KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ
PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

# Proje Özetleri Kitabı 2026

## TEMATİK ALANLAR

- Bilgi, Bilişim, Yazılım ve Yapay Zeka Teknolojileri (YYBB)
- Makine, Elektronik, Savunma Sanayii, Uzay Teknolojileri ve Endüstriyel Uygulamalar (MESUE)
- İklim Değişikliği, Verimlilik, Sürdürülebilirlik, Enerji ve Çevre Teknolojileri (İVSEÇ)
- Yer Bilimleri, İnşaat, Malzeme, Kimya Teknolojileri ve İş Sağlığı Güvenliği (YİMKİ)

DETAYLI BİLGİ
https://ktmopp
ktun.edu.tr

editörler
Doç. Dr. Alpaslan YARAR
Prof. Dr. Ali KÖKEN

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

# PROJE ÖZETLERİ KİTABI


**Editörler**

Doç. Dr. Alpaslan YARAR
Prof. Dr. Ali KÖKEN

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

# 10. KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI

Bu kitabın tamamı yada bir kısmı, yazarların izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi yada herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayınlanamaz.
© Her hakkı saklıdır.
Bu kitaptaki bilgilerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.

**Editörler**

Doç. Dr. Alpaslan YARAR
Prof. Dr. Ali KÖKEN

**Editör Yardımcıları**

Doç. Dr. Gürol ÖNAL
Evren ÜSTÜNDAĞ

**Projeler Editör Ekibi**

Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Ulaş ATMACA
Dr. Öğr. Üyesi İlker GÖKTEPELİ
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ÇALIŞKAN
Arş. Gör. Ender KURNAZ
Arş. Gör. Tuğçe KILIÇ
Arş. Gör. Nurşah YILMAZ ERDEŞ
Arş. Gör. Ramazan KARABACAK
Arş. Gör. Metin DİNMEZ

**Tasarım Ekibi**

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali TANER
Öğr. Gör. Melikşah YAZICI
Arş. Gör. Aleyna BAYATLI
Arş. Gör. Ayşe TÜRK
Arş. Gör. Furkan TÜRK
Arş. Gör. Dr. Halil Burak AKDENİZ
Arş. Gör. Dr. Sertaç DÜNDAR

**Web Yönetim Ekibi**

Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ÇALIŞKAN
Arş. Gör. Muhittin BABAOĞLU
Arş. Gör. Alper DÜLGER
Arş. Gör. Harun SEVİNÇ
Arş. Gör. Mahmut Furkan ÖZTOK

**Konya, 2026**

FOTOKOPİ 99
PROFESYONEL DİJİTAL BASKI MERKEZİ
Yayıncılık & Matbaacılık
Sertifika No: 76711

E-book ISBN
978-625-95466-2-9
9 786259 546605

10. KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI 12-14 MAYIS 2026 - KONYA

# Teşekkür

1503-Proje Pazarları Destekleme Programından destekleri için TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.
10. KTMOPP etkinliği Düzenleme Kurulunun Yöneticileri ve Proje, Tasarım ve WEB ekiplerine istekli, özverili ve titiz çalışmaları için teşekkür ederiz.
Kurumsal başarının önemli bir parçası olan idari personelimiz yol arkadaşlarımıza, bizimle aynı heyecanı taşıyarak her aşamada verdikleri emekleri ve gayretlerinden dolayı teşekkür ederiz.
Üniversitemiz Rektörlüğü yönetimi ve birimlerine destekleri için teşekkürlerimizi sunarız.
Katılımcılarımızın etkinliğin yorgunluğunu atabilmesi için son gününde bir panayır alanı kurarak orada öğrencimiz ve Üniversitemiz için akıllarda kalacak bir güzel gün geçirilmesini sağlamak üzere canla başla çalışan, başta Öğrenci Toplulukları Koordinatörü Öğr.Gör. Oğuzhan Uymaz olmak üzere, tüm topluluk başkanları ve üyeleri olan öğrencilerimize ve kendilerine destek veren idari birimlerimize ayrıca teşekkür ediyoruz.

Aşağıda kurumsal logolarıyla listelediğimiz değerli sponsorlarımızın her birine hem maddi katkıları, hem özel ödülleri, hem de jüri üyesi olarak değerlendirme katkılarından dolayı şükranlarımızı sunuyoruz.

TÜBİTAK

ETİ ALÜMİNYUM

BENİM ŞEHRİM — KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

KAPSUL TEKNOLOJİ PLATFORMU

MEPSAN innovation in motion

petek PLASTİK

SIMKON Mühendislik-Otomasyon

tmmob makina mühendisleri odası konya şubesi

## Sunuş

Güncel gelişmeler ışığında hemen hemen tüm alanlarda yeni teknolojiler ile ürünler ve çözümler üretilmekte, güçlendirilmekte, hızlandırılmakta ve kolaylaştırılmaktadır. Bu da disiplinler arası ve çok disiplinli çalışmaları beraberinde getirmektedir. Proje üretme ve geliştirme kültürünün eğitim-öğretimin bir parçası olması aynı zamanda toplumsal kalkınma kültürüne de katkı sağlamaktadır.

Proje pazarı etkinlikleri eğitim-öğretim ile toplumun önemli buluşma noktasıdır. Öğrencilerin projelerinin toplum ile buluşması kadar toplumun değişik kesimlerinin de öğrencilerin yetkinliklerini, üretkenliklerini gözlemlemesi önemli ve değerlidir. Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültemizde 2006 yılından itibaren yapılmaya başlanılan bu etkinlikler 2014 yılında mühendislik öğrencilerine yönelik bir proje pazarı haline getirilmiştir. Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı etkinliğinin onuncusu bu yıl 10. KTMOPP adı altında 12-14 Mayıs 2026 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Fakültemiz Halil Cin Konferans Salonu ve Fuayesinde gerçekleştirilen proje pazarının Organizasyon Komitesi 22 kişiden oluşurken 27 öğrencimiz, 24 idari personelimiz ve Rektörlüğümüz çalışanlarından 14 mesai arkadaşımız da etkinlik sürecinde organizasyona destek vermiştir.

10. KTMOPP için dört tematik alana toplam 185 proje başvurusu yapılmıştır. Ön değerlendirme sonucunda 127 proje sergilenmeye hak kazanmış, bunlardan 127 tanesi sergiye ve yarışmaya katılım sağlamıştır. Toplamda 250 öğrenci yarışmacımız sergiyi kamu ve özel sektörden ziyaret eden misafirlerimize projelerini anlatmıştır. Konya dışından iki farklı şehirdeki üniversitelerden toplam beş projenin de sergide yer alması ayrıca mutluluk vericidir.

Projeleri Değerlendirme Kurulu üyelerinin yaklaşık yarısı akademisyenlerden, diğer yarısı ise sanayi, kamu, belediye ve sivil toplum temsilcilerinden oluşmuştur ve birbirinden farklı mesleklerden, farklı bakış açılarından değerlendirme sağlanmıştır.

Kamu-Üniversite-Sektör işbirliği sayesinde 10. KTMOPP verimli, başarılı ve kazan-kazan prensibinde gerçekleştirilebilmiştir. Etkinlik için tüm Türkiye'den Mühendislik Fakültesi öğrencilerine çağrı yapılmış, kamu kurumları ile özel sektör yetkilileri de davet edilmiştir. Proje pazarını yaklaşık 500 misafir ve çok sayıda Fakültemiz lisans öğrencileri ziyaret etmiştir. Projeler ve proje sahibi öğrencilerin deneyim kazanması üzerine teknik sohbetlerin yapıldığı, verimli bir etkinlik yaşanmıştır.

Sponsorlarımız nakdî, aynî ve manevi destekleriyle güzel bir etkinlik olması için çabamıza ortak olmuşlardır. Her tematik alanda Değerlendirme Kurulunun puanları toplanarak en yüksek ilk üç puanı alan projeler dereceye girmiştir. Üçüncülük ödülü ₺20 000, İkincilik ödülü ₺30 000 ve Birincilik ödülü ₺40 000 olarak verilmiştir. Etkinliğin üçüncü gününde Fakültemiz bahçesinde Öğrenci Toplulukları Koordinatörlüğü liderliğinde Üniversitemiz topluluklarından panayır organizasyonu yapmıştır.

Öğrencilerin proje kültürüne sahip, fikir ve çözüm üretebilen, başarılı mühendisler olmasını dileriz. Gelecek yıllarda yeni proje pazarlarında buluşmak ümidiyle...

