileceğini

göstermektedir. Piyasaya çıkma potansiyeline sahip bu projeyi tek bir ürün olarak değil, binlerce kullanıcıya sunulmuş olarak düşünülmesi sonucunda, elde edilen tasarrufun gerek kullanıcılara, gerek milli servete olan faydaları azımsanamayacak kadar büyük olduğu göze çarpmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] <https://medyatakip.com.tr/nd/2021in-en-populer-mobil-isletim-sistemleri-belli-odu-android-iosa-142-fark-atti-31.html>
- [2] https://tr.wikipedia.org/wiki/App_Inventor
- [3] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Veritaban%C4%B1>
- [4] <https://firebase.google.com/docs/reference/rest/database>
- [5] <https://medium.com/@zaferaltun/esp8266-wifi-modul-nedir-nasil-kullanilir-neler-yapabiliriz-9216886ef604#:~:text=ESP8266'nin%20uygulama%20alanlar%C4%B1%20o,sens%C3%B6rler%20a%C4%9Far%C4%B1%2C%20giyilebilir%20elektronikler>
- [6] [https://www.muratdonmez.com.tr/esp8266nin-derin-uyku-modu-nasil-kullanilir/#:~:text=ESP8266'y%C4%B1%20s%C3%BCresiz%20derin%20uyku%20moduna%20ge%C3%A7irmek%20i%C3%A7in%20ESP,deepSleep\(0\)%20fonksiyonunu%20kullan%C4%B1yoruz](https://www.muratdonmez.com.tr/esp8266nin-derin-uyku-modu-nasil-kullanilir/#:~:text=ESP8266'y%C4%B1%20s%C3%BCresiz%20derin%20uyku%20moduna%20ge%C3%A7irmek%20i%C3%A7in%20ESP,deepSleep(0)%20fonksiyonunu%20kullan%C4%B1yoruz)
- [7] <https://maker.robotistan.com/dc-motor-cesitleri-nelerdir/>
- [8] <https://akademi.robolinkmarket.com/esp8266-ve-versiyonlarinin-ozellikleri/>

UZAKTAN KONTROLLÜ SU KAÇAK TESPİT CİHAZI
REMOTE WATER LEAKAGE CONTROL SYSTEM

İlayda Özdemir

Yaşar Üniversitesi, Müh. Fak., Elektrik ve Elektronik Müh. Böl., Bornova İzmir
ORCID: 0009-0001-1482-7127

Dilruba Öztürk

Yaşar Üniversitesi, Müh. Fak., Elektrik ve Elektronik Müh. Böl., Bornova İzmir
ORCID: 0009-0003-2127-6815

Hayri Murat Sağıroğlu

Yaşar Üniversitesi, Müh. Fak., Elektrik ve Elektronik Müh. Böl., Bornova İzmir
ORCID: 0009-0005-5230-3315

Deniz Cura

E.C.A. Valf Sanayii A.Ş. Organize Sanayi Bölgesi, Kurtuluş Cad. No: 1 Manisa
ORCID: 0000 0002 8633 9181

Oğuz Çicek

E.C.A. Valf Sanayii A.Ş. Organize Sanayi Bölgesi, Kurtuluş Cad. No: 1 Manisa
ORCID: 0000 0001 5812 7192

Hacer Şekerci Öztura

Dr. Öğr. Üyesi Yaşar Üniversitesi, Müh. Fak., Elektrik ve Elektronik Müh. Böl., Bornova İzmir
ORCID: 0000-0003-1277-2414

ÖZET

Evlerdeki su kaçağının ana kaynağı olan, sıhhi tesisat sistemlerindeki istenmeyen su sızıntıları, vaktinde fark edilmediği takdirde, binanın yapısal sistemlerinde ciddi hasarların yanı sıra, bina içi yüksek tadilat maliyetlerine de sebep olabilmektedir. Eski ve hasarlı borular, yetersiz tesisat kurulumları, aşırı su basıncı, donma, çözülme gibi faktörler su sızıntılarının ana sebeplerindedir. Bu sorunların en kısa sürede giderilmesi için öncelikle çok hızlı tespiti gerekir. Bu doğrultuda kullanılan, su kaçak uyarı sistemleri, bankalar, veri merkezleri, arşivler ve akıllı binalar gibi yüksek maliyetli yerlerde kullanılabilenlerken, çalışma konusu ürün ile sıradan bir ev su tesisat sistemine kolayca entegre edilerek, su kaçağının tespitinde kullanılacak prototip, ECA Valf Sanayii A.Ş. ve Yaşar Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü iş birliği ile tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Sistem tasarımının temelinde bir su sensörü, sensörden gelen bilgiyi işleyerek sesli ve görsel

uyarı yapacak bir mikro denetleyici, kaçak tespit edildiğinde bir motor yardımıyla vananın kapatılması senaryosu kurgulanmıştır.

Sağlıklı bir tasarımın ilk adımı olarak, doğru çalışma aralığında olan elektronik ekipmanlar seçilmiştir. Malzeme seçimine de çok özen gösterilerek 5 volt ile çalışan, 3 girişli 20 mA akım değerine sahip ve Ardinou NANO ile uyumlu çalışacak, bir su sensörü ve 5 volt ile çalışan çift yönlü adım motoru seçilmiştir. Kullanıcıya, su kaçak tespiti olduğunda, sesli uyarı için buzzer, görsel uyarı için ise RGB led tercih edilmiştir. Tasarımın son parçaları olan açma kapama anahtarı ve 4 bacaklı push button ile kart üzerine kurulacak elektronik devre ile çalışmanın donanım tarafı elemanları tamamlanmıştır.

Çalışmanın yazılım tarafında ise, mikro denetleyicinin kodunun yazılması gerçekleştirilmiştir. Akış diyagramı şeklinde tanımlanan algoritma oluşturulduktan sonra kod yazılarak kart üzerine montajı yapılan ve kod ile uyumlu çalışan donanım kısmı için kutu tasarımı gerçekleştirilmiş ve bu kutu 3 boyutlu yazıcıda basılarak, tasarım prototip haline gelmiştir. Son aşamada ise doğrulama testleri ile çalışmanın başında kurgulanan senaryoya uygun şekilde prototip tasarım ve imalatının başarıyla gerçekleştirildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: kaçak tespiti, uzaktan kontrol, su kaçağı, Arduino

ABSTRACT

Discontinuous water leaks in the use of sanitary installations, which are the main source of water leaks in homes, cause serious damage to building residues, as well as high costs inside the building, if not noticed in time. Problems such as old excess and pipes, inadequate plumbing installations, excessive water pressure, freezing and thawing are the main causes of water prevalence. To solve these problems as soon as possible, they must first be detected very quickly. While it can be used in high-cost places such as water leak warning systems, hoses, data centers, archives and smart buildings used in this direction, an ordinary home plumbing system is easily integrated with the work talk product, the ignition prototype for detecting water leaks, ECA Valve Sanayii A.Ş. and Yaşar University Electrical and Electronics Engineering Department will be used and explained in detail.

On the basis of the system design, a water sensor, a microcontroller that will process the information coming from the sensor and make an audible and visual warning, and the scenario of closing the valve with the help of a motor when a leak is detected has been fictionalized. As the first step of a healthy design, electronic equipment that is in the right operating range has been selected. Careful attention was paid to the material selection, and a water sensor and a 5-volt bidirectional stepper motor working with 5 volts, 3 inputs, 20 mA current value, and compatibility with Arduino IDE were selected. Buzzer is preferred for audible warning and RGB LED is preferred for visual warning when there is water leak detection. The last parts of

the design, the on-off switch and the 4-legged push button, the electronic circuit to be installed on the card, and the hardware side of the work has been completed.

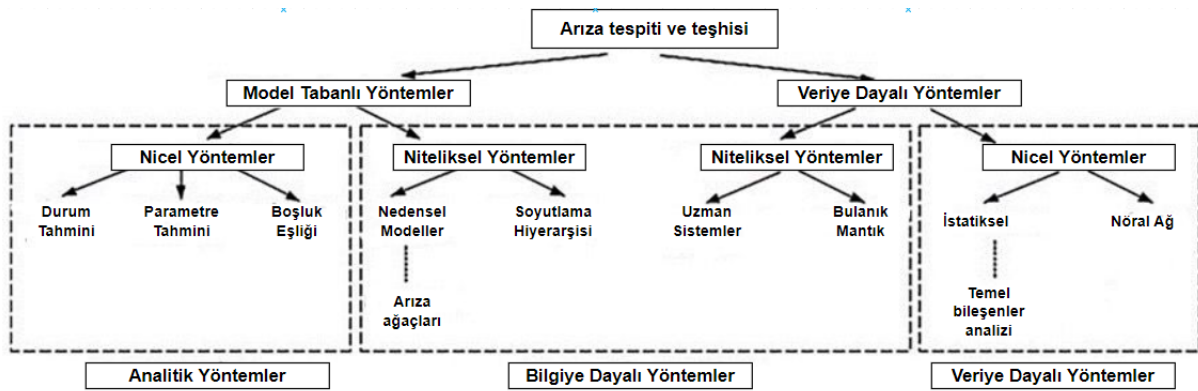
On the software side of the study, the code of the microcontroller was written. After the algorithm defined as a flow diagram was created, a box was designed for the hardware part that was mounted on the card by writing the code and working in harmony with the code, and this box was printed on a 3D printer and the design became a prototype. At the last stage, it was seen that the prototype design and manufacture were successfully carried out by the scenario that was set up at the beginning of the study with the verification tests.

Keywords: leak detection, remote control, water leak, Arduino

1. GİRİŞ

Yeşil şehirler indeksine göre 2012 yılında Avrupa Birliği'ndeki su kaçağının ortalama olarak %23'lerde olurken bu oranın Asya ülkelerine gidildiğinde %35'leri gördüğü, Latin Amerika ülkelerinde ise %30 olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir temiz bir su politikası için sadece direk gözle görülebilen su borusu patlamaları değil, sızma şeklinde gerçekleşen su kaçağlarının da tespiti çok önem kazanmaktadır [1].

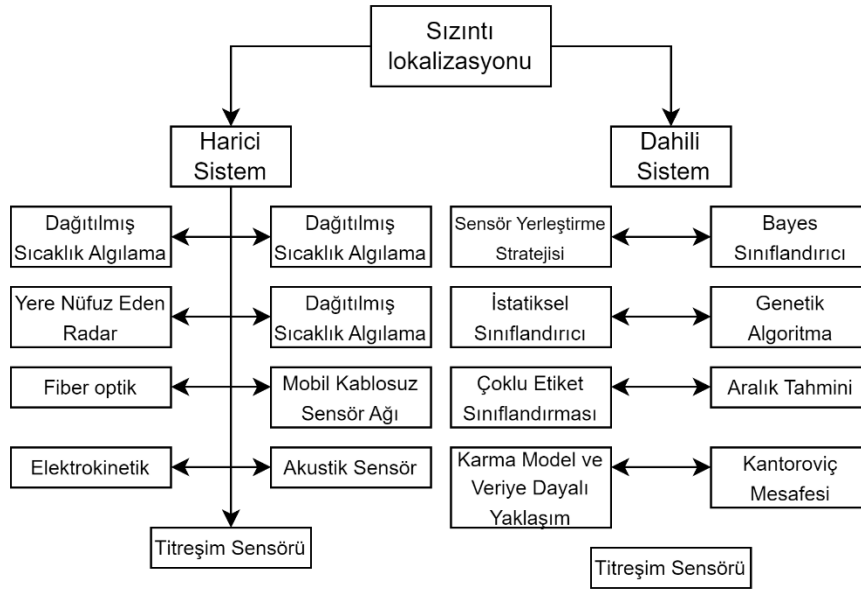
Su ve gaz kaçağlarının tespiti hem bilimsel açıdan farklı analiz metotlarının kullanılması ile en hızlı yöntemlerin geliştirilebilmesi, hem de sahada en güvenilir sonuçların elde edilebilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu konuda yapılan birçok çalışmaya literatür araştırması sırasında rastlanmış olup, farklı grupların birbirine özünde benzeyen ancak basit farklılıklar gösteren su ve gaz kaçak tespiti metotlarındaki sınıflamalara rastlanmıştır [2-4]. Özellikle şehir bazında su ve doğal gaz şebekelerinde hatanın teşhis ve hata yerinin tespiti olarak incelemeler literatürde büyük yer kaplamaktadır. En genel kapsamlı sınıflama Görsel 1'de verilmiştir [2].



Görsel 1. Arıza Teşhis Ve Tedavi Yöntemlerinin Sınıflanması [2]

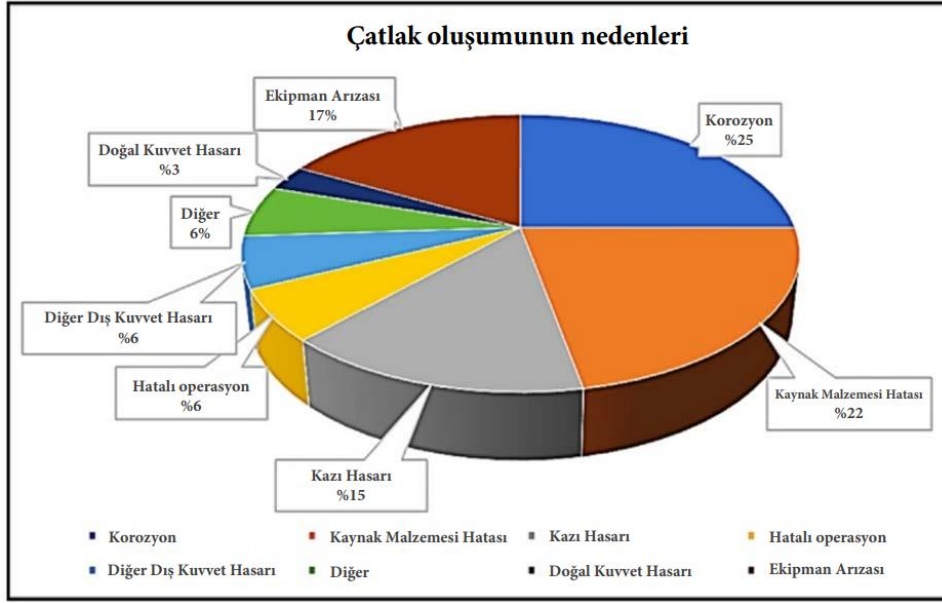
Ulusal veya bölgesel bazda büyük şebekeler düşünüldüğünde ise, sadece hatanın teşhisi yeterli olmamakta, aynı zamanda su/gaz kaçağının net yerinin tespiti de bir o kadar önemli

olmaktadır. Arıza yerinin tespit metotlarının sınıflaması ise Görsel 2’de verilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları çizelge formatında detaylı olarak verilmektedir. Sistemin içinden sensör kullanmaya dayalı ve dışarıdan sıcaklık, basınç, akustik ve titreşim ölçümü yapılarak arıza yerini tespit etmek üzere halen kullanılan on yedi farklı yöntem olduğu görülmektedir [3].



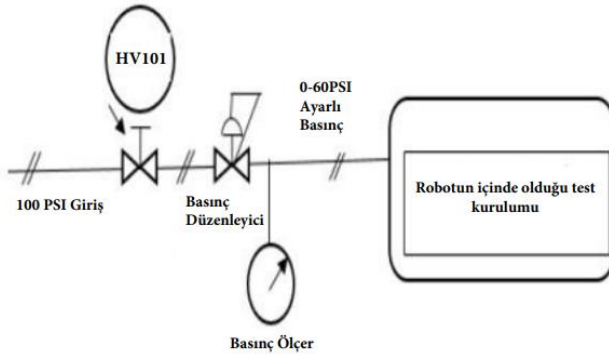
Görsel 2. Kaçak Yerinin Tespit Edilmesi Yöntemlerinin Sınıflanması [3]

Şehir ölçeğindeki kaçaklar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada alçak basınçlı su boru hatlarındaki çevresel çatlakların analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada su sızıntılarının nedenleri de yüzdesel oranlarla verilmiştir [5]. Arıza nedenlerinde en büyük payı metal borulardaki korozyon ve kaynak noktalarında oluşan hatalar olarak görülmektedir. Doğal afetlerin payı bu dağılımda en az olarak görülmektedir. Görsel 3’de verilen bu dağılım benzer şekilde ev/bina içi sistemler için araştırılıp analiz edilebilir. Bina içi borular artık metal değil plastik olması nedeniyle burada biraz daha farklı bir dağılım söz konusu olacaktır.



Görsel 3. Boru hatlarında Oluşan Çatlakların Nedenleri [5]

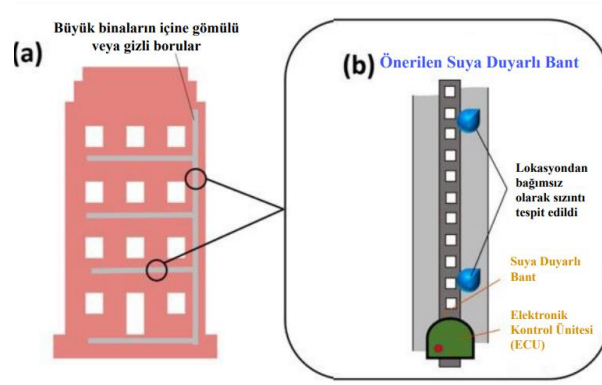
Literatürde karşılaşılan bir başka çalışmada ise kent ölçeğinde su dağıtım borusunun içine yerleştirilecek, basınç ve ivme ölçer ile çalışan bir robot yardımıyla kaçak tespiti yapıldığı görülmüştür [6]. Bu robotun fotoğrafı ve çalışma ilkesini anlatan çizim Görsel 4’de verilmiştir.



Görsel 4. Boru Hatlarında Kaçak Tespitinde Kullanılan Robot ve Çalışma Şemasının Görseli [6]

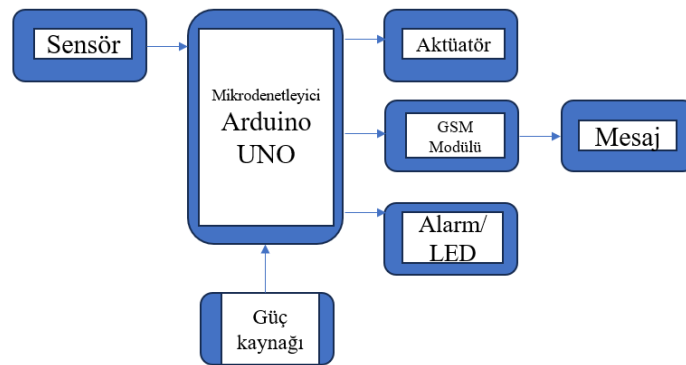
Şu ana kadar tartışılan çalışmalar ağırlıklı olarak su ve daha az oranda gaz boru hatlarının genel dağıtım şebekelerindeki kaçakların tespiti üzerinde yapılan çalışmalardır. Burada anlatılacak olan çalışma konut bazlı bir su kaçağının tespitine yönelik prototip olması nedeniyle birazda bina bazlı yayınlardan bahsedilecektir. Yüksek katlı yapılarda uygulanan ve binanın tamamındaki kaçakları tespit etmeyi hedefleyen oldukça ilginç bir çalışmaya rastlanmıştır [7]. Bu çalışmada iç mekanlara tabanlar ve duvarlar boyunca yapıştırılabilen koli bandı görünüşündeki esnek elektrotlar arasına yerleştirilmiş di-elektrik bir malzeme ile iğne deliği kadar bir yerden dahi olsa, süreklilik arz eden bir su kaçağı durumunu tespit eden, oldukça uygun maliyetli tasarım açıklanmaktadır. Su kaçağı olduğunda elektrik empedansı

değişime uğramakta ve bu durum elektronik kontrol ünitesi yardımıyla algılanacaktır. Bu makalenin temel fikrini anlatan çizim Görsel 5’de verilmiştir. Bu şekilde yapılan bir çalışma ile kat içinde veya duvarlarda meydana gelebilecek herhangi bir kaçağın algılanmama olasılığı olmayacaktır. 50 µL’lik bir su kaçağını 5 sn içerisinde algıladığı belirtilmektedir.



Görsel 5. Yüksek Binalarda Su Kaçağı Tespiti İçin Kullanılan Yöntemin Şematik Açıklaması [7]

[8] nolu kaynakta Gana devletinde hizmet veren su ve kanalizasyon şirketi nesnelerin interneti yöntemini kullanarak önceden haritalandırılmış ve belirlenmiş noktaların koordinatlarını kullanarak ve sistem verilerini GSM yardımıyla ileterek, coğrafi konum verilerini de kullanarak kaçaqları başarılı bir şekilde tespit etmektedir. Görsel 6’da verilen blok şeması bu sürecin işleyişini ve kullanılan ekipmanları bizlere anlatmaktadır. Burada arduino programlaması yapılırken kerkenez kuşlarının uçuş modellerini kullanan bir algoritma geliştirilmiştir.



Görsel 6. Su Kaçağı Tespit Sistemi [8]

Bir başka çalışmada ise, boru hattı üzerinde değişik noktalara yerleştirilen sensörlerden alınan akış hızı ve debi bilgisi ile hesaplanan efektif (rms) değerler yardımı ile elde edilen kayıp endeksi yardımıyla kaçağın yerinin tespiti hem algoritma olarak tanıtılmış hem de özel olarak sahada kurulan test sisteminde test edilerek doğruluğu gösterilmiştir [9].

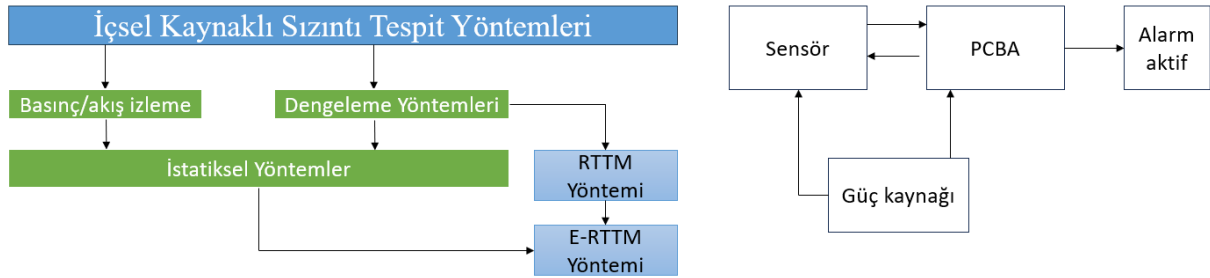
Şu ana kadar yapılan literatür tartışması genel dağıtım şebekesindeki su kaçaqlarının tespiti noktası etrafında devam etmiştir. Ancak bu çalışmanın özü, ev içi ısıtma sisteminde dolaşan

sıcak su kaçağının tespiti için geliştirilen bir prototip olması nedeniyle artık incelenecek makaleler bu kapsamda olacak ve ikinci bölümde irdelenecektir.

2. BİNA İÇİ SU KAÇAKLARININ TESPİTİ

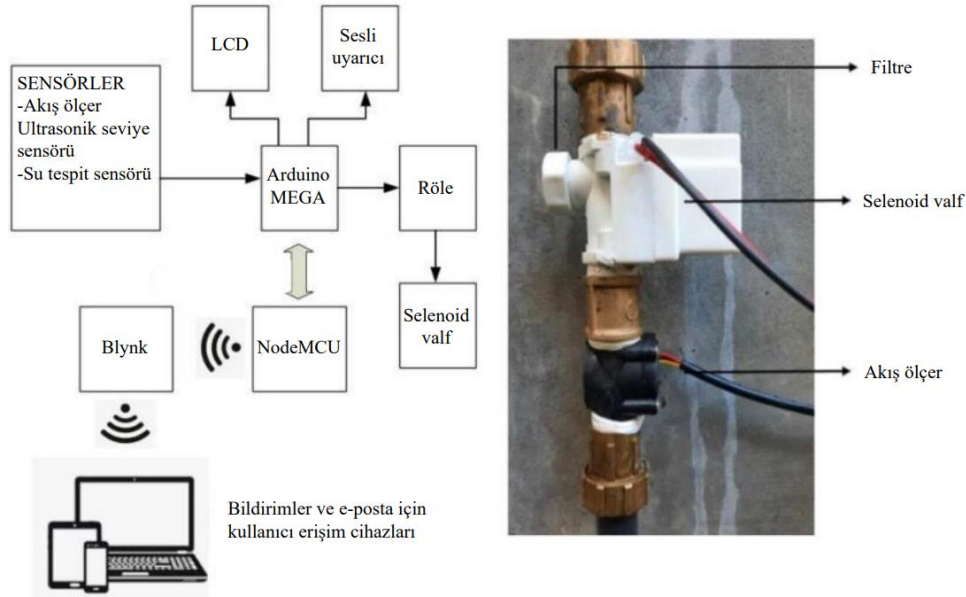
2.1 İlgili Çalışmalar

[9] nolu çalışmada sanayi tesislerindeki boru hatlarında yağ kaçaqlarını tespit etmek üzere tasarlanan ve prototipi imal edilen bir kaçak tespit cihazı anlatılmaktadır. Bu çalışmada akustik basınç dalgalarını ölçerek dengeleme metodunu (Gerçek Zamanlı Geçici Model (RTTM) ve Genişletilmiş Gerçek Zamanlı Geçici Model (ERTTM) yöntemlerini ile) kullanan bir sistem tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemin blok şeması ve kaçak tespitinin mimarisi Görsel 7’de verilmiştir [10]. Kaçak tespit edildiğinde hem sesli uyarı vermekte hem de wifi üzerinden yetkili kişilere SMS atmaktadır.



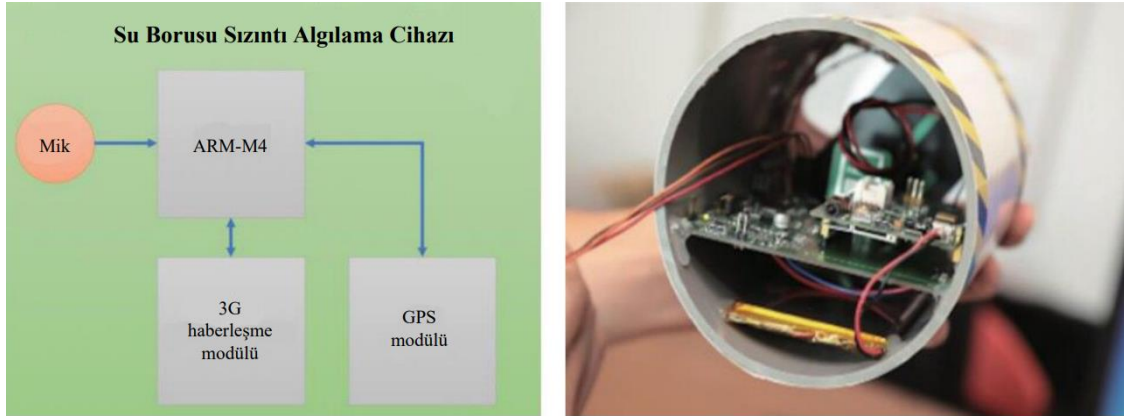
Görsel 7. Su Kaçağı Tespit Sisteminin Mimarisi ve Blok Şeması [10]

Kendi çalışmamızdakine çok benzer bir yayın ise [11] nolu çalışma olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada apartman daireleri için kaçaqları tespit etmek üzere mikro denetleyici olarak arduino, sensör olarak ultrasonik seviye ve su algılayan sensörler kullanılmıştır. Sensör verilerini işleyen mikro denetleyici kaçak olduğu kararına vardığında, önce röleyi aktif ederek selenoid valfi kapatmaktadır. Aynı zamanda LCD ekrana kaçak tespitinin oluştuğunu yazdırırken sesli uyarıyı buzzer yardımıyla vermekte ve yetkililere e posta atmaktadır. Görsel 8’de bu çalışmaya ait tasarım mimarisi ve üretilen prototip verilmiştir.



Görsel 8. [11] Nolu Çalışmadaki Su Kaçağı Tespit Sisteminin Yapısı ve Prototipi

Bir başka çalışmada insan gücünü ve insan kaynaklı gecikmeleri minimize etmek adına, su kaçağını otomatik tespit eden ve mikروفon yardımıyla sesli uyarı veren sistem tasarlanmıştır [1]. 7/24 su borularını gözleyen ve dinleyen bu sistemde, kaçak oluştuğunda normal olmayan bir ses frekansı elde edilmekte ve bu kaydedilen ses Fast Fourier Transform ile analiz edilip frekans spektrumuna bakılarak kaçak kararına varılırsa, bu durumda da GPS modülü yardımıyla kaçağın yeri tespit edilmektedir. Görsel 9’da bu çalışmaya ait, blok şeması ile prototipin alttan görüntüsü verilmiştir.

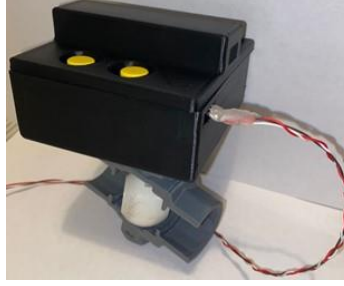


Görsel 9. [1] Nolu Çalışmadaki Su Kaçağı Tespit Sisteminin Yapısı ve Prototipi

2.2 Prototipin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

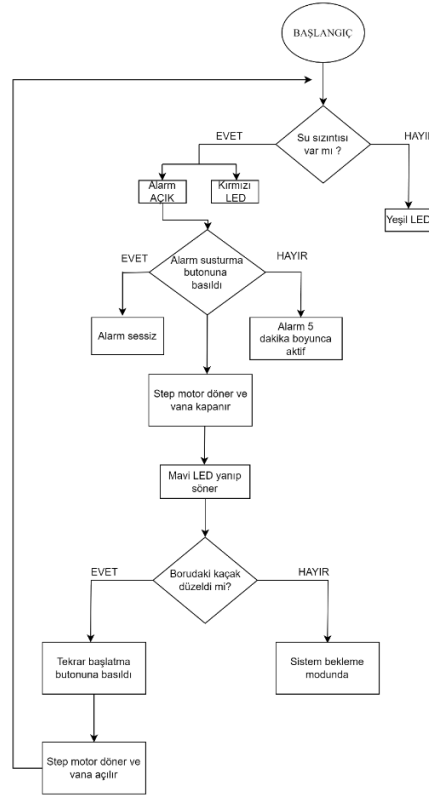
Bu projenin amacı yapıda herhangi bir su kaçağı olduğunu tespit edecek ve kaçak algılandığında motor yardımıyla vanayı kapatıp alarm verecek bir prototip geliştirmektir. Bu amaçla başlanan projenin ilerleyiş süreci sırasıyla, kaçak tespiti kavramı ve metotlarını öğrenmek, bu projenin sınırlarını belirlemek, gerekli ekipmanları belirleyerek temel bir tasarım yapmak ve algoritmayı kurgulamak, yazılım ve donanım kısımlarını gerçekleştirmek

ve bunları birleştirerek gerekli testleri yapmak şeklinde özetlenebilir. Proje sonuçlandırıldığında Görsel 10'da fotoğrafı görülen prototip son ürün olarak elde edilmiştir.



Görsel 10. Proje Sonucunda Üretilen Prototip Ürünün Fotoğrafı

Aşağıdaki görselde (Görsel 11) mikro denetleyici ile yazılacak ve donanım kısmı ile birleştirilecek olan yazılımın kurgusu görülmektedir. Su kaçağı olmadığı durumda sürekli olarak yeşil ledin yanması, kaçak tespit edildiğinde kırmızı led yanarken buzzerın da sesli uyarı vermesi planlanmıştır. Eğer kullanıcı buzzerı kapatmak için konan anahtara basmadığı takdirde buzzer 5 dakika sonra kendiliğinden duracaktır. Adım motoru 90 derece dönerek küresel vanayı kapatacak ve led artık mavi yanacaktır. Kaçak giderildiğinde sistem resetlenecektir.



Görsel 11. Projede Kurgulanan Algoritmanın Blok Şeması

Projenin elektriksel bağlantılarının tasarlanacağı ara yüzü Görsel 12’de görülmektedir. Bu çalışmada yazılımın mantıksal kurgusu kadar kullanılacak ekipmanlar ve bunlar arasındaki bağlantıların doğru formatta olması da çok önemlidir. Böylece yazılım ile kurgulananlar donanım ile de desteklenerek gerçekleştirileceklerdir. Bir başka deyişle mikro denetleyici tüm ekipmanlar arasında orkestra şefi gibi bir görev üstlenerek sensörden gelen bilgi ile buzzeri çalıştıracak, motoru döndürecek ve kurgulanan duruma uygun ledi yakacaktır. Anahtar yardımıyla da sisteme reset atılarak başlangıç konumuna dönülecektir.



Görsel 12. Projenin Elektrik Ara Yüzünün Modeli

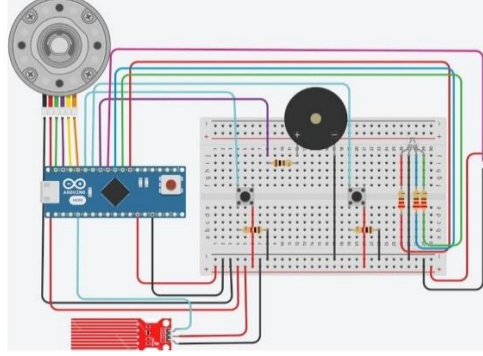
Bu projeyi gerçekleştirmek için kullanılan ekipmanların başında mikro denetleyici olarak arduino nano, su sensörü, 28 BYJ-48 modeli çift yönlü dönebilen adım motoru ve onun sürücü devresi, alarm için kullanılan bir buzzer, 3 farklı rengi tek gövdede barındıran RGB led, aç-kapa anahtarı ve push-button kullanılmıştır. Bu ürünlerin hepsinin fotoğrafları tek bir görselde toplanarak aşağıda (Görsel 13) verilmiştir.



Görsel 13. Projede Kullanılan Ekipmanların Görselleri

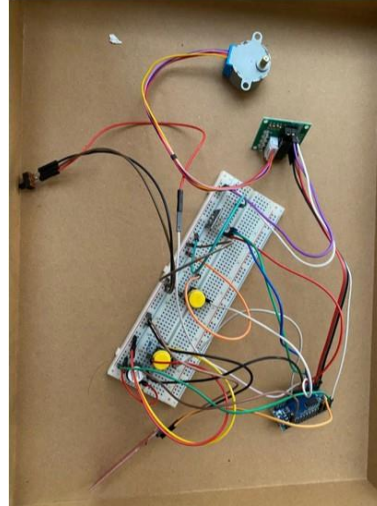
Bu ürünlerin hepsi tekil tekil test edilerek katalog bilgilerinde görülen sınırlara kadar ulaşıp ulaşmadığı test edilmiştir. Yukarıda verilen ekipmanları kullanarak tasarlanan projenin donanım kısmı mimarisi ise Görsel 14’de paylaşılmıştır. 5V ile çalışan mikro denetleyici için bir adaptör kullanılmıştır. Su sensörünün 3 girişinin ikisi enerjilendirilme bacakları iken, aşağıdaki görselde arduinonun A0 pinine bağlanan bacağı kaçak sinyali iletmek için kullanılır. Adım motorunun sürücüsünün mikro denetleyiciye bağlanmasının arkasından

tasarımdaki ana elemanlarının süreci bitirilmiş olup, led, buton, buzzer gibi devre elemanlarının yerleşimi de tamamlanarak donanım bitirilmiş olur. Ayrıca su sensörünün hangi su seviyesinde nasıl bir değer verdiği test edilerek, bunun için kısa bir arduino kodu yazılmıştır. İstenilen değer 0-100 arasında ölçeklendirilerek kod yazılmış, bu değer aralığı kod üzerindeki su sensörü ile denenmiş ve başarılı sonuçlar verdiği için devrede kullanılmasına karar verilmiştir.



Görsel 14. Projenin Donanım Mimarisi

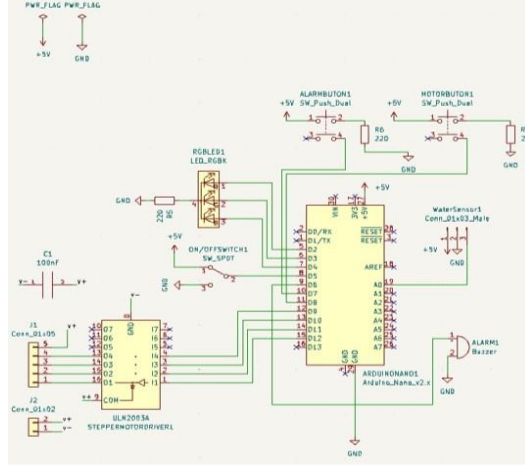
Protobord üzerinde sağlıklı olarak çalıştığı test edilen donanım kısmının fotoğrafı Görsel 15’de verilmiştir. Bu süreçte su sensörü bardak içindeki suya batırılarak, nemi algılayan sensörün gerekli sinyalleri oluşturması ve mikro denetleyici üzerindeki yazılımın gerekli motor hareketi ile vanayı kapaması ve buzzer ile alarm vermesi sağlanmıştır. Ayrıca kaçağın varlığı ve motorun pozisyonuna göre farklı renklerde yanan led ışıkları da test edilmiştir.



Görsel 15. Sistem Baskılı Devreye Aktarılmadan Önceki Durumu

Bu aşamaya kadar sorunsuz çalıştığı tekrar tekrar yapılan testlerle görülen devrenin artık, kapalı kutuda bir ürüne dönüşmeden bir önceki aşaması, bu protobord üzerinde çalışan devre için bir baskılı devre tasarlanması, bu devrenin çizimi ve imal edilmesi noktasına gelinmiştir. KiCad programı kullanılarak çizilen baskılı devre Görsel 16’da verilmiştir.

Artık projenin sonuna doğru yaklaşılmakta olup, tüm bu ekipmanları tek bir kapalı kutu içerisine almak için dış kutu tasarımı ve üç boyutlu yazıcı yardımıyla bu kutuyu basma aşamasına gelinmiştir. Baskılı devrenin boyutlarına göre ölçeklendirilen dış kutu (85mm x 85 mm x 53 mm) olarak imal edilmiştir. Bu kutu şekli ise Görsel 17’de görülmektedir.