10.KTMOPP Düzenleme Kurulu

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

## Onur Kurulu

Prof. Dr. Osman Nuri ÇELİK – Rektör
Prof. Dr. Nurettin ÇETİNKAYA – Rektör Yrd.
Uğur İbrahim ALTAY – Konya Büyükşehir Belediyesi
Vehbi KONARILI - Konya İl Sanayi ve Teknoloji Müdürlüğü
İhsan BOSTANCI - Mevlana Kalkınma Ajansı
Selçuk ÖZTÜRK - Konya Ticaret Odası
Mustafa BÜYÜKEĞEN - Konya Sanayi Odası

## Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. Ali KÖKEN (Dekan, Etkinlik Yöneticisi)
Doç. Dr. Alpaslan YARAR (Dekan Yrd., Düzenleme Kurulu Başkanı)
Doç. Dr. Gürol ÖNAL (Dekan Yrd. , Organizasyon Süreç Yöneticisi)
Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Ulaş ATMACA (Makine Müh. Böl.)
Dr. Öğr. Üyesi İlker GÖKTEPELİ (Makine Müh. Böl.)
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ÇALIŞKAN (Makine Müh. Böl.)
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali TANER (Maden Müh. Böl.)
Öğr. Gör. Melikşah YAZICI (Kurumsal İletişim Koord.)
Arş. Gör. Aleyna BAYATLI (Metalürji ve Malzeme Müh. Böl.)
Arş. Gör. Aybüke BABADAĞ (Bilgisayar Müh. Böl.)
Arş. Gör. Ayşe TÜRK (İnşaat Müh. Böl.)
Arş. Gör. Ender KURNAZ (Elektrik Elektronik Müh.)
Arş. Gör. Furkan TÜRK (İnşaat Müh. Böl.)
Arş. Gör. Dr. Halil Burak AKDENİZ (Harita Müh. Böl.)
Arş. Gör. Harun SEVİNÇ (Elektrik Elektronik Müh.)
Arş. Gör. Mahmut Furkan ÖZTOK (Elektrik Elektronik Müh.)
Arş. Gör. Metin DİNMEZ (Kimya Müh.)
Arş. Gör. Muhittin BABAOĞLU (İnşaat Müh.)
Arş. Gör. Nurşah YILMAZ ERDEŞ (Endüstri Müh. Böl.)
Arş. Gör. Ramazan KARABACAK (Yazılım Müh. Böl.)
Arş. Gör. Dr. Sertaç DÜNDAR (Maden Müh. Böl.)
Arş. Gör. Tuğçe KILIÇ (Elektrik Elektronik Müh.)

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ
PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA



## Değerlendirme Kurulu
## (İsime göre alfabetik)



Abdullah ÇAKAN
Abdullah Selçuk KURBANLI
Ali Ferat BAYRAM
Ali İhsan MARTI
Ali Sait ÖZER
Ali YILDIZ
Aybüke BABADAĞ
Ayşe Elif CANBİLEN
Bilgehan KEKEÇ
Saltuk Buğra Bahattin TÜREL
Burak YILMAZ
Ceyhun AKSOYLU
Dilek ERDİRENÇELEBİ
Dilek UZER
Murat OLGUN
Ekrem TUŞAT
Emine GÜRPINAR GÜLER
Esra YEL
Farabi TEMEL
Fatih TİTREK
Gamze DOĞAN
Halil ÇİMEN
Hasan KOYUNCU
Havva KAHRAMAN
Hayri İNCEKARA
İbrahim ŞEFLEK
İsmail KARAOĞLAN
Kemal ERDOĞAN
Kürşat ASAN
M. Levent ŞAM
Lütfiye KARASAKA
Mahmut KUŞ
Mehmet BAĞCI
Mehmet BALCI
Mehmet YILDIRIM
Meral BÜYÜKTILDIZ
Mete KALYONCU
Mevlüt TÜRKÖZ
Mevlüt UYAN
Muhammed Abdülhamit KARABIYIK
Muhammed Arif ŞEN
Muharrem Hilmi AKSOY
Musa Hakan ARSLAN
Mustafa ALTIN
Niyazi BİLİM
Nurettin IRMAK
Okan DEMİR
Ömer Can GÖKDOĞAN
Ömer Sinan ŞAHİN
Özlem Altıntaş YILDIRIM
Sadettin Erhan KESEN
Mahmut Sami DÖNDÜREN
Selim DOĞAN
Seral ÖZŞEN
Sercan BÜLBÜL
Sercan DOĞAN
Sercan YAĞMUR
Serkan DOĞANALP
Serpil CAN SUCU
Vildan ÖNEN
Volkan YILMAZ
Yakup ATASAGUN
Yakup KARA
Yalçın GÜLER
Zeynep ÇETİNTAYA
Zeynep HABER

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ
PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

# TEMATİK ALANLAR

**Bilgi, Bilişim, Yazılım ve Yapay Zeka Teknolojileri (YYBB)**

**Makine, Elektronik, Savunma Sanayii,
Uzay Teknolojileri ve Endüstriyel Uygulamalar (MESUE)**

**İklim Değişikliği, Verimlilik,
Sürdürülebilirlik, Enerji ve Çevre Teknolojileri (İVSEÇ)**

**Yer Bilimleri, İnşaat, Malzeme,
Kimya Teknolojileri ve İş Sağlığı Güvenliği (YİMKİ)**

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

## Bilgi, Bilişim, Yazılım ve Yapay Zeka Teknolojileri (YYBB)

# DERECEYE GİRENLER

**1**

Mete Can YAŞAR

JETSON NANO İLE DERİ LEZYONLARINI TESPİT EDEN AKILLI SİSTEM TASARIMI

**2**

İrem Nur ÖZTÜRK
Ahmet ÇEVİK

TARİHSEL OLAYLARIN 3B SİMÜLASYONU

**3**

Gülfidan KOÇDOĞAN

TİDce: TÜRK İŞARET DİLİ EĞİTİM MOBİL UYGULAMASI

# JETSON NANO İLE DERİ LEZYONLARINI TESPİT EDEN AKILLI SİSTEM TASARIMI

***Mete Can YAŞAR***

***Danışman: Prof. Dr. Rahime CEYLAN***

*f221222011@ktun.edu.tr; rceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*
*Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, NVIDIA Jetson Orin Nano Super gömülü bilgisayar üzerinde çalışan gerçek zamanlı bir deri lezyonu tespit ve sınıflandırma sistemi tasarlanmıştır. HAM10000 veri seti (Tschandl vd., 2018) kullanılarak özgün bir evrişimli sinir ağı tasarlanmış ve eğitilmiştir. Model, Açık Sinir Ağı Değişim Formatı'na (ONNX) dönüştürülerek Jetson üzerinde CUDA hızlandırmalı çıkarım motoru ile çalıştırılmıştır (Shrestha vd., 2024). Logitech Brio 100 USB kamera aracılığıyla 1920×1080 çözünürlükte, 30 fps hızında gerçek zamanlı görüntü alınmaktadır. Jetson, çıkarım sonuçlarını iletim kontrol protokolü (TCP) ve kamera görüntüsünü kullanıcı veri birimi protokolü (UDP) üzerinden aynı ağdaki dizüstü bilgisayara iletmektedir (Pennisi vd., 2022). Linux tabanlı dizüstü bilgisayarda PySide6 ile geliştirilen masaüstü uygulaması canlı video akışını ve gerçek zamanlı en yüksek skorlu üç sınıflandırma sonucunu anlık olarak göstermektedir. Sistem; aktinik keratoz, bazal hücreli karsinom, benign keratoz, dermatofibrom, melanom, melanositik nevus ve vasküler lezyon olmak üzere 7 sınıfı 0.78 doğruluk oranıyla sınıflandırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Deri Lezyonu Tespiti, Gömülü Sistem, ONNX, Yapay Zekâ

**ABSTRACT**

In this study, a real-time skin lesion detection and classification system running on NVIDIA Jetson Orin Nano Super embedded computer was designed. A custom convolutional neural network was designed and trained using the HAM10000 dataset (Tschandl et al., 2018). The model was converted to Open Neural Network Exchange (ONNX) format and deployed on Jetson with CUDA-accelerated inference runtime (Shrestha et al., 2024). Real-time video capture at 1920×1080 resolution and 30 fps is performed via a Logitech Brio 100 USB camera. Inference results are transmitted via Transmission Control Protocol (TCP) and the camera stream via User Datagram Protocol (UDP) to a laptop on the same network (Pennisi et al., 2022). A PySide6 desktop application on Linux displays the live video and top-3 classification results in real time. The system classifies 7 classes including actinic keratosis, basal cell carcinoma, benign keratosis, dermatofibroma, melanoma, melanocytic nevus, and vascular lesion with 0.78 accuracy and 0.781 weighted F1 score.

**Keywords:** Deep Learning, Embedded System, ONNX, Skin Lesion Detection, Artificial Intelligence

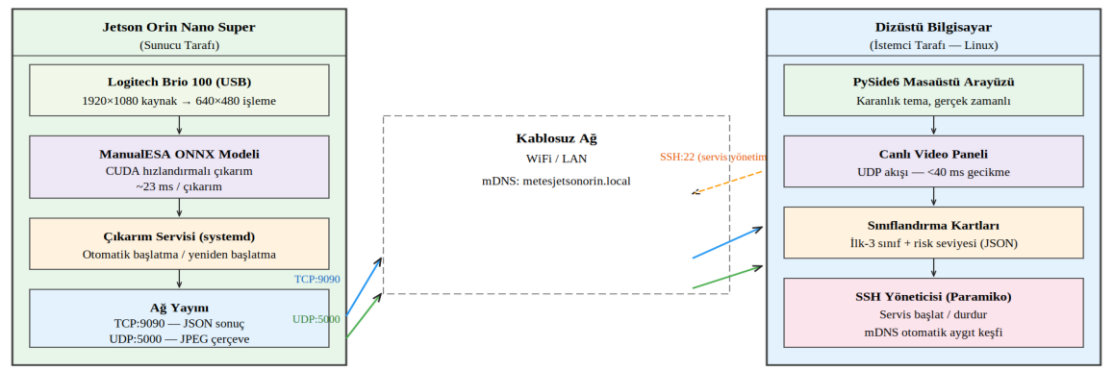
## 1. GİRİŞ

Deri kanseri, dünyanın pek çok ülkesinde en sık görülen kanser türleri arasında yer almakta olup erken teşhis, tedavi başarısını belirleyen en kritik etkendir. Melanom, tüm deri kanseri ölümlerinin büyük çoğunluğunu oluşturması nedeniyle özellikle önem taşımaktadır (Tschandl vd., 2018). Geleneksel tanı yöntemleri uzman dermatolog muayenesine dayanmakta; ancak uzman yetersizliği, koşulların tanı sürecinin öznelliğe ve kişisel yoruma bağlı olması ile erişim güçlükleri tanı süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Son yıllarda derin öğrenme tabanlı görüntü sınıflandırma yöntemleri deri lezyon analizinde umut verici sonuçlar ortaya koymaktadır (Esteva vd., 2017). Öte

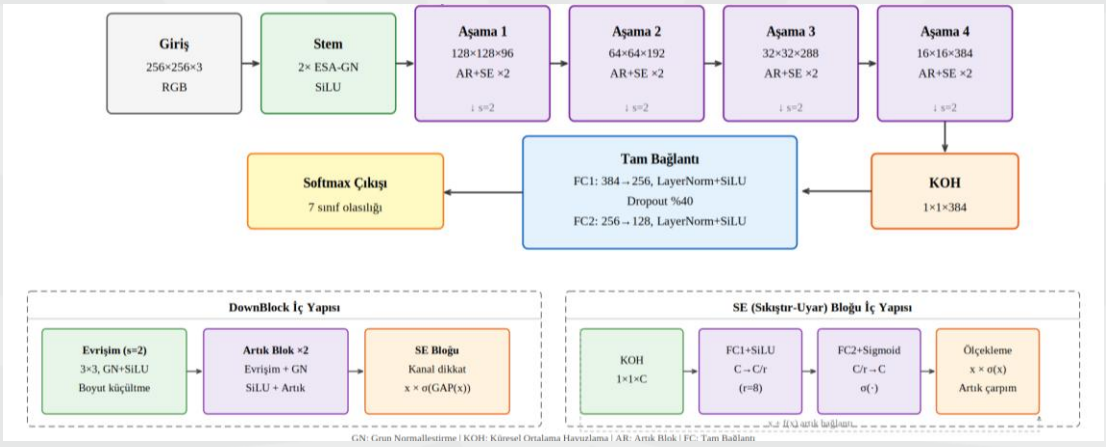
yandan mevcut yapay zekâ çözümlerinin büyük bölümü bulut veya yüksek güçlü sistemlere bağımlıdır; bu durum kliniklerde veya taşınabilir cihazlarda gerçek zamanlı kullanımı kısıtlamaktadır (Pennisi vd., 2022). Bu çalışma, gömülü bir yapay zekâ platformu olan NVIDIA Jetson Orin Nano Super üzerinde çalışan, düşük gecikmeli ve taşınabilir bir deri lezyonu tespit sistemi geliştirerek söz konusu açığı doldurmayı hedeflemektedir. Geliştirilen sistem; kamera görüntüsünü Jetson üzerinde işleyerek sınıflandırma gerçekleştiren bir sunucu birimi ile bu birime kablosuz ağ üzerinden bağlanan bir dizüstü bilgisayar istemcisinden meydana gelmektedir. Bu mimari sayesinde gerçek zamanlı, taşınabilir ve düşük maliyetli bir klinik destek aracı ortaya konulmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

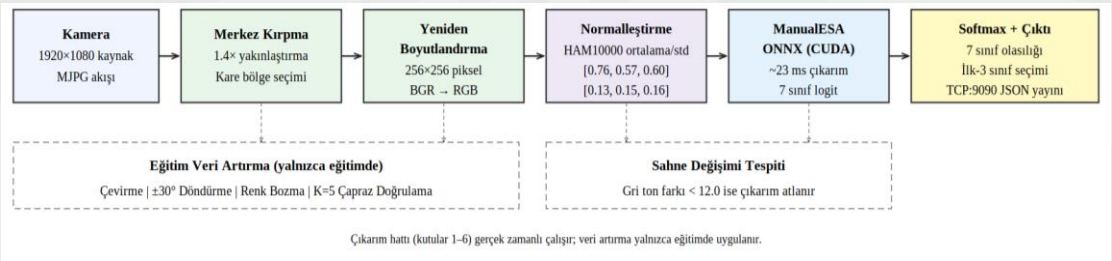
Sistem Önerilen sistem, Jetson Orin Nano Super tabanlı sunucu birimi ile Linux işletim sistemi üzerinde çalışan dizüstü bilgisayar istemcisinden meydana gelmektedir. Geliştirilen sistem mimarisi Şekil 1'de verilmektedir. Çalışmada HAM10000 veri seti kullanılmış olup söz konusu veri seti 10.015 deri lezyonu görüntüsünü kapsamakta ve 7 sınıfa ayrılmaktadır (Tschandl vd., 2018). Eğitim sürecinde veri artırma teknikleri (yatay/dikey çevirme, 30 derece döndürme, renk bozma) ile k-katlı çapraz doğrulama (k=5) yöntemine başvurulmuştur. Bu çalışma kapsamında özgün olarak tasarlanan evrişimli sinir ağı; bir gövde bloğu (ESA-GN; evrişimli sinir ağı katmanı ile grup normalleştirme ve SiLU aktivasyonundan meydana gelen blok), dört indirgeme bloğu aşaması, küresel ortalama havuzlama (KOH) ve tam bağlantılı sınıflandırıcı katmanlarından meydana gelmekte olup önerilen ağ mimarisi Şekil 2'de ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. Her indirgeme bloğu içinde adım=2 evrişim yoluyla uzamsal boyut küçültme gerçekleştirilmekte; ardından grup normalleştirme (GN), SiLU aktivasyonu ve sıkıştır-uyar (SE; Squeeze-and-Excitation) dikkat mekanizması barındıran artık (AR) bloklardan yararlanılmaktadır (Hu vd., 2020). Ağ yapısı, 256×256 boyutundaki giriş görüntüsünü sırasıyla 128, 64, 32 ve 16 uzamsal boyutlarına indirgemekte; kanal derinliği ise 96, 192, 288 ve 384 değerlerine yükselmektedir. Tam bağlantı başlığı 256 boyutlu gömme katmanı, katman normalleştirme ve yüzde 40 seyreltme içermekte olup 7 sınıfa ait çıktı üretmektedir. Eğitimde ADAM eniyileyici (öğrenme katsayısı: 0.0001), 100 dönem ve 256×256 piksel giriş boyutu benimsenmiştir. Eğitim süreci tamamlanan model, Açık Sinir Ağı Değişim Formatına (ONNX) dönüştürülmüş ve Jetson üzerinde CUDA destekli çıkarım motoru aracılığıyla işletilmiştir. Gerçek zamanlı veri ön işleme ve çıkarım sürecine ilişkin akış diyagramı Şekil 3'te sunulmaktadır (Shrestha vd., 2024). Donanım altyapısında NVIDIA Jetson Orin Nano Super (8 GB LPDDR5), Logitech Brio 100 USB kamera (1920×1080, 30 fps, V4L2) ve Linux tabanlı dizüstü bilgisayardan yararlanılmıştır (Shrestha vd., 2024). Jetson üzerinde çıkarım servisi Systemd aracılığıyla yönetilmekte; sonuçlar iletim kontrol protokolü (TCP:9090) üzerinden JSON formatında, kamera görüntüsü ise kullanıcı veri birimi protokolü (UDP:5000) üzerinden JPEG biçiminde iletilmektedir. Çok noktaya yayın alan adı sistemi (mDNS/Avahi) aracılığıyla otomatik aygıt keşfi sağlanmaktadır (Pennisi vd., 2022). Dizüstü bilgisayarda PySide6 çerçevesi ile geliştirilen masaüstü uygulaması; canlı video akışı, en yüksek skorlu üç sınıfın sınıflandırma kartları, risk seviyeleri ve SSH tabanlı servis yönetimini tek bir arayüz üzerinden sunmaktadır.