Görsel 16. Projede Kullanılan Baskılı Devrenin Şeması



Görsel 17. 3 Boyutlu Yazıcıdan bastırılan Dış Kutu

Adım motorunun dönen ucu, su sızıntısı anında dönmesi gereken küresel vananın ucuna entegre edilecektir. Vananın kutunun alt kısmına da girişi sağlanacaktır. Böylece sızıntı anında su geçişi kapatılacaktır. Kullanıcının butonları ve açma/kapama anahtarını kullanabilmesi için kutuya delikler açılmıştır. Adım motoru kutunun altına entegre edilecektir. Projede kullanılacak küresel vana gövde tasarlanmış olup gene üç boyutlu yazıcıda bastırılmıştır. Bu parça Görsel 18’de verilmiştir. Küresel vananın, tasarlanıp gerçekleştiren kaçak tespit cihazı ile birlikte olan fotoğrafı için Görsel 10’a bakılabilir.



Görsel 18. Kullanılan Küresel Vana Gövdesi

Yapılan testler sırasında çekilen fotoğraflar Görsel 19’da verilmiştir. Sensörden gelen bilgi ile su kaçağı algılandığında RGB kırmızı yanmaya başlar ve eş zamanlı olarak buzzer öter, motor

küresel vanayı kapatmak üzere dönmeye başladığında mavi led ve sistem reset alıp bir başka kaçak anına kadar yanmak üzere RGB led artık yeşil yanacaktır.



Görsel 19. Test fotoğrafları

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Anlaşılır ve daha sonra üzerinde düzeltmeler ve/veya değişiklikler yapılabilecek bir yazılımın olmasına dikkat edilerek geliştirilen bu çalışmada kodlama yazılımında motorun durumunu, hangi pozisyonda olduğunu, hareket halinde olup olmadığını, su sensörünün hangi değerleri okuduğunu, sistemin aktif olup olmadığını gösterecek şekilde bir yazılım kurgusu yapılmıştır. Su sensörü düzenli aralıklarla ölçümler yaparken hangi değerden itibaren bir alarm vereceği, bu alarm anından itibaren 20 saniye sonra motorun dönüş yapacağı ve vanayı kapatacağı kurgulanan senaryonun temelini oluşturur. Sensördeki kaçak sinyali temizlenip, motor diğer yöne hareket ederek tekrar orijinal pozisyonuna döndüğünde sensör yeniden değer okumaya ve kaçak durumu yaşanır mı bunu tespit etmek üzere hazır bekleme pozisyonuna döner.

Tasarım ve prototip imalatı sırasında birçok öngörülemeyen sorunla karşılaşılmasına rağmen, bu tür projelerin çok yönlü düşünme ve sorun çözme konusunda kazandırdığı tecrübeler inanılmaz derecede önemlidir. Bu projede de bazı problem yaşanmış ve bunlar başarı ile çözülmüştür.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yaşamın kaynağı olan suyun sürdürülebilir bir politika ile gelecek nesillere kalabilmesi için sadece ulusal dağıtım şebekelerindeki değil, aynı zamanda özel yaşam alanı olan binalardaki sıhhi tesisat sistemindeki kaçaklarında oldukça hızlı bir şekilde tespit edilmesi ve sorun büyümeden, boşa giden su miktarı artmadan çözülmesi gerekir. Bu amaçla yapılan tasarım ve gerçekleştirilen prototip ürün ileride yeni özellikler de eklenerek bir başka deyişle daha da geliştirilerek ticari olarak düşünülebilecek bir fikrin hayata geçen ilk modelidir.

Bu çalışmada başka bir model mikro denetleyici kullanarak wifi ye bağlanma böylece uzaktan da kontrol edilebilme ve kaçak anında sms atma gibi bazı yeni özellikler eklenebilir. Ayrıca kaçağın yerini net olarak tespit edebilme konusunda da bu prototip geliştirilmeye adaydır.

KAYNAKLAR

[1] Siong, K., Chen, P.-Y., & Tseng, Y.-C., *A Design of Automatic Water Leak Detection Device*, 2017 2nd International Conference on Opto-Electronic Information Processing, 70-73, 7-9 July 2017, Singapore (Erişim tarihi: 12.09.2023)

- [2] Mirnaghi, M. S., Haghghat, F. (2020). Fault detection and diagnosis of large-scale HVAC systems in buildings using data-driven methods: A comprehensive review, *Energy & Buildings*, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110492> (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [3] Lah, A. A. A., Dziauddin, R. A., & Yusof, N. M., *Localization Techniques For Water Pipeline Leakages: A Review*, 2018 2nd International Conference on Telematics and Future Generation Networks (TAFGEN), 49-54, 24-26 July 2018, Kuching, Sarawak, Malaysia (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [4] Bai, Y., & Bia, Q., *Subsea Pipeline Integrity and Risk Management*, 2014, Elsevier Inc., ISBN 978-0-12-394432-0, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394432-0.00006-8> (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [5] Manna, S., Kundu, A., Dey, K., Roy, S., Bhuit, R., & Ghosh, S., CFD simulation of circumferential crack in low-pressure water pipelines, *Materials Today: Proceedings*, 806-812, Part 2, vol.80, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.132> (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [6] Dvajasvie, G., Farisha, B. P. K., Sachin, N. B., Saheeno, K. P., & Nikhil. B. C., *Leak Detection in Water-Distribution Pipe System*, Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2018), 1151-1154, 14-15 June 2018, Madurai, India (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [7] Quan, J., Shi, X., Kim, N. K., Oh, D. S., & Chua, B., Electrically functional water sensing duct tape suitable for detection of indoor pinhole leakages with high spatial and temporal resolution, *Sensors and Actuators: A. Physical*, Vol. 351, Mart 2023, <https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.114145> (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [8] Freeman, E., Quaye, D. A., Agbehadji, I. E., & Millham R. C., *Nature-inspired search method for IoT-based water leakage location detection system*, 2019 International Conference on Mechatronics, Remote Sensing, Information Systems and Industrial Information Technologies (ICMRSISIIT), 20-22 December 2020, Ghana, DOI:[10.1109/ICMRSISIIT46373.2020.9405879](https://doi.org/10.1109/ICMRSISIIT46373.2020.9405879) (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [9] Fabbiano, L., Vacca, G., & Dinardo, G., Smart water grid: A smart methodology to detect leaks in water distribution networks, *Measurement*, Vol.151, February 2020, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107260> (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [10] Daniyan, I. A., Dahunsi, O. A., Oguntuase, O. B., Daniyan, O. L., & Mpofu, K., *Development of a Prototype Test Rig for Leak Detection in Pipelines*, 26th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 524-529, Purdue University, Indianapolis, 2019, (Erişim tarihi: 12.09.2023)
- [11] Bassirr, A., & Murdan, A. P., Smart Water Management System for an Apartment, 4th International Conference on Emerging Trends in Electrical, Electronic and Communications Engineering (ELECOM) 22-24 November 2022, The Republic of Mauritius (Erişim tarihi: 12.09.2023).

**ENERJİ SALINIM ORANI BAĞINTILARI KULLANARAK DAİRESEL DELİK
HASARLI ÇELİK BORULARA UYGULANAN KOMPOZİT YAMALARIN
ETKİNLİĞİNİN ANALİTİK YÖNTEMLE KESTİRİMİ**
USING ENERGY RELEASE RATE FORMULAS, ANALYTICAL PREDICTION OF THE
EFFICIENCY OF COMPOSITE PATCHES APPLIED TO STEEL PIPES WITH
CIRCULAR HOLE DAMAGE

İbrahim Fadıl SOYKÖK

Doç.Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, H.F.T. Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 45400
Turgutlu, Manisa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8392-4505

ÖZET

Basınçlı gaz ve sıvı transferinde kullanılan metalik boru hatlarının hasarlarında kompozit malzeme ile yama uygulaması çok yaygın olarak uygulanmaya başlamıştır. Hasarlı bölge üzerinde elle yatırma tekniği ile üretilen kompozit yamama tekniğiyle onarılmış ve iç basınç altında fonksiyon icra eden akışkan iletim hatlarındaki boruların yama etkinliğini test etmek için borunun bir bölümüne uygulanan birtakım hidrostatik deneysel metotlar mevcuttur. Ancak bu tip deneysel yöntemlerin son derece masraflı ve zaman alıcı olmaları ve aynı zamanda patlama anında tehlikeli olabilmeleri gibi birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle kompozit yama uygulamalarında sonlu elemanlar yöntemiyle gerçekleştirilen sayısal çözümler de patlama hasarı basıncının tahmin edilmesinde etkili bir tasarım aracı olarak deneysel yöntemlerin bir alternatifi olarak yerini almıştır. Nitekim, literatürde yer alan birçok çalışmada sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan sayısal çözümlerin deneysel verileri yüksek bir güvenirlikle doğruladığı saptanmıştır. Ancak sayısal çözüm sürecinde parametrik bir çalışma yapıldığından, belirli bir basınç değerinden başlayarak adım adım basıncın artırılması suretiyle kompozit yamanın patlama basıncının elde edilmesi sağlanmakta, bu da kullanılan programa, donanımın işlemci hızına ve sonlu eleman mesh tipine göre çözüm süresinin bir hayli uzamasına yol açabilmektedir. Halihazırdaki bu çalışmanın amacı ise, tek bir basınç değeri ile saptanmış sayısal çözüm verilerinden yola çıkarak, enerji salınım oranı bağıntılarını kullanmak suretiyle patlama hasar basıncının ve yamanın emniyet katsayısının kestirimi için özgün bir analitik çözüm metodolojisinin uygulanması ve etkinliğinin sayısal çözüm verileri ile karşılaştırılmasıdır. Her iki yöntem ile elde edilen sonuçlar, cam elyaf / epoksi kompozit yama ile onarılmış dairesel delik hasarlı çelik borularda enerji salınım oranı bağıntıları ile gerçekleştirilen analitik çözüm verilerinin, her bir basınç değeri için sayısal çözüm verileri ile yüksek bir doğrulukla örtüştüğünü göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Yama, Çelik boru, Enerji salınım oranı, Sonlu elemanlar yöntemi.

ABSTRACT

Patching with composite material in the damages of metallic pipelines employed in pressurized gas and liquid transfer has allready started to be widely applied. There are some hydrostatic experimental methods applied to a section of the pipe functioning under internal pressure to test the patching effectiveness of the pipes in fluid transmission lines that have been repaired by composite patching produced by hand laying technique on the damaged area. However, such experimental methods have some disadvantages such as being extremely costly and time consuming and at the same time being dangerous at the time of explosion. For this reason, numerical solutions performed by the finite element method in composite patch applications have also gained place as an alternative to experimental methods as an effective design tool in estimating burst damage pressure. As a matter of fact, in many studies in the literature, it has been determined that numerical solutions implemented with the finite element method confirm the experimental data with a high reliability. However, since a parametric study is performed in the numerical solution process, it is ensured to obtain the burst pressure of the composite patch by increasing the pressure step by step starting from a certain pressure value, which can lead to a considerable prolongation of the solution time depending on the program used, the processor speed of the hardware and the finite element mesh type. The aim of this current study is to apply an original analytical solution methodology for the estimation of the burst damage pressure and the coefficient of safety of the patch, using the energy release ratio relations, based on the numerical solution data determined with a single pressure value, and to compare its effectiveness with the numerical solution data. The results obtained by both methods showed that the analytical solution data performed with the energy release rate equations for circular hole damaged steel pipes repaired with glass fiber / epoxy composite patch matches up with high accuracy with the numerical solution data for each pressure value.

Keywords: Composite Patch, Steel pipe, Energy release rate, Finite element method.

**KESİKLİ ÜRETİM YAPAN KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ MOBİLYA
ATÖLYELERİNDE PANEL MOBİLYA ÜRETİMİ İÇİN KESİM BİRİMİNİN
OLUŞTURULMASI VE EKONOMİK AÇIDAN İNCELENMESİ**
THE CREATION OF CUTTING UNIT FOR PANEL FURNITURE PRODUCTION IN
SMALL AND MEDIUM-SIZED FURNITURE WORKSHOPS AND ITS ECONOMIC
INVESTIGATION

Ahmet AKKÖK

Öğr. Grv., Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme
Teknolojileri Bölümü, Mobilya ve Dekorasyon Programı
*Lecturer, Adıyaman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Materials and
Materials Processing Technologies Furniture and Decoration Programme*
ORCID ID: 0000-0002-4743-7897

Ahmet LEBLEBİCİ

Öğr. Grv., Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme
Teknolojileri Bölümü, Mobilya ve Dekorasyon Programı
*Lecturer, Adıyaman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Materials and
Materials Processing Technologies, Furniture and Decoration Programme*
ORCID ID: 0000-0003-2058-8692

ÖZET

Mobilya tasarımı, kullanıcıların ihtiyaçları tarafından şekillendirilir. Kullanıcılarının estetik ve görsel konforu ön planda tutmalarının bir sonucu olarak, kendilerine ve mekanlarına özel mobilyalarının yapılmasını istemekte ve bu hizmeti sunan işletmeleri tercih etmektedirler. Bu nedenle mobilya atölyeleri, kişiye özel tasarım ve uygulama yapmakla birlikte üretim hattında bir dizi sorunla karşı karşıya kalmıştır. Kişiyeye özel tasarım ve üretim yapan işletmeler için standart bir kesim ölçüsü yoktur. Malzeme ölçülerinin ise standart olması artan parça (fire) oranının ortalamasının üzerinde olmasına neden olmaktadır. Bu durum kesim verimini düşürmekle birlikte işletmeye ekonomik anlamda olumsuz yansımaktadır. Kişiyeye özel panel mobilya üreten işletmelerde üretim iş akışı; projenin imalatını yapacak ustaya anlatılması, ustanın malzemeyi kesmesi ve işlemesi ile panel mobilya üretimi gerçekleşmektedir. Bu süreçte ustalar kesim listesinde bulunan ölçülerin tamamını, bütün bir plakadan kestikleri izlenmiştir. İşletmede daha önce mevcut bulunan fire parçalarından bilgisi olmadığından dolayı mevcut fire parçalar atıl olarak beklemekte, kesmiş olduğu plakadan yeni fire parçalar çıkmakta ve fire parçaların sürekli arttığı gözlemlenmiştir.

Panel mobilya üretimi yapan işletmeler, "Kesim Birimi" oluşturduklarında, kesim sadece bir veya birkaç kişi tarafından yapıldığı için, kesim sorumlusu fire parçalarını ölçüleri ve miktarları ile kayıt altına alıp sürekli bilgi sahibi olmaktadır. Kesim birimine gelen yeni bir

kesim listesi için, birim sorumlusu uygun olan ölçüleri fire parçalardan kesmiş, mevcut fire azalmış ve fire stoku sürekli kontrol altında tutulmuştur. Kesim birimi; net ve hatasız ölçüler çıkarabilen kalifiye bir eleman, kesim sorumlusu ve yardımcıları ile oluşmaktadır.

Bu bildiride amaç, panel mobilya üreten ustaların günümüzde sayılarının azalması ve ustalardan daha iyi verim almak için ustaların kesim sürecine dahil edilmemesi günümüzde bir gerekliliktir. Panel mobilya parçalarının, ustaya kesilmiş olarak verilmesi sonucunda panel mobilya üretim verimliliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Kesim biriminin kurulması ve bu birimin verimli bir şekilde çalışması sonucunda, zaman ve malzeme ergonomik bir şekilde kullanılmış olup, bu verimliliğin işletmeye ekonomik katkılar sağladığı rapor edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesim Birimi, Panel Mobilya, Fire, Üretim Verimliliği.

ABSTRACT

Furniture design is shaped by the needs of users. As a result of the fact that users prioritise aesthetic and visual comfort, they want their furniture to be made specially for themselves and their spaces and prefer businesses that offer this service. For this reason, furniture workshops have faced a series of problems in the production line with personalised design and application. There is no standard cutting size for enterprises that make customised design and production. The fact that the material dimensions are standardised causes the rate of wastage to be above average. This situation reduces the cutting efficiency and reflects negatively on the enterprise in economic terms. Production workflow in enterprises producing customised panel furniture; panel furniture production is carried out by explaining the project to the master who will manufacture the project, cutting and processing the material by the master. In this process, it was observed that the craftsmen cut all the measurements on the cutting list from a whole plate. Since there is no information about the waste parts that were previously available in the enterprise, the existing waste parts are waiting idle, new waste parts come out of the cut plate and it is observed that the waste parts are constantly increasing.

The aim of this paper is that the number of craftsmen producing panel furniture is decreasing today and it is a necessity today that craftsmen are not included in the cutting process in order to get better efficiency from the craftsmen. It was observed that the efficiency of panel furniture production increased as a result of giving the panel furniture parts to the master as cut. As a result of the establishment of the cutting unit and the efficient operation of this unit, time and material have been used ergonomically and this efficiency has been reported to provide economic contributions to the enterprise.

Keywords: Cutting Unit, Panel Furniture, Wastage, Production Efficiency.

HOMOJEN NİTRİTLİ TUZ ÜRETİMİ
HOMOGENEOUS NITRITE SALT PRODUCTION

Mine ETİ

Dr., Sistemler Teknoloji ve Sistem Üretimi, İzmir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-4405-6383

Sevilay ERMİN

MSc., Sistemler Teknoloji ve Sistem Üretimi, İzmir, Türkiye
ORCID ID: 0009-0001-2887-1161

ÖZET

Bu çalışmanın konusu et ve et ürünlerine eklenerek karakteristik renk ve lezzetin gelişimine katkıda bulunan, lipid oksidasyonunu kontrol altına alınmasını sağlayan ve başta Clostridium botulinum (botulizm denilen hastalığa sebep olan bakteri) olmak üzere patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etki gösteren nitritli tuz üretmektir. Bu amaçla sodyum klorür (sofra tuzu) içerisinde % 0.6 oranında sodyum nitrit ilave edilmektedir.

Et ve et ürünlerinin kalitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan et kütleme tuzunun (%0.6 sodyum nitrit içerikli sodyum klorür tuzu) kullanılması gerekmektedir. Sodyum nitrit içeriğinin çok düşük olması sebebiyle (%0.6) katı-katı karışım ile nitritli tuz homojen bir şekilde üretilmemektedir.

Nitrit sağlık açısından riskli bir madde olduğundan kullanım miktarı yasal olarak sınırlandırılmıştır. Pek çok ülkede nitrit tuz ile birlikte karıştırılarak hazır preparat halde piyasaya sunulmaktadır. Bu şekilde et ürün üretiminde kullanılmaktadır.

Homojen karışım sağlanarak fazla nitrit katılma riski önlenmektedir. İki faz arasındaki kütle ve ısı aktarım katsayısı incelenmeli ve aktarım hızı kontrol edilmelidir. Sodyum klorürün kritik nem ve denge nemi belirlenmelidir. Buna bağlı olarak kuruma süresi ve ne kadar transfer olduğu kontrol edilmelidir.

Bu çalışmada %0.6 oranında Sodyum Nitrit, %99.4 oranında sodyum klorür içerikli nitritli tuz üretilmiştir. Katı-katı karışım ile üretim yerine sodyum nitritli çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti, helezon ile taşınan sodyum klorür üzerine özel nozullar vasıtasıyla püskürtülmüş, daha sonrasında helezon sayesinde hem akışkan yataklı kurutucuya transfer sağlanmış, hem de sodyum nitrit ve sodyum klorürün homojen olarak karışımı sağlanmıştır. Kurutma işlemi sırasında sodyum klorür kristalleri üzerindeki su buharlaşmış ve sodyum nitrit partikülleri sodyum klorür kristalleri üzerine yapışmıştır. Bu yöntem ile homojen bir karışım oluşması sağlanmış ve sodyum nitrit ve sodyum klorürün birbirinden ayrılması

engellenmiştir. Bu çalışmanın en önemli özelliği çok düşük sodyum nitrit içerikli tuzun homojen bir şekilde üretilmesini sağlayacak sistemin tasarlanmasıdır.

Anahtar kelimeler: Sodyum nitrit, sodyum klorür, nitritli tuz, akışkan yataklı kurutucu

ABSTRACT

The subject of this study is to produce nitrite salt, which contributes to the development of characteristic color and flavor by adding to meat and meat products, provides control of lipid oxidation and has antimicrobial effect on pathogenic microorganisms, especially *Clostridium botulinum* (the bacteria that causes the disease called botulism). For this purpose, 0.6% sodium nitrite is added into sodium chloride (table salt).

Meat curing salt (sodium chloride salt with 0.6% sodium nitrite content) should be used in order to increase the quality of meat and meat products and extend their shelf life. Nitrite salt cannot be produced homogeneously with a solid-solid mixture due to the very low sodium nitrite content (0.6%).

The amount of use of the nitrite is legally limited since nitrite is a risky substance in terms of health. Nitrite is mixed with salt and offered to the market as a ready-made preparation in many countries. It is used in the production of meat products in this way.

The risk of adding excess nitrite can be prevented by providing a homogeneous mixture. The mass and heat transfer coefficient between the two phases should be examined and the transfer rate should be checked. The critical humidity and equilibrium humidity of sodium chloride should be determined. Accordingly, the drying time and transfer amount should be controlled.

In this study, nitrite salt with 0.6% sodium nitrite and 99.4% sodium chloride content was produced. Sodium nitrite solution was prepared instead of production with solid-solid mixture. The prepared solution was sprayed on the sodium chloride carried by the screw conveyor by means of special nozzles, and then, owing to this screw conveyor, both the transfer to the fluidized bed dryer and the homogeneous mixture of sodium nitrite and sodium chloride was ensured. During the drying process, the water on the sodium chloride crystals evaporated and the sodium nitrite particles adhered to the sodium chloride crystals. A homogeneous mixture was formed and the separation of sodium nitrite and sodium chloride was prevented with this method. The most important feature of this study is the design of a system that will enable the homogeneous production of nitrite salt with very low sodium nitrite content.

Keywords: Sodium nitrite, sodium chloride, nitrite salt, fluidized bed dryer

SERAMİKLERİN PYROPLASTİK DAVRANIŞININ NÜMERİK ANALİZİ
NUMERICAL ANALYSIS OF PYROPLASTIC BEHAVIOR OF CERAMICS

Uluğ Kerim YÜCEL

Dr., UKCast, Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü
Dr., UKCast, Ege University, Mechanical Engineering Department
ORCID ID: 0000-0002-2646-4490

Hasan YILDIZ

Dr., Ege Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü
Dr., Ege University, Mechanical Engineering Department
ORCID ID: 0000-0002-3432-2249

ÖZET

İleri seramik ve kompozitlerin üretiminde sinterleme esnasında ortaya çıkan yoğunlaşmanın kontrol edilmesi, sinterlemenin kalitesinin iyileştirilmesi için gereken işlemlerden bir tanesidir. Pratik deneyime dayalı tasarım yönelimli sinterleme modeli önemli zorluklar içermektedir. Bu tür modellemede sinterleme sonrası oluşacak deformasyonun önceden tahmin edilip buna göre modelleme yapılması gerekir. Sinterlemeden sonra istenen formu elde etmek, genellikle deneme yanılma ile gerçekleştirilir. Mevcutta uygulanan bu yöntem masraflı, zaman alan bir deneme yanılma sürecidir. Yeni bir yaklaşım olarak problemin çözümünde bilgisayar modelleri kullanmak, nümerik simülasyon tekniklerinde faydalanmak, tasarım ve üretim süreçlerini bu modellerin sonuçlarına göre tasarlamak, zaman ve maliyet açısından önemli avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada, sinterleme sırasında seramiklerin deformasyonunun modellenmesi için bir nümerik metot geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu metodun geliştirilmesi, seramiklerin yoğunlaşma esnasındaki pyroplastik davranışının nümerik analizini, nümerik analiz olarak sonlu elemanlar yöntemi (FEM) için model geliştirilmesi ve nümerik sonuçlarla literatürdeki deneysel sonuçların karşılaştırılmasını içermektedir.

Yapılan çalışmada, sürekli ortamlar mekaniği temeline dayalı Skorohod-Olevsky viskoz sinterleme modeli sonlu elemanlar yöntemine uyarlanmış ve $[3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2]$ müllit seramik yapının sinterlenmesi modellenmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılan simülasyon sonucunda elde edilen yer değiştirmeler literatürdeki deneysel çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar; seramik yapıların üretimleri esnasında uğradıkları kalıcı deformasyonların sayısal yöntemler kullanılarak simüle edilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir. Böylece seramik malzeme kullanılarak yapılan üretimlerde sinterleme işlemi sırasında ürünlerde meydana gelebilecek deformasyonların belirlenmesinde, deneme yanılma

yerine geliştirilen sayısal yöntemin daha hızlı ve masrafsız bir şekilde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sonlu elamanlar yöntemi, viskoz sinterleme, pyroplastik davranış, sürünme, plastik akış, plastik deformasyon

ABSTRACT

Controlling the intensification that occurs during sintering in the production of advanced ceramics and composites is one of the procedures required to improve the quality of sintering. The design-oriented sintering model based on practical experience includes significant challenges. In this type of modeling, the deformation that will occur after sintering should be predicted and modeled accordingly. Obtaining the desired form after sintering is usually accomplished with trial and error. This method is a costly, time-receiving trial error process. As an original approach, using computer models in the solution of the problem, making use of numerical simulation techniques, plan design and production processes according to the results of these models provides an important advantage in terms of time and cost.

In this study, it is aimed to develop a numerical method for modeling the deformation of ceramics during sintering. The development of this method includes numerical analysis of pyroplastic behavior of ceramics during the densification, model development for finite element method (FEM) as a numerical analysis and comparison of numerical results with experimental results in the literature.

During the study, the Skorohod-Olevsky viscose sintering model based on continuum mechanics was adapted to the finite element method and sintering of $[3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2]$ müllit ceramic structure was modeled. The displacement obtained as a result of simulation using finite elements method was compared with the experimental studies in the literature. Hand-on results; It has shown that it is possible to simulate the permanent deformations that ceramic structures undergo during the production by using numerical methods. Thus, it is concluded that instead of trial and error, the numerical method developed can be used more quickly and inexpensively in the determination of deformations that may occur in the products during the sintering process using ceramic material.

Keywords: Finite element method, viscous sintering, pyroplastic behavior, creep, plastic flow, plastic deformation

**KOBALT VE BORUN BAKIR ESASLI KOMPOZITLER ÜZERİNDEKİ
TRİBOLOJİK ETKİLERİ**
TRICHOLOGICAL EFFECTS OF COBALT AND BORON ON COPPER-BASED
COMPOSITES

Merve HORLU

Firat University, Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering
ORCID NO: 0000-0003-0775-2849

Gamze İSPİRLİOĞLU KARA

Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering
ORCID NO: 0000-0001-9968-1739

Cevher Kürşat MACİT

Firat University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering
ORCID NO: 0000-0003-0466-7788

Burak TANYERİ

Firat University, School of Aviation, Aircraft Airframe-Engine Maintenance
ORCID NO: 0000-0002-3517-9755

Bünyamin AKSAKAL

Firat University, School of Aviation, Aircraft Airframe-Engine Maintenance
ORCID NO: 0000-0003-4844-9387

Ersoy YILMAZ

Aisin Automotive Industry Trade Inc. Tuzla, İstanbul

ÖZET

Bu çalışmada; Bor (B) ve kobalt (Co) ağırlığı %1’de sabit kalacak şekilde belirli oranlarda (%99, %98) bakır (Cu) tozuna eklenerek hibrit kompozitler hazırlanmıştır. Literatür çalışmalarına bakıldığında Cu'nun farklı malzemelerle birleştirildiği ancak bu çalışmadaki gibi hibrit bir karışım yapılmadığı görülmüştür. B ve Co takviyesiyle Cu matrisli kompozitlerin tribolojik özelliklerinin iyileştirilmesi ve Cu matrisli malzemelerin kullanım alanlarının genişletilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada Cu, B ve Co tozları mekanik öğütücüde 250 rpm devirde karıştırılmıştır. Karışımlar toz metalurjisi imalat parametreleri ile hazırlanmış (Numunelerin preslenmesi, sinterlenmesi, deney numunesi hazırlığı) ve numunelerin mikroyapıları SEM ve XRD analizleri ile karakterize edilmiş, tribolojik olarak ise sertlik ve aşınma testleri yapılmıştır. Her bir kompozit için aşınma testlerinde numunelerde oluşan ağırlık kaybı, sürtünme katsayısı değerleri ve aşınma sonrasında aşınma yüzeylerinde

meydana gelen aşınma izleri SEM görüntüleri ile incelenmiştir.

Yapılan analiz ve testler sonunda sertlik testlerinde B ve Co katkısıyla saf Cu numunesine göre Cu-Co kompozitinde %17.84, Cu-B kompozitinde %44.21 ve Cu-Co-B kompozitinde %41.60 daha yüksek sertlik sonuçları elde edilmiştir. Aşınma deneylerinde de benzer şekilde Co ve B katkısı Cu matris malzemenin aşınma direncini önemli ölçüde artırmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Co ve B takviyesinin Cu matrisli kompozitlerin tribolojik özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür. Cu matrisli kompozitlerin yeni takviye elemanları ile çalışmaların devam ettirilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Toz metalürjisi, Bakır Matrisli Hibrit Kompozit Malzemeler, Kobalt, Bakır, Aşınma

ABSTRACT

In this study, hybrid composites were prepared by adding boron (B) and cobalt (Co) to copper (Cu) powder at certain ratios (99%, 98%) with the weight remaining constant at 1%. A review of the literature shows that Cu has been combined with different materials, but not a hybrid mixture as in this study. It is aimed to improve the tribological properties of Cu matrix composites with B and Co reinforcement and to expand the usage areas of Cu matrix materials. In the study, Cu, B and Co powders were mixed in a mechanical grinder at 250 rpm. The blends were prepared with powder metallurgy manufacturing parameters (pressing, sintering, test sample preparation) and the microstructures of the samples were characterized by SEM and XRD analysis, and tribological hardness and wear tests were performed. For each composite, the weight loss, coefficient of friction values and the wear marks on the wear surfaces after abrasion were examined by SEM images.

As a result of the analysis and tests, 17.84% higher hardness results were obtained in Cu-Co composite, 44.21% higher in Cu-B composite and 41.60% higher in Cu-Co-B composite compared to pure Cu sample with B and Co additives in hardness tests. Similarly, Co and B additives significantly increased the wear resistance of Cu matrix material in wear tests.

According to the results obtained in the study, Co and B reinforcement improved the tribological properties of Cu matrix composites.

Keywords: Powder metallurgy, Copper Matrix Hybrid Composite Materials, Cobalt, Copper, Wear

GİRİŞ

Kompozit malzemeler farklı yöntemlerle üretilebilmektedir [1,2]. Bu yöntemlerden biri de toz metalürjisidir [3]. Toz metalürjisi ile toz halindeki ürünlerin preslenmesi ve yüksek sıcaklıklarda sinterlenmesi yoluyla malzeme üretilmesini içerir [4]. Saf metaller, plastik malzemeler, seramikler ve ince toz halindeki alaşımlar belirli oranlarda karıştırılarak basınç altında şekillendirilebilir [5]. Daha sonra bu ürünler matris malzemenin erime sıcaklığının

altında bir sıcaklıkta sinterlenerek toz halindeki parçacıkların temas yüzeyleri arasında güçlü bir bağ oluşturulur. Bu yöntemle karmaşık ve küçük parçalar kolaylıkla üretilebilir. Diğer yöntemlere göre malzeme israfı daha az olup belli derecede gözeneklilik ve geçirgenlik elde edilir. Toz metalurjisi ile üretilen malzemelerin çoğunda elde edilen boyutsal hassasiyet ve mükemmel yüzey kalitesi, farklı işlemlere olan ihtiyacı ortadan kaldırır [6]. Uygur, toz metalurjisi yöntemiyle Fe-Cu-Mn-C bazlı çelik üretmiş ve bunun sertliği arttırdığını, çekme mukavemetini ve gözenekliliği azalttığını bulmuştur [7]. Özgün ve Akbulut ise aynı yöntemle Stellite 6 süper alaşım matris malzemesine Fe ve B takviye ederek bağlı yoğunluk değerlerinde önemli artışlar bulmuştur [8].

Bakır (Cu), mükemmel elektriksel ve termal iletkenliğinin yanı sıra iyi sünekliği nedeniyle mühendislik ve elektronik uygulamalarında yaygın olarak kullanılır ve yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir [9,10]. Benzersiz özellikleri nedeniyle bakırın, su temini ve elektrik ve termal endüstrilerle bağlantılı endüstrilerdeki parçaların imalatında olağanüstü bir malzeme olması beklenmektedir ve gaz türbini nozullarında, roket motorlarında, elektrik anahtarlarında, yanma odası duvar kaplamalarında, elektronikte geniş uygulamalara sahiptir [11]. Bununla birlikte Cu' nun daha yaygın şekilde kullanılmasını etkileyen bazı durumlar mevcuttur. Bakırın yüksek sıcaklıklardaki mekanik özelliklerinin düşük olması nedeniyle yapısal uygulamalarda tercih edilmemektedir [12]. Cu'nun zayıf mekanik ve tribolojik özelliklerinin olması kullanım alanını sınırlamaktadır. Cu ve Cu alaşımlarının kullanım alanını artırmak için takviye elemanları eklemek gerekmektedir [13].

Kobalt (Co), benzersiz özelliklerinden dolayı son yıllarda geniş çapta araştırılmaktadır [14,15]. Aşınmaya ve korozyona dayanıklı olmasının yanında biyoyumlu özelliklere sahiptir [16]. Ayrıca kobaltın erime noktası ve sertliğide yüksektir [17]. Kesici aletler, mıknatıslar, şarj edilebilir piller gibi birçok endüstriyel alanda sıklıkla kullanılmaktadır [18].

Bor (B), korozyona karşı dirençli bir elementtir ve oda sıcaklığında metallerde çok az çözünürlüğe sahiptir [19]. Borun toz metalurjisi uygulamalarında kullanımının oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bor takviyeli bakır matrisli kompozitler, yüksek sertlik, yüksek mukavemet ve termal kararlılık gibi özelliklere sahip olabilir [20,21]. Ayrıca, borun antimikrobiyal özellikleri de vücut içi uygulamalarda tercih edilmesini sağlayabilir [22].

Yapılan çalışmada ise, saf Cu tozuna ağırlıkça %1 Co ve %1 B eklenerek yeni bir hibrit karışım yapılmıştır. Literatür çalışmaları incelendiğinde Cu tozlarına bu çalışmada kullanılan takviye elemanları kullanılarak hibrit bir karışım yapılmadığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan takviye elemanlarının eklenmesiyle Cu matrisli kompozitin tribolojik özelliklerinin iyileşmesi hedeflenmiştir. Toz metalürji işlem basamakları ile hazırlanan numunelerin mikroyapısı (SEM, EDX ve XRD), sertliği ve 10N yük altında kuru şartlarda aşınma deneyleri yapılarak kompozitlerin karakterizasyon çalışması yapılmıştır.

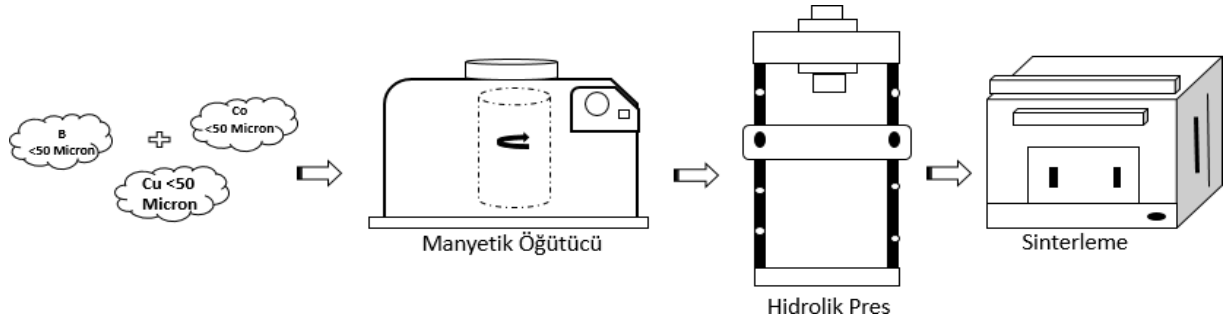
YÖNTEM

Kullanılan Malzemeler, Tozların Hazırlanması ve Üretim Şeması

Çalışmada fiziksel özellikleri 44 (μm) partikül boyutunda, %99.9 saflıkta olan tozlar kullanılmıştır. Tablo 1’de, üretilen tozlardaki ağırlıkça kullanılan numune miktarları ve kompozitlerin adlandırılması verilmiştir. Numune hazırlık şeması ise Şekil 1’de gösterilmiştir. Kompozitlerin hazırlanmasında matris malzeme bakır olacak şekilde ayarlanmış ve Tablo1’de ağırlıkça yüzdeleri verilen takviye elamanlarıyla karıştırılmıştır. Birleştirme işlemi öncesinde ağırlık toplamı 3 gram olacak şekilde Tablo 1’deki oranlarda malzemeler 10^{-4} hassasiyetteki terazide tartım işlemi yapılmıştır. Hazırlanan tozlar manyetik öğütücüde etil alkol ve siterik asit eklenerek 250 rpm devirde 2.5 saat karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti daha sonra 6 saat boyunca 90 °C’de havaya maruz bırakılmadan bir etüvde kurutuldu. Kurutma işlemi sonrası elde edilen karışım çinko stearat ($\text{Zn}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$) ile yağlanmış olan kalıba dökülerek hidrolik preste 35 MPa basınçta deney numuneleri hazırlanmıştır.

Tablo 1. Tozların isimlendirilmesi ve ağırlıkça katkı miktarları

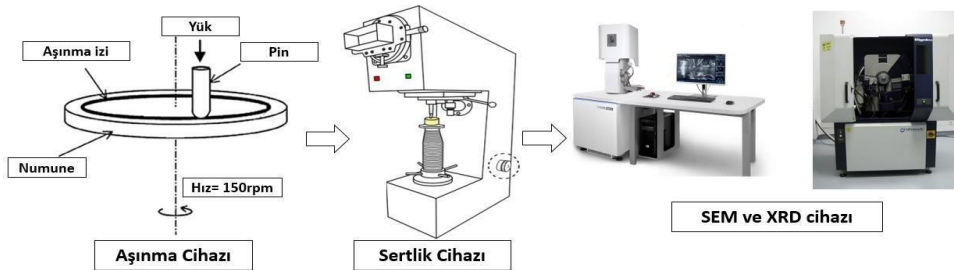
Numune Adı	Cu	B	Co
Cu	% 100	-	-
Cu-B	% 99	% 1	-
Cu-1Co	% 99	-	% 1
Cu-Co-B	% 98	% 1	% 1



Şekil 1. Bakır esaslı kompozitlerin hazırlık şeması

Mikroyapı, Sertlik, Triboloji ve Karakterizasyon

Şekil 2’de akış şeması, Şekil 3’te ise üretimleri tamamlanan hibrit numunelerin mikroyapısı, sertliği, tribolojisi ve karakterizasyonlarında uygulanacak işlem basamakları verilmiştir.