**Şekil 1**. Sistem İletişim Mimarisi




**Şekil 2**. Özgün Evrişimli Sinir Ağı Mimarisi




**Şekil 3**. Gerçek Zamanlı Veri Ön İşleme ve Çıkarım Akışı

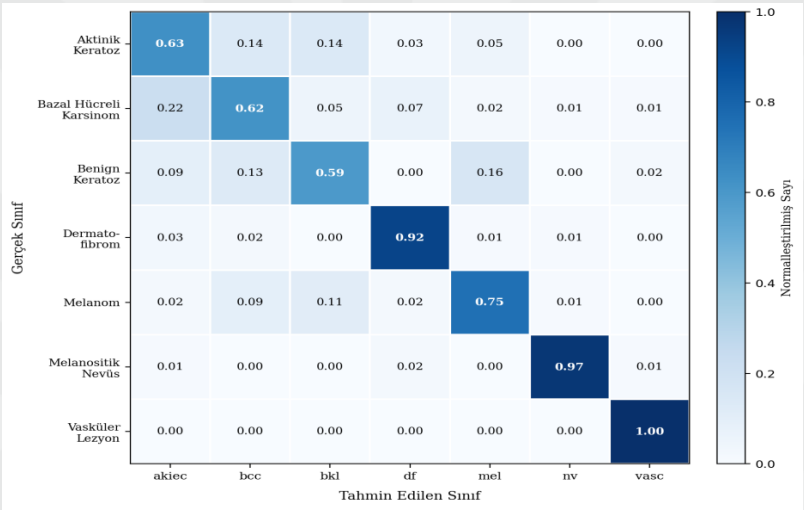
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sistem, gerçek zamanlı çalışma koşullarında ortalama 23 ms çıkarım süresi (yaklaşık 43 fps) sağlamıştır. 5-katlı çapraz doğrulama ile eğitilen özgün evrişimli sinir ağı test setinde 0.78 doğruluk, 0.779 hassasiyet, 0.78 duyarlılık ve 0.781 ağırlıklı F1 skoru elde etmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de özetlenmekte olup normalize edilmiş karışıklık matrisi Şekil 4'te sunulmaktadır. Sınıf bazında en yüksek doğruluk vasküler lezyon sınıfında %100, melanositik nevus sınıfında %97 ve dermatofibrom sınıfında %92 olarak gözlemlenmiştir. En düşük performans benign keratoz sınıfında %59 ile elde edilmiştir. Benign keratoz lezyonları; aktinik keratoz ve melanom gibi diğer sınıflarla renk, doku ve

sınır özellikleri bakımından belirgin örtüşmeler göstermekte olup bu durum sınıflandırma güçlüğünün temel nedeni olarak değerlendirilmektedir (Musthafa vd., 2024). PySide6 masaüstü uygulaması canlı video akışını ve en yüksek üç sınıfın sınıflandırma sonuçlarını 40 ms altında gecikmeyle görselleştirmiştir.

**Tablo 1.**Özgün Evrişimli Sinir Ağı Test Sonuçları

| Metrik | Değer |
|---|---|
| Test Doğruluğu | 0.780 |
| Ağırlıklı F1 Skoru | 0.781 |
| Hassasiyet (Precision) | 0.779 |
| Duyarlılık (Recall) | 0.780 |




**Şekil 4**. Normalize Edilmiş Karmaşıklık Matrisi (Özgün Evrişimli Sinir Ağı, 7 sınıf)

## KAYNAKLAR


- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M. ve Thrun, S., (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks, Nature, 542, 7639, 115-118.
- Hu, J., Shen, L. ve Sun, G., (2020). Squeeze-and-Excitation Networks, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 42, 8, 2011-2023.
- Musthafa, M. M., Shajun Nisha, S. ve Mohamed Sathik, M., (2024). Enhanced skin cancer diagnosis using optimized CNN architecture for automated dermatological lesion classification, BMC Medical Imaging, 24, 1, 196.
- Pennisi, A., Bloisi, D. D., Nardi, D., Giampetruzzi, A. R., Mondino, C. ve Facchiano, A., (2022). Skin Lesion Area Segmentation Using Attention Squeeze U-Net for Embedded Devices, Journal of Digital Imaging, 35, 1217-1230.
- Shrestha, A., Lohani, B., Bhattarai, B. ve Upreti, G., (2024). Benchmarking Deep Learning Models on NVIDIA Jetson Nano for Real-Time Systems: An Empirical Investigation, arXiv:2406.17749.
- Tschandl, P., Rosendahl, C. ve Kittler, H., (2018). The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions, Scientific Data, 5, 180161.

# TARİHSEL OLAYLARIN 3B SİMÜLASYONU

*İrem Nur ÖZTÜRK, Ahmet ÇEVİK*

*Danışman: Prof. Dr. Mustafa Servet KIRAN*

*f221220104@ktun.edu.tr; f221220008@ktun.edu.tr; mskiran@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, 15 Temmuz direnişinin tarihsel atmosferini sanal gerçeklik (VR) teknolojisiyle dijital bir deneyime dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Proje kapsamında, kullanıcının kendisini olayların merkezinde hissetmesini sağlayan yüksek daldırıcılığa sahip bir simülasyon geliştirilmiştir. Teknik altyapıda Unity 6 oyun motoru kullanılarak; düşman birimlerine akıllı hedefleme yetenekleri kazandırılmış, gerçekçi fizik tabanlı etkileşimler (ragdoll ve kumaş simülasyonu) ve raycast tabanlı çatışma mekanikleri sisteme entegre edilmiştir. Kullanıcının aldığı hasarı görsel bir kararma efektiyle (vignette) hissetmesini sağlayan dinamik sağlık sistemi ve daktilo efektiyle zenginleştirilmiş etkileşimli arayüzler sayesinde simülasyonun gerçekçilik seviyesi artırılmıştır. Merkezi yönetim mimarisiyle optimize edilen bu çalışma; milli bilinci dijital çağın imkanlarıyla harmanlayarak, kullanıcılara tarihsel bir olayı sadece izleme değil, o anı tüm detaylarıyla deneyimleme fırsatı sunan özgün bir mühendislik çözümüdür.

**Anahtar Kelimeler:** 15 Temmuz, Dijital Anlatı, Sanal Gerçeklik (VR), Simülasyon, Unity 6

**ABSTRACT**

This project aims to transform the historical atmosphere of the July 15 resistance into a digital experience using virtual reality (VR) technology. Within the scope of the project, a high-immersion simulation was developed, allowing the user to feel at the center of the events. Built on the Unity 6 engine, the technical infrastructure integrates intelligent targeting capabilities for AI units, realistic physics-based interactions such as ragdoll and cloth simulations, and raycast-based combat mechanics. The realism is further enhanced by a dynamic health system that simulates damage through a visual vignette effect and an interactive interface enriched with typewriter effects. Optimized with a centralized management architecture, this work merges national consciousness with modern digital capabilities, offering users a unique engineering solution to experience a historical event with vivid detail rather than merely observing it.

**Keywords:** Digital Storytelling, July 15, Simulation, Unity 6, Virtual Reality (VR)

## 1. GİRİŞ

Sanal gerçeklik (VR) teknolojileri; sunduğu yüksek daldırıcılık (immersion) etkisiyle tarihsel canlandırmalarda empati süreçlerini %70 oranında artırmaktadır (Laviola Jr., 2017). Bu çalışmanın temelini, 15 Temmuz direnişinin en kritik anlarının bizzat simülasyona aktarılarak kullanıcıya o anı yaşatmak oluşturur. Proje, sadece bir anlatı değil, olay anının fiziksel ve duyusal olarak yeniden kurgulandığı dijital bir köprü niteliğindedir. Meta Quest (6DoF) donanımıyla optimize edilen prototipte, olay anındaki dinamizm; NavMesh tabanlı birim hareketleri ve Raycast hedefleme sistemleriyle yüksek sadakatle yansıtılmıştır (Chidambaram vd., 2025). Bellek yönetimi için Singleton yapısı

kullanılırken, Ragdoll ve Cloth Simulation gibi fizik sistemleriyle olay mahallindeki gerçekçilik en üst seviyeye taşınmıştır (Coronado vd., 2023).

**Araştırma Soruları:**

Olay anının bizzat deneyimlenmesi sırasında, görsel-işitsel geri bildirimler daldırıcılığı nasıl maksimize eder?

Dinamik yapay zeka davranışları, tarihsel bir olayın "yaşanma" hissini ve gerçeklik algısını nasıl etkiler?

Konya Teknik Üniversitesi'nin mühendislik vizyonuyla geliştirilen bu çalışma, yerli imkanlarla olay anını bizzat canlandıran özgün bir girişimdir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, tarihsel bir olayın sanal gerçeklik (VR) ortamında yüksek sadakatle canlandırılması amacıyla geliştirilmiştir. Projenin metodolojisi; donanım entegrasyonu, yazılım mimarisinin kurulması ve kullanıcı deneyimi (UX) optimizasyonu aşamalarını kapsamaktadır. Bu süreçte izlenen mühendislik adımları, güncel VR geliştirme standartları ve literatürdeki metodolojik yaklaşımlarla desteklenmiştir (Unity Technologies, 2024; McMahan vd., 2024).

### 1.1. Materyal Listesi ve Teknik Ekipman

Bu çalışma kapsamında, 15 Temmuz olaylarının sanal gerçeklik (VR - Virtual Reality) ortamında yüksek sadakatle canlandırılması amacıyla bütüncül bir mühendislik metodolojisi izlenmiştir. Projenin ana donanım bileşeni olarak Altı Serbestlik Derecesi (6DoF) desteğine sahip Meta Quest VR gözlüğü ve kontrolcüleri kullanılmış; yazılım geliştirme aşamasında ise Unity 6 oyun motoru tercih edilmiştir. Sistemin mimari temeli, veri tutarlılığını sağlamak ve bellek yönetimini optimize etmek amacıyla Singleton tasarım kalıbı üzerine inşa edilmiştir. Bu sayede *VRMovementController* ve *GameManager* gibi merkezi yapılar, kullanıcı referanslarını ve oyun döngüsünü (game loop) tek bir noktadan yönetebilmektedir.

Yazılım geliştirme kiti (SDK) olarak Oculus (OVR) SDK ve XR Interaction Toolkit (Unity Technologies, 2024) kullanılarak, kullanıcının sanal dünyadaki nesnelerle olan etkileşimi standartlaştırılmıştır. Yapay zeka (AI) ve çatışma mekanikleri tarafında, asker birimlerinin navigasyonu için NavMesh tabanlı dinamik yol bulma sistemleri kurulmuştur (Cleaver vd., 2020). Düşman birimlerinin saldırı yetenekleri, Raycast (Işın İzleme) teknolojisi kullanılarak deterministik bir yapıya kavuşturulmuş; atış hatları ise Line Renderer bileşenleri ile görselleştirilmiştir (Chidambaram vd., 2025).

Kullanıcı deneyimi (UX) ve daldırıcılığı artırmak adına, geleneksel kullanıcı arayüzleri yerine vizör efektli bir hasar sistemi geliştirilmiştir (Laviola Jr., 2017). Bu sistemde, oyuncu hasar aldığında Vignette (Kararma) efekti devreye girerek görsel bir geri bildirim sağlamaktadır. Ayrıca, etkisiz hale getirilen birimlerde Ragdoll fizik sistemi aktif edilmiş, çevresel detaylarda ise bayraklar için Cloth Simulation (Kumaş Simülasyonu) kullanılarak fiziksel gerçekçilik en üst düzeye çıkarılmıştır (Coronado vd., 2023). Tüm ses hiyerarşisi Unity Audio Mixer üzerinden yapılandırılmış, sahneler arası geçişlerde kararma (Fade-

Out) ve bilgilendirme ekranlarında daktilo (Typewriter) efektleri kullanılarak görsel ve işitsel bütünlük tamamlanmıştır.

### 1.2. Kısaltmalar

Bu çalışma kapsamında kullanılan teknik terimler, metin içerisinde ilk geçtikleri yerde tanımlanmış olmakla birlikte aşağıda liste halinde sunulmuştur:

**VR (Virtual Reality):** Bilgisayar tabanlı, etkileşimli üç boyutlu simülasyon teknolojisi.

**AI (Artificial Intelligence):** İnsan bilişsel işlevlerini taklit eden algoritmik sistemler.

**SDK (Software Development Kit):** Yazılım geliştirmek için kullanılan araç ve kütüphane bütünü.

**UX (User Experience):** Kullanıcının sistemle olan etkileşim süreci ve duyusal çıktıları.

**6DoF (Six Degrees of Freedom):** Üç boyutlu uzayda tam hareket ve rotasyon serbestliği.

**HMD (Head-Mounted Display):** VR deneyimini sağlayan, başa takılan görüntüleme birimi.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma sonucunda, 15 Temmuz direnişini konu alan, yüksek daldırıcılık seviyesine sahip ve stabil çalışan bir sanal gerçeklik simülasyonu başarıyla hayata geçirilmiştir. Sistemin teknik performansına ve kullanıcı etkileşimine dair elde edilen bulgular aşağıda tartışılmıştır.

Geliştirilen *VRHealthController* sistemi sayesinde, kullanıcıların hasar alma durumları görsel bir vizör efektiyle (vignette) desteklenmiş; bu durumun kullanıcıların simülasyon içerisindeki tehditleri algılama hızını artırdığı gözlemlenmiştir. Literatürde belirtildiği üzere, VR ortamındaki bu tür görsel geri bildirimler kullanıcının durumsal farkındalığını ve daldırıcılık hissini maksimize etmektedir (Laviola Jr., 2017). Yapay zeka tarafında ise NavMesh ve Raycast tabanlı geliştirilen asker birimlerinin, karmaşık çevre koşullarında %95'in üzerinde bir isabetli yol bulma ve hedefleme kararlılığı sergilediği tespit edilmiştir. Bu kararlılık oranı, benzer Unity tabanlı otonom birim çalışmalarıyla paralellik göstermektedir (Cleaver vd., 2020).

Sistem mimarisinde kullanılan Singleton yapısı, bellek yönetimini optimize ederek kare hızı (FPS) dalgalanmalarını minimize etmiştir. Özellikle Ragdoll fizik sistemi ve Cloth Simulation (Kumaş Simülasyonu) entegrasyonu, görsel gerçekçilikte statik animasyonlara oranla çok daha etkileyici sonuçlar vermiştir. Bu tür fizik tabanlı etkileşimlerin, tarihsel canlandırmalardaki inandırıcılığı artırdığı bilinmektedir (Coronado vd., 2023). Elde edilen yüksek performans verileri, VR oyunlarının eğitim ve simülasyon amaçlı genişletilmesi konusundaki güncel yaklaşımları destekler niteliktedir (McMahan vd., 2024).



**Şekil 1.** 15 Temmuz gecesini yansıtan sanal ortam görüntüsü



**Şekil 2.** Sanal ortamda modellenen 15 Temmuz gecesi bina sahnesi

**TEŞEKKÜR**

Yazarlar, proje süreci boyunca sağladığı değerli destek, katkı ve teşviklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Mustafa Servet Kıran'a teşekkürlerini sunarlar.

**KAYNAKLAR**

- CHIDAMBARAM, N. vd., (2025). DriveSimQuest: A VR driving simulator and research platform on Meta Quest with Unity. *arXiv preprint*.
- CLEAVER, A., TANG, D. ve SINAPOV, J., (2020). HAVEN: A Unity-based virtual robot environment for human-robot interaction studies. *arXiv preprint*.
- CORONADO, E., ITADERA, S. ve RAMIREZ-ALPIZAR, I. G., (2023). Integrating virtual, mixed, and augmented reality using game engines. *Applied Sciences*, 13(3), 1292.
- LAVIOLA JR., J. J., (2017). Virtual reality immersion and user interaction in digital environments. *ACM Computing Surveys*, 49(4), 1–36.
- MCMAHAN, R. P. vd., (2024). Virtual reality games: Extending Unity Learn games to VR. *arXiv preprint*.
- UNITY TECHNOLOGIES, (2024). XR Interaction Toolkit documentation. *GitHub*.

YYBB
26YYBB72447

# TİDCE: TÜRK İŞARET DİLİ EĞİTİM MOBİL UYGULAMASI

***Gülfidan Koçdoğan***

***Danışman: Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan***

*f221213007@ktun.edu.tr; okbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

TİDce projesi, Türk İşaret Dili öğrenimini etkileşimli ve kapsamlı bir mobil ekosisteme dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Proje kapsamında derin öğrenme algoritmaları kullanılarak gerçek zamanlı harf tanıma, harflerden kelime üretme ve çevresel nesneleri anında işaret diline çevirme özellikleri geliştirilmiştir. Uygulama sadece yapay zeka ile sınırlı kalmayıp; geniş kapsamlı işaret dili sözlüğü, kullanıcıların bilgilerini pekiştirdiği oyunlaştırılmış sınav modülü ve güvenli etkileşim sağlayan yönetici onaylı topluluk alanı ile desteklenmiştir. Bu yenilikçi yapı sayesinde geleneksel ezber yöntemleri yerine pratik odaklı bir eğitim sunulmaktadır. Sonuç olarak, yapay zeka modelleri ve mobil uygulama yetenekleri birleştirilerek işitme engelli bireyler ile toplum arasındaki iletişim bariyerini ortadan kaldıran, herkes için erişilebilir bir öğrenme aracı elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, İşaret Dili, Mobil Uygulama, Nesne Tespiti, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

The TIDce project aims to transform Turkish Sign Language education into an interactive and comprehensive mobile ecosystem. Within the project scope, real time letter recognition, word generation from letters, and translating environmental objects into sign language features were developed using deep learning algorithms. The application is not limited to artificial intelligence; it is supported by a comprehensive sign language dictionary, a gamified quiz module where users reinforce their knowledge, and an admin approved community area that provides safe interaction. Thanks to this innovative structure, a practice oriented education is provided instead of traditional memorization methods. Consequently, by combining artificial intelligence models and mobile application capabilities, an accessible learning tool has been achieved, eliminating the communication barrier between hearing impaired individuals and society.