Şekil 2. Akış şeması

Mikroyapı

Üretimi, preslemesi, sinterlenmesi, bakaliti, zımparalanması ve parlatılması tamamlanan numunelerin mikroyapılarında Cu matris yapı içerisinde dağılım sergileyen takviye elemanı parçacık tayini ve tozların homojen dağılımı SEM ve EDX analizleri ile incelendi.

Sertlik

Sertlik deneylerinde ise cihazıyla 1-10.000 g arası yük değerlerinde 5 farklı noktadan ölçümler alındı ve bu değerlerin ortalamaları alınarak kompozitlerin ortalama sertlik değerleri belirlendi. Ortalama sertlik değeri Vickers değerinde bulundu.

Triboloji

Aşınma testleri pin-on-disk aşınma test cihazıyla sabit yük (10 N), kayma mesafesi(1000 m) ve kayma hızında (150 rpm) gerçekleştirildi. Kompozitlerin aşınma sonucundaki ağırlık kayıpları 10^{-4} hassasiyet değerine sahip terazide ölçüldü. Ölçülen değerler kayıt altına alınarak mesafeye göre her numune için ağırlık kaybı grafikleri ve sürtünme katsayısı grafikleri oluşturuldu.

Karakterizasyon

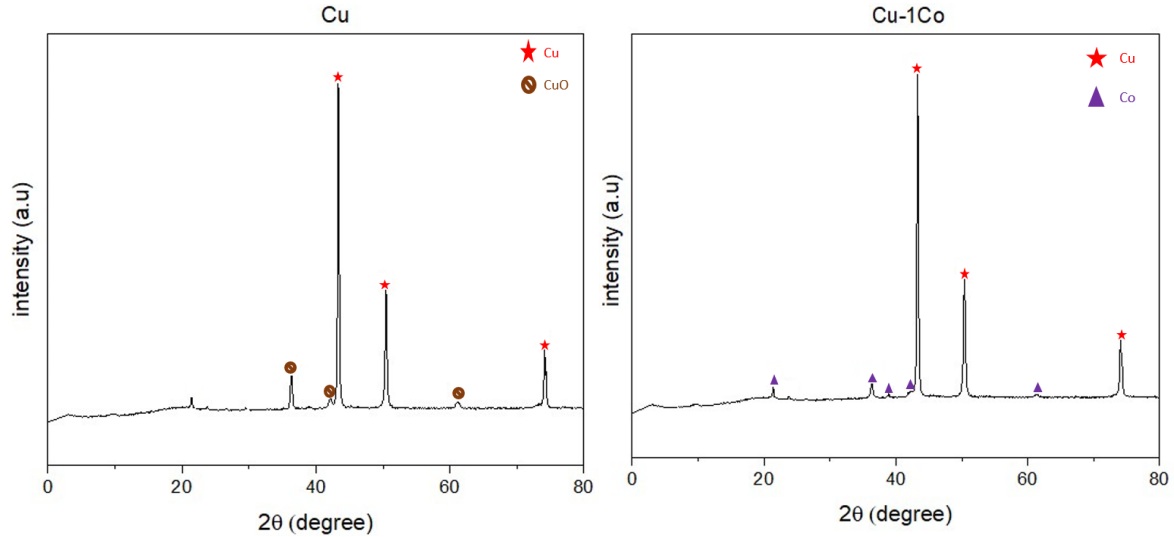
Numunelerin aşınma deneyleri sonucunda aşınma sonucunda meydana gelen aşınma izleri SEM analizinde detaylı olarak incelendi ve yorumlandı.

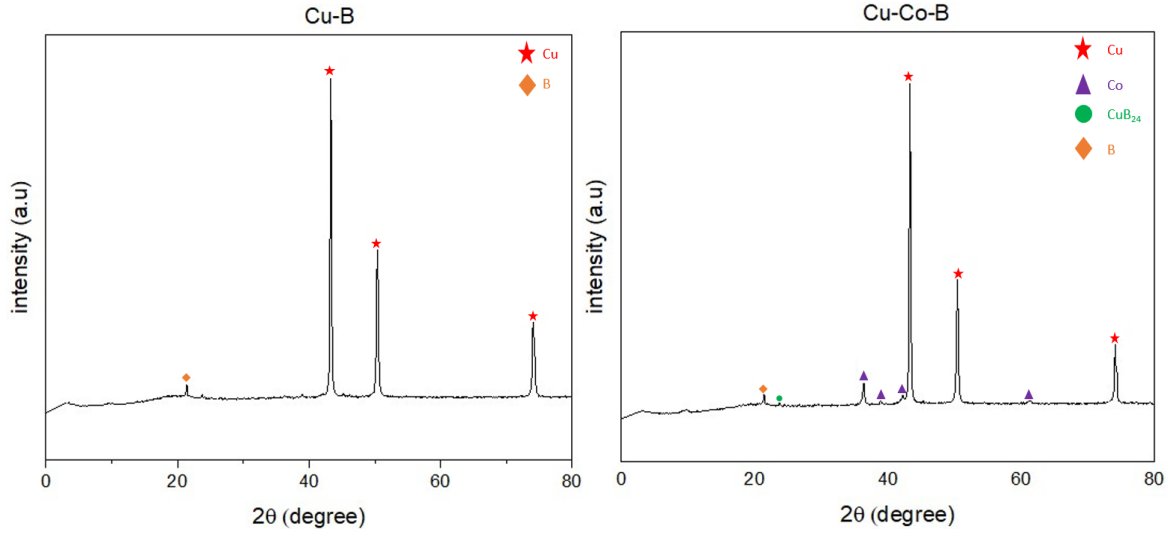
Şekil 3. İşlem basamakları

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

XRD Sonuçları

Kompozitlerin XRD kırınım desenleri Şekil 4'te gösterilmiştir. XRD analizlerinde her numunenin kendi karakteristik piklerini koruduğu ve bu karakteristik piklerin literatür çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Karışma sonrasında Cu ile B kendi aralarında CuB_{24} bileşiğini oluşturmuştur.

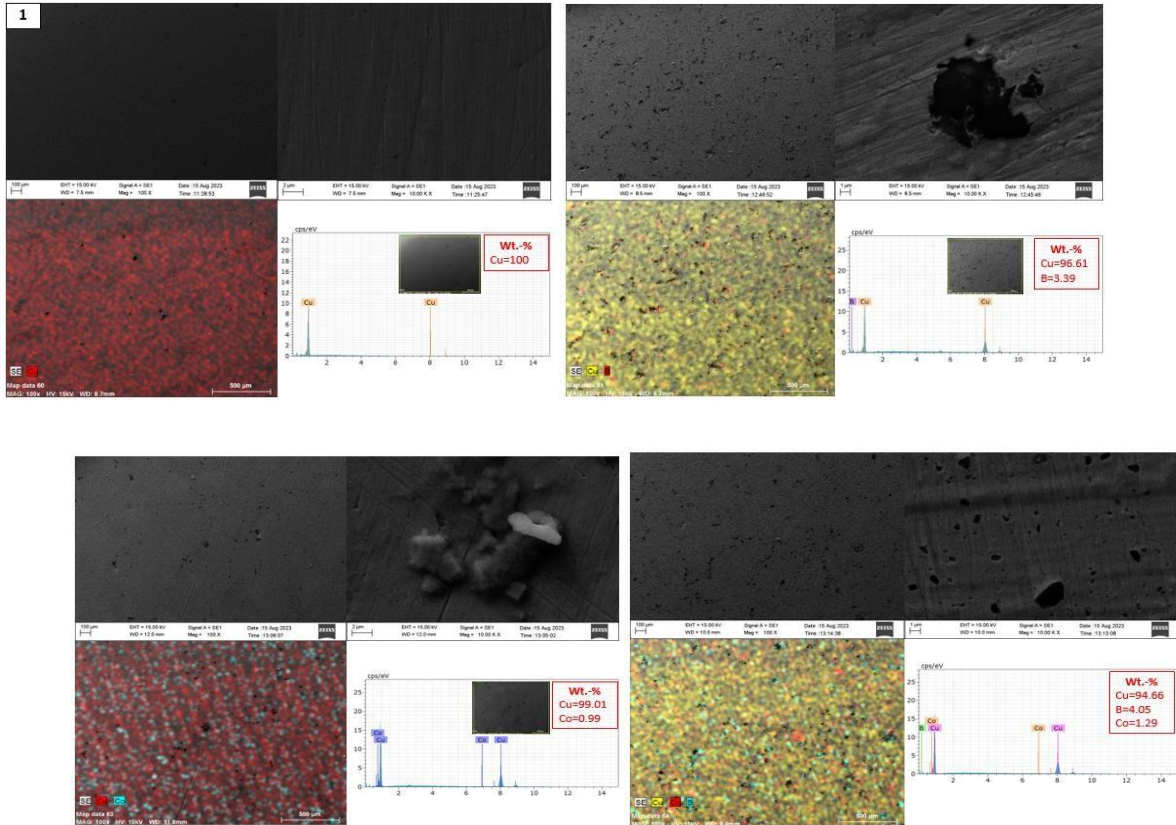




Şekil 4. Numunelerin XRD kırınım desenleri

SEM Görüntüleri ve EDS Analizi

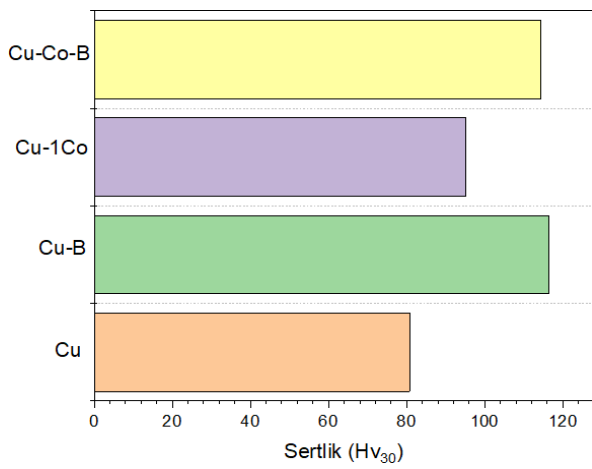
Numunelerin mikroyapılarının incelenmesi için alınan SEM ve EDX analiz sonuçları Şekil 5'te gösterilmiştir. Tablo 1'de belirtilen takviye oranlarının matris malzeme ile birlikte oluştukları ve homojen bir şekilde dağılım olduğu görülmüştür.



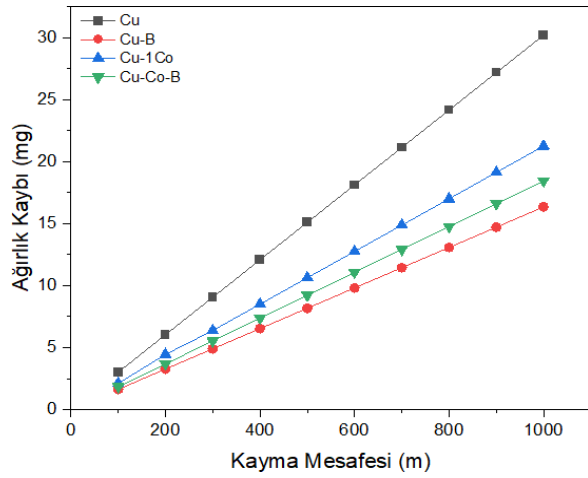
Şekil 5. SEM görüntüleri ve EDS analiz sonuçları

Sertlik ve Triboloji

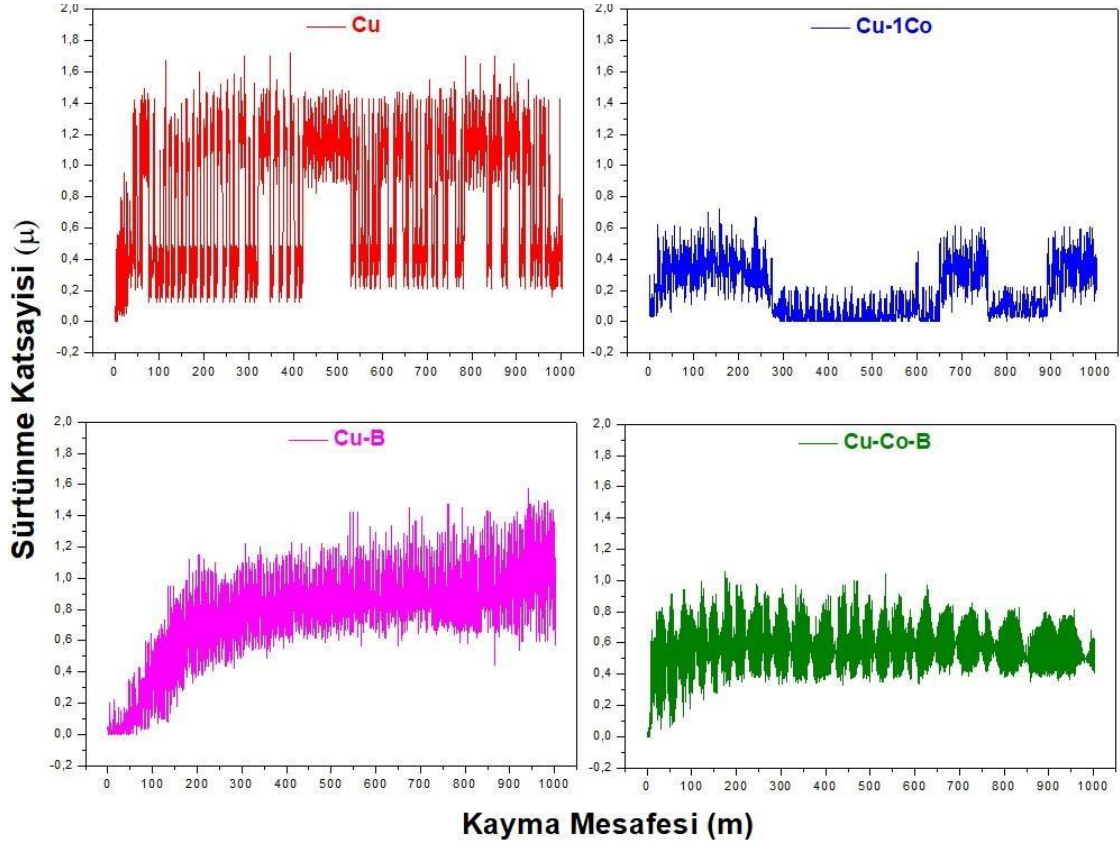
Numunelerin yüzeylerinde oksit tabakaların da meydana geldiği görülmüştür. Bu oksit tabakalar tribolojik deneylerde tribolojik özelliklerin düşmesini engellemek için tekrar zımparalama ve parlatma işlemleri yapılmıştır. Hibrit kompozitlerin sertlik değerleri incelendiğinde 5 farklı noktadan alınan ortalama sertlik değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. Sertlik değerlerinde en yüksek sertlik değeri Cu-B kompozitinde görülmüştür. Sertlik sonuçlarında takviye elemanlarının eklenmesiyle saf bakır kompozitlere göre çok daha yüksek sertlik sonuçları görülmüştür. B ve Co katkısının literatür çalışmaları incelendiğinde de sertlik sonuçlarını olumlu yönde etkilediği desteklenmektedir [14–22].



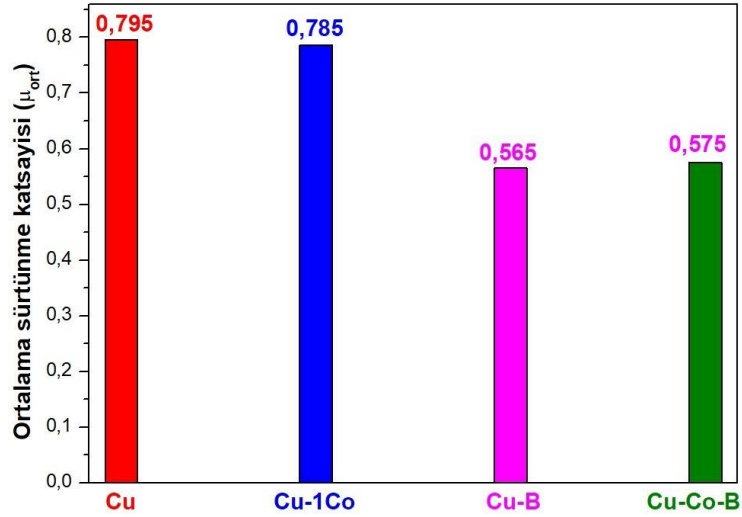
Şekil 6. Sertlik sonuçları



Şekil 7. Aşınma ağırlık kaybı sonuçları



Şekil 8. Sürtünme katsayısı değerleri

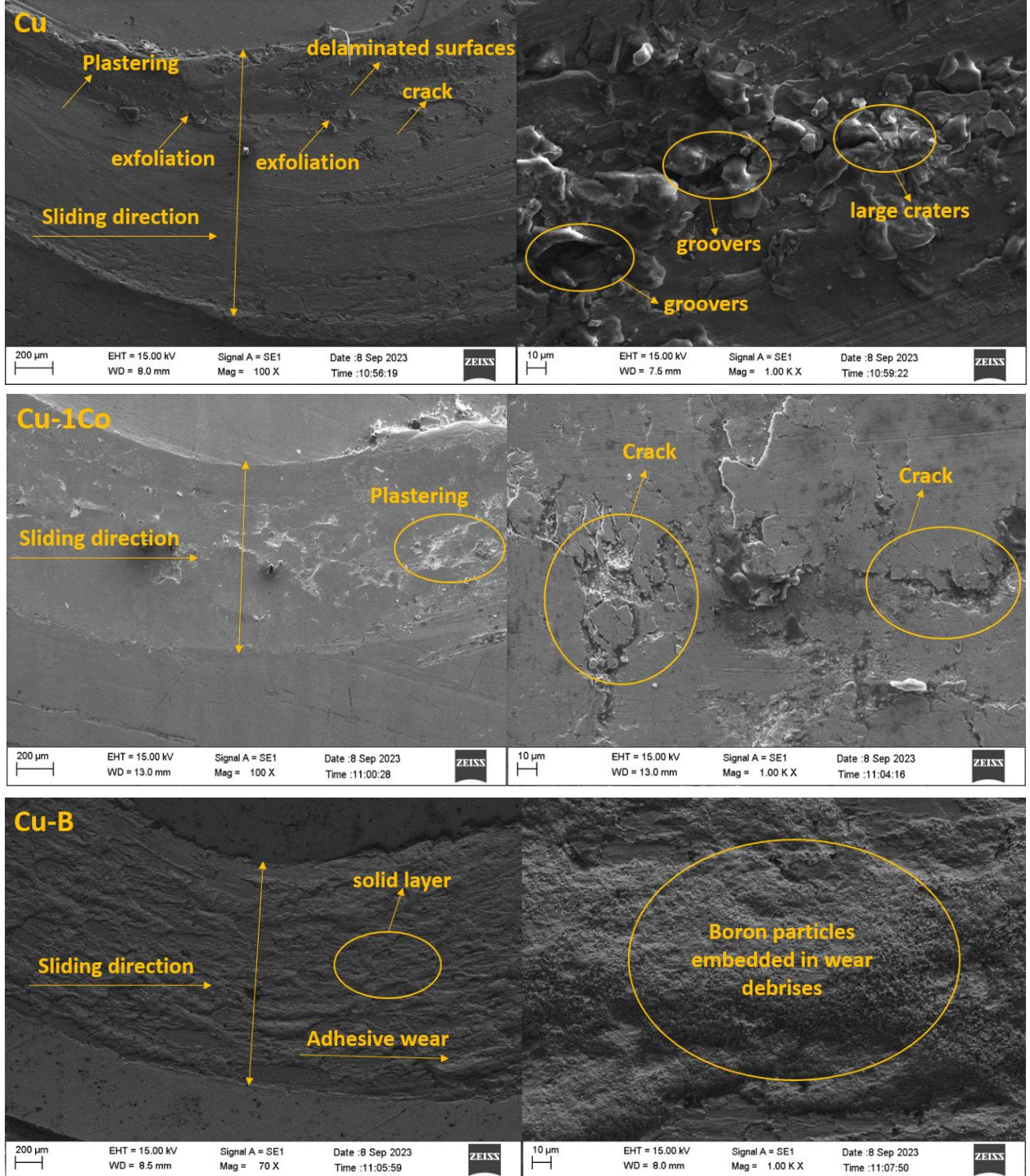


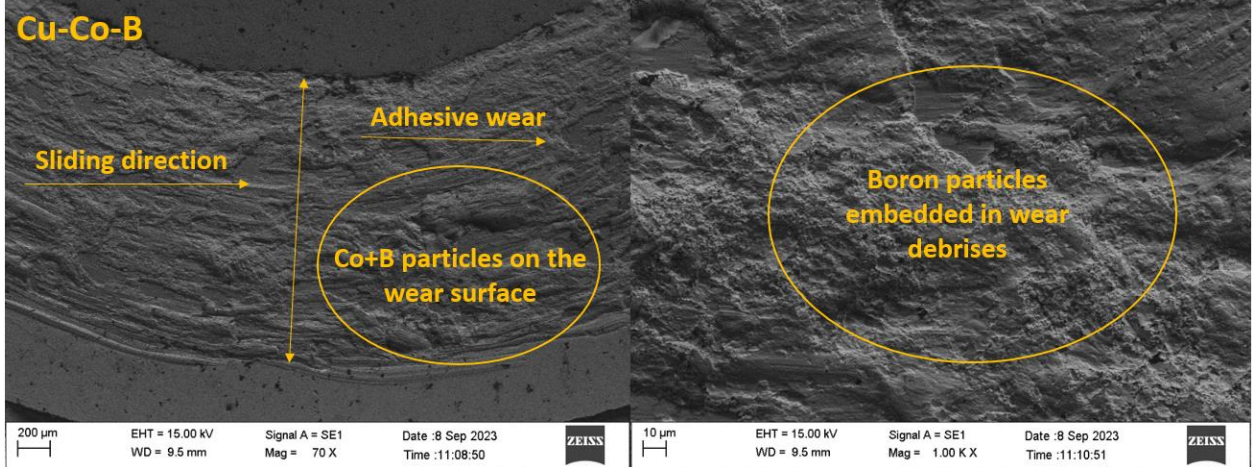
Şekil 9. Ortalama sürtünme katsayısı değerleri

Aşınma Sonrası SEM Görüntüleri

Aşınma sonucu oluşan sürtünme katsayısı değerleri kompozitlerin aşınma sonrası SEM görüntüleri Şekil 8'de gösterilmiştir. Aşınma görüntülerinde, saf Cu numunesinde aşınma sonrası derin çatlaklar ve izler oluşmuştur. Cu numunesinde, derin kraterlerin oluşumu ve

aşınmış yüzeyin deformasyonu ile yapışkan aşınma mekanizması gözlenmiştir. B ve Co katkıları ile Cu-B ve Cu-Co-B numuneleri aşınma izlerinde ve derinliklerinde azalma ve aşınma direncinde artış göstermiştir [14–22]. Aşınma direnci, B partiküllerinin katkılanması ile geliştirilmiştir [19–22]. En iyi aşınma direnci Cu-B numunesinde gözlenmiştir.





Şekil 10. Aşınma sonrası SEM görüntüleri

SONUÇLAR

Farklı kompozitler (Cu, Cu-B, Cu-1Co ve Cu-Co-B) toz metalurjisi üretim yöntemiyle üretilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

- XRD kırınım desenleri, matris malzemesinin ve takviyelerin karakteristik piklerini koruduğunu göstermektedir.
- SEM görüntüleri ve EDS sonuçlarında tozların homojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir.
- Kompozitlere uygulanan sertlik testlerinde saf Cu'ya kıyasla sırasıyla %30 (Cu-B), %15 (Cu-1Co) ve %29 (Cu-Co-B) daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek sertlik değeri Cu-B kompozitinde gözlenmiştir.
- Aşınma testinde Co ve B katkıları ile Cu matris malzemenin aşınma direncini artmış ve toplam kayma mesafesindeki ağırlık kaybı ve sürtünme katsayısı değerleri açısından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Wang H, Fang ZZ, Sun P. A critical review of mechanical properties of powder metallurgy titanium. Int J Powder Metall 2010;46:45–57.
- [2] Kirik I, Ozdemir N, Caligulu U. Effect of particle size and volume fraction of the reinforcement on the microstructure and mechanical properties of friction welded MMC to AA 6061 aluminum alloy. Kov Mater 2013;51:221–7.
- [3] Yalcin B, Varol R. Production of Ti-6Al-4V and Ti-5-Al-2.5 Fe Alloys Via Powder Metallurgy Method and Investigation of its Some Mechanical Properties. J Polytech Derg 2008;11:235–41.
- [4] Zheng HX, Mentz J, Bram M, Buchkremer HP, Stöver D. Powder metallurgical production of TiNiNb and TiNiCu shape memory alloys by combination of pre-alloyed and elemental powders. J Alloys Compd 2008;463:250–6.
- [5] Uzun M, Usca UA. Effect of Cr particulate reinforcements in different ratios on wear performance and mechanical properties of Cu matrix composites. J Brazilian Soc Mech Sci Eng 2018;40:1–9.
- [6] Sap E. Microstructure and mechanical effects of Co–Ti powder particles on Cu matrix

composites. *Russ J Non-Ferrous Met* 2021;62:107–18.

[7] Uygur I. Fe-Cu-C çeliklerine mangan ilavesinin mekanik özelliklere etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimar Fakültesi Derg* 2007;22.

[8] Özgün Ö, Akbulut ÖF. The Effect of element additions on the microstructure and the mechanical properties of cobalt based superalloys produced via powder metallurgy technique. *Sak Univ J Sci* 2017;21:223–31.

[9] Jiang X, Liu W, Li Y, Shao Z, Luo Z, Zhu D, et al. Microstructures and mechanical properties of Cu/Ti₃SiC₂/C/graphene nanocomposites prepared by vacuum hot-pressing sintering and hot isostatic pressing. *Compos Part B Eng* 2018;141:203–13.

[10] Schubert T, Trindade B, Weißgärber T, Kieback B. Interfacial design of Cu-based composites prepared by powder metallurgy for heat sink applications. *Mater Sci Eng A* 2008;475:39–44.

[11] Lu Y, Sagara K, Matsuda Y, Hao L, Jin YR, Yoshida H. Effect of Cu powder addition on thermoelectric properties of Cu/TiO₂-x composites. *Ceram Int* 2013;39:6689–94.

[12] Nazeer F, Ma Z, Gao L, Wang F, Khan MA, Malik A. Thermal and mechanical properties of copper-graphite and copper-reduced graphene oxide composites. *Compos Part B Eng* 2019;163:77–85.

[13] Chundru VR, Koonan R, Pujari SR. Surface modification of Ti6Al4V alloy using EDMed electrode made with nano-and micron-sized TiC/Cu powder particles. *Arab J Sci Eng* 2019;44:1425–36.

[14] Barekat M, Razavi RS, Ghasemi A. Nd: YAG laser cladding of Co–Cr–Mo alloy on γ -TiAl substrate. *Opt Laser Technol* 2016;80:145–52.

[15] Özgün Ö, Dinler İ. Production and characterization of WC-reinforced Co-based superalloy matrix composites. *Metall Mater Trans A* 2018;49:2977–89.

[16] Xia Y, Yu P, Schaffer GB, Qian M. Cobalt-doped Ti–48Al–2Cr–2Nb alloy fabricated by cold compaction and pressureless sintering. *Mater Sci Eng A* 2013;574:176–85.

[17] Baco-Carles V, Arnal A, Poquillon D, Tailhades P. Correlation between the morphology of cobalt oxalate precursors and the microstructure of metal cobalt powders and compacts. *Powder Technol* 2008;185:231–8.

[18] Cabrol E, Boher C, Vidal V, Rezai-Aria F, Touratier F. A correlation between tribological behavior and crystal structure of cobalt-based hardfacings. *Wear* 2019;426:996–1007.

[19] Uzunsoy D. Investigation of dry sliding wear properties of boron doped powder metallurgy 316L stainless steel. *Mater Des* 2010;31:3896–900.

[20] Ma S, Zhang J. Wear resistant high boron cast alloy-A review. *Rev Adv Mater Sci* 2016;44:54–62.

[21] Zepon G, Nascimento ARC, Kasama AH, Nogueira RP, Kiminami CS, Botta WJ, et al. Design of wear resistant boron-modified supermartensitic stainless steel by spray forming process. *Mater Des* 2015;83:214–23.

[22] Li J, Gan L, Liu Y, Mateti S, Lei W, Chen Y, et al. Boron nitride nanosheets reinforced waterborne polyurethane coatings for improving corrosion resistance and antifriction properties. *Eur Polym J* 2018;104:57–63.

**ROLLING OBJECTS AND PROTECTIVE STRUCTURES TEST AND ANALYSES
FOR EXCAVATOR CABS**

EKSKAVATÖR KABİNLERİ İÇİN DEVRILMEYE KARSI KORUYUCU
YAPILARIN TEST VE ANALİZİ

Fatih Harun ÖZDUMAN

Msc., R&D Engineer, Başak Traktör Tarım Ziraat ve İş makinaları San.Tic.A.Ş.

ORCID ID: 0000-0003-4113-6775

İhsan Cihan DAİ

Msc., R&D Test and Analysis Team Leader, Başak Traktör Tarım Ziraat ve İş makinaları San. Tic.A. Ş.

ORCID ID: 0009-0009-4562-0434

ABSTRACT

ROPS is an acronym for "rollover protective structure" in English. The ROPS standard includes some criteria that must be achieved to ensure the safety of the operator in the event of a rollover in work machines. In the engineering and construction machinery, rollover protective structures (ROPS) are commonly used to protect the driver in rollover accidents. Since safety is the priority in every sector, it becomes extremely important to pay attention to every detail during the design, production, and usage stages. The ISO 12117-2 standard is one of the common standards for excavators of 6 tons and above that specify structural performance requirements. In this study, ROPS features in excavator construction equipment cabins were investigated. The excavator is used in the preparation of infrastructures (mine, road, port, dam, airport, channel platform, foundation excavations, etc.), all kinds of excavation works, rough loading, slope correction, channel opening works, cleaning of ground covers and loading and transportation of the excavated material. used work machine. The ROPS features of the machine were examined in two stages. In the first stage, the cabin was analyzed by performing lateral loading, vertical loading, and longitudinal loading on the cabin using the finite element analysis method. In the second stage, lateral, vertical, and longitudinal loading tests were carried out on the cabin by the accredited organization. MARC program was used in finite element analysis and non-linear analysis was performed. The main purpose of this article is to identify and secure ROPS features in excavator construction machinery. In the first step, the stress distribution and deformation in the cabin were determined by the finite element method under different load conditions. In the second stage, the results of the deformations occurring in the cabin as a result of lateral loading, vertical loading, and longitudinal loading were compared with the analysis results using the test method.

Keywords: Finite Element Analysis (FEM), Roll Over Protective Structures (ROPS), ISO 12117-2, Construction Machinery, Excavator, MARC

ÖZET

ROPS, ingilizcede “roll over protective structure” teriminin kısaltması olarak adlandırılır. ROPS standardı, iş makinelerinde devrilme meydana gelmesi durumunda, operatörün güvenliğinin sağlanması için yerine getirilmesi gereken bazı kriterleri içermektedir. Mühendislik ve inşaat makinelerinde, devrilme kazalarında sürücüyü korumak için devrilmeye karşı koruyucu yapılar (ROPS) yaygın olarak kullanılmaktadır. Güvenliğin her sektörde birinci öncelik olması nedeniyle tasarım, üretim ve kullanım aşamalarında her ayrıntıya dikkat etmek son derece önemli hale geliyor. ISO 12117-2 standardı, yapısal performans gereksinimlerini belirten 6 ton ve üzeri ekskavatörler için yaygın standartlardan birisidir. Bu çalışmada iş makinaları grubundan ekskavatör iş makinası kabinlerindeki ROPS özellikleri araştırılmıştır. Ekskavatör, alt yapıların hazırlanmasında (maden, yol, liman, baraj, hava limanı, kanal platform, temel kazılarında vb.) her çeşit kazı işlerinde kabaca yapılması istenen yükleme, şev düzeltme, kanal açma işlerinde, zemin örtülerinin temizlenmesinde ve kazılan malzemenin yüklenerek taşınması işlemlerinde kullanılan iş makinesidir. Makinenin ROPS özellikleri iki etapda incelenmiştir. İlk etapda sonlu eleman analizi yöntemi ile kabin üzerinde yanal yükleme, dikey yükleme ve uzunlamasına yüklemeler yapılarak kabin analizi yapılmıştır. İkinci etapda akredite kuruluş tarafından kabin üzerinde yanal, dikey ve uzunlamasına yüklemelerin testleri gerçekleştirilmiştir. Sonlu eleman analizinde MARC programı kullanılmıştır ve non-linear analiz gerçekleştirilmiştir. Bu makalenin temel amacı ekskavatör inşaat makinelerinde ROPS özelliklerini belirlemek ve güvence altına almaktır. İlk adımda, kabindeki gerilme dağılımı ve deformasyonu farklı yük koşullarında sonlu elemanlar yöntemiyle belirlenmiştir. İkinci aşamada ise test yöntemi ile yanal yükleme, dikey yükleme ve uzunlamasına yüklemeler sonucunda kabinde meydana deformasyonların sonuçları analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sonlu Elemanlar Analizi (FEM), Devrilmeye Karşı Koruyucu Yapılar, ISO 12117-2, İnşaat Makineleri, Ekskavatör, MARC

**RUBBER LEAF EXTRACT AND POTASSIUM IODIDE SYNERGISTIC
INTERACTION FOR C1020 CORROSION INHIBITION**

Gharbi Amira

Mohamed Cherif Messaadia University, Faculty of Science and Technology, Physics of Matter and Radiation
Laboratory LPMR, Souk Ahras 41000, Algeria
ORCID: 0000-0003-2307-8399

Hamlaoui Youcef

Mohamed Cherif Messaadia university, Faculty of Science and Technology, Physics of Matter and Radiation
Laboratory LPMR, Souk Ahras 41000, Algeria
ORCID: 0000-0003-0737-7401

ABSTRACT

Plant extracts have gained attention as corrosion inhibitors due to their potential to provide effective protection against metal corrosion while being environmentally friendly. These natural compounds contain various organic molecules that can adsorb onto metal surfaces, forming a protective layer that inhibits the corrosion process. Rubber leaf extract, derived from the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), has been investigated as a potential corrosion inhibitor for metals in various studies. It contains a variety of organic compounds, including polyphenols and alkaloids, which can have inhibitory effects on corrosion. The present work aims to investigate the inhibition effectiveness of Rubber leaf extract and the synergistic effect of potassium iodide against the degradation of C1020 in 1N HCl. Potentiodynamic polarization measurement (PDP) was used in order to investigate the performance of this compound and microscopic surface observations after immersion in the acidic corrosive medium were combined to discuss the role of the antioxidant molecules in the corrosion protection brought by the extract. The electrochemical efficiency was evaluated using d.c polarization and electrochemical impedance spectroscopy. The characterization of the electrode surface was performed by optical microscopy. In addition, a qualitative characterization of rubber leaf extract was carried out by FTIR. The influence of potassium iodide on the inhibitory efficiency of rubber leaf extract was studied. The obtained result shows that the inhibition efficiency of rubber leaf extract reached a very high value at minimum inhibitory concentration of 300 ppm. It was found that potassium iodide induces a more marked decrease in corrosion current densities giving rise to an efficiency of around 93 and 45% evaluated by stationary techniques and electrochemical impedances respectively.

Keywords: C1020 corrosion - Green inhibitors – Potassium iodide – Surface morphology - FTIR.

**WEIGHTED INTEGRALS TRANSFORMS OF BESSEL AND
WHITTAKER FUNCTIONS AND THEIR NUMERICAL ESTIMATES**

Talha Usman

Department of General Requirements, University of Technology and Applied Sciences, Sur-411, Sultanate of
Oman

ABSTRACT

The aim of the present paper is to develop a novel class of integral transforms involving the product of the Bessel functions of the first kind and the Whittaker function with a weight. These integral transforms can be expressed in terms of new type of the Hypergeometric functions. By applying suitable values for the Whittaker function's index k and ξ , we obtained significant special cases of our main results. Further, we used the Laguerre-Gauss quadrature method to derive several graphical representations and it was shown that the numerical and theoretical simulations are consistent. Besides, the derived results are applied to find potentially useful in several fields notably physics, applied mathematics and engineering.

Keywords: Integral transforms, Bessel function, Whittaker function, Weight function.

**HALAL LOGISTICS TRANSPORTATION AND GOODS TRACKING SYSTEM
USING NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC) IN THE ERA OF IR4.0**

Mustafa Man

Faculty of Ocean Engineering Technology and Informatics, University Malaysia Terengganu (UMT), 21030
Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia.

Mohd Kamir Yusof

Faculty of Informatics and Computing, Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), Besut Campus, 22200 Besut,
Terengganu, Malaysia.

Wan Aezwani Wan Abu Bakar

Faculty of Informatics and Computing, Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), Besut Campus, 22200 Besut,
Terengganu, Malaysia.

Masha Nur Salsabiela Menhat

Faculty of Maritime Studies, University Malaysia Terengganu (UMT), 21030 Kuala Nerus, Terengganu,
Malaysia.

Richard

5UCS Logistic Sdn Bhd. No. 8-2, Lorong Batu Nilam 3B, Bandar Bukit Tinggi, 42100 Klang, Selangor Darul
Ehsan, Malaysia.

ABSTRACT

Automated application using the integration of Near Field Communication (NFC) technology via mobile phone seems to be cost effective without the need to invest on expensive device reader. Some of the applications that utilized NFC technology have been explored and its data sources need to be managed. This paper proposed a suitable approach to integrate databases for application using NFC technology. Mediator approach was chosen as a bridge for application using NFC technology and data sources. Halal Logistic Tracking System (HLTS) is an example application using NFC technology. Three different data sources which are goods database, transport database, user information system database as an example different data source. The conceptual integration of these three different data sources using mediator approach is explained and the reason why mediator approach is better compared to other approaches was discussed.

Keywords: Database Integration, Near Field Communication (NFC), Mediator Approach, Halal Logistic Tracking System.