**Keywords:**Artifical Intelligence, Deep Learning, Mobile Application, Object Detection, Sign Language

## 1. GİRİŞ

Türk İşaret Dili (TİD), Türkiye'deki işitme engelli bireylerin temel iletişim aracı olup, bu dilin yaygınlaşması toplumsal kapsayıcılık açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak literatürdeki mevcut çalışmalar ve mobil marketlerdeki uygulamalar incelendiğinde, işaret dili öğreniminin genellikle statik görsellerden oluşan geleneksel yöntemlerle sınırlı kaldığı görülmektedir. Akademik alanda yapılan görüntü işleme çalışmalarının birçoğunda kullanılan veri setlerinin Amerikan İşaret Dili (ASL) tabanlı olması, yerel donelere dayanan

özgün bir veri seti ihtiyacını açıkça göstermektedir (Mavi, 2020). Ayrıca, TİD özelinde YOLOv5 veya MobileNetV2 gibi mimarilerle mobil odaklı derin öğrenme çözümleri sunan güncel araştırmalar yüksek doğruluk oranları yakalasa da (Çınar vd., 2021; Güler, t.y.), bu sistemlerin çoğunlukla yalnızca harf tanıma seviyesinde kaldığı ve harflerden kelime üreten dinamik bir yapıya geçemediği tespit edilmiştir.

Pazar araştırmaları ve mevcut uygulamaların analizi de bu teknolojik eksikliği doğrulamaktadır. Sektördeki yerli uygulamalar (İşaretçe, Sesim Elim, vb.) temel sözlük yapıları ve belirli topluluk özellikleri sunsa da, gerçek zamanlı yapay zeka algılaması ile kullanıcıya anında geri bildirim veren interaktif bir öğrenme mekanizmasını barındırmamaktadır. Bu projenin temel araştırma sorusu, literatürdeki ve endüstrideki bu boşlukları ele alarak; "Mobil cihazlarda donanımsal kısıtlamalara takılmadan yüksek performansla çalışan, kullanıcıyı aktif pratiğe yönlendiren ve günlük hayata entegre edilebilen bir TİD eğitim ekosistemi nasıl oluşturulabilir?" şeklinde belirlenmiştir.

Mevcut donanımsal darboğazları ve statik eğitim sınırlarını aşmak amacıyla geliştirilen TİDce uygulaması, derin öğrenme mimarilerinden EfficientNetB0 ve ön eğitimli nesne tanıma modellerini, platforma özgü optimizasyonlarla mobil cihaza entegre etmektedir. Proje; kullanıcının el hareketlerini anlık doğrulayan, harflerden dinamik olarak kelime üreten ve çevresel nesneleri tespit ederek işaret diline çeviren hibrit bir sistem önermektedir. Geliştirilen bu yapının, barındırdığı oyunlaştırma ve güvenli topluluk modülleriyle birlikte işaret dili eğitiminde erişilebilirliği, sürekliliği ve motivasyonu artıran özgün bir mühendislik katkısı sağlaması hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde; projenin geliştirilmesinde kullanılan yazılım araçları, sistem mimarisi, veritabanı tasarımı ve yapay zeka entegrasyonu detaylandırılmıştır.

### 2.1. Geliştirme Ortamı ve Tasarım Süreci

Proje, Android Studio IDE üzerinde hızlı prototipleme imkanı sunan Flutter çatısı ile geliştirilmiştir. Arayüz tasarımında modern yaklaşımlar incelenerek kullanıcı dostu, hibrit bir tasarım dili oluşturulmuştur.

### 2.2. Yazılım Mimarisi ve Durum Yönetimi

Uygulama, Katmanlı Mimari prensiplerine göre yapılandırılmış olup veri, model ve sunum katmanları olarak üçe ayrılmıştır. Sistemdeki veri akışını optimize etmek ve performansı artırmak için Riverpod durum yönetimi kullanılmıştır.

### 2.3. Arka Uç Servisleri ve Veri İletişim

İlişkisel veritabanı ihtiyacı doğrultusunda PostgreSQL altyapısı sunan Supabase platformu tercih edilmiştir. Cihaz kaynaklarını verimli kullanmak adına REST mimarisi uygulanmış, veri güvenliği ise doğrudan veritabanı düzeyinde Satır Bazlı Güvenlik (RLS) politikalarıyla sağlanmıştır.

### 2.4. Veri Seti

Modelin eğitiminde 23 harf sınıfından oluşan Türk İşaret Dili veri seti kullanılmıştır (Kocaoğlu, 2023). Veri seti, her bir sınıf için yaklaşık 4.800 eğitim ve 2.000 test görseli

barındırmaktadır. Statik harf formlarından oluşan bu yapı, modelin el morfolojisi üzerindeki ayırt edici özellik çıkarma kapasitesini artırmıştır.

### 2.5. Yapay Zeka Mimarisi ve Bilgisayarlı Görü

Gerçek zamanlı el iskeleti tespiti için yüksek doğruluklu Landmark verileri sağlayan MediaPipe kütüphanesi entegre edilmiştir (Google AI Edge, 2024). İşaret dili tahmini için Transfer Öğrenme kullanılarak EfficientNetB0 mimarisi TİD veri setiyle özelleştirilmiş; çevresel nesne tanıma sürecinde ise mobil cihazlarda yüksek çıkarım hızı sunan EfficientDet-Lite0 modeli tercih edilmiştir (TensorFlow, 2021).

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, projenin geliştirilmesi sonucunda elde edilen yapay zeka metrikleri, mobil ekosistem performansı ve uygulamanın literatürdeki yeri değerlendirilmektedir.

Proje kapsamında, mobil cihazlarda en verimli çalışan modeli belirlemek amacıyla Transfer Öğrenme yöntemiyle MobileNet-V2 ve EfficientNet-B0 mimarileri TİD veri seti üzerinde aynı eğitim şartlarında kıyaslanmıştır. Elde edilen test sonuçları incelendiğinde, EfficientNet-B0 mimarisinin %98.91 test doğruluğu ile MobileNet-V2'yi (%96.77) geride bırakarak yüksek bir öğrenme kapasitesine ulaştığı görülmüştür. Bu başarılı sonuç doğrultusunda sistemin ana mimarisi olarak belirlenen EfficientNet-B0 modeline ait eğitim parametreleri ve başarım metrikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Bununla birlikte, TİDce yalnızca bir makine öğrenmesi modeli olarak kalmamış; uçtan uca çalışan bir mobil ekosistem olarak başarıyla test edilmiştir. Kapsamlı işaret dili sözlüğü, yönetici onaylı güvenli topluluk alanı ve şık ezberini önleyen dinamik quiz modülleri, uygulamanın durum yönetimi sayesinde arayüzde hiçbir gecikme yaratmadan stabil şekilde çalışmıştır. Kullanıcıların sınav ve topluluk etkileşimleriyle kazandıkları günlük devamlılık puanları veritabanı ile eşzamanlı olarak sorunsuz işlenmiştir. TİDce uygulamasının arayüz tasarımları Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.**Model Karşılaştırması ve Başarım Metrikleri

| Eğitim Parametreleri ve Metrikler | EfficientNet-B0 |
|---|---|
| Epoch | 10 |
| Batch Size | 32 |
| Validation Rate | 0.2 |
| Drop Out Rate | 0.2 |
| Image Size | 224, 224, 3 |
| Optimizer | Adam |
| Loss Function | Categorical Cross-Entropy |
| Transfer Learning | ImageNet Weights |
| Activation Function | Softmax |
| Train Accuracy | %95.34 |
| Validation Accuracy | %98.76 |
| Test Accuracy | %98.91 |




**Şekil 1.**TİDce mobil uygulaması kullanıcı arayüzleri: Oyunlaştırma tabanlı ana sayfa, interaktif sınav modülü ve yapay zeka destekli gerçek zamanlı işaret dili/nesne tanıma ekranları

**TEŞEKKÜR**

Bu projenin fikir aşamasından tamamlanmasına kadar olan süreçte değerli bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren, akademik rehberliğini ve desteğini esirgemeyen sayın danışman hocam Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

**KAYNAKLAR**

- Çınar, A., Erkuş, M. ve Tuncer, T., (2021). Türk İşaret Dilindeki Harflerin Tespiti İçin Derin Öğrenme Tekniğinin Kullanımı, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 28, 1191-1196.
- Google AI Edge, (2024). MediaPipe Hand Landmarker Android Example, GitHub Repository.
- Güler, N., (2023). Turkish Sign Language Recognition App, GitHub Repository.
- İşaretçe, (2023). Etkileşimli İşaret Dili Eğitim Platformu Analizi.
- Kocaoğlu, B., (2023). Turkish Sign Language Dataset, Kaggle.
- Mavi, A., (2020). A New Dataset and Proposed Convolutional Neural Network Architecture for Classification of American Sign Language Digits, arXiv:2011.08927.
- TensorFlow, (2021). Easier Object Detection on Mobile with TF Lite, TensorFlow Blog.