**"LEADERSHIP IN THE AGE OF AUTOMATION: NAVIGATING THE HUMAN-AI
COLLABORATION"**

Pavishna A M

Student, Vellore Institute of Technology, Chennai, Tamil Nadu, India

Deeksha R

Student, Vellore Institute of Technology, Chennai, Tamil Nadu, India

Nikitha G

Student, Vellore Institute of Technology, Chennai, Tamil Nadu, India

Praveen Kakada

Assistant Professor, Vellore Institute of Technology, Chennai, Tamil Nadu, India.

ABSTRACT

The primary objective of this study is to examine the pivotal role that leadership anticipates inside modern organisations, with a specific focus on the emergence of artificial intelligence and automation. The self-designed questionnaire was given out to a total of 150 employees in order to collect the information that was required. We got 70 representative samples of people's genuine responses to the questionnaire. We worked with data using the spreadsheet programme Excel. The outcomes of the study indicates that how artificial intelligence is used by the leaders in the organization to improve the individual employee performance and the overall productivity of the organization. The growth of artificial intelligence technology across all sectors of the business ecosystem presents leaders with the challenge of seamlessly and efficiently integrating these automated tools with their human workforce. This study delves into the details of the collaboration between humans and artificial intelligence (AI), examining the potential advantages of this alliance as well as the potential obstacles it presents to conventional leadership models.

Keywords: Leadership, AI, Automation, Human-AI Collaboration, Decision-Making, Organizational Performance

**KINETIC MODELING OF POWDER-PACK BORONIZING FOR 4CR5MOSIV1
STEEL USING DIMENSIONAL ANALYSIS**

Katia Benyakoub

Laboratoire de Technologie des Matériaux, Faculté G.M. et G.P., USTHB, B.P. No. 32, 16111 El-Alia, Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria

Mourad Keddam

Laboratoire de Technologie des Matériaux, Faculté G.M. et G.P., USTHB, B.P. No. 32, 16111 El-Alia, Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria

Brahim Boumaali

Laboratoire de Technologie des Matériaux, Faculté G.M. et G.P., USTHB, B.P. No. 32, 16111 El-Alia, Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria

ABSTRACT

The main objective of this study is to develop a model for predicting the kinetics of powder-pack boronizing of 4Cr5MoSiV1 steel in the temperature range of 1133 to 1253 K, with treatment durations ranging from 1 to 8 hours. The focus lies on accurately estimating the thicknesses of the resulting boride layers. The proposed kinetic model employs dimensional analysis to simulate the boronizing process for 4Cr5MoSiV1 steel. Subsequently, the experimentally obtained layers' thicknesses are compared to the predicted values. Furthermore, the study demonstrates the effective use of dimensional analysis in the boride layers' thicknesses under the specified boriding parameters.

Keywords: Boriding, Iron borides, kinetics, dimensional analysis, modelling

**INVESTIGATION ON THE EFFECT OF STEEL SLAG ON THE ENGINEERING
PROPERTIES OF LATERITIC SOIL**

Hafiz Lateef

ABSTRACT

This work presents an experimental study in stabilization of expansive soil using Steel Slag. Experimental program was conducted to evaluate the influence of Steel Slag on improving the engineering properties of Lateritic soil. A series of tests to measure consistency limits, free swell index, compaction parameters and unconfined compressive strength of natural and stabilized soils. The effectiveness of adding 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 and 20 percentages of Steel Slag to the soil was studied. Comparing the results obtained for the natural and stabilized soils revealed that Steel Slag has significant effect on strength parameters and considerable improvement in plasticity and swelling properties. Addition of Steel Slag to the soil increased the dry density and decreased the optimum moisture content as well as increased the unconfined compressive strength. Steel slag is therefore one of the promising alternative low-cost materials for the soil-stabilizing application.

**INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SURFACE WATER: A CASE
STUDY OF INYANG UDO ANWA NKWO RIVER IN IKOT EKPENE LOCAL
GOVERNMENT AREA, SOUTHERN NIGERIA**

OKON P. AKPAN

Dr., Department of Science Technology, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Nigeria
ORCID ID: 0009-0002-8461-3105

EMEM O. IKPE

Mr., Department of Science Technology, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Nigeria
ORCID ID: 0000-0001-8093-9904

ABSTRACT

The study was carried out to investigate the heavy metal pollution in surface water in Iyang Udo Anwa Nkwo River using standard analytical procedures. Two samples A and B were used for the analysis. The result for sample A revealed the following: Hg (0.009), Pb (0.004), Cr (0.515), As (ND) and Cd (0.920). Sample B recorded the following: Hg (0.002), Pb (0.001), Cr (0.208), As (ND) and Cd (0.610). Cr was higher in samples A and B while Pb recorded the least concentration in the two samples. Through the valves were below the WHO permissible limits for these metals except for Cd, which was slightly higher, this result showed that the water samples were contaminated with the analysed heavy metals thus human activities causing water pollution should be minimized or regulated.

Keywords: Heavy metals, pollution, water.

**IMPLEMENTATION OF THE MPPT ALGORITHM THROUGH A DISTURBANCE
AND OBSERVATION (P&O) APPROACH**

KHAMMAR Farida

Dr., Mechanical Engineering Department, Laboratory of Research on Electromechanical and Dependability
LRESF, University of Souk Ahras, Algeria
ORCID ID: 0009-0002-4678-1116

HANDEL Naoual

Dr., Civil Engineering Department, INFRARESLaboratory, University of Souk Ahras, Algeria
ORCID ID: 0000-0002-5711-9999

ABSTRACT

This study is based on the modeling and digital simulation of individual photovoltaic panels and cells. As well as modeling and simulation analysis of the electrical operation of the photovoltaic system adapted by MPPT controls to ensure the continuity of the maximum power supplied by the photovoltaic generator. We introduce mathematical modeling of cells and simulation of photovoltaic generators, and we use MATLAB software to study the climate impact on photovoltaic generators under standard conditions ($E=1000\text{W}/\text{m}^2$, $T=25^\circ\text{C}$). and MPPT control, and simulate and implement the MPPT algorithm by means of disturbance observation (P&O). The P&O method is one of the most widely used systems in MPPT. Based on the results, it is clear that the P&O command helped discover the maximum power point of the panel. With the presence of P&O control reached 255 W with large oscillations. The Boost chopper provides a higher output voltage $V_s=38\text{ V}$ than the photovoltaic generator according to the curves presented for the various simulated cases.

Keyword : simulation, DC/DC converter, MPPT algorithm (P&O), photovoltaic solar panel, irradiance, Photovoltaic generator (GPV).

DETECTING WHEAT HEAD FROM THE IMAGE WITH A NOVEL YOLO-V3
YENİ BİR YOLO-V3 İLE GÖRÜNTÜDEN BUĞDAY BAŞI TESPİTİ

Halit ÇETİNER

Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojisi
Dr., Isparta University of Applied Sciences, Vocational School of Technical Sciences, Computer Technology
ORCID ID: 0000-0001-7794-2555

Sedat METLEK

Dr.Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mekatronik
Asst. Prof. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational School of Technical Sciences, Mekatronik
ORCID ID: 0000-0002-0393-9908

ÖZET

Buğday ve buğday ürünleri tüm dünyada üretilen ve tüketilen gıda ürünlerinin başında yer almaktadır. Bu nedenle de insanlık için önemli bir besin kaynağıdır. Gerçekleştirilen çalışmada buğday başaklarının tespit edilerek ilerleyen dönemlerde hem hastalık tahmini hem de verim tahmini çalışmalarında kullanılabilecek YOLO-V3 modeli temel alınarak yeni bir mimari önerilmiştir. Çalışmada önerilen modelin eğitim ve test aşamalarında kamuya açık bir veri seti olan "Global Wheat Detection" veri seti kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda hem önerilen modelin hem de temel alınan modelin eğitim ve test sonuçları dice, IoU, accuracy ve MSE loss performans metrikleri kullanılarak ölçülmüştür. Test için yapılan ölçümler sonucunda önerilen modelin dice, IoU, accuracy ve MSE loss performans metriklerinde sırasıyla 0.89, 0.88, 0.89, ve 0.05 değerleri elde edilmiştir. Aynı veri seti kullanılarak temel YOLO V3 modeli ile yapılan deneysel çalışmalar neticesinde test işlemi sonuçlarında dice, IoU, accuracy ve MSE loss performans metriklerinde sırasıyla 0.81, 0.80, 0.82, 0.07 değerleri elde edilmiştir. Tüm bu metriklerde önerilen modelin temel alınan model göre daha yüksek başarı sağladığı görülmektedir. Bunun ile birlikte eğitim ve test aşamalarında önerilen modelin çok daha kısa sürede eğitildiği ve test edildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: YOLO-V3, Buğday Tespiti, Derin öğrenme, Segmentasyon.

ABSTRACT

Wheat and wheat products are among the leading food products produced and consumed all over the world. Therefore, it is an important food source for humanity. In the study carried out, a new architecture was proposed based on the YOLO-V3 model, which can be used in both disease prediction and yield prediction studies in the future by detecting wheat head. In the study, the "Global Wheat Detection" dataset, which is a publicly available dataset, was used in the training and testing stages of the proposed model. As a result of the study, the

training and test results of both the proposed model and the model based on were measured using dice, IoU, accuracy, and MSE loss performance metrics. As a result of the measurements made for the test, the dice, IoU, accuracy, and MSE loss performance metrics of the proposed model were 0.89, 0.88, 0.89, and 0.05, respectively. As a result of the experimental studies carried out with the basic YOLO-V3 model using the same data set, dice, IoU, accuracy, and MSE loss performance metrics were obtained as 0.81, 0.80, 0.82, 0.07, respectively, in the test results. In all these metrics, it is seen that the proposed model achieves higher success than the model based on. In addition, it has been observed that the proposed model is trained and tested in a much shorter time during the training and testing phases.

Keywords: YOLO-V3, Wheat Detection, Deep Learning, Segmentation.

1. INTRODUCTION

One of the most common grain types in the world is wheat. It is an important food source that is grown in many different geographies and exported to large geographies [1]. During the production of wheat, many different factors such as climate change, pollinators, and plant diseases are important pressure factors during the production of crops [2]. Even today's wars can affect wheat production. As a result of all these negativities, product loss of up to 20% can be experienced in wheat production [3]. It is necessary to ensure the safety of the product, which is such an important food source [4]. The world population is expected to reach 9 billion by 2050. In order to meet this demand, it is necessary to double the wheat production. On the other hand, wheat production has stagnated in recent years and there has been a loss of up to 37% in production [5]. Assessing global food security and developing sustainable production systems need spatially explicit information about crop harvesting areas and yields; however, datasets in the available literature often provide limited spatial and temporal information. Here, data from the wheat harvest area makes it difficult to predict different conditions such as wheat diseases or production status. There are many studies conducted to solve these problems [6], [7]. When these studies are examined in general, they are based on the knowledge that the product must be correctly identified first.

After the product is correctly identified on the image, many important studies can be done, from predicting crop yield to detecting wheat diseases [8]–[10]. However, the main focus here is to first detect wheat through the image. Because visual identification of wheat variety is used in many subjects from seed testing and certification processes to quality assessment. However, the problem here is that the visual identification is still done manually. Nowadays, especially with the developments in the software field, these processes have started to be performed by computers. However, images are used as input data in these applications, which have started to be implemented based on deep learning in computer environments. There are

some problems with data entry provided through images. Correctly detecting wheat heads in outdoor images is a visually difficult problem in itself. In the images taken mostly in the field, wheat heads overlap due to external factors such as wind. Similarly, the same wind factor can cause blurry images as it moves the wheat head during image acquisition. In both cases, it becomes difficult to detect wheat heads in the image. However, the appearance of wheat may vary depending on color, genotype, maturity, and head direction.

Finally, because wheat is grown worldwide, different varieties, planting densities, patterns, and field conditions must be considered. Therefore, the models developed for wheat should be generalizable in different production areas. In many studies in the current literature, deep learning algorithms have been developed over images taken under certain conditions [11]. In the developed algorithms, segmentation and classification are generally done together. In this case, the segmentation success directly affects the classification success. From this point of view, the study focused on detecting wheat heads on images with deep learning algorithms. For this purpose, the “Global Wheat Detection” data set, which is used in the literature to segment wheat heads over the image, was used. Wheat heads were obtained from the image by using the YOLO-V3 segmentation algorithm used in different applications on this data set. In addition, by proposing a new convolution-based model, segmentation of wheat head on the basis of the image is provided. As a result of the study, the performance results of both models were measured with the evaluation metrics currently used in the literature and the results were shared.

In the next section of the study, deep learning-based applications in the literature are shared. In Section 3, the materials and methods used are presented. In Section 4, the values obtained from the study are presented. In the last section, the study was evaluated in general and predictions about future studies were presented.

2. RELATED WORKS

In this section, studies on deep learning and wheat in the literature are presented. When analyzing these studies, it can be seen that most of them are related to the classification of wheat diseases. As there are segmentation methods among the methods used, some of them are analyzed and presented below.

Sood et al. used a deep learning based model to detect rust disease on wheat. In their study, they applied data augment process due to the low number of images in the image dataset [12]. After increasing the number of images, VGG16 found significant results with the transfer learning method. However, the point that should not be forgotten here is the creation of artificial images with a considerable amount of data augment process on the data used. Since these will be included in both training and test images, it is obvious that the classification success will be high [12].

Rangarajan et al. developed a new AI method for fusarium head blight (FHB) in wheat [13]. They used hyperspectral image data in the method they developed. They used eight different convolutional neural networks in their study. Among these models, they claim that they achieved 100% accuracy with DarkNet19. The hyperspectral images they used instead of RGB images have an effect on this success. In the literature, it is seen that RGB images are used in many studies.

Zhang et al. developed two new network structures for FHB detection, the Rotation YOLO Wheat Detection (RYWD) network and the Simple Spatial Attention (SSA) network. They used HSV color space in their study and achieved 94.66% accuracy level. The color space they used in their study has a direct effect on the success of the study [14].

Similar to other studies in the literature, Bernardes et al. developed a new model for FHB detection [15]. In their study, they aimed to demonstrate the potential of low-cost imaging technology and deep learning models. Unlike other studies, they preferred RGB image space. In the model they developed, they reached 97% accuracy by performing hyperparameter analysis. The low-cost imaging systems they preferred in their studies have been a kind of inspiration for this article. For this reason, a low-cost system that can work in low RGB image space has been developed in this study.

Apart from these studies in the literature, there are different studies using artificial intelligence technology and promising results have been obtained from these studies. For example, Li et al. developed a method based on Faster-RCNN and Reta-Net networks to detect wheat heads at different growth stages under different conditions. They tested their method on the Global Wheat Detection dataset and obtained a wheat detection accuracy of 82% [16].

Yang et al. developed a wheat head detection method based on the YOLO method and the convolutional attention module (CBAM). They tested their method on two general datasets, WEDD and GWHDD. During the test, 94%, 96% and 93% detection accuracy were obtained at three different densities respectively [17].

Zhao et al. were able to detect wheat heads with an average accuracy of 94.1% using a UAV with YOLO-V5, in contrast to other studies [18]. These recent studies in the literature were the main inspiration for this paper. When analyzing the literature, many studies classify wheat diseases using deep learning-based approaches. However, this process is usually performed by segmentation or classification operations. In addition, it is seen that different color spaces are usually used to increase the classification success. In this study, the focus is on the detection of wheat head. Because the detection of wheat heads on the image as high as possible will directly affect the classification success. In addition, an algorithm to be developed can be used directly with UAV-like vehicles. Many of the datasets used in the studies in the literature consist of manually captured images. However, given the potential for technological

advances, it is an absolute fact that new technologies, especially UAVs, will be used in agriculture. Therefore, it is important that the methods developed are applicable to such technologies. The model proposed in this study can be used in many different embedded systems, especially UAVs.

3. MATERIAL AND METHOD

3.1. Material

The study utilizes the "Global Wheat Detection" dataset, which is publicly available in the literature and can be easily accessed by anyone. This dataset, the Head of Wheat Dataset, is managed by nine research institutes from seven countries: University of Tokyo, Institut National de Recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, Arvalis, ETHZ, University of Saskatchewan, University of Queensland, Nanjing Agricultural University and Rothamsted Research Centre. In addition to these organizations, there are other institutions such as the Global Food Safety Institute, DigitAg, Kubota and Hiphen [19]. There are a total of 3.432 images in the dataset. Examples of these images are presented in Fig. 1.



Fig. 1. Samples of dataset

Within the dataset, 3422 images were allocated for training and 10 images were allocated for testing. To overcome the imbalance between training and test data, all images were again divided into training, validation and test.

3.2. Method

CNN-based methods are widely used in the literature for image classification and segmentation. In general, the first layer is a convolution, followed by an activation function and then a pooling layer. The pooling layer is mainly used to reduce the size of the values obtained as a result of the activation layer. Depending on the method used, the pooling layer is used after several convolution layers. In all cases, however, the main purpose of the pooling layer is to reduce the size. The main purpose of the convolution layers is usually feature extraction. The order of these layers and the filters used vary between applications or methods. YOLO-V3, which is the basis of this study, is a method developed in this way. Convolution and pooling layers are also used in YOLO-V3. In addition to these layers, the following residual processing is performed in this study.

3.2.1. YOLO-V3

YOLO-V3 [20] architecture, which is one of the CNN-based segmentation algorithms, was developed based on YOLO [21] and YOLO-V2 [22] models.

Unlike different segmentation methods such as Mask RCNN and Fast RCNN, the YOLO segmentation algorithm transforms object detection into a regression problem. While scanning possible object regions on an image, it calculates possible object boundaries and coordinates by regression. In the basic logic of the YOLO model, the image is divided into grids for target detection. Assuming that the image is divided into S grids in order to perform target detection in an image, C boundary possibilities with B boundary boxes are formed. The equation expressing this representative situation is defined in Eq. 1.

$$C = p_r(Object) \times IoU_{pred}^{truth}, p_r(Object) \in \{0,1\} \quad (1)$$

$p_r(Object)$ in Eq. 1 takes the value 1 if the target is present in the grid and 0 otherwise. IoU_{pred}^{truth} is the intersection between the model prediction and the true value. In the YOLO method, when more than one bounding box points to the same target, the model selects the boxes that best bound the target with the non-maximum suppression method.

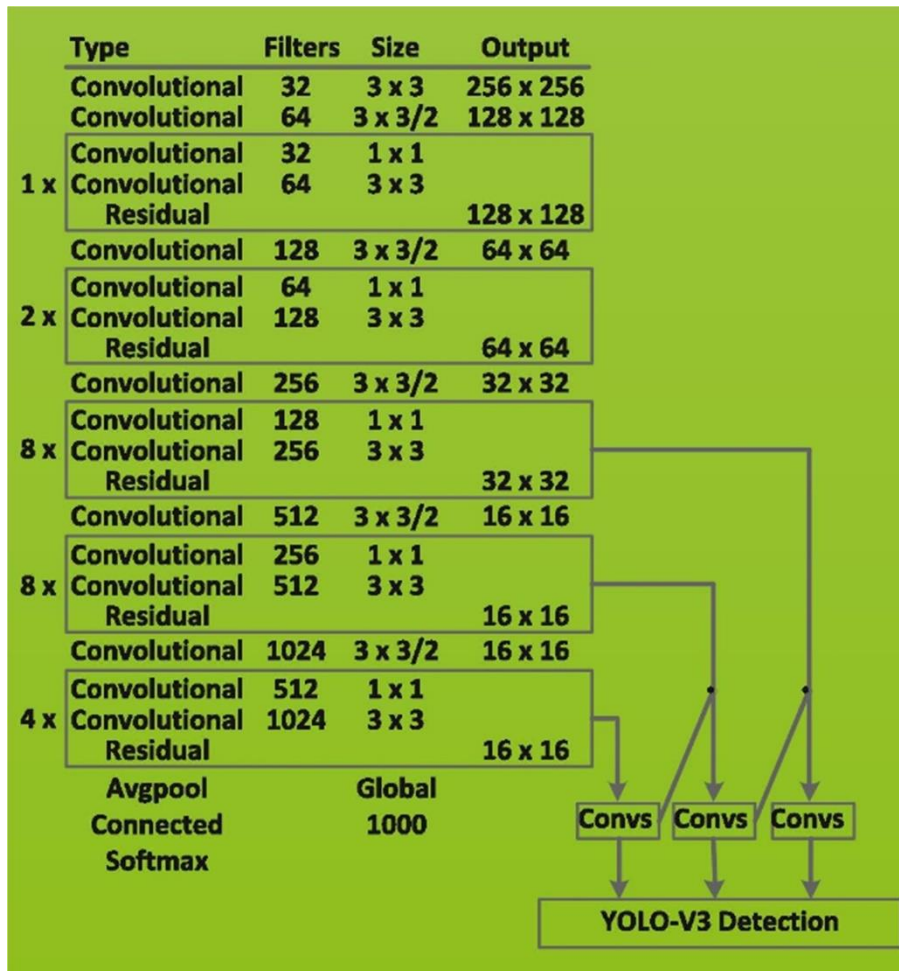


Fig. 2. YOLO-V3 model based on DarkNet53 architecture [23]

YOLO-V2, one of the first versions of YOLO, which constitutes the YOLO-V3 model, is a method developed to minimize the error detection of the basic YOLO model. Because although the basic YOLO model provides very fast target detection compared to Faster RCNN, its performance metrics are generally low. Therefore, the YOLO-V2 model was developed. With the development of the YOLO-V2 model, the YOLO-V3 model preferred in this study was introduced to the literature.

The YOLO-V3 model is capable of predicting bounding boxes of different sizes. As a result, it outperforms the YOLO-V2 model, especially in the estimation of small targets. In the images used in the study, the YOLO-V3 model was preferred because it is aimed to detect wheat heads that can be considered as small objects. DarkNet53 based YOLO-V3 model was preferred in the study. The general structure of the model used is shown in Fig. 2 shows the general structure of the model.

The model presented in Fig. 2 starts with a 32-filter convolutional layer and then convolves by halving and then doubling the filter size. As shown in Fig 2, the convolution steps starting

with 32 filtering operations continue up to 1024 filtered convolution steps. While these convolution processes are in progress, residual connections are used to minimize data loss.

3.2.2. Proposed Model

The model proposed in this study is based on the DarkNet53 model used for the YOLO-V3 model. Thus, it is possible to compare the performance success with the underlying model. It is aimed that the model proposed in this study can be used on different platforms and for different applications. For this reason, it is aimed to develop a structure that not only works as fast as the first YOLO model, but also performs better than the YOLO-V3 model.

The 3rd and 4th blocks in the YOLO-V3 model were applied in 2 iterations instead of 8 iterations and a residual connection was added from the 4th block to the 3rd block as shown in Fig 3. In this residual process, the frame size is reduced at the same time, with the mean pooling process added in between. After this operation is performed once, the operations are continued in the same order. It is seen that the applied method has a positive effect on performance in the literature [23]. With the similar method applied in the study, the performance value was increased and speed was gained according to YOLO-V3..

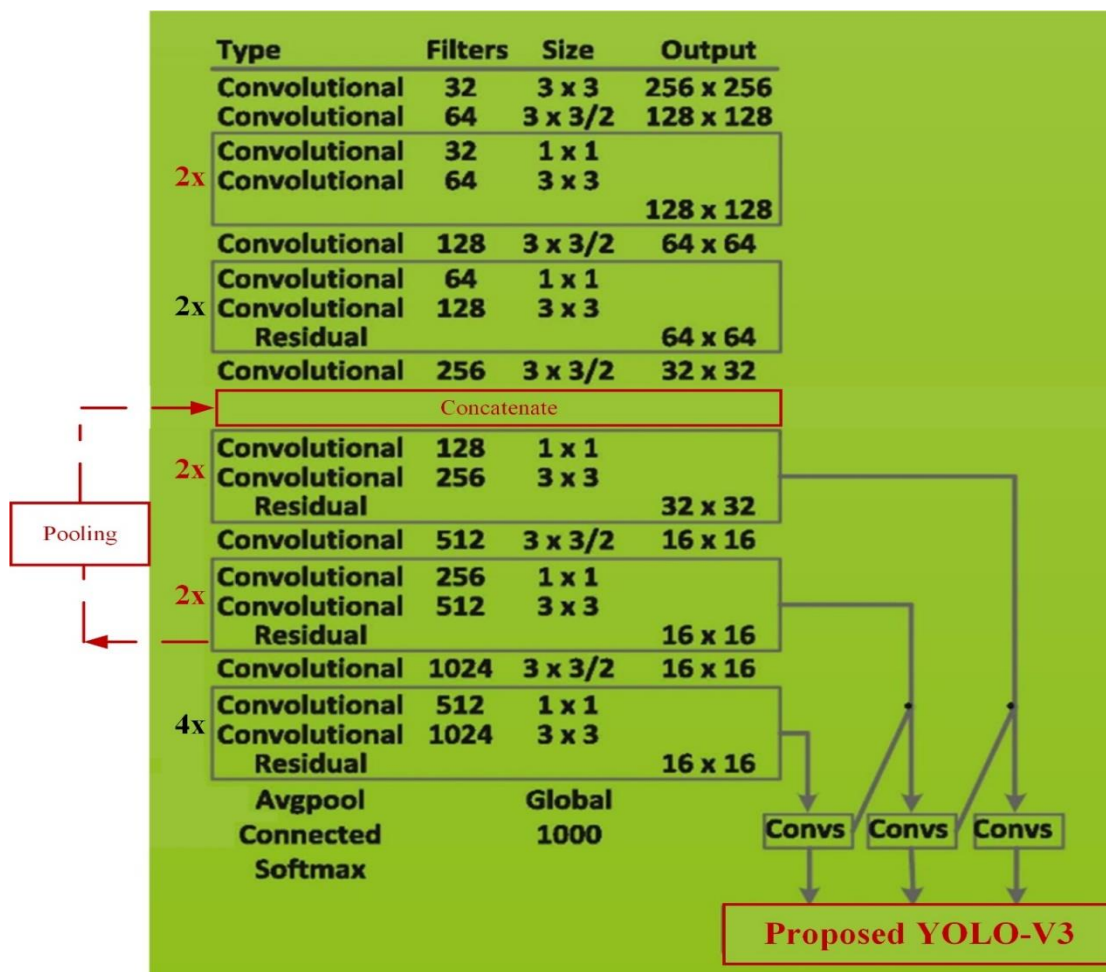


Fig. 3. Architecture of the proposed method for wheat spike detection

3.2.3. Evaluation Metrics

In the application, the MSE (Mean Squared Error) loss function in the Tensorflow library was used as the loss function. In addition, the performance of the proposed model was also measured using dice, jaccard and accuracy metrics, which are also used in segmentation applications in the literature. The contents of these metrics are presented in Eqs. 2- 4.

$$Dice = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|} \quad (2)$$

$$Jaccard (IoU) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (3)$$

$$Accuracy = \frac{T_p + T_n}{T_p + F_p + F_n + T_n} \quad (4)$$

The terms A and B used in Eqs. 2 and 3 denote the predicted value as a result of the system, while the term B denotes ground truth, respectively. The terms TP True Positive, TN True Negative, FN False Negative, and FP False Positive used in Eq. 4. Dice and Jaccard values are obtained between 0-1. A value of 0 means that there is no match, while a value of 1 means that there is a very good match.

4. RESULT AND DISCUSSION

The YOLO-V3 proposed in this study and the YOLO-V3 model based on it were evaluated using the Adam [24] optimization method. Eqs. 2-4 was used in the performance measurements of the models. In experimental studies using training and validation data, 50 was used as the iteration value for both methods. The training and validation values obtained as a result of the study are presented in Fig. 4.

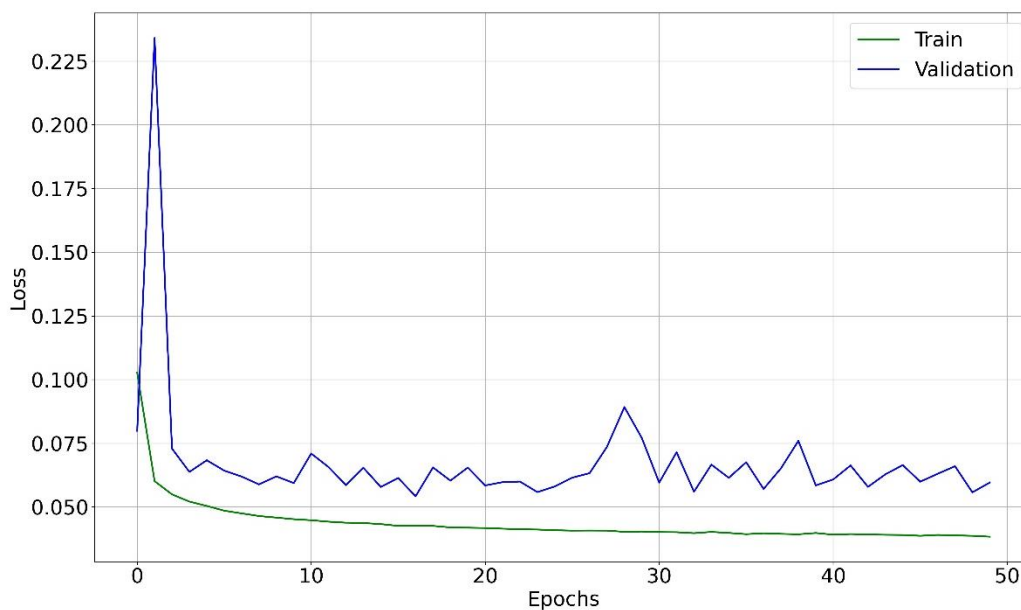


Fig. 4. Train and validation loss graphs of the proposed YOLO-V3 model

Table 1. Comparison table for the basic YOLOV3 model and the proposed YOLO-V3 model

Metrics	YOLO-V3	Proposed YOLO-V3
Dice	0.81	0.89
IoU	0.80	0.88
Accuracy	0.82	0.89
MSE Loss	0.07	0.05
Test Average Time (s)	0.257	0.120
Training Average Time (m)	1100	1020

As can be seen in Table 1, the proposed model was trained in a shorter time than the YOLO-V3 model based on the training and testing phase. However, when the performance results are examined, it is seen that the dice, IoU, and accuracy values are higher than the model based on. When the MSE loss value is examined, it has been determined that it is closer to 0 than the model based on. As it can be understood from here, the model proposed in the study offers much better success results in terms of both performance metrics and training and test times compared to the model based on.

5. CONCLUSION

In the study carried out for wheat head detection, a new model was proposed based on the DarkNet 53 architecture of the YOLO-V3 model. The proposed model and the underlying model have been trained and tested on the publicly available dataset “Global Wheat Detection”. Performance results were measured using training and test data dice, IoU, accuracy, and MSE loss functions. In the basic model test measurements, dice, IoU, accuracy, and MSE loss performance metrics were 0.81, 0.80, 0.82, and 0.07, respectively. In the Proposed YOLO-V3 model, on the other hand, in test measurements, 0.89, 0.88, 0.89, and 0.05 values were obtained in the dice, IoU, accuracy, and MSE loss performance metrics, respectively. When the training and testing times of both models are examined, it is seen that the proposed model is trained and tested in a much shorter time, as presented in Table 1. In future studies, it is aimed to improve the performance of the study by applying different convolution blocks and using residual connections in the layer structure of the proposed model.

REFERENCES

- [1] M. Papageorgiou and A. Skendi, “Introduction to cereal processing and by-products,” in *Sustainable recovery and reutilization of cereal processing by-products*, Elsevier, 2018, pp. 1–25.
- [2] D. Kumar and V. Kukreja, “Deep learning in wheat diseases classification: A systematic review,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 81, no. 7, pp. 10143–10187, 2022, doi:

10.1007/s11042-022-12160-3.

- [3] J. Su *et al.*, “Wheat yellow rust monitoring by learning from multispectral UAV aerial imagery,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 155, pp. 157–166, 2018.
- [4] M. Ray, A. Rai, K. N. Singh, V. Ramasubramanian, and A. Kumar, “Technology forecasting using time series intervention based trend impact analysis for wheat yield scenario in India,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 118, pp. 128–133, 2017.
- [5] D. K. Ray, N. Ramankutty, N. D. Mueller, P. C. West, and J. A. Foley, “Recent patterns of crop yield growth and stagnation,” *Nat. Commun.*, vol. 3, no. 1, p. 1293, 2012.
- [6] L. Jiang *et al.*, “A neural network method for the reconstruction of winter wheat yield series based on spatio-temporal heterogeneity,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 154, pp. 46–53, 2018.
- [7] H. Wang, G. Li, Z. Ma, and X. Li, “Image recognition of plant diseases based on principal component analysis and neural networks,” in *2012 8th International Conference on Natural Computation*, 2012, pp. 246–251.
- [8] D. Gomez, P. Salvador, J. Sanz, and J. L. Casanova, “Modelling wheat yield with antecedent information, satellite and climate data using machine learning methods in Mexico,” *Agric. For. Meteorol.*, vol. 300, p. 108317, 2021.
- [9] Y. Cai *et al.*, “Integrating satellite and climate data to predict wheat yield in Australia using machine learning approaches,” *Agric. For. Meteorol.*, vol. 274, pp. 144–159, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.03.010>.
- [10] M. M. Hasan, J. P. Chopin, H. Laga, and S. J. Miklavcic, “Detection and analysis of wheat spikes using convolutional neural networks,” *Plant Methods*, vol. 14, pp. 1–13, 2018.
- [11] M. Tokmak and A. Kırac, “Evrişimsel Sinir Ağları ile Örümcek Kuşugillerin Bazı Türlerinin Sınıflandırılması,” *Bilge Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 72–79, 2021.
- [12] S. Sood and H. Singh, “An implementation and analysis of deep learning models for the detection of wheat rust disease,” in *2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, 2020, pp. 341–347. doi: 10.1109/ICISS49785.2020.9316123.
- [13] A. Krishnaswamy Rangarajan, R. Louise Whetton, and A. Mounem Mouazen, “Detection of fusarium head blight in wheat using hyperspectral data and deep learning,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 208, p. 118240, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118240>.
- [14] D.-Y. Zhang *et al.*, “Enhancing wheat Fusarium head blight detection using rotation Yolo wheat detection network and simple spatial attention network,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 211, p. 107968, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107968>.
- [15] R. C. Bernardes *et al.*, “Deep-Learning Approach for Fusarium Head Blight Detection in Wheat Seeds Using Low-Cost Imaging Technology,” *Agriculture*, vol. 12, no. 11, 2022. doi: 10.3390/agriculture12111801.
- [16] L. Liu, Y. Dong, W. Huang, X. Du, and H. Ma, “Monitoring wheat fusarium head

blight using unmanned aerial vehicle hyperspectral imagery,” *Remote Sens.*, vol. 12, no. 22, p. 3811, 2020.

[17] B. Yang, Z. Gao, Y. Gao, and Y. Zhu, “Rapid detection and counting of wheat ears in the field using YOLOv4 with attention module,” *Agronomy*, vol. 11, no. 6, p. 1202, 2021.

[18] J. Zhao *et al.*, “A wheat spike detection method in UAV images based on improved YOLOv5,” *Remote Sens.*, vol. 13, no. 16, p. 3095, 2021.

[19] E. David *et al.*, “Global Wheat Head Detection (GWHD) dataset: a large and diverse dataset of high-resolution RGB-labelled images to develop and benchmark wheat head detection methods,” *Plant Phenomics*, 2020.

[20] J. Redmon and A. Farhadi, “Yolov3: An incremental improvement,” *arXiv Prepr. arXiv1804.02767*, 2018.

[21] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, “You only look once: Unified, real-time object detection,” in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016, pp. 779–788.

[22] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLO9000: better, faster, stronger,” in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2017, pp. 7263–7271.

[23] Y. Tian, G. Yang, Z. Wang, H. Wang, E. Li, and Z. Liang, “Apple detection during different growth stages in orchards using the improved YOLO-V3 model,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 157, pp. 417–426, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.01.012>.

[24] D. Kingma and J. Ba, “Adam: A Method for Stochastic Optimization,” *Int. Conf. Learn. Represent.*, Dec. 2014.

**A REVIEW ON THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS
ON EDUCATION**

YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARININ EĞİTİME ETKİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Zeynep GÖKMEN

*Istanbul Topkapı Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Yapay Zekâ Anabilim Dalı
Istanbul Topkapı University, Graduate Education Institute, Department of Artificial Intelligence*

ORCID ID: 0000-0003-1585-7296

Vedat ESEN

*Dr, İstanbul Topkapı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Dr, Istanbul Topkapı University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering*

ORCID ID: 0000-0001-6230-6070

ÖZET

Yapay zekâ, çeşitli metasezgisel ve optimizasyon algoritmalarını kullanarak insan zekâsını taklit eden elektronik araçlar ve uygulamalar bütünüdür. Kullanılan algoritmalar ve makine öğrenmesi yöntemleri ile yapay zekâ, çözümü çok uzun zaman alacak problemlere çok kısa sürede çözümler bulabilmekte, problem çözümünde en ince ayrıntıları bile gözden kaçırmadan dâhil olduğu alanlardaki eksiklikleri büyük ölçüde gidermektedir. Teknolojideki hızlı ilerleyiş ile birlikte yapay zekâ hayatımızın birçok alanına dâhil olmuştur. Dâhil olduğu alanlardan biri de eğitim alanıdır. Covid-19 pandemisi sebebi ile yapılan uzaktan eğitim sürecinde öğrencilerin bireysel olarak bir konuyu öğrenmeleri ve öğrenme durumlarını test edebilmeleri büyük önem kazanmıştır. Yapay zekâ destekli uygulamalar; bilgiyi farklı yöntemlerle sunma, öğrencilerin kendi hızında ve eksiklerini tamamlayarak ilerlemelerine olanak tanıma, öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini anında kontrol etme, eksik öğrenme durumları ile ilgili daha fazla konu anlatımı ve test soruları sunma gibi birçok metodu ile bireysel öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır. Yapay zekânın sağlamış olduğu avantajlardan yararlanmak amacıyla birçok eğitim platformu kullanıcılarına yapay zekâ desteği sunmaktadır. Uygulamaların kullanıcıya vermiş olduğu anında dönüt, düzeltmeler her bireyin kendi hızında ve eksiklerini tamamlayarak, seviyesine uygun bir şekilde ilerlemesine olanak tanımaktadır. Okulda veya okul dışında kullanılan yapay zekâ destekli uygulamalar öğrenmeyi pekiştirmekte ve kalıcı öğrenmeyi sağlamaktadır. Eğitime olan katkılarından dolayı birçok ülkenin eğitimde yapay zekâ çalışmaları yaptıkları hatta bazı ülkelerin yapay zekâyı eğitim müfredatına dâhil ettiği bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı eğitim alanında yapılan yapay zekâ çalışmalarını incelemek, yapay zekânın alana katkılarını ve sınırlılıklarını ortaya koymaktır. Bu kapsamda yapay zekâ uygulamalarının farklı ülkelerde eğitimde kullanım şekilleri incelenerek özetlenmiş, yapılan akademik çalışmalar ve sonuçları tartışılarak yapay zekânın eğitime olan katkıları ve sınırlılıkları ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ ve Eğitim, Kişiselleştirilmiş Eğitim, Yapay Zekâ, Makine Öğrenmesi, Akıllı Eğitim

ABSTRACT

Artificial intelligence is a set of electronic tools and applications that imitate human intelligence using various metaheuristics and optimization algorithms. With the algorithms and machine learning methods used, artificial intelligence can find solutions in a very short time to problems that would take a long time to solve, and largely eliminates the deficiencies in the areas it is involved in, without overlooking even the smallest details in problem solving. With the rapid progress in technology, artificial intelligence has been included in many areas of our lives. One of the areas it is involved in is the field of education. During the distance education process due to the Covid-19 pandemic, it has become very important for students to learn a subject individually and test their learning status. Artificial intelligence supported applications; it facilitates individual learning with many methods such as presenting information in different ways, allowing students to progress at their own pace and by completing their deficiencies, instantly checking whether learning has occurred, and providing more explanations and test questions regarding incomplete learning situations. In order to benefit from the advantages provided by artificial intelligence, many education platforms offer artificial intelligence support to their users. The instant feedback and corrections that the applications provide to the user allow each individual to progress at their own pace and by completing their deficiencies and in accordance with their level. Artificial intelligence-supported applications used in school or outside school reinforce learning and ensure permanent learning. It is known that many countries are conducting artificial intelligence studies in education due to its contributions to education, and some countries even include artificial intelligence in the education curriculum. The aim of this study is to examine artificial intelligence studies in the field of education and to reveal the contributions and limitations of artificial intelligence to the field. In this context, the ways in which artificial intelligence applications are used in education in different countries are examined and summarized, and the contributions and limitations of artificial intelligence to education are revealed by discussing the academic studies and their results.