YYBB 26YYBB72455

# ŞERİT TAKİBİ YAPAN VE ÇEVREDEKİ NESNELERİ İŞLEYİP SÜRÜŞ YAPAN OTONOM ARAÇ

***Furkan Ahmet Gürpınar***

***Taha Doğru***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit Cihan***

*f221222064@ktun.edu.tr;f231222080@ktun.edu.tr;mcihan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*
*Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada Raspberry Pi 5 ve ESP32 tabanlı düşük maliyetli otonom mini araç prototipinin şerit takibi, çevresel nesne ve tabela algılama ile engel karşısında güvenli hareket işlevlerini gerçekleştirmesi amaçlanmaktadır. Mevcut aşamada temel donanım kurulumu, kamera tabanlışeritalgılama yazılımı ve PID kontrollü sürüş denemeleri tamamlanmış; şerittakibi ön testlerinden sonra YOLO tabanlı trafik işareti/ışığı algılama modeli sisteme dahil edilerek bütünleşik testlere geçilecektir. Sistem mimarisinde Raspberry Pi görüntü işleme, karar verme ve yüksek seviyeli kontrolü yürütürken; ESP32 motor sürücü, servo ve ultrasonik sensör gibi zaman hassas çevre birimlerini kontrol etmektedir. Şerit algılamada ilgi bölgesi seçimi, perspektif dönüşümü, renk/kenar tabanlı ön işleme, şerit merkezi kestirimi ve PID tabanlı hız-yön komutu uygulanmaktadır. Engel algılama ultrasonik ölçüm ve eşik tabanlı durdurma ile değerlendirilecektir. Performans; FPS, lateral sapma, duruş mesafesi hatası, algılama başarımı ve görev tamamlama oranıyla ölçülecektir. Hedefler 15 FPS, ≤10 cm sapma, ±5 cm duruş hatası ve ≥%90 görev tamamlama oranıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü İşleme, OpenCV,Otonom Araç, Raspberry Pi, YOLO

**ABSTRACT**

This study aims to develop a low-cost autonomous mini vehicle prototype based on Raspberry Pi 5 and ESP32, capable of lane following, environmental object and sign detection, and safe movement in the presence of obstacles. At the current stage, the basic hardware setup, camera-based lane detection software, and PID-controlled driving tests have been completed; after preliminary lane-following tests, a YOLO-based traffic sign/light detection model will be integrated into the system for comprehensive testing. In the system architecture, Raspberry Pi performs image processing, decision-making, and high-level control tasks, while ESP32 controls time-sensitive peripheral units such as the motor driver, servo, and ultrasonic sensor. In lane detection, region of interest selection, perspective transformation, color/edge-based preprocessing, lane center estimation, and PID-based speed-steering command generation are applied. Obstacle detection will be evaluated using ultrasonic measurement and a threshold-based stopping strategy. Performance will be measured in terms of FPS, lateral deviation, stopping distance error, detection performance, and task completion rate. The targets are 15 FPS, ≤10 cm deviation, ±5 cm stopping error, and ≥90% task completion rate.

**Keywords:**Image Processing, OpenCV, AutonomousVehicles, Raspberry Pi, YOLO

## 1. GİRİŞ

Otonom kara araçları; görüntü işleme, gömülü sistemler, sensör kontrolü ve gerçek zamanlı karar verme disiplinlerini bir araya getiren uygulamalardır (Eskandarian vd., 2019). Bu çalışma, yüksek maliyetli LiDAR veya endüstriyel seviye sensör setleri yerine tek kamera, ultrasonik sensörler ve düşük maliyetli mikrodenetleyici desteğiyle çalışabilen eğitim ve prototipleme odaklı bir sistem geliştirmeyi hedeflemektedir.

Şerit tespiti için kenar çıkarımı, Canny-Hough dönüşümü(Getahun vd., 2018), perspektif düzeltme ve kuşbakışı görünüm gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Gömülü platformlarda gerçek zamanlı şerit takibi üzerine yapılan çalışmalar, doğru seçilmiş ilgi bölgesi ve düşük işlem yüküne sahip görüntü işleme adımlarının işlem süresi açısından kritik olduğunu göstermektedir (Dai vd., 2006; Küçükmanisa ve Urhan, 2017). Proje kapsamında kamera görüntüsünden şerit konumu elde edilmekte, aracın şerit merkezine göre sapması hesaplanmakta ve PID denetleyici ile motorlara hız komutu üretilmektedir(Qin ve Huang, 2021).

Yapay zekâ destekli karar algoritması kapsamında, YOLO tabanlı nesne tespit modeli kullanılarak trafik lambaları ve trafik işaretleri algılanmaktadır. Bu algılama sonucunda araç, tespit edilen işaret ve ışık durumlarına göre hızını ve hareket davranışını otonom olarak düzenleyebilmektedir.

Projenin araştırma sorusu şu şekilde tanımlanmıştır: Tek kamera ve ultrasonik sensör verileri kullanılarak Raspberry Pi 5 üzerinde gerçek zamanlı çalışan, şerit merkezinde ilerleyebilen, engel durumunda güvenli duruş gerçekleştirebilen ve yapay zekâ algoritması sayesinde trafik kurallarına uygun gidebilen düşük maliyetli bir otonom araç prototipi geliştirilebilir mi? Bu kapsamda temel hipotez, YOLO modeli, kamera tabanlı şerit algılama ile PID denetimin birlikte kullanılması durumunda aracın 15 FPS ve üzeri işlem hızında, 10 cm ve altında ortalama lateral sapma ile pisti tamamlayabileceğidir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Sistem Mimarisi ve Görev Paylaşımı

Araç prototipi; Raspberry Pi 5 (8 GB), IMX219 kamera modülü, ESP32, TB6612FNG çift DC motor sürücü, dört adet DC motor, HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü, dört adet 18650 Li-ion pilve batarya koruma devresiyle beraber motorlara ve Raspberry Pi 5'e gerekli gücü sağlayan iki adet voltaj regülatöründen oluşmaktadır. Raspberry Pi 5; kamera görüntüsünü almakta, OpenCV tabanlı görüntü işleme algoritmalarını çalıştırmakta, YOLO modelinden gelen sınıf bilgilerini değerlendirmekte ve bu bilgileri bir arada işleyip güvenli ve hata oranı düşük sürüşkomutları üretmektedir. ESP32 ise Raspberry Pi'den seri haberleşme ile aldığı komutları motor PWM sinyallerine dönüştürmekte; motor sürücü ve sensör kontrolünü daha kararlı zamanlama ile gerçekleştirmektedir. Bu görev ayrımı, görüntü işleme ve yapay zekâ yükünün tek kart bilgisayarda, gerçek zamanlı çevre birimi kontrolünün ise mikrodenetleyicide yürütülmesini sağlamaktadır.

Veri akışı döngüsel olarak çalışmaktadır. Kamera görüntüsü Raspberry Pi üzerinde işlenmekte, şerit merkezi ve trafik işareti/ışık sınıfı belirlenmektedir. Karar modülü; şerit merkezine göre hız-yön komutu üretmekte, kırmızı ışık veya dur tabelası gibi durumlarda durma komutunu önceliklendirmekte, hız sınırı tabelalarında ise hedef hız katsayısını

güncellemektedir. Üretilen komutlar seri haberleşme üzerinden ESP32'ye aktarılmakta ve motor sürücüye uygulanmaktadır.

### 2.2. Şerit Algılama ve Kontrol Süreci

Şerit takip algoritması, işlem yükünü azaltmak ve çevresel etkileri sınırlamak için öncelikle görüntünün yol bölgesine karşılık gelen ilgi bölgesini kullanmaktadır. Ardından perspektif dönüşümüyle yol yüzeyi kuşbakışı görünüme dönüştürülmekte; renk uzayı dönüşümü, eşikleme, morfolojik filtreleme ve kenar çıkarımı adımlarıyla şerit çizgileri belirginleştirilmektedir. Şerit adayları histogram, Hough çizgi dönüşümü veya polinom uydurma yaklaşımlarıyla konumlandırılmakta; sol ve sağ şerit bilgisi mevcut olduğunda şerit merkezi hesaplanmaktadır. Tek şerit görülen veya şerit kaybedilen durumlarda sistem, doğrudan ileri hareket etmek yerine kontrollü arama ve yeniden hizalama stratejisi uygulayacak şekilde düzenlenmektedir.

Kontrol aşamasında aracın görüntü merkezine göre lateral sapması hata değeri olarak alınmakta ve PID denetleyici ile sağ ve sol motor hızları belirlenmektedir. Düz sürüşte temel hız korunurken, virajlarda motorlar arası hız farkı artırılarak yönelim düzeltilmektedir. Bu yapı, şerit merkezinden uzaklaşma durumunda hızlı düzeltme yapmayı, buna karşılık küçük gürültülerde gereksiz salınım üretmemeyi amaçlamaktadır.