Keywords: Artificial Intelligence and Education, Personalized Education, Artificial Intelligence, Machine Learning, Smart Education

GİRİŞ

Yapay zekâ, insan zekâsını taklit eden, önceden belirlenmiş görevleri yerine getirmek için tasarlanmış akıllı varlıkların yapabildiği işlemleri yapabilme yeteneğine sahip sistemler, çeşitli elektronik araçlar ve uygulamalar bütünüdür [1], [2]. Yapay zekâyâ yönelik farklı tanımlar olsa da tümünde yer alan iki ortak nokta vardır. Bunlar akıllı programlama ve insani tepkilerdir. Her geçen gün hayatımıza eklenen farklı teknolojiler yapay zekânın sınırını genişletmektedir [3]. Keşfedilen farklı algoritmalar, çözülemeyecek sanılan problemleri

çözöbilmekte, insan zekâsının dikkatinden kaçabilecek detayları titizlikle inceleyerek kullanıcıları doğru sonuca ulaştırmaktadır [4]. Yapay zekâ hayatımıza sadece robotlar ve elektronik araçlar ile değil akıllı algoritmaları ile dil öğretiminden matematiğe, sağlıktan mühendisliğe, online alışveriş uygulamalarındaki ürün önerilerine kadar çok çeşitli şekillerde günlük hayatımıza entegre olmuştur [2]. Yapay zekâ hayatımızın hemen her alanında olduğu gibi eğitim alanında da her geçen gün daha fazla rol almaktadır [5]. Yapay zekânın öğrenimi kişiselleştirme, yaparak-yaşayarak öğrenme imkânı tanıma, öğrencilerin kendi hızında ilerlemesine imkân sağlama gibi özellikleri öğrenciler için de öğretmenler için de son derece faydalıdır [6]. Teknoloji ile içi içe büyüyen öğrencilerin dikkatini çekmek için teknoloji kullanımı günümüz koşullarında büyük önem kazanmıştır [7]. Yapay zekâ uygulamaları bu görevi yerine getirerek eğitime büyük ölçüde destek olmaktadır. Müfredat, öğrencilerin öğrenmesi gereken bilgileri ve öğrenme şekillerini kapsadığı için yapay zekânın eğitim müfredatına dâhil edilmesi günümüz koşullarında önemli bir gerekliliktir [8]. Asya, Avrupa ve Amerika'da yapay zekâyı anaokulundan itibaren eğitim müfredatına dâhil etmek amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Unesco'nun yayımlamış olduğu yakın tarihli bir raporda, 11 ülkenin hükümet onaylı yapay zekâ müfredatına sahip olduğu, 4 ülkenin de devlet tarafından geliştirilen K-12 (okul öncesi, ilkökul, ortaokul ve ortaöğretim eğitim dönemini ifade eder) yapay zekâ müfredatına sahip olduğu gösterilmektedir [9]. Ülkemizde de Milli Eğitim Bakanlığının 2023 yılı hedefleri arasında yapay zekâ uygulamalarının eğitime dâhil edilmesi olduğu bilinmektedir. Bu sebeple eğitimde yapay zekâ kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalar, yapay zekânın eğitimde kullanım şekilleri ve alana katkıları, eğitimcilerin yapay zekâ konusunda kendilerini geliştirmeleri ve her geçen gün yenilenen teknolojik gelişimlere aşına olmaları önem kazanmıştır. Bu çalışma, yapay zekânın eğitim alanında kullanılması konusunda çalışmak isteyen araştırmacı ve eğitimciler için güncel bilgiler içeren faydalı bir kaynak olacaktır [2].

Eğitimde yapılan yapay zekâ çalışmaları incelendiğinde, sadece bilgi tabanlı değil, veri ve mantık alt yapısı ile yapay zekâ uygulamalarının geliştirildiği görölmektedir [10]. Bu uygulamalara bireyselleştirilmiş eğitim veya diyalog destekli eğitim, keşfedici eğitim, eğitim ve veri madenciliği, öğrencilerin makale değerlendirmeleri, yapay zekâ destekli ajanlar, chatbots, özel gereksinimli bireyler için eğitim, robot-çocuk etkileşimi, yapay zekâyı kullanan ölçme sistemleri, otomatik sınav oluşturma sistemleri, öz düzenleme örnek olarak verilebilir. Yapay zekâ uygulamaları çoğunlukla öğrenmeyi desteklemeye yöneliktir [11]–[13]. Yapay zekâ, öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına göre bireysel eksikliklerinin tamamlanmasında rol alarak onları iş dünyasının taleplerini karşılamaya hazır hale getirecektir [12], [14].

Yapay zekâ, eğitim sürecinde destek unsuru olarak kullanılmasının yanı sıra aynı zamanda eğitim öncesi farklı makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmalarını kullanarak akademik başarı tahmini yapan modelleri ile de eğitime katkı sağlamaktadır. Akademik başarının süreç başında tahmin edilmesi, eğitim kurumlarının düşük performanstan kaçınmak için öğrenciye

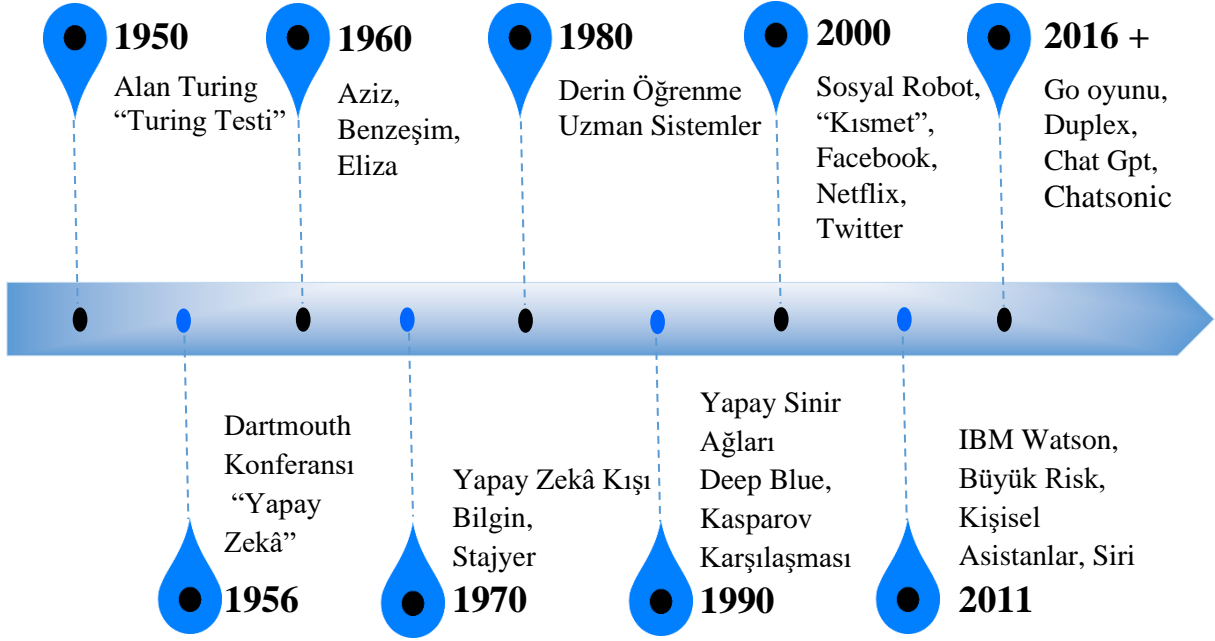
yönelik bireyselleştirilmiş eğitim programları uygulamasına imkân tanır [15]. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme, yaygın olarak kullanılan yapay zekâ tekniklerindedir. Araştırmacılar, şirketler ve devlet kurumları, veri madenciliğine dayalı olarak tahmin yapmak için bu modelleri kullanırlar. Eğitimde başarı tahminine yönelik bir çalışmada öğrencinin yaş, cinsiyet, ırk, derse katılım, dersi dinleme, ders sırasında alınan notlar gibi değişkenlerin mevcut performansına etkileri analiz edilmektedir. Bu değişkenler yardımı ile gerçekleştirilen makine öğrenmesi metotları ile öğrencilerin gelecekteki başarıları tahmin edilmektedir. Makine öğrenmesi mevcut verileri sınıflandırır, sonuçları öngörür ve tahminde bulunur. Öğrenci performansının erken tahmini, öğrenci başarısını yükseltecek müdahalelerin zamanında ve öğrencinin ihtiyacına yönelik olarak yapılmasına yardımcı olur. Eğitim kurumlarında öğrenci performansının süreç başında analiz edilmesi, eğitim kurumlarının zayıf başarıya sahip veya ortalama seviyedeki öğrenciyi geliştirmek için uygulanması gereken yöntemlerin türünü ve derecesini ortaya koymaktadır [15], [16]. Yapay zekânın eğitime katkılarından biri de öğrencilerin öğrenme stillerinin belirlenmesinde etkin rol oynamasıdır. Öğrenme stili, öğrencilerin bir konuyu en etkin şekilde öğrendiği stildir ve bu her öğrenci için farklılık gösterebilir [17], [18]. Öğrencilerin gözlemlenebilir davranışlarından veya ankete dayalı verilerden yola çıkarak, yapay sinir ağları ve veri madenciliği metotları ile öğrencilerin öğrenme stilleri tespit edilmektedir. Bu stillere göre öğrencilere uygun öğrenme ortamları oluşturulmaktadır. Öğrenme stillerinin tespit edilmesi öğrencilerin bireysel farklılıklarının göz önünde bulundurulmasıyla kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunulmasını sağlar. Bu da öğrenmeye ayrılan zamanı azaltırken öğrenci başarısını arttırmakta ve yüksek motivasyon sağlamaktadır [18].

Bu çalışmada hayatımızın hemen her alanına giren yapay zekâ uygulamalarının eğitimde farklı kullanım şekilleri incelenmiş; makine öğrenmesi, derin öğrenme, yapay zekâ ve veri madenciliği metotlarının eğitime sağladığı avantajlar tespit edilmiştir. Türkiye ve farklı ülkelerde eğitim alanında kullanılan birçok yapay zekâ uygulaması ve akademik çalışma incelenmiş, bu doğrultuda yapay zekânın eğitime olan katkıları ortaya konulmuştur.

YAPAY ZEKÂNIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Yapay zekâ tarihte ilk kez Alan Turing adlı İngiliz matematikçinin Mind dergisinde yayınladığı “Bilgi İşlem Makineleri ve Zekâ” makalesinde sorduğu “makinelere düşünebilir mi?” sorusu ile gündeme gelmiştir. Bu makalede Turing öncelikle makine ve düşünmek terimlerinin tanımlarını yapmıştır. Daha sonra mantıksal düşünerek karar verme, problemlere çözüm üretme gibi beceriler insanlar tarafından yapılabiliyorsa makineler tarafından da yapılabileceği tezini ispatlamaya çalışmıştır. Literatüre Turing Testi olarak geçen test de bu makalede ortaya atılmıştır [19]. 1950’li yıllarda pek gerçekçi gelmeyen bu fikirlerin doğruluğu zamanla kabul edilmiş ve Turing yapay zekânın fikir babası olarak literatüre geçmiştir. Yapay zekânın fikir mucidi Alan Turing kabul edilse de “yapay zekâ” kavramı ilk

olarak 1956'da John McCarthy tarafından yapay zekâ üzerine gerçekleştirilen Dartmouth konferansında kullanılmıştır [20]. Dartmouth konferansı yapay zekâ konusunda yapılan ilk konferans olarak literatüre geçmiştir. Bu konferansın ardından yapay zekâ alanında yapılan çalışmalar artmıştır. 1950'li yıllarda bilgisayarlar sadece verilen komutları yerine getirme işlevine sahipken 1960'lı yıllarda verileri saklama ve daha hızlı işlem yapabilme özelliğine kavuşmuştur. Bununla birlikte yapay zekâ çalışmaları da hız kazanmıştır ve birçok yapay zekâ programı geliştirilmiştir. Bu programlar 1961 yılında tasarlanan Aziz, 1963 yılında tasarlanan Benzeşim, 1965 yılında tasarlanan Eliza, 1970 yılında tasarlanan Bilgin ve 1979 yılında tasarlanan Stajyer programlarıdır [21]. 1970'li yıllarda yapay zekâyâ yönelik birçok olumsuz eleştiri yapılmıştır ve devletler yapay zekâ çalışmalarına fon desteğini kaldırmışlardır. 1974-1980 arasında gerçekleşen bu duraklama dönemi "Yapay Zekâ Kışı" olarak nitelendirilmiştir. 1980'li yıllar bilgisayarların veri işleme ve veri saklama özelliğinin yanı sıra bilgiler arası iletişim kurabilme özelliğini kazandığı dönemdir. Bu özelliğin kazanılması ile yapay zekâ çalışmalarında derin öğrenme ve eski bilgilerin yeni durumlarda kullanılması gibi teknikler yapay zekâ çalışmalarına eklenmiştir. Edward Feigenbaum bu tekniklerden yararlanarak insanların karar mekanizmasını taklit edebilen "Uzman Sistemler" programını tasarlamıştır [13]. Yapay zekâ alanında dünya çapında ses getiren çalışmalardan biri de 1990'lı yıllarda IBM tarafından geliştirilen ve 1997 yılında dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenen yapay zekâ destekli satranç oynama programı Deep Blue'dur [22]. Bu olay, makinelerin insan zekâsına karşı kazandığı ilk galibiyettir. 2000'li yıllara gelindiğinde ise bilgisayarların kazandığı birçok yeni özellik ve disk kapasitelerinin artması sayesinde yapay zekâ çalışmaları da farklı bir boyut kazanmıştır. 2001 yılında insanlarla sosyal iletişime geçebilen, empati kurabilen, insan sesini ve mimiklerini taklit edebilen Kısmet isimli insansı robot tasarlanmıştır [23]. 2006 yılı itibari ile Facebook, Google, Netflix, Twitter gibi platformlar yapay zekâyı uygulamalarında kullanmaya başlamışlardır [24]. 2011 yılında IBM tarafından geliştirilen Watson programı bir televizyon kanalında doğal dilde sorulan soruları cevaplayarak uzun süreli bu yarışmada şampiyonluğu insan rakiplerini yenmiştir. Türkiye'de ise aynı program "Büyük Risk" ismi ile yayınlanmış ve kazanan yapay zekâ destekli uygulama olmuştur [25]. 2016 yılında Google tarafından geliştirilen AlphaGo isimli yapay zekâ destekli uygulama Koreli dünya şampiyonunu Go oyununda 4-1 mağlup etmiştir ve yapay zekâ insan zekâsı karısındaki üstünlüğünü bir kez daha ortaya koymuştur [26]. Google tarafından tasarlanan Duplex isimli uygulama 2018 yılında bir kuaförü arayarak insan gibi randevu almıştır [24]. Günümüzde Chat GPT, Chatsonic, Trip Planner gibi yapay zekâ uygulamaları sağlıktan mühendisliğe, bankacılıktan güvenliğe birçok alanda uzmanlara tavsiye verebilecek niteliğe ulaşmıştır. Yapay zekâ sayesinde dünyada pek çok ülkede otonom araçların ticari amaçlı kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Şekil 1'de yapay zekânın tarihsel gelişimi gösterilmiştir.



Şekil 1. Yapay zekânın tarihsel gelişimi [13]

EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ

Geçmişten günümüze pek çok farklı alana dâhil olan yapay zekânın eğitime dâhil olması kaçınılmaz olmuştur. Eğitimde yapay zekâ konusu gündeme geldiğinde pek çok kimsenin aklına eğitim-öğretimin içinde yer alacak robot öğretmenler gelse de durum gerçekte tam olarak bu şekilde değildir [13]. Yapay zekâ eğitim sistemine farklı şekillerde dâhil olarak destekleyici unsur rolü almaktadır. Eğitime içerik geliştirme ve öğretim sürecinde, yönetim, başarı değerlendirme, performans tahmini ve öğrenme stillerinin saptanması gibi pek çok farklı yönden katkı sağlamıştır. Yapay zekânın eğitime katkılarını fark eden birçok ülke ders müfredatına yapay zekâyı eklemiştir. Tablo1'de yapay zekânın eğitimde kullanım şekilleri listelenmiştir.

Tablo1. Eğitimde yapay zekâ

Yapay Zekânın Eğitimde Kullanım Şekilleri	
Alan	Kullanılan Yapay Zekâ Tabanlı Teknikler
Öğrenme Stillerinin Tespiti Bireylerin baskın zekâ türü, ilgisi ve ihtiyacına uygun öğrenme stilini tespit etmesine yardımcı olma.	Veri Madenciliği, Öğrenme Analitiği, tahminleme Algoritmaları, Makine Öğrenmesi vb.
Kişiselleştirilmiş Eğitim (Akıllı Eğitim Sistemleri) Bireylerin öğrenme stiline ve öğrenme hızına uygun platformlar tasarlama.	Veri Madenciliği, öğrenme analitiği, metin işleme, ses işleme
İçerik Geliştirme Bireylerin ilgisine ve seviyesine uygun dikkat çekici içerikler oluşturma.	Veri Madenciliği, öğrenme analitiği, metin işleme, ses işleme

Ölçme Sistemleri Öğrenme eksikliklerini tespit etme, eksiklikleri giderme	Görüntü işleme, tahminleme algoritmaları, veri analitiği
Diyalog Tabanlı Eğitim Sistemleri Öğrenme eksikliklerini gidermeye yardımcı olma.	Tahminleme algoritmaları, veri madenciliği, ses ve görüntü işleme
Eğitim Yönetimi Program tasarımı, güvenlik, denetim gibi konularda okul yöneticilerine destek.	Görüntü işleme, tahminleme algoritmaları, veri analitiği
Akademik Başarı Tahmini Eğitim-öğretim süreci öncesi performans tahmini	Görüntü işleme, tahminleme algoritmaları, veri madenciliği

Öğrenme Stillerinin Tespiti

Her öğrenci kendi stilinde öğrenir fakat geleneksel eğitim modeli tüm öğrencileri aynı kabul ederek klasik öğrenme ortamları sunmaktadır. Bu da birçok öğrencinin konuyu yeterince özümseyememesine ve dersten kopmasına sebep olmaktadır. Bu sorunun ortadan kaldırılması için öğrencilerin öğrenme stillerinin tespit edilmesi ve öğrenme stiline uygun içerikler sunularak öğretimin gerçekleştirilmesi öğrenci başarısını arttıracaktır.

Gardner'ın 1983 yılında oluşturduğu çoklu zekâ kuramına göre insan zekâsı Mantıksal-Matematiksel Zekâ, Görsel-Uzamsal Zekâ, Beden-Kinestetik Zekâ, Sosyal (İçsel) Zekâ gibi türlere ayrılmıştır. İnsanlarda bu zekâ türlerinden bazıları daha baskın olabilir bu da her insanın öğrenme stiline farklı olmasına yol açmaktadır [27]. Baskın zekâ türüne göre kişinin öğrenme stiline uygun içerikler sunulması akademik performansı büyük ölçüde etkilemektedir. Bu da öğrenme stiline belirlenmesi konusunu önemli hale getirmektedir. Her öğrencinin kendine özgü bir öğrenme stili vardır ve bunun tespit edilip öğrenme sürecinin buna göre uyarlanması önemli bir adımdır. Yapay zekâ ile öğrenme stillerinin belirlenmesine yönelik birçok teknik kullanılmaktadır. Bunlar; Karar Ağaçları, Bayes Ağları, Gizli Markov, Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Genetik Algoritmalar vb. gibi modellerdir. Öğrenme stillerinin belirlenmesinde öncelikle öğrenme modelleri seçilmektedir. Felder & Silverman ve Kolb yaygın olarak tercih edilen modellerdendir. Felder & Silverman modeli öğrenme stillerinin belirlenmesinde çevrimiçi forumlara yapılan ziyaret sayısı, akademik yetenek testlerinde olgusal türde sorulara yapılan ziyaret sayısı, özet türüne yapılan ziyaret sayısı, skolastik yetenek testlerindeki soru sayısı gibi özelliklere göre sınıflandırma yapmaktadır. Kolb modeli ise uygulamalı yaklaşım, hedefler belirleme, aktif saha çalışması, sezgiye veya başkalarının analizine güven, teknik görevlere ilgi gibi özelliklere göre sınıflandırma yapmaktadır [28]. Bu özelliklerin tespit edilmesinde bazı çalışmalarda anketler kullanılırken bazı çalışmalarda gözlem ve çevrimiçi takip uygulamaları kullanılmaktadır.

2022 yılında Karınca Kolonisi ve yapay sinir ağları algoritmaları kullanılarak yapılan bir çalışmada otomatik öğrenme stili belirleme ve çevrimiçi eğitimi iyileştirme önerileri sunulmuştur. Literatürde bulunan çok sayıda öğrenme stili modellerinden mevcut

araştırmada popüler olan Felder-Silverman öğrenme stili modeli kullanılmıştır. Model dört boyuttan oluşmaktadır:

1. sözlü/görsel,
2. aktif/yansıtıcı,
3. sezgisel/algılayıcı
4. sıralı/küresel.

Felder-Silverman Modeli, öğrencilerin dört boyuttan her birinde en az bir tercihi olduğunu varsayar, bu da öğrenme stillerinin detaylı ve doğru bir şekilde tespit edileceği anlamına gelir. Ayrıca Felder-Silverman modeli diğer diğer öğrenme stili modellerinden farklı olarak her bir boyutu kesin bir tip olarak değil eğilim olarak ele alır ve böylelikle daha incelikli bir öneri sağlar. Bu çalışmada öğrenme stillerinin belirlenmesinde anket yöntemi kullanılmıştır. Anket uygulamasının çeşitli sınırlılıkları vardır. Öğrenciler için ekstra çaba gerektirir, soruların atlanmadan dikkatlice doldurulması için öğrencileri motive etmek gerekmektedir ve tek seferlik uygulanabilir. Sonuçlar öğrencilerin algılama şekline göre veya ruh haline göre değişim göstermektedir. Bu çalışmada öğrencilerin öğrenme stil tercihini belirleyici kapılar önerilmiş ve bu öneriler doğrultusunda hibrit öğrenme ortamları sunulmuştur [18].

Öğrenme stiline belirlenmesi öğrencilerin zayıf ve güçlü yönlerinin ortaya çıkarılmasını ve öğrenciye yönelik kişiselleştirilmiş müdahalelerle öğrenci başarısını arttırmayı hedeflemektedir. Birçok avantajının yanı sıra öğrenme stillerinin tespit edilmesinin sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öğretmenler açısından kalabalık sınıflarda öğrenme stillerine uygun kişiselleştirilmiş eğitim sunmak pek mümkün değildir ancak destekleyici öğrenme ortamları ile bu sorun ortadan kaldırılabilir.

Kişiselleştirilmiş Eğitim

Geleneksel sistem tüm öğrencileri eşit kabul edip hepsine yönelik tek tip öğrenme ortamları sunmaktadır. Oysa her öğrenci kendine özgüdür ve kendine has öğrenme yöntemleri vardır. Kişiselleştirilmiş eğitim, bireysel farklılıkları göz önünde bulundurur ve kişiye özel öğrenme ortamları sunar. Öğrencilerin kendi hızında, eksikliklerini tamamlayarak ve öğrenme stiline uygun etkinliklerle konuyu öğrenmesine imkân tanır. Kişiselleştirilmiş eğitim ortamları, bireysel öğrenme yeteneklerini, öğrenme ihtiyaçlarını, çalışma hedeflerini keşfetmek ve analiz etmek amacıyla tasarlanmıştır, sunulan içeriği kişiye göre özelleştirir. Yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş eğitim ortamları öğrencilerin öğrenme deneyimlerinden ve benzerliklerinden yola çıkarak sınıflandırır. Öğrencinin geçmiş hareketlerinden yola çıkarak yeteneklerine uygun öğrenme seçenekleri sunar. Öğrencinin zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesini sağlayan bu sistem, öğrenmenin önündeki sınırlılıkların kaldırılmasına katkı sağlar. Bir başka deyişle yapay zekâ veri analizi yaparak öğrencinin eksikliklerini görmesini ve telafi etmesini sağlar. Araştırmalar EdTech'in gibi platformların kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları

sunması sebebi ile daha kısa sürede daha iyi performans sağladığını göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Çin gibi devletler geleneksel eğitim modelinden kişiselleştirilmiş eğitim modeline geçiş konusunu yakından takip etmekte ve bu yönde çalışmalar yapmaktadırlar [29].

Kişiselleştirilmiş eğitim, sınıf ortamında farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere yönelik destekleyici unsur olmasının yanı sıra özel öğrenme güçlüğü yaşayan, bedensel engeli ya da süregelen hastalığı bulunan öğrenciler için de bireyselleştirilmiş ortamlar sunar. Bu ortamlar eğitimde fırsat eşitliğini destekler. Dezavantajlı grupta yer alan öğrencilerin ihtiyaçları doğrultusunda eksiklikleri tamamlanır.

İçerik Geliştirme

Geleneksel eğitimde öğrenme ders kitapları yardımıyla, düz anlatım yolu ile gerçekleştirilmektedir. Sunuş yolu ile gerçekleştirilen bu eğitimde öğrenciler izleyici rolündedir ve aktif olan öğretmendir. Yapay zekâ destekli eğitimde ise öğretmen yönlendirici rehber rolüdeyken aktif olan öğrencidir. Daha fazla duyu organına hitap eden uygulamalar öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme imkânı tanır. Öğrenci öğrenme sürecinde aktif olarak rol aldığı için daha kalıcı öğrenmeler gerçekleşir.

Yapay zekâ destekli uygulamalar ders içeriğini etkileşimli multimedya, simülasyonlar ve sanal gerçeklik araçları yardımı ile sunar. İçeriğin farklı şekillerde sunulması öğrencilere öğrenme stiline uygun içerikleri tercih etme şansı tanır. Bu sayede öğrencinin öğrenme motivasyonu artar. Ayrıca yapay zekâ destekli içeriklere erişim sınıf ortamı ile sınırlı değildir. Çevrimiçi ve çevrimdışı geliştirilen uygulamalara öğrenci istediği yerden istediği zaman erişme imkânına sahiptir ve dilediği kadar tekrar etme şansı vardır. Ayrıca bu uygulamaların öğrenilen bilgiyi test etmek için değerlendirme sistemleri de vardır. Öğrenilen bilgi anında test edilir ve tespit edilen eksik öğrenmeler için destekleyici içerikler sunulur.

K-12 eğitiminde yapay zekâ öğrenciler ve eğitimciler için uygulamalı etkinlikler ve uyarlanabilir ders planları gibi interaktif öğretim materyalleri ve profesyonel sanal öğrenme platformları sunmaktadır [30].

Ölçme Sistemleri

Eğitimde bilgiyi öğretmek kadar öğrenilen bilgiyi ölçmek de önem taşımaktadır. Öğrencinin bir konuyu öğrenip öğrenmediğini test etmek, öğrenme eksikliğinin sebebinin ne olduğunu öğrenmek bir kırılma noktasıdır. Yapay zekâ tam da bu kırılma noktasının tespitinde önemli bir rol almaktadır. Özellikle birbiri ile bağlantılı olan konularda bağlantı kurmayı sağlayan kilit kısımda öğrenme eksikliği olan öğrenci daha sonraki konuları öğrenmekte güçlük çekmektedir. Bu durumda tüm konuyu en baştan yeniden öğrenmeye çalışmak yerine bu kilit noktanın tespit edilmesi eğitim öğretime hız kazandıracaktır. Yapay zekâ destekli değerlendirme sistemleri öğrencinin cevaplarından yola çıkarak eksik olan kısımları tespit etmekte ve bu eksiklikleri tamamlayıcı geri dönütler vermektedir. Verilen dönütlerin etkisini

ölçmek amacıyla aynı konu ile ilgili farklı sorular yöneltilerek eksikliğin giderilip giderilmediği tekrardan test edilmektedir. Ve bu döngü eksiklik giderilene kadar devam etmekte, konu tamamen özümsemeden yeni konuya geçilmemektedir.

Otomatik değerlendirme sistemleri öğrencilerin bilgilerini test etmek ve öğrencilerin sergilemiş olduğu davranışlar ile ilgili (yüz tanıma sistemlerini kullanarak) iç görü kazanmak için kullanılmaktadır. Değerlendirme algoritmaları ile öğrencilerin sınavları, ödevleri, yazılıları kolayca kontrol edilmekte ve sonuçlar analiz edilerek saniyeler içinde uygulayıcılara sunulmaktadır. Bu da öğretmenlerin iş yükünü büyük ölçüde hafifletmekte ve öğrencilere daha fazla pratik yapma imkânı tanımaktadır. Yüz tanıma algoritmaları ise öğrencilerin yüz ifadelerini inceler ve öğrenci davranışları hakkında bilgi sağlar. Öğrencilerin jest ve mimiklerinden yola çıkarak konuyu anlayıp anlamadığı ya da duygu durumları hakkında bilgi verir. Bu sayede eğitmenler erken müdahale ile problemlere karşı anında çözüm geliştirmektedir [30].

Diyalog Tabanlı Eğitim Sistemleri

Diyalog tabanlı yapay zekâ uygulamaları, sohbet robotları ve akıllı asistanlar birçok sektörde olduğu gibi eğitim sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanıcılar belli bir konuda destek almak, soru sormak ve fikir veya öneri almak için diyalog sistemlerini kullanmaktadır. Bu sistemler sözlü veya yazılı olarak kullanılabilir. Yazılı olarak diyalog tabanlı sistemden yardım almak istenildiğinde kullanıcı problem durumunu yazılı olarak ifade eder, yazışma sürecinde sistem kullanıcılara seçenekler sunarak iletişimi hızlandırmaktadır. Sözlü olarak kullanılan Google Asistan, Amazon Alexa, Apple Siri gibi akıllı asistanlara ise talepler sesli olarak iletilir ve asistanlar da sesli olarak dönüt yapar.

Birebir öğrenme imkânı sağlayan sistemler en etkili eğitim sistemlerindedir. Diyalog tabanlı eğitim sistemlerine WatsonTutor, AutoTutor ve Scholar gibi sistemler örnek gösterilebilir. AutoTutor; fizik, biyoloji ve bilgisayar bilimleri gibi derslerde çevrimiçi görevleri aşamalı yerine getirmek amacıyla akıllı öğretici ve öğrenciler arasındaki diyalogları en iyi şekilde taklit eden sistemlerden biridir. Sistem kullanıcının belli bir konu üzerinde ayrıntılı cevaplar üretmesini, konu ile ilgili derinlemesine bilgi edinmesini amaçlar. AutoTutor ve kullanıcı diyalogları genellikle 5 aşamada gerçekleşir:

- 1- Sistem kullanıcıya soru sorar veya bir problem durumu sunar,
- 2- Kullanıcı soruyu cevaplar,
- 3- AutoTutor cevabı denetler ve değerlendirir,
- 4- Değerlendirme sonucunda sistem dönütü; ek soru yöneltme, ipucu, yanlışları düzeltme, açıklama yapma süreci işler,
- 5- Kullanıcının cevabını geliştirmek amacıyla ikinci ve dördüncü adımlar tekrarlanır.

AutoTutor tarafından yürütülen diyaloglar öğrenciden alınan cevaplar doğrultusunda gelişir. Sistem kullanıcı tarafından verilen doğru cevapları ve yanlış cevapları kaydeder, ardından bunları analiz eder. Kullanıcının cevaplarının beklentiyi ne kadar karşıladığını ve kavram yanlışlarını tespit eder. Tespit sonucunda kullanıcıya uygun dönütler verir [13].

Diyalog eğitim sistemleri öğrencilerin sistemle birebir iletişim kurmasını sağlar. Belirli bir konunun öğrenilmesinde ve öğrenilen bilgilerin test edilmesinde her öğrenci kendi hızında ilerler. Bu sayede bireysel farkları göz ardı eden geleneksel eğitimin sınırlılığı ortadan kalkmış olur. Diyalog eğitim sistemleri bireysel olarak okul dışında kullanılabilirdiği gibi örgün eğitime entegre edilerek de kullanılmaktadır.

Eğitim Yönetimi

Yapay zekâ geleceğe dönük tutarlı tahminlerde bulunma, eldeki verilerden yola çıkarak anlamlı değerlendirmeler yapma ve doğru planlamalar yapma gibi niteliklere sahiptir. Bu nitelikler yapay zekâyâ eğitim yönetiminde kullanıma imkânı tanımıştır. Henüz insan denetiminde ve tavsiye veren asistan rolünde olan yapay zekâ uygulamalarının gelecekte eğitim yönetimi alanında daha işlevsel görevler alacağı düşünülmektedir. Karar verme sürecinde yapay zekâ, veri analizi ile daha doğru seçimler yapacak, fırsatların doğru değerlendirilmesine imkân tanıyacak, korku, heyecan, panik gibi insani tepkileri vermeyerek sağlıklı kararlar alacak, çok yönlü çalışma yapısı sayesinde aynı anda farklı konular üzerinde çalışabilecektir. Çalışanların refah seviyesini koruyarak çalışanlara mobbing uygulama, ayrımcılık yapma gibi davranışlarda bulunmayarak eşitliği sağlayacaktır [31].

Yapay zekâ, ders programı hazırlanmasından güvenliğe, kurs yönetiminden eğitim hizmetlerinin denetlenmesine kadar pek çok şekilde idari anlamda da eğitimcilere destek olmaktadır [32].

Yapay Zekâ Destekli Akademik Başarı Tahmini ve Başarıya Etki Eden Değişkenlerin Belirlenmesi

Yapay zekâ eğitim sürecinde destek unsuru olarak kullanılmasının yanı sıra aynı zamanda eğitim öncesi makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmalarını kullanarak akademik başarı tahmini yapan modelleri ile de eğitime katkı sağlamaktadır. Akademik başarının süreç başında tahmin edilmesi eğitim kurumlarının düşük performanstan kaçınmak için öğrenciyeye yönelik bireyselleştirilmiş eğitim programları uygulamasına imkân tanır [15]. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme, yaygın olarak kullanılan yapay zekâ tekniklerindedir. Araştırmacılar, şirketler ve devlet kurumları veri madenciliğine dayalı olarak tahmin yapmak için bu modelleri kullanırlar. Eğitimde başarı tahminine yönelik bir çalışmada öğrencinin yaş, cinsiyet, ırk, derse katılım, dersi dinleme, ders sırasında alınan notlar gibi değişkenlerin mevcut performansına etkileri analiz edilmektedir. Ve bu değişkenler yardımı ile gerçekleştirilen makine öğrenmesi metotları ile öğrencilerin gelecekteki başarıları tahmin

edilmektedir. Makine öğrenmesi, mevcut verileri sınıflandırır, sonuçları öngörür ve tahminde bulunur. Öğrenci performansının erken tahmini, öğrenci başarısını yükseltecek müdahalelerin zamanında ve öğrencinin ihtiyacına yönelik olarak yapılmasına yardımcı olur. Eğitim kurumlarında öğrenci performansının süreç başında analiz edilmesi, eğitim kurumlarının zayıf başarıya sahip veya ortalama seviyedeki öğrenciyi geliştirmek için uygulanması gereken yöntemlerin türünü ve derecesini ortaya koymaktadır [15], [16]. Makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak öğrenci başarılarının değerlendirilmesi konusunda yapılan literatür taramasında ülkemizde ve diğer ülkelerde çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmalar kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Baasha ve ark. tarafından 2022 yılında yapay zekâ modelleri kullanılarak lisansüstü akademik performansın değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmada Malezya'daki saygın bir özel üniversitenin lisansüstü eğitim programından toplanan 635 yüksek lisans öğrencisinin gerçek veri seti ve farklı regresyon modelleri kullanılarak öğrenci başarıları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kimlik, yaş, cinsiyet, adres, medeni durum ve ırk, daha önce alınan kurslar, mezun olunan okullar gibi özelliklerin başarıya etkileri ortaya konmuştur. Daha erken bir aşamada başarı tahmini, kurumların, öğrencilerin genel performansını artırabilen etkili öğrenme yaklaşımlarını göz önünde bulundururken, net kayıt yönergeleri oluşturmasına ve zayıf performanslardan kaçınmasına olanak sağlayabilmektedir. Çalışma sonucunda Yapay Sinir Ağları %89 başarı oranı diğer regresyon modellerine (%66-%72) kıyasla maksimum tahmin doğruluğu elde edilmiştir. Bu nedenle, öğrenci performansı için en iyi tahmin modeli olarak kabul edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde başarıya en çok etki eden değişkenin %77 oranı ile öğrencinin derse devam etmesi olduğu görülmüştür.

Öğrenci performansını tahmin ederek yapay zekânın eğitim sektöründeki etkisinin araştırılması konusunda yapılan bir diğer çalışma ise Pallathadka ve ark. tarafından 2021 yılında Hindistan Manipur Uluslararası Üniversitesi bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada da, öğrenci performans tahmininde makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmaktadır. Model, üç makine öğrenme algoritmasını kullanır: Destek vektörü Makinesi, Rastgele Orman ve Regresyon Analizi. Öğrencilerin yaş, cinsiyet, sosyoekonomik durum, kalıtım gibi özelliklerin göre öğrenci başarısına etkisi tahmin edilmiştir. Seçilen özelliklerden genellikle katılım, dersi dinleme ve ders sırasında alınan notlar başarıyı tahminde büyük oranda etkili olurken yaş, cinsiyet ve din gibi ek özelliklerin akademik başarıyı doğru bir şekilde tahmin etmek için etkili olmadığı gözlemlenmiştir. Deneysel bulgular, destek vektörü makinesi performansının öğrenci performans tahmininde %88 ile en iyi sonucu verdiği göstermiştir. Bu tahminler sonucunda okulu bırakma ihtimali olan öğrencilerin yükseköğrenimi bırakmaması için yapılması gereken çalışmalara dikkat çekilmiştir [16].

Akademik başarıyı etkileyen unsurların belirlenmesine yönelik ülkemizde yapılan çalışmalar incelediğinde Ulutan ve Çobanoğlu Aktan tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada TEOG

sınavı fen bilimleri alanı sorularını çözen sekizinci sınıfların başarılarını etkileyen etmenler çok düzeyli regresyon analiziyle ortaya konmuştur. Araştırma kapsamına alınan değişkenler, derse yönelik tutum, değer verme, öz yeterlik, sosyoekonomik durum, yaşadığı bölge nüfusu ve derse ilgi; bunlara ek olarak öğretmen deneyimleri ve okul türüdür. Uygulanan değerlendirme aracı Trends in International Mathematics and Science Study 2011 anketlerinde kullanılan değişkenlerden elde edilmiştir. Değerlendirme aracında tutum, değer, öz yeterlilik, düzey ve ilgi faktörleri açıklayıcı faktör analizleriyle belirlenmiştir. Araştırmaya 1049 adet sekizinci sınıf öğrencisi ve 41 öğretmen katılmıştır. Araştırma sonucunda öz yeterlilik ve sosyoekonomik durumun öğrencilerin fen başarısını olumlu yönde etkilediği, tutum değişkeninin ise olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Değer ve ilgi değişkenlerinin ise başarıyı etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda öğrenci başarısına etki eden etmenler tespit edilmiş ve başarıyı olumsuz yönde etkileyen etmenler üzerine çözüm önerilerinde bulunulmuştur [33].

Akademik başarı tahmini konusunda ülkemizde Gök tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada ise ortaokul 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerine 24 soruluk bir anket uygulanarak öğrencilerin akademik başarısına etki eden demografik, ailevi ve okul kaynaklı çevresel etmenlerin etki oranları araştırılmıştır. Anket sonuçlarından yola çıkılarak Matematik, Türkçe ve genel başarı ortalamaları kullanılarak makine öğrenmesi modelleri (regresyon) ile başarı tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan yapılan başarı tahminlerinde %63 oranı ile Lojistik regresyonun en başarılı tahmini gerçekleştirildiği görülmüştür [34].

TARTIŞMA VE SONUÇ

Teknolojideki hızlı ilerleyiş ile birlikte yapay zekâ hayatımızın hemen hemen tüm alanlarına dâhil olmuştur. Bunlardan biri de eğitim alanıdır. Bu çalışmada eğitimde yapay zekânın kullanım şekilleri, alana katkıları ve sınırlılıkları ele alınmıştır. Veri madenciliği, makine öğrenmesi, görüntü işleme, tahminleme algoritmaları gibi birçok farklı yöntem kullanılarak yapay zekâ eğitime farklı yönlerde katkı sağlamıştır. Regresyon modelleri ile öğrencilerin bireysel öğrenme stillerinin tespiti yapılmaktadır. Bu sayede öğrenciye yönelik kişiselleştirilmiş eğitim programı tasarlanarak öğrencinin öğrenme stillerine uygun içeriklerle başarısının artırılması hedeflenmektedir. Kişiselleştirilmiş eğitim her öğrencinin ihtiyacına yönelik öğrenme ve değerlendirme ortamları sunduğu için başarı oranını büyük oranda arttırmaktadır. Yapay zekâ ile farklı öğrenme stillerine uygun içerikler geliştirilerek her öğrencinin ihtiyacına ve öğrenme stiline uygun öğrenme ortamını tercih etmesi sağlanmaktadır. İçeriklerde kullanılan multimedya, simülasyonlar ve sanal gerçeklik araçları daha kalıcı öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlar. Akıllı ölçme sistemleri öğrencinin istediği zaman kendini test etmesine imkân tanımakta, eksik olunan noktalara yönelik tamamlayıcı etkinliklere yer vermektedir. Akıllı değerlendirme sistemleri ile eksik öğrenmelerin zamanında tespit edilmesi öğrencilerin bunları tamamlayarak ilerlemesine imkân tanımaktadır. Diyalog tabanlı eğitim sistemleri ise adeta kişisel bir öğretmen gibi

öğrencinin tüm sorularına cevap vermekte ve öğrenciye akademik çalışmalarında rehber olmaktadır. Başarıya etki eden unsurların yapay zekâ ile tespiti yapılarak öğrencilere kişiselleştirilmiş rehberlik desteği sağlanmakta, öğrencilerin mutlu ve akademik başarısı yüksek bireyler olarak yetiştirilmeleri hedeflenmektedir. Eğitim yönetimi alanında yapay zekânın kullanılması ile ayrımcılık, mobbing gibi durumların ortadan kalkması öngörülmektedir. Ayrıca hızlı karar verme, ders programı gibi karmaşık programların yapay zekâ desteği ile pratik ve hatasız planlanması, okuldaki güvenlik açıklarının yapay zekâ ile tespiti gibi birçok yönden yapay zekâ eğitime yönetiminde de etkin katkı sağlamaktadır. Yapay zekâ ile akademik başarı tahmini sayesinde eğitim-öğretim dönemi öncesinde öğrencilerin başarı durumları tahmin edilmekte risk grubunda yer alan öğrencilere bireysel rehberlik desteği verilmekte ve bireyselleştirilmiş eğitim programları uygulanarak akademik başarısının artırılması hedeflenmektedir.

Eğitimcilere pek çok yönden destek sağlamanın yanı sıra eğitimde yapay zekâ kullanımının sınırlılıkları da vardır. Eğitimde kullanılan yapay zekâ uygulamalarının teknolojik altyapı gerektirmesi en önemli sınırlılıklarındandır. Yukarıda bahsi geçen kişiselleştirilmiş eğitim, akıllı ölçme ve öğrenme sistemleri, diyalog tabanlı sistemler bilgisayar ve internet gereksinimi olan sistemlerdir. Bu sebeple okullarda kalabalık sınıfların ve evde dar gelirli ailelerin bu sistemleri kullanabilmesi pek mümkün değildir. Aynı zamanda öğrenme stillerinin tespiti ve eğitim dönemi öncesi başarı tahmini yapılması çalışmalarında anket kullanılması çalışmaların sınırlılıklarındandır. Ankete verilen yanıtlar zaman içerisinde değişiklik gösterebilir, öğrenciler anket sorularını yanlış anlayabilir, ankette çalışmaya yönelik uygun sorular yöneltilmemiş olabilir. Bu da başarı tahmini ve öğrenme stillerinin tespiti konusunda yanlış sonuçlara sebep olur. Öğrencilere yönelik uygun öğrenme stilleri belirlenmiş olsa bile kalabalık sınıflarda bireyselleştirilmiş eğitim vermek olanaksızdır bu da yapılan çalışmanın hedefine ulaşamamasına sebep olur. Çalışmaların sadece uygun koşulları sağlayan devlet okullarında ve özel okullarda uygulanması da eğitimde fırsat eşitliği ilkesine ters düşmektedir. Bir diğer sınırlılık ise akıllı öğrenme ortamlarını kullanan öğrencilerin aşırı derecede teknolojiye maruz kalmasıdır. Gerek konuyu öğrenirken, gerekse ölçme değerlendirme kısmında bu sistemleri kullanan öğrenciler teknolojinin olumsuz etkilerine maruz kalarak fiziksel veya ruhsal zarar görebilirler. Ayrıca bu sistemleri kullanan öğrenciler işbirlikli öğrenme, takım olma, yaratıcılık gibi becerileri kazanamayabilirler ve gelecek yaşantılarında gruba ait olma, sosyalleşme konularında problem yaşayabilirler. Diyalog tabanlı sistemleri sürekli kullanan öğrenciler problem çözme, yaratıcılık, araştırma ve üretme becerilerini kazanamayabilirler. Eğitim yönetimi alanındaki sınırlılık ise yapay zekânın insani duygulardan yoksun olmasıdır. Eğitim yönetiminde yapay zekânın kullanılması eğitim kurumunda ekip olma, birlik beraberlik duygusu içinde çalışma konularında dezavantaj oluşturabilir. Tablo 2’de Yapay zekânın eğitime katkıları ve sınırlılıkları özetlenmiştir.

Genel değerlendirme yapıldığında yapay zekânın eğitime sağlamış olduğu katkıların sınırlılıklarına oranla daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu katkıları fark eden birçok ülke yapay zekâyı eğitim müfredatına dâhil etmekte ve okullarda teknolojik alt yapıyı güçlendirmektedir. Yapay zekânın sınırlılıklarını ortadan kaldırma amacı ile çeşitli çalışmalar yapılabilir. Örneğin teknolojinin olumsuz etkilerinden öğrencileri korumak için yapay zekâ uygulamaları eğitimin her aşamasında değil de destekleyici unsur olarak kullanılabilir. Değerlendirme aşamasında ya da eksik öğrenmelerin giderilmesi konusunda yapay zekâ uygulamalarının kullanılması hem öğretmenlerin iş yükünü hafifletecek hem de her öğrencinin aynı anda eksiklerini fark etmesini ve bunları tamamlamasını sağlayacaktır. İncelenen çalışmalarda da görüldüğü gibi yapay zekânın eğitime birçok açıdan güç kattığı, eğitim öğretim sürecinde karşılaşılan birçok soruna çözüm bulduğu görülmektedir. Yapay teknolojisindeki hızlı ilerleyiş bu katkıların giderek artacağını göstermektedir.

Tablo 2. Yapay Zekânın Eğitime Katkıları ve Eğitimdeki Sınırlılıkları

Yapay Zekâ Tekniklerinin Eğitime Katkıları ve Eğitimdeki Sınırlılıkları		
Alan	Katkıları	Sınırlılıkları
Öğrenme Stillerinin Tespiti	Yapay zekâ uygulamaları ile öğrenciye uygun bireysel öğrenme stiline belirlenmesi ve uygun koşullarda öğrenci başarısının artırılmasında önemli bir rol oynaması.	- Öğrenme stillerinin belirlenmesinde genellikle anket uygulamasının kullanılması. - Kalabalık sınıflarda uygun öğrenme stilli ile bireyselleştirilmiş eğitim yapılamaması.
Kişiselleştirilmiş Eğitim (Akıllı Eğitim Sistemleri)	Öğrencilerin kendi hızında, eksikliklerini tamamlayarak ve öğrenme stiline uygun etkinliklerle konuyu öğrenmesine imkân tanır.	- Akıllı Eğitim Sistemlerinin teknolojik alt yapı ve internet gereksiniminin bulunması. - İşbirlikli öğrenme, takım çalışması gibi etkinliklerden yoksun olması. - Öğrencilerin teknolojiye aşırı maruz kalması.
İçerik Geliştirme	İçerikler etkileşimli multimedya, simülasyonlar ve sanal gerçeklik araçları ile içeriği sunar. Öğrenci öğrenme sürecinde aktif olarak rol aldığı için daha kalıcı öğrenmeler gerçekleşir.	- İçeriklere erişimde teknolojik alt yapı ve internet gereksiniminin bulunması. - İşbirlikli öğrenme, takım çalışması gibi etkinliklerden yoksun olması. - Öğrencilerin teknolojiye aşırı maruz kalması.
Ölçme Sistemleri	Öğrencinin cevaplarından yola çıkarak eksik olan kısımları tespit etmekte ve bu eksiklikleri tamamlayıcı geri dönütler vermektedir. Yüz tanıma algoritmaları ise öğrencilerin yüz ifadelerini inceler ve jest ve mimiklerinden yola çıkarak öğrencinin konuyu anlayıp anlamadığı ya da duyu durumları hakkında bilgi verir.	- Değerlendirme sistemlerine erişimde teknolojik alt yapı ve internet gereksiniminin bulunması. - Sınıf ortamında kamera bulunmasının yasak olması.
Diyalog Tabanlı Eğitim Sistemleri	-Diyalog eğitim sistemleri öğrencilerin sistemle birebir iletişim kurmasını sağlar. Belirli bir konunun öğrenilmesinde ve öğrenilen bilgilerin test edilmesinde her öğrenci kendi hızında ilerler. Öğrenci kişisel asistanlardan destek alarak eksiklerini tamamlar.	- Sisteme erişimde teknolojik alt yapı ve internet gereksiniminin bulunması. - Kişisel asistanların zaman zaman yanlış yönlendirmeler yapması. - Öğrencilerin her türlü araştırma ve ödevleri kişisel asistanlar aracılığı ile yapması. - Yaratıcılık, problem çözme sorumluluk alma gibi becerilerin geri planda kalması.
Eğitim Yönetimi	Karar verme sürecinde yapay zekâ, veri analizi ile daha doğru seçimler yapacak, fırsatların doğru değerlendirilmesine imkân tanıyacak, korku, heyecan,	- Yapay zekâyı dayalı yönetim sistemlerinin insani duygulardan yoksun olması. - Kuruma aidiyet, birlik, beraberlik bilinci

panik gibi insani tepkileri vermeyerek sağlıklı kararlar verecek, çok yönlü çalışma yapısı sayesinde aynı anda farklı konular üzerinde kararlar vererek çalışabilecektir.

oluşturma gibi konulardaki eksiklik.

KAYNAKÇA

- [1] S. Staub, E. Karaman, S. Kaya, H. Karapınar, and E. Güven, “Artificial neural network and agility,” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 195, pp. 1477–1485, 2015.
- [2] B. İŞLER and M. KILIÇ, “EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI VE GELİŞİMİ,” *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2021.
- [3] Y. Zhou, M. Ouyang, and S. Shu, “Artificial intelligence student management based on embedded system,” *Microprocess Microsyst*, vol. 83, p. 103976, 2021.
- [4] G. TAŞÇI and M. Çelebi, “Eğitimde yeni bir paradigma: ‘Yükseköğretimde yapay zekâ,’” *OPUS International Journal of Society Researches*, vol. 16, no. 29, pp. 2346–2370, 2020.
- [5] M. Jones, “Applications of artificial intelligence within education,” *Computers & mathematics with applications*, vol. 11, no. 5, pp. 517–526, 1985.
- [6] M. Yu, “Research on Construction of College English Education Mode Based on Artificial Intelligence,” in *Proceedings of the International Conference on Computation, Big-Data and Engineering 2022, ICCBE 2022*, IEEE, 2022, pp. 195–198. doi: 10.1109/ICCBE56101.2022.9888174.
- [7] X. Huang, “Aims for cultivating students’ key competencies based on artificial intelligence education in China,” *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 26, pp. 5127–5147, 2021.
- [8] A. A. Shaikh, A. Kumar, K. Jani, S. Mitra, D. A. García-Tadeo, and A. Devarajan, “The Role of Machine Learning and Artificial Intelligence for making a Digital Classroom and its sustainable Impact on Education during Covid-19,” *Mater Today Proc*, vol. 56, pp. 3211–3215, 2022.
- [9] I. T. Sanusi, S. A. Olaleye, S. S. Oyelere, and R. A. Dixon, “Investigating learners’ competencies for artificial intelligence education in an African K-12 setting,” *Computers and Education Open*, vol. 3, p. 100083, 2022.
- [10] L. Chen, P. Chen, and Z. Lin, “Artificial intelligence in education: A review,” *Ieee Access*, vol. 8, pp. 75264–75278, 2020.
- [11] A. Al Ka’bi, “Proposed artificial intelligence algorithm and deep learning techniques for development of higher education,” *International Journal of Intelligent Networks*, 2023.
- [12] C.-Y. Wang and J. J. H. Lin, “Utilizing artificial intelligence to support analyzing self-regulated learning: A preliminary mixed-methods evaluation from a human-centered perspective,” *Comput Human Behav*, vol. 144, p. 107721, 2023.

- [13] K. Arslan, "Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları," *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, vol. 11, no. 1, pp. 71–88, 2020.
- [14] M. Wu, D. C. Kozanoglu, C. Min, and Y. Zhang, "Unraveling the capabilities that enable digital transformation: A data-driven methodology and the case of artificial intelligence," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 50, p. 101368, 2021.
- [15] Y. Baashar *et al.*, "Evaluation of postgraduate academic performance using artificial intelligence models," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, no. 12, pp. 9867–9878, 2022, doi: 10.1016/j.aej.2022.03.021.
- [16] H. Pallathadka, B. Sonia, D. T. Sanchez, J. V De Vera, J. A. T. Godinez, and M. T. Pepito, "Investigating the impact of artificial intelligence in education sector by predicting student performance," *Mater Today Proc*, vol. 51, pp. 2264–2267, 2022.
- [17] H. M. Truong, "Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities," *Comput Human Behav*, vol. 55, pp. 1185–1193, 2016.
- [18] J. Bernard, E. Popescu, and S. Graf, "Improving online education through automatic learning style identification using a multi-step architecture with ant colony system and artificial neural networks," *Appl Soft Comput*, vol. 131, p. 109779, 2022.
- [19] A. Q. Review, "MIND," pp. 433–460, 1950.
- [20] S. Dick, "Artificial intelligence," 2019.
- [21] F. Coşkun and H. D. GÜLLEROĞLU, "Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması," *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, vol. 54, no. 3, pp. 947–966, 2021.
- [22] M. Campbell, A. J. Hoane Jr, and F. Hsu, "Deep blue," *Artif Intell*, vol. 134, no. 1–2, pp. 57–83, 2002.
- [23] C. Breazeal, "Designing sociable machines: Lessons learned," *Socially intelligent agents: Creating relationships with computers and robots*, pp. 149–156, 2002.
- [24] O. Acar, "Yapay zeka fırsat mı yoksa tehdit mi," *İstanbul: Kriter Yayınevi*, 2020.
- [25] S. Sariel, "Günümüzde yapay zeka," *İnsanlaşan makineler ve yapay zekâ içinde (ss. 21-25)*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Dergisi, 2017.
- [26] S. Artut, "Yapay zeka olgusunun güncel sanat çalışmalarındaki açılımları," *İnsan ve İnsan*, vol. 6, no. 22, pp. 767–783, 2019.
- [27] T. Nilay, "Çoklu zekâ kuramı ve eğitime yansımaları," *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, vol. 15, no. 15, 1999.
- [28] R. Bajaj and V. Sharma, "Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles," *Procedia Comput Sci*, vol. 132, pp. 834–842, 2018.
- [29] A. Bhutoria, "Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 3, p. 100068, 2022, doi: 10.1016/j.caeai.2022.100068.

- [30] S. Akgun and C. Greenhow, “Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings,” *AI and Ethics*, pp. 1–10, 2021.
- [31] M. Çetin and A. Aktaş, “Yapay Zeka ve Eğitimde Gelecek Senaryoları,” *OPUS International Journal of Society Researches*, vol. 18, no. Eğitim Bilimleri Özel Sayısı, pp. 4225–4268, 2021.
- [32] S. F. Ahmad, M. M. Alam, M. K. Rahmat, M. S. Mubarik, and S. I. Hyder, “Academic and administrative role of artificial intelligence in education,” *Sustainability*, vol. 14, no. 3, p. 1101, 2022.
- [33] E. Ulutan, “TEOG fen bilgisi başarısını etkileyen değişkenlerin çok düzeyli regresyon modeli ile incelenmesi,” 2018.
- [34] G. Ö. K. Murat, “Makine öğrenmesi yöntemleri ile akademik başarının tahmin edilmesi,” *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, vol. 5, no. 3, pp. 139–148, 2017.

**FUTURE OF URBAN TRANSPORTATION: A STUDY ON SHARED BIKE RENTAL
AND DEMAND FORECASTING**

**ŞEHİR ULAŞIMININ GELECEĞİ: PAYLAŞIMLI BİSİKLET KİRALAMA VE TALEP
TAHMİNİ ÇALIŞMASI**

Mustafa YURTSEVER

Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı

Dr., Dokuz Eylül University, Computer Center

ORCID ID: 0000-0003-2232-0542

ÖZET

Bisiklet paylaşım sistemleri dünya çapında giderek daha popüler hale gelmiştir ve çok çeşitli araştırmalara konu olmaktadır. Paylaşımli bisiklet kiralama, şehirlerde sürdürülebilir ulaşımın teşvik edilmesi ve trafik sıkışıklığının azaltılması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu hizmet, bireylerin çevre dostu bir ulaşım alternatifi sunarken, şehirlerin hava kalitesini ve yaşam kalitesini artırmalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, paylaşımli bisiklet kiralama, toplu taşıma sistemleri ile entegre edilerek şehir içi ulaşımın daha verimli ve erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Paylaşımli bisiklet kiralama hizmetlerinin etkili bir şekilde işlemesi ve talebi karşılaması için tahminleme önemlidir. Bu sayede hizmet sağlayıcıları, bisiklet dağıtımını ve bakımını optimize edebilirler. Aynı zamanda, kullanıcılar da bisikletleri daha kolay bulabilirler. Dolayısıyla, paylaşımli bisiklet kiralama talep tahminlemesi, şehirlerde sürdürülebilir ulaşımı teşvik etmek ve kullanıcı deneyimini iyileştirmek için önemli bir gerekliliktir.

Çalışmada London belediyesinin aylık bisiklet kiralama veri seti kullanılmıştır. Aylık tahminler, işletme verilerinizi daha iyi anlamanızı, kaynakları daha etkili bir şekilde yönlendirmenizi ve daha iyi iş kararları almanızı sağlayabilir. Aylık tahminler, uzun vadeli işletme stratejilerini desteklemek için kullanılabilir. Gelecek aylarda beklenen talep, işletmenizin büyüme ve genişleme planlarını şekillendirebilir. Bu nedenle, aylık tahminlerin doğruluğunu artırmak için uygun tahmin modelleri ve analitik yaklaşımlar geliştirmek önemlidir. Aylık bisiklet kiralama talep tahmini üzerine derin öğrenme yöntemlerin LSTM ve topluluk öğrenme modellerinden XGBoost karşılaştırıldı. İncelenen yöntemler arasında, XGBoost modelinin en iyi sonuçları sağladığı görüldü. Bu çalışma, aylık bisiklet kiralama talebi tahminlemesi için farklı model yaklaşımlarının karşılaştırılmasını sunarak, bu alandaki araştırmacılara ve uygulayıcılara faydalı bir rehber sunmaktadır. Sonuç olarak, XGBoost modeli, bu önemli tahminleme görevinde daha yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlayarak, bisiklet kiralama hizmetlerinin daha iyi planlanmasına ve optimize edilmesine yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Paylaşımli bisiklet, Talep tahmini, Derin öğrenme, Topluluk öğrenmesi

ABSTRACT

Bicycle sharing systems have become increasingly popular worldwide and are the subject of various research studies. Shared bicycle rental plays a significant role in promoting sustainable transportation and reducing traffic congestion in cities. This service not only provides individuals with an eco-friendly transportation alternative but also helps improve cities' air quality and quality of life. Additionally, integrating shared bicycle rental with public transportation systems makes urban transportation more efficient and accessible. Effective prediction is crucial for the successful operation and meeting the demand of shared bicycle rental services. This allows service providers to optimize bicycle distribution and maintenance while making it easier for users to find bicycles. Therefore, demand forecasting for shared bicycle rental is a vital necessity to promote sustainable transportation in cities and enhance the user experience.

In this study, the monthly bicycle rental dataset of the London municipality was utilized. Monthly forecasts can help you better understand your business data, allocate resources more efficiently, and make better business decisions. Monthly forecasts can be used to support long-term business strategies. Anticipated demand in the coming months can shape your business's growth and expansion plans. Therefore, it is essential to develop appropriate prediction models and analytical approaches to improve the accuracy of monthly forecasts. Deep learning methods, specifically LSTM, and gradient boosting ensemble models like XGBoost were compared for monthly bicycle rental demand prediction. Among the examined methods, the XGBoost model was found to provide the best results. This study offers a valuable guide to researchers and practitioners in the field by comparing different model approaches for monthly bicycle rental demand prediction. In conclusion, the XGBoost model can help better plan and optimize bicycle rental services by providing higher accuracy and reliability in this critical forecasting task.

Keywords: Shared Bicycles, Demand Forecasting, Deep Learning, and Ensemble Learning

GİRİŞ

Bisiklet paylaşım sistemleri, şehirlerdeki ulaşım sorunlarını çözmek ve sürdürülebilir ulaşım alternatifleri sunmak amacıyla geliştirilen bir ulaşım yöntemidir. Bu sistemler, genellikle şehirlerde yer alan bisiklet istasyonlarından kiralama yapılabilen, kullandığın kadar öde veya abonelik tabanlı hizmetler sunar. Kullanıcılar, istedikleri zaman bisiklet kiralayabilirler ve kullanım süreleri sonrası bisikleti bırakabilirler. Bisiklet paylaşım sistemleri, çevresel sürdürülebilirliği teşvik ederek (Mehdizadeh Dastjerdi ve Morency, 2022) karbondioksit emisyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir ve şehir içi trafik yoğunluğunu azaltarak trafik sıkışıklığını hafifletmeyi amaçlar (Sathishkumar vd., 2020).

Bisiklet paylaşım sistemlerinin avantajları arasında şehirlerin ulaşım altyapısını geliştirmesi, çevreye duyarlı bir ulaşım seçeneği sunması, trafik sıkışıklığını azaltması ve fiziksel aktiviteyi teşvik etmesi bulunmaktadır. Düşük gelirli ve işsiz topluluklar için ulaşım maliyeti yükünü hafifletme amacına da hizmet etmektedir (Jobe ve Griffin, 2021). Bununla birlikte, bu sistemlerin başarılı olabilmesi için iyi planlama, bakım ve güvenlik önlemleri gereklidir. Günümüzde mobil uygulamalar ve global konumlandırma sistemi en yakın bisiklet ve bisiklet istasyonlarının bulunmasını kolaylaştırmaktadır (Ve ve Cho, 2020). Ayrıca, kullanıcıların bisiklet paylaşım sistemlerini benimsemesi ve aktif olarak kullanması için uygun teşvikler ve bilinçlendirme kampanyaları da önemlidir. Bu nedenle, bisiklet paylaşım sistemleri, sürdürülebilir ulaşımın teşvik edilmesi ve şehirlerin ulaşım sorunlarının çözümü için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir.

Literatürde bisiklet kiralama tahminlemesi yapan çalışmalar hibrid LSTM-CNN (Mehdizadeh Dastjerdi ve Morency, 2022), istatistiksel regreyon modelleri (Sathishkumar vd., 2020), makine öğrenme modelleri (Zeid vd., 2022; Mergulhao vd., 2022), Prophet-BiLSTM (Yang ve Li, 2022) gibi farklı yöntemler kullanmışlardır. Çalışmalar genelde günlük veya saatlik tahminler üzerinedir.

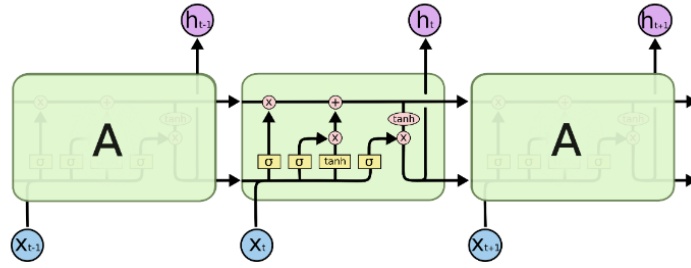
Bu çalışmanın odak noktası, Londra'daki bisiklet paylaşım talebinin aylık olarak kısa vadeli tahminidir. Aylık tahminler, işletme stratejilerini planlama ve kaynakları yönlendirme açısından kritiktir. Örneğin, gelecek aylarda artan talebi karşılamak için bisiklet envanterini artırma amacıyla kullanılabilir. Ayrıca mevsimsel değişkenlikler izlenerek sezonluk dalgalanmalar yönetilebilir. Çalışmada bisiklet paylaşım sisteminde kısa vadeli talebi tahmini için derin öğrenme yöntemlerinde LSTM ve topluluk öğrenme modellerinden XGBoost kullanıldı. Son olarak, önerilen yapının etkinliğini incelemek için, çalışmada değerlendirme ölçüleri olarak ortalama mutlak yüzdesel hata (MAPE) ve kök ortalama kare hata (RMSE) kullanılmıştır.

1.1. Uzun Kısa Süreli Bellek

Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM), özellikle zaman serileri ve doğal dil işleme gibi sıralı veri analizinde kullanılan derin öğrenme modelleri içinde önemli bir yere sahiptir. LSTM derin öğrenme algoritması, Yinelemeli Sinir Ağı (RNN) mimarisinin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla 1997 yılında Hochreiter ve Schmidhuber tarafından tanıtılan tekrarlayan bir sinir ağıdır. LSTM, RNN ailesine ait bir alt türdür ve daha önceki RNN modellerinin karşılaştığı sıkıntılara etkili bir çözüm sunar. LSTM'in temel avantajı, uzun vadeli bağlantıları yakalama yeteneği ve öğrenme kapasitesidir. Bu, LSTM'in ardışık veri analizinde daha iyi performans sergileyebilmesini sağlar. LSTM'in hücresi, içsel bir hücre durumu ve bu durumu güncelleyen, sıfırlayan veya okuyan kapılar içeren bir mimariye sahiptir. Bu kapılar, LSTM'in bilgileri nasıl işlediğini düzenler ve özellikle uzun vadeli bağlantıları saklama yeteneğini artırır. Bu nedenle LSTM, dil modelleri, metin oluşturma, zaman serisi tahmini ve

birçok sıralı veri görevi için yaygın bir tercih haline gelmiştir. Bir LSTM modeli giriş katmanı, gizli katmanlar ve çıkış katmanından oluşur. Her bloğa bağlı birkaç hafıza hücresi ve üç çarpan ünitesi bulunur. Bu bileşenlere bağlı olarak, LSTM hücre bloğu üç kapı ve bir sonraki hücreye ne kadar bilginin aktarılması gerektiğini belirlemek için bilgiyi unutabilen veya ezberleyebilen bir bellek hücre birimi içerir. Şekil 1 LSTM mimarisini göstermektedir.

Şekil 1. LSTM Yapısı (Olah, 2015).



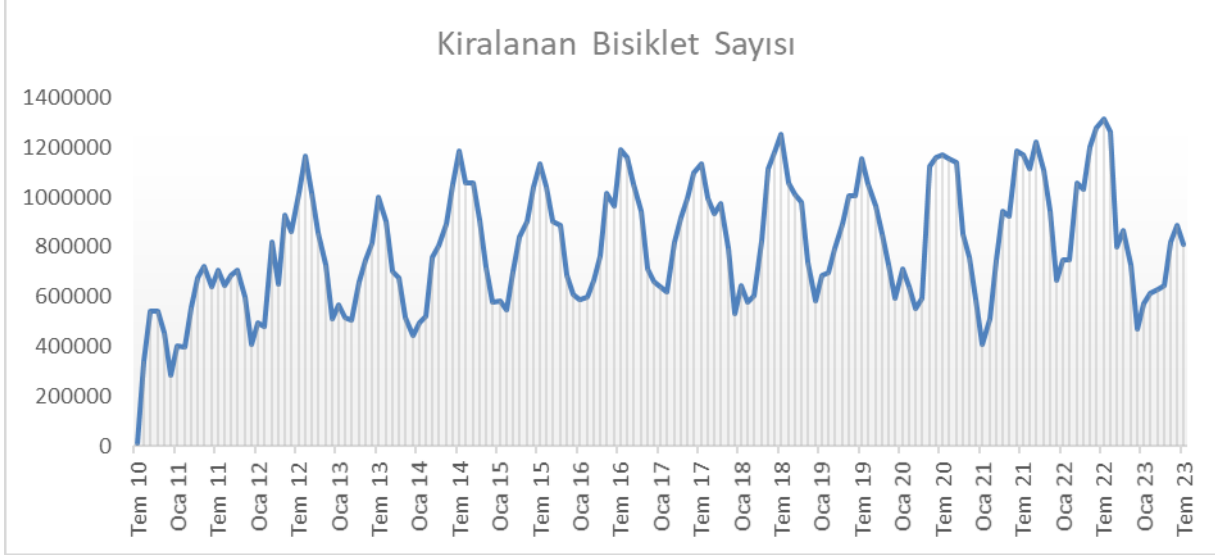
1.2. XGBoost

XGBoost (Aşırı Gradyan Artırma), özellikle makine öğrenimi ve veri madenciliği alanlarında başarılı bir şekilde kullanılan güçlü bir öğrenme algoritmasıdır. XGBoost, veri kümesindeki karmaşıklığı ve gürültüyü ele alabilen özgün bir gradient boosting yaklaşımı sunar ve bu nedenle sınıflandırma ve regresyon gibi birçok görevde yüksek performans gösterir. Aynı zamanda özellik seçimi, eksik veri işleme ve model ayarlaması gibi çeşitli veri madenciliği görevlerini kolaylaştırmak için kullanışlı araçlar içerir. XGBoost, donanım ve yazılım optimizasyon tekniklerinin mükemmel bir birleşimidir ve en az hesaplama süresi ile doğru sonuçlar sunabilir (Gupta vd., 2022).

1.3. Veri Seti

Bu çalışmada London veri merkezinin kiralık bisiklet sayıları kullanılmıştır (Transport for London, 2023). Veri seti 157 aylık veriyi içermektedir. Aylara göre temsil edilen verilerin grafiği Şekil 2’te verilmiştir. Tahmin uygulamalarında bir veri seti eğitim ve test setlerine bölünür. Eğitim seti modeli eğitmek için, test seti ise modelin eğitim sırasında görmediği yeni veriler üzerindeki performansını değerlendirmek için kullanılır.

Şekil 2. Kiralanan Bisiklet Sayısı



1.4. Değerlendirme Metrikleri

Tahmin değerlendirme metrikleri, makine öğrenimi ve istatistiksel modelleme projelerinde modelin performansını ölçmek ve karşılaştırmak için kullanılan kritik araçlardır. Bu metrikler, modelin tahminlerinin gerçek değerlerle ne kadar iyi eşleştiğini ve ne kadar doğru olduğunu değerlendirir. En temel tahmin değerlendirme metrikleri arasında ortalama kare hatası (MSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) bulunur, bu metrikler hata miktarını ölçer. MSE istatistiksel ve makine öğrenimi modellerinin tahminlerinin gerçek değerlerden ne kadar uzak olduğunu ölçen yaygın bir değerlendirme metriğidir. Ortalama Kare Hatanın Kökü (RMSE), MSE'nin kareköküdür. MSE değeri bazen kolayca karşılaştırılmayacak kadar yüksek olabildiği için MSE'den daha sık kullanılır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Ortalama Mutlak Yüzdesel Hata MAPE, gerçek değerlerle tahmin edilen değerler arasındaki farkın mutlak değerlerinin yüzde olarak ifadesini sunar. Bu ölçüm, özellikle zaman serileri analizinde ve işletme, finans, lojistik gibi birçok alandaki tahmin uygulamalarında sıkça kullanılır. MAPE'nin sıfıra yakın olması her zaman iyi bir tahmin modelini göstermez ve bazen anormal değerlere duyarlı olabilir. Bu nedenle, MAPE yanı sıra diğer değerlendirme yöntemleri de kullanmak, daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayabilir.

$$MAPE = \left(\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \right) \frac{100}{n}$$

1.5. Modellerin Analizi

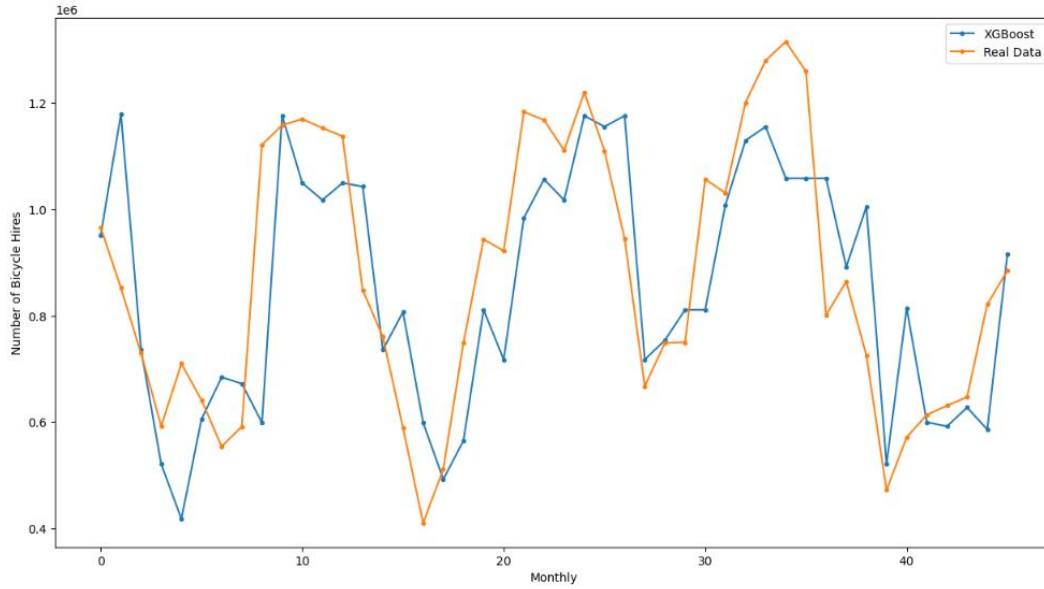
Bu çalışmada aylık bisiklet kiralama sayısı derin öğrenme yöntemlerinden LSTM ve topluluk öğrenme yöntemlerinden XGBoost kullanılarak tahmin edilmiştir. Çalışmada kullanılan modellerin sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de listelenen modellerin performansları, tahmin sonuçlarının gerçek değerlerle karşılaştırılması yoluyla hesaplanmıştır. En iyi RMSE ve MAPE değerlerini XGBoost yöntemi üretmiştir. LSTM yönteminin iterasyon değeri 1000, küme boyutu ise 128’dir.

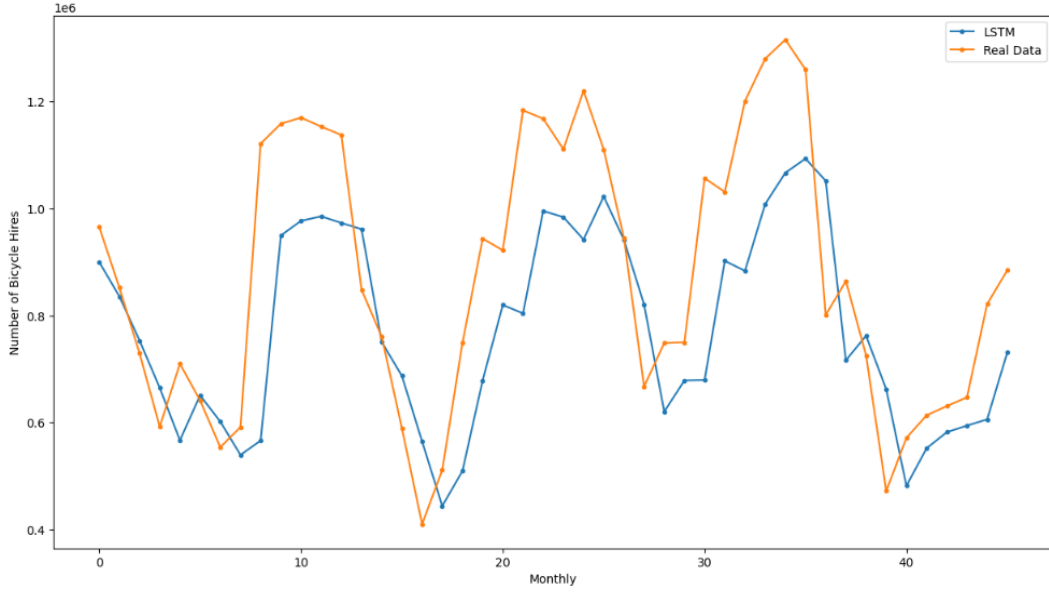
Model Adı	RMSE	MAPE
LSTM	187837.2	16.86
XGBoost	170074.1	15.63

Tablo 1. Model Sonuçları

Modellerin test verileri üzerindeki performansları Şekil 3 ve Şekil 4’de gösterilmektedir.

Şekil 3. XGBoost model sonuç grafiği





Şekil 4. LSTM model sonuç grafiği

SONUÇ

Bisiklet paylaşım sistemi, şehirlerde veya belirli bölgelerde kullanılmak üzere sunulan bir hizmettir. Bu hizmet, kullanıcılara kısa süreli bisiklet kiralama imkanı sunar. Bu sistemler, şehirlerdeki ulaşım seçeneklerini çeşitlendirmek, trafik yoğunluğunu azaltmak, çevreye duyarlılık artırmak ve fiziksel aktiviteyi teşvik etmek için önemli bir rol oynar. Kullanıcılar, kısa mesafeli yolculuklar için bisiklet paylaşım sistemlerini tercih ederler ve bu sistemler şehirlerde daha sürdürülebilir ve erişilebilir ulaşımı teşvik eder. Bisiklet paylaşım talep tahmini yapmak, bisiklet paylaşım sistemlerinin etkili bir şekilde işlemesi ve hizmetin kullanıcıların beklentilerini karşılaması için önemlidir.

Bu çalışmada bu amaçla derin öğrenme yöntemlerinden LSTM ve topluluk öğrenme yöntemlerinden XGBoost kullanılarak aylık bisiklet kiralama tahmini yapılmıştır. Çalışmada London bilgi deposundan kiralanan bisiklet sayı veri seti kullanılmıştır. Gerçek değerler ile her modelin tahmin edilen değerleriyle karşılaştırılması sonucu XGBoost yöntemi (RMSE: 170074.1, MAPE: 15.63) en iyi performansı göstermiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma XGBoost gibi güçlü bir boosting algoritmasının, zaman serisi problemlerinde yüksek performans sağladığını göstermektedir. XGBoost, zayıf öğrencileri birleştirerek doğru tahminler yapabilen güçlü bir tahmin modeli oluştururken, donanım ve yazılım optimizasyon tekniklerinin yardımıyla hesaplama süresini minimize eder. Bu algoritmanın esnekliği, farklı veri setleri ve problemleri için uyarlanabilir olmasıyla da dikkat çeker.

KAYNAKLAR

- Gupta, R., Yadav, A. K., Jha, S. K., & Pathak, P. K. (2022, February). Time series forecasting of solar power generation using Facebook prophet and XG boost. In 2022 IEEE Delhi section conference (DELCON) (pp. 1-5). IEEE.
- Hochreiter, S., & Unger Schmidhuber, J. J. (1997). Long short term memory. *Neural computation*. MEMORY Neural Computation.
- Jobe, J., & Griffin, G. P. (2021). Bike share responses to COVID-19. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 10, 100353.
- Mehdizadeh Dastjerdi, A., & Morency, C. (2022). Bike-sharing demand prediction at community level under COVID-19 using deep learning. *Sensors*, 22(3), 1060.
- Mergulhao, M., Palma, M., & Costa, C. J. (2022, June). A Machine Learning approach for shared bicycle demand forecasting. In 2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). IEEE.
- Olah, Christopher. (2015) Understanding LSTM Networks [Blog post]. Retrieved from <http://colah.github.io/posts/2015-08-UnderstandingLSTMs/>
- Sathishkumar, V. E., Park, J., & Cho, Y. (2020). Using data mining techniques for bike sharing demand prediction in metropolitan city. *Computer Communications*, 153, 353-366.
- Transport for London (2023) Number of Bicycle Hires. Retrieved from <https://data.london.gov.uk/dataset/number-bicycle-hires>
- Ve, S., & Cho, Y. (2020). A rule-based model for Seoul Bike sharing demand prediction using weather data. *European Journal of Remote Sensing*, 53(sup1), 166-183.
- Zeid, A., Bhatt, T., & Morris, H. A. (2022). Machine Learning Model to Forecast Demand of Boston Bike-Ride Sharing. *European Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning*, 1(3), 1-10.

**BİYOMEDİKAL PASLANMAZ ÇELİK ALAŞIMININ MORFO- YAPISAL VE
MEKANİK ÖZELLİKLERİNE GÖZENEKLİLİĞİN ETKİSİ**
EFFECT POROSITY ON MORPHO- STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF BIOMEDICAL STAINLESS STEEL ALLOY

Bünyamin AKSAKAL

Prof., Fırat Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Uçak Bakım ve Onarım
Prof., Fırat University, School of Civil Aviation, Aircraft maintenance and Repair
ORCID ID: 0000-0003-4844-9387

Naim ASLAN

Doç., Munzur Üniversitesi, Tunceli Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
Assoc., Munzur University, Tunceli Vocational High School, Department of Machine and Metal Technology
ORCID ID: 0000-0002-1159-1673

Ferzan FİDAN

Munzur Üniversitesi, Stratejik Hammaddeler ve İleri Teknoloji Uygulamaları Anabilim Dalı, Lisansüstü Eğitim
Enstitüsü
Munzur University, Department of Strategic Raw Materials and Advanced Technology Applications, Institute of
Post Graduate Education
ORCID ID: 0000-0002-1913-2535

ÖZET

Biyomplantlar insan yaşamının iyileştirilmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Tarihsel olarak dört bin yıl öncesine kadar dayanan bir geçmişe sahip biyomplantlar günümüzde gelişimine hız kesmeden devam etmektedir. Üstün mekanik ve fiziksel özelliklere sahip implantların geliştirilmesi implant biliminin gelişimiyle yakından ilgilidir. Bu açıdan bakıldığında, biyomplant seçiminde mekanik özellik, maliyet ve uzun süreli kullanım gibi özellikler oldukça önemli parametrelerdir.

Günümüzde kullanılan biyomateryallerin %70'inden fazlasını metalik biyomateryaller oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde en dikkat çekici olanı implant ve biyomalzeme üretiminde yaygın bir şekilde kullanılan AISI 316L paslanmaz çelik (SS) biyomalzemelerdir. Muadil biyomalzemelerle kıyaslandığında düşük maliyet, iyi mekanik özellikler ve biyoyumluluk gibi avantajları mevcuttur. Gözenekli biyomalzemelerde bulunan gözenekler, mekanik bir kilitleme sağlayarak implantın dokuya güçlü bir şekilde bağlanmasını sağlar. Düşük maliyet, gözenek boyut ve miktarının ayarlanması gibi avantajlarından dolayı toz metalurjisi ve boşluk tutucu yöntem araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. Bu çalışmada, gözenekliliğin paslanmaz çelik implant malzemesinin mekanik dayanımı üzerindeki etkisini araştırmak için matris malzemeye hacimce %20, %30 ve %40 PVA katkısı yapılmıştır. Boşluk tutucu yöntem

ile üretilen numunelere argon atmosferi altında 1100 derecede ısıtma işlemi uygulandı. Elde edilen numunelerin morfolojik ve yapısal karakterizasyonları, sırasıyla taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) ve X-ışını kırınımı (XRD) ile gerçekleştirilmiştir. Morfolojik karakterizasyonda gözenek oranının artması ile matris fazda taneler arası bağlanmanın azaldığı görülmüştür. Elde edilen mekanik dayanım değerleri, kemiğin mekanik dayanım değerleri (2-232 MPa) arasında ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: AISI 316L Paslanmaz Çelik, Biyomateryal, Toz Metalurjisi, Boşluk Tutucu, Morfo- yapısal özellikler, Mekanik Özellikler.

ABSTRACT

Bioimplants play a very important role in improving human life. Bioimplants, which have a history dating back four thousand years, continue to develop at an unstoppable pace. The development of implants with superior mechanical and physical properties is closely linked to the development of implant science. From this point of view, characteristics such as mechanical properties, cost and long-term use are very important parameters in the selection of bioimplants.

More than 70% of biomaterials in use today are metallic biomaterials. The most notable of these are AISI 316L stainless steel (SS) biomaterials, which are widely used in the manufacture of implants and biomaterials. It has advantages over equivalent biomaterials such as low cost, good mechanical properties and biocompatibility. The pores in porous biomaterials provide mechanical interlocking, ensuring a strong bond between the implant and the tissue. Powder metallurgy and space holder methods are preferred by researchers due to their advantages such as low cost, pore size and volume control. In this study, 20%, 30% and 40% by volume PVA was added to the matrix material to investigate the effect of porosity on the mechanical strength of stainless steel implant material. The samples produced by the space holder method were heat treated at 1100 degrees under an argon atmosphere. The morphological and structural characterisation of the obtained samples was carried out by scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) and X-ray diffraction (XRD), respectively. Morphological characterisation showed that intergranular bonding in the matrix phase decreased with increasing pore ratio. The mechanical strength values obtained were measured between the mechanical strength values of bone (2-232 MPa).

Keywords: AISI 316L stainless steel, Biomaterials, Powder metallurgy, Space holder, Morpho -structural properties, Mechanical properties.

**PRIVACY-PRESERVING MEDICAL IMAGING WITH FEDAVG AND
DIFFERENTIAL PRIVACY: AN EMPIRICAL STUDY ON MEDMNIST DATASET**

Mohamad Haj FARES

Istanbul University-Cerrahpaşa, Engineering Faculty, Department of Computer Engineering
ORCID ID: 0000-0002-2256-1293

Ahmet SERTBAŞ

Prof. Dr., Istanbul University-Cerrahpaşa, Engineering Faculty, Department of Computer Engineering
ORCID ID: 0000-0001-8166-1211

ABSTRACT

The escalating concerns surrounding privacy have indeed reached unprecedented levels, impacting individuals, organizations, and governments alike. These concerns necessitate innovative solutions, particularly for safeguarding sensitive medical data. Regulations in the field of healthcare are quite strict, yet the demand for advanced artificial intelligence systems is increasing. Simultaneously, the use of deep learning models with higher precision has become necessary in the healthcare sector, as the lives of individuals depend on the accuracy of diagnostic and treatment recommendations. Furthermore, the growing availability of computational power has opened avenues for advanced privacy-preserving techniques, such as differential privacy, to be applied in healthcare practice. In healthcare, the convergence of these important factors has made it necessary to conduct experimental research in the field of privacy-preserving artificial intelligence.

In this article, we undertake an experimental exploration of differentially private federated learning systems, utilizing three different benchmark datasets for medical image classification applications: PathMNIST, BloodMNIST, and OrganAMNIST. Our study includes the first experimental application of federated learning with differential privacy using these datasets in healthcare. Our experimental application is designed to closely simulate the current real-world data distribution present in the training process of a federated global model across twelve hospitals. Additionally, we introduce a novel deep learning architecture specifically designed for training differentially private models. Our findings reveal that a federated learning model can outperform models trained in traditional settings, and within differentially private federated learning settings, attained accuracy levels closely approaching those of traditional deep learning settings. Through this study, we seek to harness the potential of resilient deep learning models to bring advantages to patients, healthcare practitioners, and the healthcare system as a whole. Our aim is to strive to improve the privacy, efficiency, and effectiveness of healthcare solutions by utilizing privacy-protected healthcare, accurate machine learning models, and high computational power.

Keywords: Federated Learning, Differential Privacy, Medical Imaging.

1. INTRODUCTION

In recent years, the intersection of privacy-preserving techniques and machine learning has garnered significant attention, particularly in the context of medical imaging analysis. One prominent approach that has emerged is federated learning, which enables model training on decentralized data while safeguarding data privacy. Notable studies, including the work demonstrated in [1] regarding federated learning's potential in medical collaborations, have highlighted its effectiveness in preserving data privacy while maintaining model quality.

Furthermore, the field of federated learning has seen innovative developments aimed at personalized model optimization. Authors in [8] introduced FedFOMO, a method that efficiently calculates optimal weighted model combinations for individual clients, enhancing model performance in decentralized settings. Authors in [2] introduced the APPLE framework, achieving state-of-the-art results in personalized federated learning, particularly in challenging non-IID data scenarios commonly encountered in medical applications. Addressing the deployment of deep neural networks on resource-constrained edge devices, authors in [3] proposed FedSup, an integration of federated learning and neural architecture search.

In the realm of privacy-preserving techniques, differential privacy has played a pivotal role. Authors in [5] introduced DP-SGD, a differentially private stochastic gradient descent algorithm for training deep neural networks, while authors in [4] applied differential privacy to medical image analysis with promising results. However, it's important to note that privacy-preserving techniques in federated learning present unique challenges. Unlike centralized settings, federated learning involves decentralized data sources, raising concerns about data leakage during model aggregation on central servers. Therefore, specialized privacy-preserving techniques tailored to federated learning are essential to ensure data source privacy.

This powerful combination of federated learning and differential privacy holds immense potential for researchers seeking to train robust and accurate DNNs for medical imaging while safeguarding patient privacy. In this paper, we employed FedAvg for server-side sub-models aggregation and implemented Opacus for client-side differential privacy. Our findings demonstrate the potential of this technique for achieving high levels of privacy protection while training accurate DNNs for medical imaging. By leveraging federated learning and differential privacy, we can develop robust and accurate models that can be trained on large amounts of decentralized medical data without compromising patient privacy.

2. METHODOLOGY AND RESEARCH

2.1. Methodology

2.1.1. Federated Averaging (FedAvg)

Federated averaging (FedAvg) is a communication-efficient algorithm for distributed training with a large number of clients [9]. In FedAvg, clients keep their data locally for privacy protection, and a central parameter server is used to communicate between clients. The central server distributes the parameters to each client and collects the updated parameters from clients. The central server then aggregates these updated parameters to obtain the updated global model [9]. The FedAvg algorithm consists of alternating between a few local stochastic gradient updates at client nodes, followed by a model averaging update at the server [10].

FedAvg is an algorithm for distributed training with a large number of clients [6]. In FedAvg, clients keep their data locally for privacy protection, and a central parameter server is used to communicate between clients. This central server distributes the parameters to each client and collects the updated parameters from clients.

The FedAvg algorithm can be described as follows:

1. The central server initializes the model parameters.
2. In each round, a random subset of clients is selected to participate in the training process.
3. The selected clients perform multiple local training steps on their local data using the current model parameters.
4. The clients send their updated model parameters to the central server.
5. The central server aggregates the model parameters received from the clients by computing their weighted average.
6. The central server sends the updated model parameters to all clients.

To evaluate the effectiveness of Federated Learning with Differential Privacy, we implemented the algorithm in Python 3.9. Our implementation served as the basis for experiments investigating the algorithm's performance with differential privacy on the client's side across various privacy settings and participant numbers.

2.1.2. Differential Privacy

Differential privacy (DP) is a mathematical framework introduced in [11] for ensuring the privacy of individuals when their data is collected and used by a machine learning algorithm.

The key idea behind DP is that an algorithm is differentially private if, for any two datasets that differ in only one individual's data, the output of the algorithm is indistinguishable with

high probability. This means that it is not possible to learn anything about any individual's data by observing the output of the algorithm. There are a number of different ways to add noise to data to achieve DP. Gaussian noise is the most common method for adding noise to data. It works by adding a random number from a Gaussian distribution to each data point. And Laplace noise, this method works by adding a random number from a Laplace distribution to each data point.

The amount of noise that is added to the data is determined by the privacy budget. The privacy budget is a measure of how much privacy is desired. A larger privacy budget means that less noise is added to the data, which results in a more accurate model. However, a larger privacy budget also makes it easier for an attacker to learn about an individual's data.

In this study, we employed the Differentially-Private Stochastic Gradient Descent (DP-SGD) algorithm. The DP-SGD algorithm adds random noise to the gradients computed by SGD in order to provide differential privacy guarantees. The amount of noise added is controlled by two parameters: the noise multiplier and the privacy budget. The noise multiplier determines the strength of the added noise, while the privacy budget determines the amount of privacy protection provided by the algorithm.

To reduce the risk of data leakage during data transmission between hospitals and the global model, we applied the DP-SGD algorithm on the clients' side (as depicted in Fig. 1) using the Opacus framework [12].

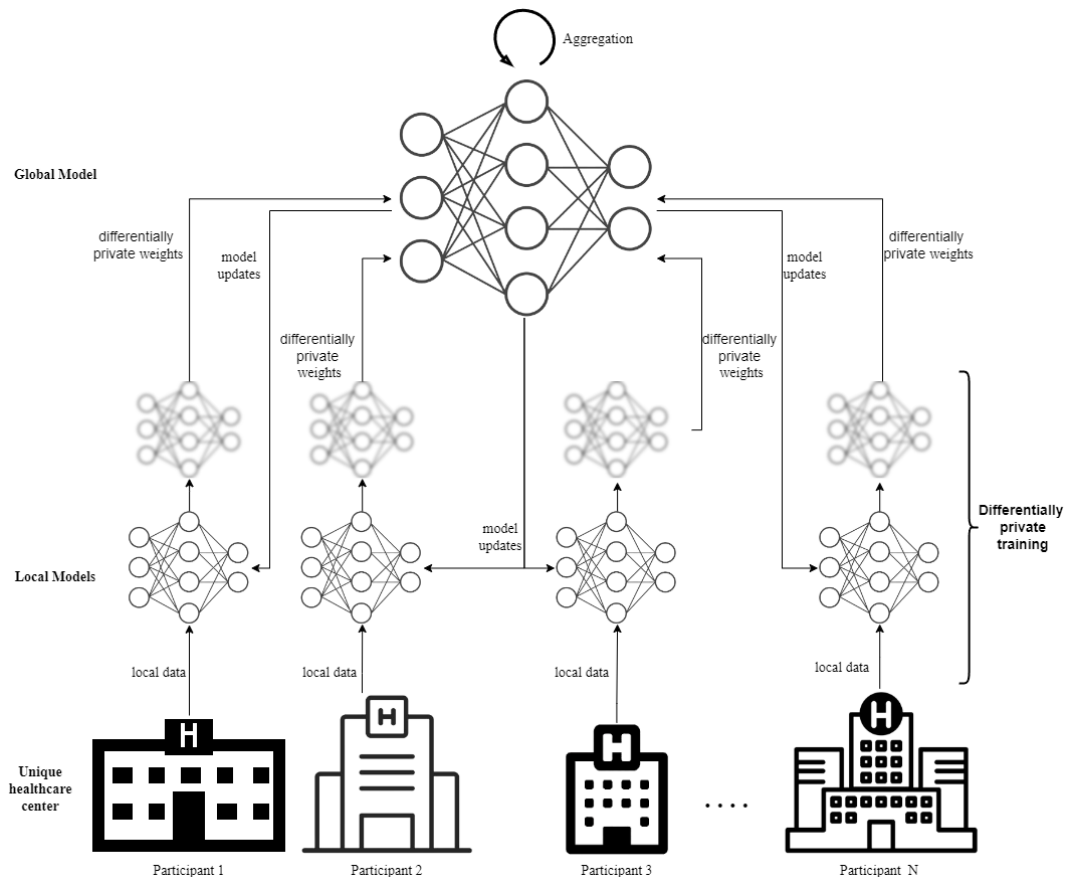


Figure 1: Differentially Private Federated Learning System

Opacus, a Python library, emerges as a pivotal instrument in this domain, facilitating privacy-preserving training of deep learning models by injecting noise into gradient computations. At the core of Opacus lies the delicate balance between adding noise to gradients. Excessive noise can obscure crucial information, compromising model performance, while inadequate noise fails to provide robust privacy guarantees (notice the noised models in Fig. 1 before sending updates to the global model). The library provides a set of utilities for adding differential privacy to PyTorch models, including the *make_private_with_epsilon* function which automatically sets the noise multiplier based on the desired privacy budget (ϵ).

In our experimental setup, we used the *make_private_with_epsilon* function to add differential privacy to the client-side training process with desired privacy budget of 3. The function automatically calculated the corresponding noise multiplier based on the specified epsilon value, batch size, and other parameters.

2.1.3. Model Architecture

For this study, we designed a new convolutional neural network (CNN) architecture that consists of several convolutional layers and residual blocks. The network uses group normalization layers to normalize the activations of the convolutional layers. Group

normalization divides the channels of a convolutional layer into groups and computes normalization statistics for each group separately, which can be useful in scenarios where the batch size is small. The network's architecture includes two initial convolutional layers, followed by three residual blocks. Each residual block consists of two convolutional layers and a group normalization layer. The network ends with an adaptive average pooling layer, which aggregates the features across spatial locations, and a fully connected layer that produces the final classification output. The network is designed for image classification tasks and takes an input image with a specified number of channels and produces an output with a specified number of classes. A visual representation of the model architecture is depicted in Fig. 2.

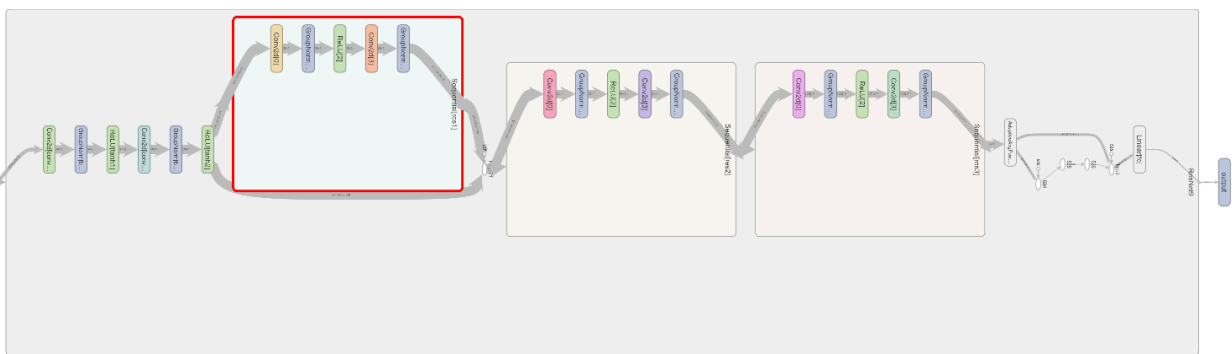


Figure 2: Model Architecture Visualization

2.2. Dataset

In this study, we utilized the MedMNIST v2 dataset collection, which is a large-scale collection of standardized biomedical images designed for lightweight 2D and 3D image classification [7]. Specifically, we used three different data modalities: Colon Pathology, Blood Cell Microscope, and Abdominal CT. The PathMNIST dataset consisted of colon pathology images and had 107,180 pre-processed 28x28 images, divided into a training set (89,996), a validation set (10,004), and a test set (7,180). This dataset had 9 multi-class labels suitable for classification tasks.

The BloodMNIST dataset consisted of blood cell microscope images and has 17,092 pre-processed 28x28 images, divided into a training set (11,959), a validation set (1,712), and a test set (3,421). This dataset had 8 multi-class labels suitable for classification tasks. Finally, the OrganAMNIST dataset consisted of abdominal CT images and had 58,850 pre-processed 28x28 images, divided into a training set (34,581), a validation set (6,491), and a test set (17,778). This dataset had 11 multi-class labels suitable for classification tasks.

The Practical Non-IID setting is designed to emulate a more realistic scenario found in medical applications, where healthcare institutions in different regions may possess datasets

of varying sizes and imbalanced distributions due to differences in patient demographics and data categories.

In our experiment, we adopted a simplified approach by dividing datasets among 12 hospitals. Initially, we ensured an equal number of samples in each partition and subsequently adjusted the partitions by periodically redistributing samples according to a predefined ratio. This ratio dictates the minimum number of samples allowed in a partition. In our experiment, the 20% ratio meant that the smallest partition contained at least 80% of the average sample size. Table 1 shows the distribution of data among each hospital for each dataset.

Table 2: Data samples distribution of used datasets among 12 hospitals

	PathMNIST	OrganAMNIST	BloodMNIST
Hospital 1	6373	2779	894
Hospital 2	8625	2983	1098
Hospital 3	6040	2446	817
Hospital 4	8958	3317	1175
Hospital 5	6640	2612	904
Hospital 6	8360	3152	1089
Hospital 7	6206	2776	983
Hospital 8	8794	2988	1011
Hospital 9	6370	2811	891
Hospital 10	8630	2953	1103
Hospital 11	6405	2862	926
Hospital 12	8595	2902	1069

3. RESULTS

Our study presents findings from experiments conducted on a practical non-IID setting utilizing three data modalities from the MedMNIST datasets trained across 12 hospitals/clients.

Table 3: A comparison between our results and similar researches in the field of federated learning, differentially private federated learning and non-federated differentially private settings.

Dataset	Reference Authors	Non-DP FL	DP FL
PathMNIST	Our work	89.4%	81.1%
	APPLE [2]	86.39%	-
	FedFOMO [8]	80.19%	-
	[3]	75.38±4.57%	-
BloodMNIST	Our work	93.9%	85.7%

	Our work	89.6%	79.4%
OrganAMNIST	APPLE [2]	95.70%	-
	FedFOMO [8]	82.86%	-

The results, as shown in Table 2, indicate that the accuracy of our Non-Differentially Private model surpasses that of [2]'s Federated Learning system's highest performance for PathMNIST dataset. However, the privacy-accuracy trade-off for our model is approximately 5.29%, relative to their model, and approximately 8.3% for the comparison between our DP-FL and Non-DP FL models.

Our experiments on the PathMNIST dataset achieved significantly higher accuracy than [3]'s approach in both Non-DP FL and DP-FL settings. Specifically, our Non-DP FL model achieved an accuracy of 89.4%, which is 9.45% higher than the reported accuracy by [3]. Furthermore, our DP-FL model achieved an accuracy of 81.1%, which is 1.15% higher than their approach's performance. These results demonstrate the superior performance of our approach in preserving data privacy while still achieving higher accuracy on the PathMNIST dataset.

In comparison to [2]'s approach, our Non-DP FL approach outperformed [2]'s approach by approximately 3.01% on PathMNIST, achieving an accuracy of 89.4%. However, our approach achieved a slightly lower accuracy of 89.6% on OrganAMNIST, which is approximately 6.1% less than their reported accuracy of 95.70%.

4. CONCLUSIONS

Our results showed that the combination of Federated Averaging with differential privacy can achieve competitive classification accuracy while preserving the privacy of the individual clients' data. We also showed that our Federated Learning approach outperformed previous approaches on the PathMNIST dataset while achieving comparable results on the OrganMNIST dataset. However, there is still room for improvement in terms of privacy-accuracy trade-offs, and further research is needed to optimize the performance of Federated Learning in non-IID settings. Overall, this study contributes to the growing body of research on Federated Learning and its potential for enabling privacy-preserving data analysis in the medical domain. It is important to note that the optimal model architecture and hyperparameters can vary for different datasets, as we observed in our study. For example, while our model settings achieved higher accuracy on the PathMNIST dataset, it resulted in slightly lower performance on the OrganMNIST dataset. Therefore, researchers should carefully tune their models for each dataset to achieve optimal performance. One limitation of our study is the use of a relatively small number of participants.

REFERENCES

- [1] Micah J. Sheller, Brandon Edwards, G. Anthony Reina, Jason Martin, Sarthak Pati, Aikaterini Kotrotsou, Mikhail Milchenko, Weilin Xu, Daniel Marcus, Rivka R. Colen, and Spyridon Bakas. 2020. Federated learning in medicine: facilitating multi-institutional collaborations without sharing patient data. *Scientific Reports* 10, 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69250-1>.
- [2] Jun Luo. 2021. Adapt to Adaptation: Learning Personalization for Cross-Silo Federated Learning. *arXiv.org*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2110.08394>.
- [3] Taehyeon Kim. 2022. Supernet Training for Federated Image Classification under System Heterogeneity. *arXiv.org*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2206.01366>.
- [4] Florian A. Hözl. 2022. Bridging the Gap: Differentially Private Equivariant Deep Learning for Medical Image Analysis. *arXiv.org*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2209.04338>.
- [5] Martín Abadi, Andy Chu, Ian Goodfellow, H. Brendan McMahan, Ilya Mironov, Kunal Talwar, and Li Zhang. 2016. Deep Learning with Differential Privacy. <https://doi.org/10.1145/2976749.2978318>.
- [6] H. Brendan McMahan. 2016. Communication-Efficient Learning of Deep Networks from Decentralized Data. *arXiv.org*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1602.05629>.
- [7] Jiancheng Yang, Rui Shi, Donglai Wei, Zequan Liu, Lin Zhao, Bilian Ke, Hanspeter Pfister, and Bingbing Ni. 2023. MedMNIST v2 - A large-scale lightweight benchmark for 2D and 3D biomedical image classification. *Scientific Data* 10. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01721-84>.
- [8] Michael Zhang. 2020. Personalized Federated Learning with First Order Model Optimization. *arXiv.org*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2012.08565>
- [9] Tao Sun. 2021. Decentralized Federated Averaging. *arXiv.org*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2104.11375>.
- [10] Collins, Liam. “FedAvg With Fine Tuning: Local Updates Lead to Representation Learning.” *arXiv.org*, 27 May 2022, arxiv.org/abs/2205.13692.
- [11] Dwork, Cynthia, et al. “Our Data, Ourselves: Privacy via Distributed Noise Generation.” *Springer eBooks*, vol. 486–503, 1 Jan. 2006, https://doi.org/10.1007/11761679_29.
- [12] Yousefpour, Ashkan. “Opacus: User-Friendly Differential Privacy Library in PyTorch.” *arXiv.org*, 25 Sept. 2021, arxiv.org/abs/2109.12298.

**SERS UYGULAMALARI İÇİN ESNEK ALTLIKLAR ÜZERİNDE YERİNDE
GÜMÜŞ NANOYAPILARIN BÜYÜTÜLMESİ**
IN SITU GROWTH OF SILVER NANOSTRUCTURES ON FLEXIBLE SUBSTRATES
FOR SERS APPLICATION

Sami PEKDEMİR

Dr., Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği Bölümü

Dr., Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERNAM)

Dr., Erciyes University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aeronautical Engineering

Dr., Erciyes University Nanotechnology Research Center (ERNAM)

ORCID ID: 0000-0002-7929-6849

ÖZET

Plazmonik yapılar, ilgi çekici optik özellikleri nedeniyle muazzam bir potansiyele sahiptir ve geniş bir uygulama yelpazesi sunar. Bununla birlikte, yukarıdan aşağı ve aşağıdan yukarı üretim yöntemlerinin tipik bir sonucu olarak bir altlık tabaka gerektirmektedir. Katı yüzeylerdeki plazmonik substratlar yüksek performans sunarken, çeşitli uygulamalardaki yenilikleri genellikle kısıtlanırlar. Esnek alt tabakalar üzerinde geliştirilen plazmonik yapılar, algılama uygulamaları için yeni olanaklar sunan heyecan verici bir yoldur. Alt tabakadan tam bağımsızlık hala zor olsa da, esnek tabanlar üzerinde plazmonik yapılar geliştirmek yeni uygulamalara doğru umut verici bir yolu temsil etmektedir.

Giyilebilir sensör teknolojisi alanında, özellikle değişken strese maruz kalan düz olmayan yüzeyler için esnek ve esnek alt tabakaların üretimi zorunludur. Sensör teknolojisinde istenen çok yönlülük ve dayanıklılığın elde edilmesi çok önemlidir. Her uygulama kendine özgü zorluklar içerdiğinden, özel çözümler vazgeçilmez hale gelmektedir. Dahası, plazmonik yapıların erişilebilirliğini ve satın alınabilirliğini sağlamak çok önemli bir husustur. Öngörülen plazmonik yapılar geniş bir kitle için ulaşılabilir olmalıdır.

Burada sunmuş olduğumuz çalışmada, yerinde büyüme tekniği kullanarak Yüzey Geliştirilmiş Raman Spektroskopisi (Surface enhanced Raman spectroscopy, SERS) uygulamaları için filtre kağıdına gömülü plazmonik nano yapılardan yararlandık. Başlangıçta, Turkevich yöntemiyle sentezlenmiş olan altın nanopartikülleri filtre kağıdına emdirdik ve kurumaya bıraktık. Oda sıcaklığında nemi giderdikten sonra, numuneleri askorbik asit ve gümüş tuzu içeren bir çözeltiye daldırdık ve belirli zaman aralıklarında beklettik. Bu süreç boyunca, askorbik asit yardımıyla yüzeyde gümüş nano yapılar oluştu. SEM görüntüleri incelendiğinde, yüzeydeki gümüş miktarının uzun süreli maruz kalma ile arttığı görüldü. Farklı miktarlarda gümüş içeren numunelerin plazmonik özelliklerini ölçmek için SERS uygulamalarındaki performanslarını değerlendirdik. Son olarak, Raman spektroskopisi kullanarak mekanik stres altındaki alt tabakaların SERS performansını inceledik.

Anahtar Kelimeler: Plazmonik, hetero yapılar, SERS, nano yapılar.

ABSTRACT

Plasmonic structures hold tremendous potential due to their intriguing optical properties, offering a wide array of applications. However, as a typical consequence of top-down and bottom-up production methods, a substrate is required. While plasmonic substrates on solid surfaces deliver high performance, they often constrain innovation in various applications. An exciting avenue lies in plasmonic structures cultivated on flexible substrates, which usher in fresh possibilities for sensing applications. Although complete substrate independence remains elusive, developing plasmonic structures on flexible bases represents a promising path towards new applications.

In the realm of wearable sensor technology, the production of flexible and resilient substrates is imperative, especially for non-flat surfaces exposed to variable stress. Achieving the desired versatility and durability is paramount in sensor technology. Since each application presents unique challenges, tailored solutions become indispensable. Moreover, ensuring the accessibility and affordability of plasmonic structures stands as a crucial consideration. The envisioned plasmonic structures should be within reach for a broad audience.

In our study, we harnessed plasmonic nanostructures embedded in filter paper for Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) applications using an in-situ growth technique. Initially, we impregnated gold nanoparticles synthesized by the Turkevich method on filter paper and allowed them to dry. After eliminating moisture at room temperature, we immersed the samples in a solution containing ascorbic acid and silver salt, letting them sit for specified time intervals. Throughout this process, silver nanostructures formed on the surface with the assistance of ascorbic acid. Analyzing SEM images revealed that the quantity of silver on the surface increased with prolonged exposure. To gauge the plasmonic properties of samples with varying amounts of silver, we assessed their performance in SERS applications. Lastly, we examined the SERS performance of the substrates under mechanical stress using Raman spectroscopy.

Keywords: Plasmonic, Heterostructures, SERS, nanostructures.

**EXPLORING THE INTERSECTION OF MACHINE LEARNING AND VOICE
PATHOLOGY: A COMPREHENSIVE REVIEW**

Divya O M

Research Scholar, Department of Computer Science, CHRIST University, Bangalore

Sagaya Aurelia P

Assist. Prof. Dr., Department of Computer Science, CHRIST University, Bangalore

ABSTRACT

Voice disorders may significantly impact an individual's quality of life and are often associated with occupational, social or health challenges. In recent years, the integration of machine learning techniques has helped in the field of voice pathology to make significant advancements. This comprehensive review explores the multifaceted relationship between machine learning and voice pathology, shedding light on how these innovative technologies improve the diagnosis, assessment, and understanding of voice disorders. The paper outlines various machine learning models deployed to distinguish between healthy and pathological voices.

In this paper, a study is made on different machine learning techniques and feature extraction methods used in the literature for defining the characteristics of the voice and how they are used as input for machine learning algorithms for predicting the pathological voice from the normal one. The review addresses limitations such as the need for standardized datasets and the interpretability of machine learning models. It also highlights ongoing research directions, including integrating real-time monitoring devices to enhance the trustworthiness of machine learning-based diagnostic outcomes.

Based on this study, it could be observed that classification and prediction techniques could be efficiently applied over the voice for pathology prediction with more accuracy and less human intervention.

Keywords: Voice disorder, Machine learning, Classification, Prediction

**LOCALIZATION ALGORITHMS FOR FUTURE INTERNET OF THINGS AND
WIRELESS SENSOR NETWORKS**

Abdelali HADIR

ENCGC, Hassan 2 University, Casablanca, Morocco

ABSTRACT

The localization accuracy of unknown nodes is a critical and hot topic for many IoT based domains including Wireless Sensor Networks (WSNs). Indeed, without associating the detected event to its geographic locations, the detected event by devices will be considered meaningless. The DV-Hop localization algorithm is widely used in many applications. However, the localization error generated by the DV-Hop is relatively higher. In this current work, we propose new localization algorithms based on DV-Hop, Weighted DV-Hop to overcome the shortcomings of low accuracy that the typical DV-Hop-based algorithms produce. The simulations showed that the proposed localization algorithms are better in terms of performance in comparison with the other existing algorithms.

**LOCALIZATION ALGORITHMS FOR FUTURE INTERNET OF THINGS AND
WIRELESS SENSOR NETWORKS**

Abdelali HADIR

Dr., ENCG, Hassan II University, Casablanca, Morocco

Mohammed-Alamine EL HOUSSAÏNI

Dr., ESEF, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.

Jamal EL KAFI

Dr., Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.

ABSTRACT

The accuracy of localizing unknown nodes is a crucial and active area of research in various IoT-based domains, including Wireless Sensor Networks (WSNs). Without associating detected events with their geographic locations, the data collected by these devices can be rendered meaningless. The DV-Hop localization algorithm, a commonly employed method, has been instrumental in various applications. However, it is known to produce relatively high localization errors due to its simplistic approach of estimating distances. These errors can have significant consequences, especially in critical applications where precise location information is essential. In this study, we introduce new localization algorithms, namely Weighted DV-Hop, built upon the DV-Hop framework. These algorithms aim to address the issue of low accuracy associated with typical DV-Hop-based methods. By incorporating additional factors and weighting mechanisms, we enhance the accuracy of node localization, ensuring that the detected events are mapped to their correct geographic locations with higher precision. Our simulations demonstrate that the proposed localization algorithms outperform existing alternatives in terms of performance. They offer enhanced accuracy, which is vital for IoT applications where precise location information is essential. The results of our experiments indicate that these algorithms are not only more accurate but also more reliable, making them valuable tools for IoT-based systems operating in diverse and dynamic environments.

Keywords: IoT, WSN, Localization, DV-Hop.

**THE EFFICACY OF COMPUTER AIDED DETECTION AND DIAGNOSIS (CAD)
SYSTEM AND ITS IMPACT IN HEALTHCARE SECTOR: A RANDOM SURVEY
FOR HEALTH INDUSTRIES**

Moses Adeolu AGOI

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Solomon Abraham UKPANA

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Oluwanifemi Opeyemi AGOI

Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

ABSTRACT

Computational intelligence is practically unfolding its potentials in quintessential fields of life including health sector. Computer aided detection and diagnosis (CAD) system is an example of such computational intelligence that detects a disease using image-based information or combines it with other relevant diagnostic data to support clinician decision in medical diagnoses practices. Using simple terminology, CAD systems are used as an aid for the detection and interpretation of diseases by clinicians. According to Alam, et al. (2022), Computer aided detection and diagnosis (CAD) systems have characteristic features that examine human tissues, suspicious regions, pathologies, etc., and enable automatic or semi-automatic diagnoses. This paper is a random survey of efficacy of Computer aided detection and diagnosis (CAD) systems. The major applications of Computer aided detection and diagnosis (CAD) systems were discussed in the paper write-up. Some of the benefits of using CAD were also highlighted in the paper discussion. Carefully formulated questions were administered to respondents using online Google form questionnaire instrument, in order to gather valid data for the paper work. The collected responses were collated and finally subjected to reliability analysis. Conclusively, the paper inferred that CAD enables the acquisition of vital information on tissues, certain functions and pathogens while minimizing the invasive manipulation in patients and also help guide medical practitioners on their treatment procedures.

Keywords: Computer Aided Detection and Diagnosis, CAD Systems, Healthcare Sector.

**EXPLORING THE USE OF CHATGPT AS CLASSROOM TEACHING AID: AN
IMPLICIT SURVEY FOR EDUCATIONAL MANAGEMENT**

Moses Adeolu AGOI

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Oluwakemi Racheal OSHINOWO

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

ORCID ID: 0000-0003-0568-6446

Solomon Abraham UKPANA

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Oluwanifemi Opeyemi AGOI

Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

ABSTRACT

Rapid advancements in generative Artificial Intelligence (AI) models are presenting innovative opportunities in classroom instructional management. ChatGPT is such AI model that can perform numerous natural language processing tasks, including language translation, text creation, text summarization and conversation systems. During classroom instructional delivery, teachers may use ChatGPT in their courses using it to tailor their students' learning experiences. According to Mitrović, et al. (2023) and Kitamura (2023), ChatGPT functions as a virtual assistant that can converse with users and respond to their inquiries like humans do. This paper is a survey on the use of ChatGPT as classroom teaching aid. The paper discussed the applicable areas of ChatGPT as teaching aid. Some of the benefits of using ChatGPT in education sector were also highlighted in the paper write-up. For the purpose of gathering relevant information for the paper work, careful constructed questions were administered to respondents using online Google form questionnaire instrument. The collated responses subjected to reliability analysis. Conclusively, the paper inferred that ChatGPT is already having significant implications and far-reaching applications in education sector.

Keywords: ChatGPT, Classroom, Teaching Aid, Educational Management.

INTRODUCTION

ChatGPT (Chat Generative Pre-Trained Transformer) has introduced great



classroom instructional management. Its ability to create educative contents has significantly influenced teaching and learning outcomes in the classroom. ChatGPT is an effective tool for teachers to improve their lessons and students' learning. Teachers may use ChatGPT during classroom instructional delivery to tailor their students' learning experiences. Mitrović, et al. (2023) and Kitamura (2023) explain that ChatGPT can function as teaching aids in the classroom to help converse with students and respond to their inquiries. ChatGPT is capable of providing replies to a wide range of subjects using a vast database of human communications. The application of ChatGPT on students' assignments will help to provide detailed comments, offering recommendations for its comprehension thereby students may feel self-motivated and inspired to keep studying.

RELATED LITERATURE

ChatGPT has brought great opportunities to classroom instructional management. Adiguzel et al. (2023) and Chen (2023) posit that the ability ChatGPT to assist in creating educative contents and provide personalized learning experiences to students have significantly impacted teaching and learning outcomes. Mintz (2023) state that ChatGPT's performance has increasingly gained recognition in academia. Fauzi et al. (2023) and Firat (2023) further added that multiple tests and evaluations have validated ChatGPT's capabilities. Dijkstra et al. (2022) and Gabajiwala, et al. (2022) noted that studies have reveal that ChatGPT can help teachers to create teaching materials including worksheets. The studies of Bernius et al. (2022) and Moore et al. (2022) have also proven that ChatGPT can also help enhance students with disabilities to access and develop more inclusive learning strategies. The study of Baidoo-Anu & Owusu-Ansah (2023) suggested that that ChatGPT is a very useful teaching tool for teachers. According to Kasneci et al. (2023) and Lee (2023), ChatGPT can help teachers generate quizzes, questions, assignments and other interactive content that cater for the students' learning. Kasneci, et al. (2023), state that ChatGPT can help student develop their cognitive skills supplying them with data and resources on specific subjects thereby exposing them to fresh studies and allowing them to build deeper comprehension and appraisal on such subjects. Kasneci et al. (2023) emphasized that ChatGPT can help students

to customize their learning and provide almost immediate feedbacks. Kasneci et al. (2023) also explain that ChatGPT can be used with speech-to-text or text-to-speech technologies to assist students with visual or hearing impairments.

Applicable areas of ChatGPT as teaching aid

Teachers are continuously leveraging the use of ChatGPT as instructional delivery aid to create better learning experiences in the classroom. Viz:-

1. Creating Lesson Plans:

ChatGPT has the capacity for usage in creating lesson plans. Outputs can be generated for curriculum development or lesson plan by inputting course parameters or teaching objectives into ChatGPT.

2. Creating Assignments:

ChatGPT can be used to create questions requiring students to evaluate, analyze and synthesize certain information in different subject areas. This can make allow students to insightfully explore a topic and provide their own perceptions.

3. Designing collaborative opportunities for students:

ChatGPT can be used to generate forums for students to share their ideas and engage critical dialogue with their peers. It can stir up and motivate inactive students and enhance collaboration skills.

4. Monitoring students progress:

ChatGPT can be used to monitor student progress through automated scoring and data visualization to generate progress reports on students classroom performance.

Benefits of using ChatGPT

The use of ChatGPT as classroom teaching aid has numerous benefits, including:-

1. Enhancing critical thinking and communication:

Students can use ChatGPT to create initial study plan and subsequently discover how to improve on their writing skills beyond the initial draft.

2. Enhancing conversation with students:

ChatGPT can prompt conversations with students in a virtual classroom environment. It may serve as aid in identifying student learning weakness and assist to recommend remedies.

3. Enhancing collaboration among students:

ChatGPT can initiate opportunities for students to share their ideas and engage in creative discussion with other students.

4. Personalizing competency-based learning:

ChatGPT can enhance students' personalized learning by helping them to

discover their own learning styles.

5. Enabling easy access to essential information:

ChatGPT can provide immediate access to information and expand student knowledge beyond the classroom.

6. Potentially helping Neurodivergent students:

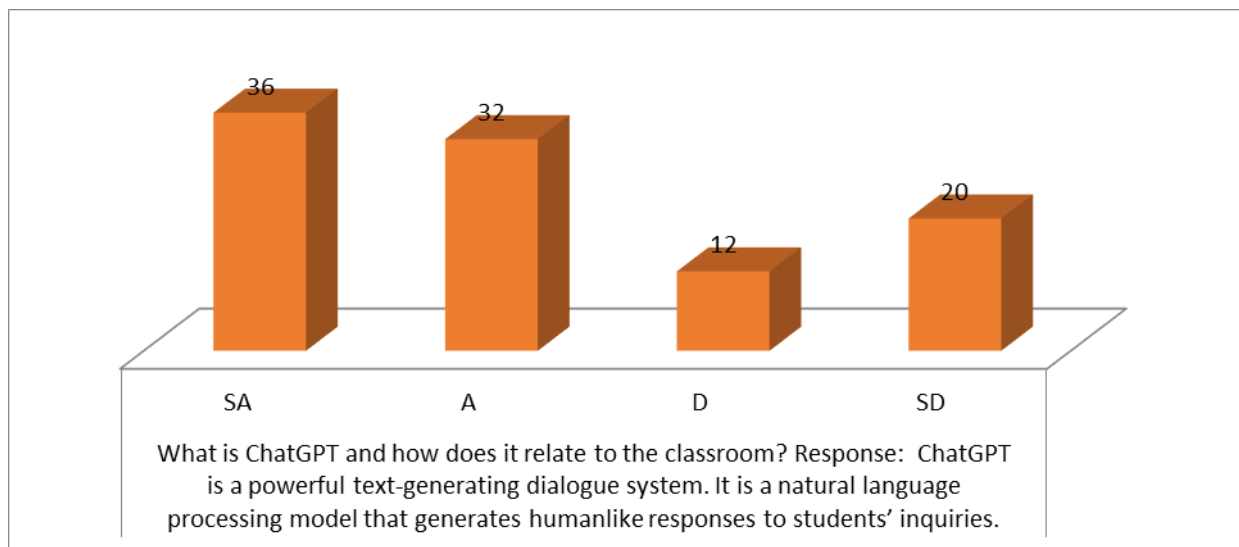
ChatGPT can serve as personalized aid for students having difficulty with traditional educational models. It can help those with writing disabilities and provide conducive environment for those affected by sensory stimuli.

MATERIALS AND METHODS

This paper adopts a descriptive study approach on ChatGPT as classroom teaching aids. The population of the study comprise of 100 people including students, teaching and non teaching and staff of three tertiary institutions in Nigeria. The sampling technique used was random sampling. In order to collect relevant information for the purpose of the paper write-up, questionnaires were carefully formulated and administered to respondents using online Google form questionnaire instrument. The responses collected and collated were subjected to reliability analysis. The result of 0.83 gave a good reliability index of the instrument. The entire exercise took place within three and half weeks before completion.

RESULTS AND DISCUSSION

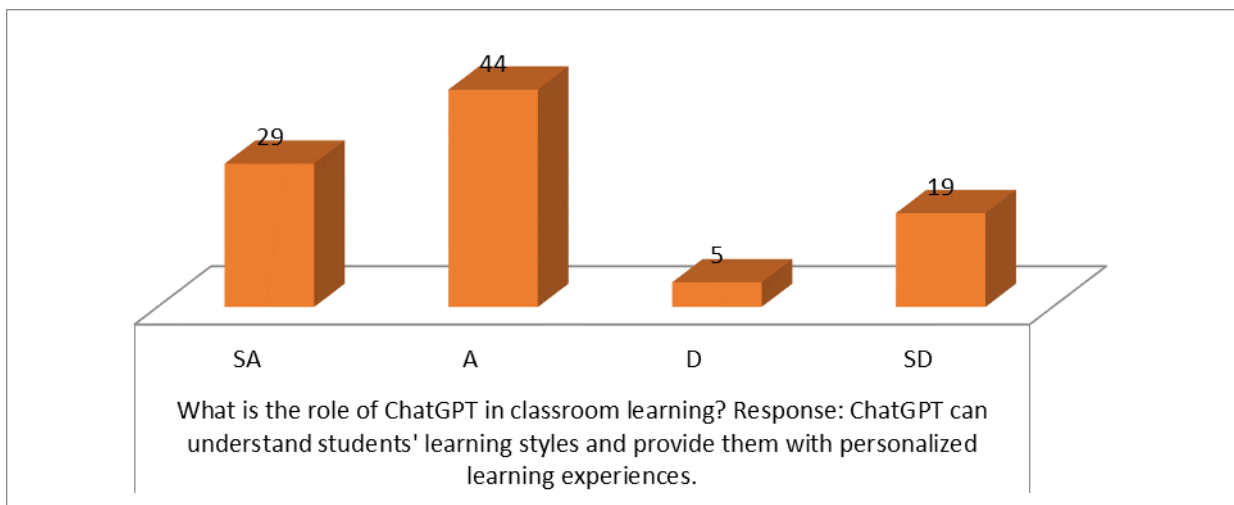
Fig.1: Chat Analysis



The chat analysis shown in figure 1 suggests that most of the respondents have a deep understanding of the evoking technology of ChatGPT. In the attempt to answer the quest on what ChatGPT is and how it can be related as classroom teaching aids, the respondents

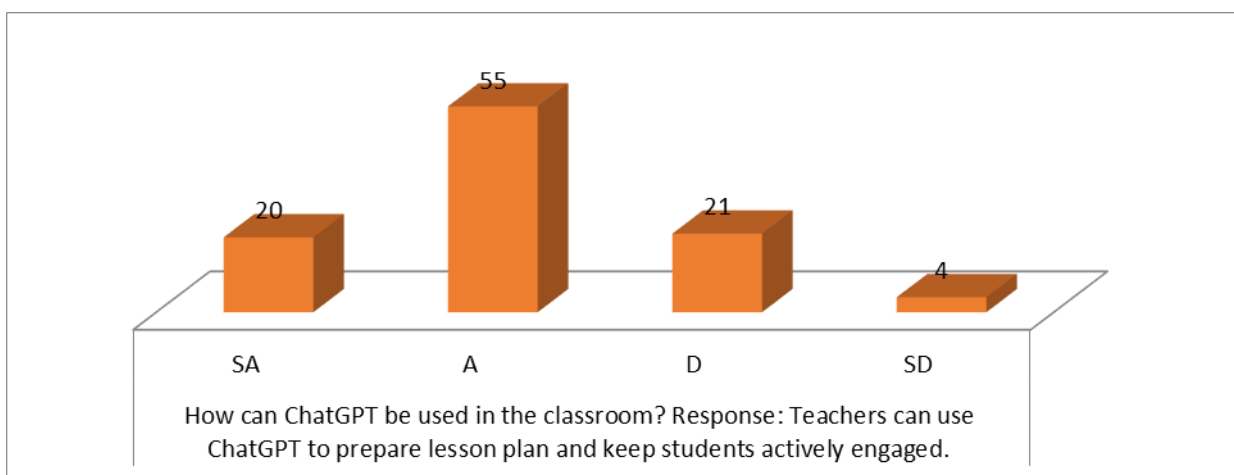
explain that ChatGPT is a powerful text generating dialogue technology. It is a natural language processing model that generates humanlike responses to students' inquiries. The respondents also noted that the language capabilities of ChatGPT could help to promote multilingual education. According to the respondents, ChatGPT could be very useful to students to learn different languages facilitating language acquisition through interactive practice and providing language specific feedback.

Fig.2: Chat Analysis



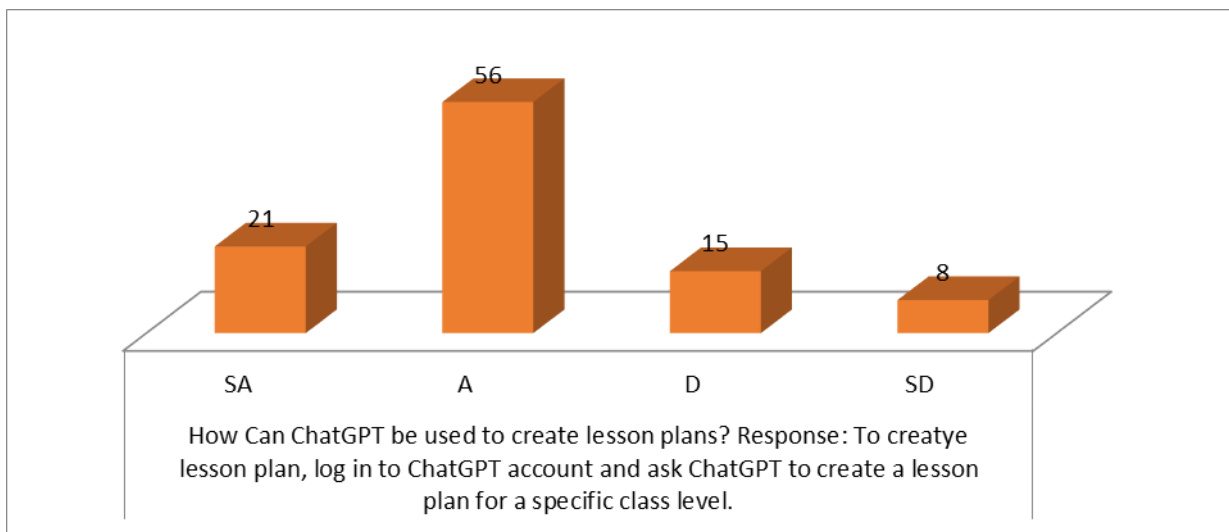
The chat analysis seen in figure 2 depicts that a larger number of respondents concur with the statement that the technology of ChatGPT can understand students' learning styles and provide them with personalized learning experiences. The respondents explain further that the technology of ChatGPT could be used to analyze students' academic performance and be structured to meet up with students' requirements. In short, the use of Chat GPT could help students to learn complex concepts at comfortable pace.

Fig.3: Chat Analysis



The graph plotted in figure 3 indicates that a huge amount of respondents noted that ChatGPT could be used by teachers to prepare lesson plan. ChatGPT could also be used to actively keep students engaged. The respondents explain further that ChatGPT is a very useful tools that could be used by teachers to translate learning objectives into educational handouts, student reports, project outlines or draft and lots more. Respondents emphasized that the technology of ChatGPT could be used as tools for lesson proficiency and not lesson delivery.

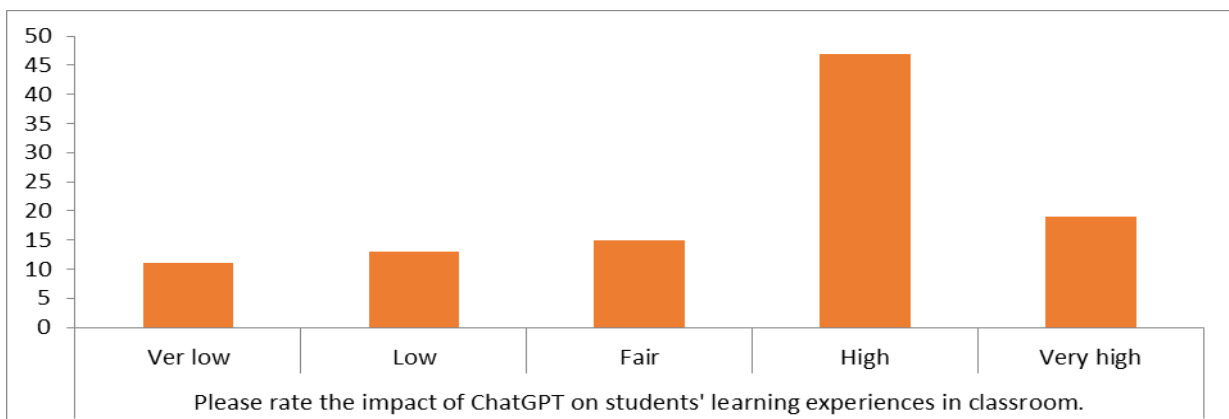
Fig.4: Chat Analysis



The graph plotted in figure 4 clearly indicate that a significant number of respondents affirm that

ChatGPT can be used to create lesson plans. Creating lesson notes can be hectic for most teachers. According to the respondents, for teachers to create lesson plan, they log into their ChatGPT account and then instruct ChatGPT to create lesson plan in line with specific topic. With this evolving technology of ChatGPT, teachers can easily create and share their lesson plan with students in real-time.

Fig.5: Chat Analysis



The table plotted in figure 5 is a graph showing the respondents' opinion (deduced from the grading displayed on the chat analysis) on the impact of ChatGPT on students' learning experiences in classroom. It should be noted that With ChatGPT, students will be able to learn and develop themselves in multiple ways through personalized learning assistance, get immediate feedback and access a lot of information across a wide range of subjects.

CONCLUSION

This paper is focused on the use of ChatGPT as classroom teaching aids. The applicable areas of ChatGPT as teaching aid were mentioned in the paper discussion. Also in the paper write-up are some of the benefits of using ChatGPT in the education industry. The paper noted that both teachers and their students are benefiting from using ChatGPT in the classroom as the technology resultantly save time and enhances the experience of its users. Conclusively, the paper affirmed that ChatGPT is increasingly having significant implications and far-reaching impacts in the education industry.

REFERENCE LIST

- Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing Education with AI: Exploring the Transformative Potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*. Vol. 15(3). Pp. 429.
- Chen, T.-J. (2023). ChatGPT and other Artificial Intelligence Applications Speed Up Scientific Writing. *Journal of the Chinese Medical Association*. Vol. 86(4). Pp. 351-353.
- Dijkstra, R., Genc, Z., Kayal, S. & Kamps, J. (2022). Reading Comprehension Quiz Generation using Generative Pre-trained Transformers.
- Fauzi, F., Tuhuteru, L., Sampe, F., Ausat, A. M. A. & Hatta, H. R. (2023). Analysing the Role of ChatGPT in Improving Student Productivity in Higher Education. *Journal on Education*. Vol. 5(4). Pp. 14886-14891.
- Gabajiwala, E., Mehta, P., Singh, R. & Koshy, R. (2022). Quiz Maker: Automatic Quiz Generation from Text Using NLP. In P. K. Singh, S. T. Wierzchoń, J. K. Chhabra, & S. Tanwar (Eds.), *Futuristic Trends in Networks and Computing Technologies*. Springer Nature. Vol. 936. Pp. 523-533.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T. & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*. Vol. 103, 102274.
- Kitamura F.C. (2023). ChatGPT is Shaping the Future of Medical Writing but Still Requires Human Judgment *Radiology*. Article 230171
- Lee, H. (2023). The Rise of ChatGPT: Exploring its Potential in Medical Education. *Anatomical Sciences Education*. Ase.2270.

Mitrović S., Andreoletti D. & Ayoub, O. (2023). ChatGPT or Human? Detect and Explain. Explaining Decisions of a Machine Learning Model for Detecting Short ChatGPT-Generated Text. arXiv preprint:2301.13852.

**EXPLORING THE INTERSECTION OF MACHINE LEARNING AND VOICE
PATHOLOGY: A COMPREHENSIVE REVIEW**

Divya O M

Research Scholar, Department of Computer Science, CHRIST University, Bangalore

Sagaya Aurelia P

Assist. Prof. Dr., Department of Computer Science, CHRIST University, Bangalore

ABSTRACT

Voice disorders may significantly impact an individual's quality of life and are often associated with occupational, social or health challenges. In recent years, the integration of machine learning techniques has helped in the field of voice pathology to make significant advancements. This comprehensive review explores the multifaceted relationship between machine learning and voice pathology, shedding light on how these innovative technologies improve the diagnosis, assessment, and understanding of voice disorders. The paper outlines various machine learning models deployed to distinguish between healthy and pathological voices.

In this paper, a study is made on different machine learning techniques and feature extraction methods used in the literature for defining the characteristics of the voice and how they are used as input for machine learning algorithms for predicting the pathological voice from the normal one. The review addresses limitations such as the need for standardized datasets and the interpretability of machine learning models. It also highlights ongoing research directions, including integrating real-time monitoring devices to enhance the trustworthiness of machine learning-based diagnostic outcomes.

Based on this study, it could be observed that classification and prediction techniques could be efficiently applied over the voice for pathology prediction with more accuracy and less human intervention.

Keywords: Voice disorder, Machine learning, Classification, Prediction

**A MULTI-TASK DEEP LEARNING MODEL FOR LUNG CANCER, PNEUMONIA,
AND TUBERCULOSIS CLASSIFICATION USING SOFT LAYER SHARING**

Yakubu Ibrahim

Department of Computer Science, Yobe State University, Damaturu, Nigeria
ORCID NO: 0009-0008-3338-6313

Audu Musa Mabu

Dr., Department of Computer Science, Yobe State University, Damaturu, Nigeria

ABSTRACT

Lung diseases, including lung cancer, pneumonia, and tuberculosis, are major global health concerns, often requiring early and accurate diagnosis for effective treatment. This study introduces a novel multi-task deep learning model designed for simultaneous classification of lung cancer, pneumonia, and tuberculosis from medical imaging data.

Our proposed model leverages a shared deep neural network architecture with soft layer sharing, allowing the model to learn common features across the three disease categories while preserving individual disease-specific characteristics. We employ a large dataset of chest X-rays and CT scans, carefully labeled with ground truth diagnoses, for training and evaluation.

Our experiments demonstrate the effectiveness of the multi-task deep learning model in accurately classifying lung cancer, pneumonia, and tuberculosis cases. The soft layer sharing mechanism helps the model leverage shared knowledge across diseases, resulting in improved overall performance compared to single-task models.

This multi-task deep learning approach not only streamlines the diagnostic process by simultaneously assessing multiple lung diseases but also provides interpretable insights into shared and distinct features among these diseases. Our findings suggest the potential clinical utility of such models in enhancing early detection and treatment planning.

Keywords: Multi-task deep learning, lung cancer, pneumonia, tuberculosis, medical image classification, soft layer sharing.

A PYTHON BASED WEB SCRAPING APPLICATION

Vaibhav Kant Singh

Assistant Professor, Department of CSE, School of Studies of Engineering & Technology, Guru Ghasidas
Vishwavidyalaya, Central University, Bilaspur, Chhattisgarh, India

ORCHID ID: 0000-0002-6776-9573

ABSTRACT

Search Engine optimization is a consequential aspect of a Web page to gain paramount result for a search engine to be able to exhibit it earlier in the search list. The optimization is predicated on lots of factors such as designation, description, key density and header tags. Different search engines will have their own mechanisms that calculate the score of keyword on the page and thus works out its ranking in the search order. The course project is to develop a generic SEO toolset which will avail a Web Developer analyse live web pages for keywords and other components of the page which contribute to SEO. The utilizer should be able to provide the keyword of interest and understand their density patterns across the sundry components of the HTML page. The Web page analysis should be developed to be done in batch mode where you analyse hundreds of web pages and result should be preserved as reports in spread sheets with graph presentation wherever obligatory. This project is built in python language. Imported Comely Soup, SQLite3, and xlsxwriter.

Keyword: Python, Search Engine, Web, Scraping, Analyse.

**A ML BASED APPROACH FOR THE DETECTION OF FACIAL EXPRESSION IN
ORDER TO FIND EMOTION**

Vaibhav Kant Singh

Assistant Professor, Department of CSE, School of Studies of Engineering & Technology, Guru Ghasidas
Vishwavidyalaya, Central University, Bilaspur, Chhattisgarh, India

ORCHID ID: 0000-0002-6776-9573

ABSTRACT

We suggest the convolutional neural network (CNN) for facial emotion apperception. This method is utilized to apperceive different-different human facial landmarks, geometrical poses, and emotions of faces. Human visages give very paramount information to understand the emotions of a person for an interpersonal relationship. Nowadays, apperception of emotion utilizing facial information is an intriguing field for computer science, medicine, und psychology. Research philomaths of HCI are additionally utilizing automated countenance apperception system for good results. Since it is a relegation quandary, so the performance of any classifier is dependent on features extracted from the region of interest of the sample. We have utilized sequential forward cull algorithms and softmax activation function.

Keyword: ML, CNN. Features, Emotion, Face.

**COMPARATIVE STUDY BETWEEN FUZZY CONTROLLER AND ANFIS
CONTROLLER FOR QUADRUPLE TANK SYSTEM**

Ali Akka

Department of physics sciences Higher Teacher Training School of Bousaada 28001 Bousaada, Algeria

Ali Bouzidi

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of M'sila, Algeria

Oussama Moussa

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of Ghardaia, Algeria

Alouani Helalli

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of M'sila, Algeria

ABSTRACT

The quadruple tank process has been widely used in control literature to illustrate many concepts in multivariable control. In this context, this paper deals with the intelligent control of a quadruple tank process. The objective of the current study is to design and to compare between fuzzy controller and adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) controller for a multivariable four-tank process. Simulation results confirm the effectiveness of the proposed control strategies and highlight the superiority of the ANFIS controller in both minimum phase and non-minimum phase operating conditions.

Keywords: Fuzzy controller, ANFIS controller, Quadruple Tank System, Non-minimum phase system.

**PI CONTROLLER OPTIMIZATION BASED ON PSO AND BBO FOR QUADRUPLE
TANK SYSTEM**

Ali Akka

Department of physics sciences Higher Teacher Training School of Bousaada 28001 Bousaada, Algeria

Ali Bouzidi

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of M'sila, Algeria

Oussama Moussa

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of Ghardaia, Algeria

Alouani Helalli

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of M'sila, Algeria

ABSTRACT

We propose in this paper a PI controller for Quadruple Tank System (QTS) in which we employ two bio-inspired optimization methods: Particle Swarm Optimization (PSO) and Biogeography Based Optimization (BBO) in order to adjust the parameters of the PI controller (k_p , k_i) to enhance the capability of traditional PI. Simulation results have confirmed both the effectiveness of the proposed control methods and the advantages of the optimized PI controller.

Keywords: Quadruple Tank System, PI controller, Particle Swarm Optimization, Biogeography Based Optimization.

**A REVIEW OF MULTILEVEL INVERTER TOPOLOGIES IN HYBRID ELECTRIC
VEHICLES**

Reshmi Soyinka V

Department of Electrical and Electronics Engineering, SSN College of Engineering, Kalavakkam-603110,
Chennai, Tamil Nadu

Vaduhammal V

Department of Electrical and Electronics Engineering, SSN College of Engineering, Kalavakkam-603110,
Chennai, Tamil Nadu

Sneka C

Department of Electrical and Electronics Engineering, SSN College of Engineering, Kalavakkam-603110,
Chennai, Tamil Nadu

Dr. V. Thiyagarajan

Department of Electrical and Electronics Engineering, SSN College of Engineering, Kalavakkam-603110,
Chennai, Tamil Nadu

ABSTRACT

In recent years, the academic and research communities have directed considerable focus towards multilevel inverters due to their significant role in high and medium-power applications. These multilevel inverters have emerged as key players in a wide array of power applications, encompassing Electric Vehicles, Photovoltaic Systems, Low-Power Loads, and Grid Integration Systems. Their appeal lies in their ability to deliver several advantages, including remarkably low harmonic distortion, a minimal requirement for drivers, the absence of filters, efficient utilization of installation space, reduction in voltage stress, and minimized switching losses. The traction inverter, a pivotal component in electrified transportation systems, has garnered substantial attention within various research endeavors. These investigations have primarily focused on examining its configurations, modulation techniques, and control strategies. Notably, leading electric vehicle manufacturers have increasingly adopted higher-voltage battery systems to capitalize on several advantages, including reduced current demands, enhanced power density, and faster recharging capabilities. As the electric vehicle industry continues its trajectory towards elevated DC-link voltage applications, researchers have explored multilevel inverter designs as a promising alternative to conventional two-level inverters. Multilevel inverters offer an array of compelling benefits such as improved efficiency, heightened power density, superior waveform quality, and inherent fault-tolerance, rendering them an appealing choice for this specific context. This paper embarks on an exploration of the merits and demerits associated with the

implementation of higher DC-link voltage in traction inverters. Additionally, it offers a comprehensive overview of recent developments in multilevel inverter topologies tailored to electrified transportation applications. To facilitate decision-making, we conduct an extensive comparative analysis between multilevel inverters and their conventional two-level counterparts, considering parameters like efficiency, cost, power density, power quality, reliability, and fault tolerance. Furthermore, the paper undertakes an in-depth evaluation of various multilevel inverter topologies, utilizing the most critical criteria within the realm of transportation electrification. The discussion extends to potential future trends and unexplored research avenues in this dynamic field.

Keywords: Modular Multilevel Inverter, Electric Vehicles, Power Density, Traction, Motor Drives

AN ANDROID APPLICATION FOR EDUCATIONAL INSTITUTION

Vaibhav Kant Singh

Assistant Professor, Department of CSE, School of Studies of Engineering & Technology, Guru Ghasidas
Vishwavidyalaya, Central University, Bilaspur, Chhattisgarh, India

ORCHID ID: 0000-0002-6776-9573

ABSTRACT

Recent advances in our lifestyle have made computer the most essential part of life. Most of the works being performed now done by the computer. The computer is being utilized in every field now days. This project has been developed to maintain the academic details of students in more secure way in the computer. This android application is subsidiary for keeping the academic details of students who are currently in the department. It eliminates the paper work. human faults, human delay and expedite process. This project is an android application for the utilization of faculty and student of the department where faculty can update the details of students such as marks, attendance and other details on the app and the student should have direct access to it. The student of the department can additionally have access to antecedent year question papers, notes and syllabus on the app directly. This project is an android studio application developed for Android app system which focuses in the composition the college work doing intellectually.

Keyword: Android, Application, Education, Institution, Smart.

**ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN
PAKISTAN**

Waqar Ullah

PhD Student at Department of Industrial Engineering, University of Engineering and Technology, Peshawar,
Pakistan

Sahar Noor

Department of Industrial Engineering, University of Engineering and Technology, Peshawar, Pakistan

Adnan Tariq

Department of Industrial Engineering, University of Engineering and Technology, Peshawar, Pakistan

ABSTRACT

Keeping in mind, the current situation of Peshawar city where most of the residential buildings are not sustainable, there is a need to introduce and implement the Sustainable buildings concept in the society and in the system. Literature review reviews that some local attempts have been made to develop basic framework for sustainable buildings in Pakistan, which have been tested on limited buildings. However, its implementation on a mass level is still missing. The reason behind this non-implementation is the absence of an enabling environment and uncertainty in its success. That is why LEED is preferred by some building councils in Pakistan for sustainable buildings, but it is also not implemented on a mass level due to various reasons. So this research work is based on the evaluation of buildings in Peshawar city using LEED as well as Locally Developed Framework for checking their sustainability status, and to choose the most suitable among the two for Pakistan, and then creating an enabling environment for its implementation. For this purpose, the data will be collected from two types of areas in Peshawar i.e. planned developed areas and unplanned developed areas using LEED as well as Local framework. The data will be evaluated and compared for the sustainability status of residential buildings i.e. 1-5 star range and then based on the ground realities the most suitable framework among the two will be suggested for the sustainable buildings in Pakistan. Applying sustainable building's framework on residential buildings will help us in identifying major and important issues of sustainability and key performance indicators (kpi's) which is not been addressed in residential buildings. Keeping these issues and indicators in our hands, another data will be collected from the stakeholders (experts, owners, engineers, people, general contractors) about their concerns that why are these issues were not addressed in planning, designing and operation phases. After having the important but missing issues and the concerns of the stakeholders in our hands we'll identify the catalysts/opportunities for balancing the issues of sustainability as

well as concerns of the stakeholders. In this way, this research work is going to provide us the implementation guidelines for the sustainable building's framework in Pakistan. In this guideline the missing sustainability issues will be addressed, catalysts/opportunities will be identified and the concerns of the stakeholders will be balanced. The practical application of this guide will help us to transform the Peshawar city into a sustainable city-the city of tomorrow.

EFFECTS OF COMMERCIAL DEVELOPMENT CLOSENESS AND PROPERTY CHARACTERISTICS ON RESIDENTIAL PROPERTY RENTAL VALUE IN BAUCHI METROPOLIS, NIGERIA

Mustapha Umar SA'AD

Abubakar Tafawa Balewa University, Environmental Technology Faculty, Department of Estate Management and Valuation

Bala ISHIYAKU

Abubakar Tafawa Balewa University, Environmental Technology Faculty, Department of Estate Management and Valuation

Aminu Umar SA'AD

Abubakar Tafawa Balewa University, Environmental Technology Faculty, Department of Quantity Surveying

Habu BABAYO

Abubakar Tafawa Balewa University, Environmental Technology Faculty, Department of Estate Management and Valuation

ABSTRACT

Real estate development or the process of land development to construct commercial and residential structures figures tomorrow's municipal scene. It is evident that neighbourhood commercial properties contain office, malls, retail stores, bakery and restaurant which exert repulsive effects of too much traffic and pollution that disturb the peace and tranquillity of nearby residents. The study also considers the influence of structural, neighbourhood and locational characteristics on the rental value of residential properties. The study adopted the use of quantitative approach. Data were collected through a questionnaire survey from 260 respondents who were randomly selected from the target population in Bauchi metropolis. The data collected were subjected to analysis using descriptive and inferential statistics with mean ranking, frequency tables and multiple regression analysis to determine the impact of commercial development closeness on residential property rental value. The study reveals that shopping centers and retail stores were found close to residential property. It also discovered that commercial development closeness and residential property characteristics significantly influence rental value. It is recommended that there is need on the part of government to improve neighbourhood characteristics through facilities upgrade in the low quality areas in order to ensure high property value in the study area.

Keywords: Commercial Development, Closeness, Characteristics, Residential Property, Rental Value.