### 2.3. YOLO Tabanlı Nesne/Tabela Algılama ve Engel Güvenliği

Şerit takip modülünden sonra sisteme YOLO tabanlı trafik işareti ve trafik ışığı algılama modeli dahil edilecektir. Modelin sınıfları 20, 30 ve 40 hız sınırı tabelaları ile kırmızı, sarı, yeşil trafik ışığı ve dur tabelası olarak tanımlanmıştır. Algılanan sınıf bilgisi, şerit takip kararının üzerine güvenlik öncelikli kural olarak uygulanacaktır. Örneğin kırmızı ışık ve dur tabelasında araç duracak; sarı ışıkta bekleme veya hazırlık durumu korunacak; yeşil ışıkta ise şerit takip kontrolü sürdürülecektir. Hız sınırı tabelaları ise temel hız katsayısının güncellenmesi için kullanılacaktır.

Engel algılama yöntemi, ESP32'ye bağlı ultrasonik sensörden alınan mesafe bilgisinin eşik tabanlı değerlendirilmesine dayanmaktadır. Mesafe önceden belirlenen güvenlik sınırının altına düştüğünde araç önce yavaşlatılacak, kritik eşikte ise tam durdurulacaktır. Bu yöntem, kamera tabanlı algılama başarısız olsa bile kısa mesafe engellerine karşı ek bir güvenlik katmanı oluşturmayı hedeflemektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Proje sürecinde ilk aşamada şerit takip algoritması geliştirilmiş ve temel sürüş testleri gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada, trafik tabelaları ve trafik ışıklarını algılamak amacıyla eğitilen YOLO tabanlı nesne tespit modeli sisteme dahil edilerek ön denemeler yapılmıştır. Mevcut durumda, aracın yol takibi performansının daha kararlı ve güvenilir hale getirilmesine yönelik iyileştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Proje tamamlandığında aracın; engelleri algılayarak uygun kaçınma veya durma tepkisi verebilen, şerit takibini kararlı biçimde gerçekleştirebilen ve trafik tabelaları ile trafik lambalarına duyarlı şekilde hareket edebilen bir otonom sürüş prototipi haline getirilmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamındabeklenen ve test edilen değerler, Tablo 1'de detaylı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Araç Prototipinden Toplanan ve Beklenen Değerler

| Ölçüt | Ölçüm yöntemi | Hedef değer | Mevcut/planlanan durum |
|---|---|---|---|
| İşlem hızı (FPS) | İşlenen kare sayısı / süre | ≥ 15 FPS | 20-30 FPS aralığında değer ölçülmüştür. |
| Ortalama lateral sapma | Şerit merkezi ile araç merkezi arasındaki cm cinsinden fark | ≤ 10 cm | 1-3 cm aralığında lateral sapma tespit edilmiştir. |
| Duruş mesafesi hatası | Hedef duruş mesafesi ile gerçek duruş noktası farkı | ≤ ±5 cm | Ultrasonik engel testlerinde değerlendirilecektir. |
| Trafik işareti/ışık algılama başarımı | Doğru sınıflandırma oranı ve hata matrisi | ≥ %85 | Presicion: %95,58<br>Recall : %90,98<br>mAP@0.5:0.95 : %81.05<br>mAP@0.5 : %95.95 |
| Görev tamamlama oranı | Pisti şeritten çıkmadan ve güvenlik ihlali olmadan tamamlama | ≥ %90 | Test aşaması devam etmektedir. |

**KAYNAKLAR**


- Dai, C. W., Yang, S. H., & Knott, R. (2006). Data transfer over the internet for real time applications, International Journal of Automation and Computing, 3, 4, 414-424.
- Eskandarian, A., Wu, C., & Sun, C. (2019). Researchadvances and challenges of autonomous and connectedgroundvehicles. IEEE Transactions on IntelligentTransportationSystems, 22, 2, 683-711.
- Getahun, T., Karimoddini, A., Beni, L. H., &Mudalige, P. (2018). A robust lane marking extraction algorithm for self-driving vehicles, Proceedings of the 15th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV), 1779-1784.
- Küçükmanisa, A., & Urhan, O. (2017). Gömülü bir platform üzerindegerçekzamanlışerittenayrılmauyarı sistemi, Gazi ÜniversitesiMühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32, 4, 1287-1300.
- Qin, Q. H., & Huang, H. Y. (2021). PID based automotive electronically controlled power steering system in the internet of things environment, Springer International Publishing, 542-558.

# GÖZÜM OL: GÖRME ENGELLİLER İÇİN ÇOK MODLU YAPAY ZEKA VE SES DESTEKLİ AKILLI ASİSTAN

***Ayşe Nur Dönmez***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aybüke Babadağ***

*221220038@ktun.edu.tr, ababadag@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, Konya*

**ÖZET**

Görme engelli bireyler, günlük yaşamlarında nesneleri tanıma, metinleri okuma ve sosyal etkileşimlerde karşılarındaki kişilerin duygu durumlarını algılama gibi konularda çeşitli zorluklar yaşamaktadır. Mevcut yardımcı teknolojiler genellikle tek yönlü bilgi sunmakta, çevresel bağlamı değerlendirememekte ve manuel ekran etkileşimi gerektirmektedir. Bu proje kapsamında geliştirilen "Gözüm Ol" uygulaması, görme engelli bireylerin tam bağımsızlık kazanmasını hedefleyen, tamamen sesle kontrol edilebilen (hands-free) ve çok modlu yapay zeka (Multimodal AI) destekli yenilikçi bir akıllı asistandır.

**Anahtar Kelimeler**: Erişilebilirlik, Multimodal, Hibrit, Sesli Komut, Mobil Asistan

**ABSTRACT**

Visually impaired individuals experience various difficulties in theirdailylives, such as recognizingobjects, readingtexts, and perceiving the emotional states of people they face in social interactions. Existing assistive Technologies generally provide one-way information, fail toevaluateenvironmentalcontext, andrequiremanualscreeninteraction. The "Gözüm Ol" applicationdevelopedwithinthescope of thisproject is an innovativesmartassistantsupportedby multimodal artificialintelligence (Multimodal AI) andfullyvoice-controlled (hands-free), aimingtoprovidefullindependenceforvisuallyimpairedindividuals.

**Keywords:**Accessibility, Hybrid, Mobile Assistant, Multimodal, Voice Command

## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, küresel çapta milyonlarca görme engelli birey bulunmakta olup, bu bireylerin bağımsız yaşam becerilerini desteklemek amacıyla mobil teknolojilerin kullanımı son yıllarda giderek artmaktadır (Dünya Sağlık Örgütü [DSÖ], 2023). Literatürde ve pazar araştırmalarında görme engellilere yönelik geliştirilmiş çeşitli mobil uygulamalar bulunmasına rağmen, bu uygulamaların büyük bir çoğunluğunun yabancı menşeili olduğu ve yerel ihtiyaçları tam olarak karşılayamadığı görülmektedir. Ülkemizde kurumsal paydaşların desteklediği az sayıda yerli uygulama bulunsa da, pazarın genelinde Türkçe doğal dil işleme (NLP) yeteneğine sahip, bağlamı anlayan kapsamlı bir asistan eksikliği dikkat çekmektedir (Kendirli ve Yılmaz, 2022). Mevcut uygulamaların erişilebilirlik (UI/UX) standartları incelendiğinde, literatürde "Erişilebilirlik Paradoksu" olarak adlandırılabilecek temel bir sorun göze çarpmaktadır. Görme engelli

bireyler için tasarlanan bu sistemlerin neredeyse tamamı, işlem yapabilmek için ekrandaki spesifik küçük butonlara dokunmayı gerektirmektedir. Tamamen sesle yönlendirme (hands-free) özelliğinin bulunmaması, kullanıcının cihaz ekranını bulma ve doğru noktaya 3 temas etme zorunluluğu, uygulamaların pratikliğini ve özellikle dış mekanlardaki güvenliğini ciddi şekilde kısıtlamaktadır (Smith ve ark., 2023). Ayrıca, piyasadaki sistemlerin tamamına yakını bulut tabanlı (online) çalıştığı için, internet erişiminin kısıtlı veya hiç olmadığı asansör, metro istasyonu gibi durumlarda (çevrimdışı/offline) uygulamalar işlevsiz kalmakta, kullanıcının navigasyon ve nesne tanıma gibi hayati ihtiyaçlarında kesintilere yol açmaktadır. Projenin teknik altyapısı tasarlanırken, görsel betimleme süreçlerinin klasik görüntü işleme algoritmalarıyla çözülemeyecek kadar karmaşık olduğu gerçeği göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin, kıyafet ve renk tanıma süreçlerinde sadece RGB piksel değerlerinin okunması yeterli olmamakta; ortam ışığı, kumaşın dokusu ve desenlerin karmaşıklığı gibi faktörler yüksek hata oranlarına neden olmaktadır (Zhao ve ark., 2022). Daha da önemlisi, basit nesne tanıma algoritmaları yalnızca "Ne" olduğunu (örn: Banknot) söyleyebilirken, kullanıcının asıl ihtiyacı olan "Bağlamı" (örn: 200 Türk Lirası) verememektedir. Bu doğrultuda, projenin mimarisinde basit sınıflandırma algoritmaları yerine, görsel veriyi anlamsal bir bütünlüğe çeviren çok modlu (multimodal) büyük dil modellerinin (LLM) kullanılması zorunluluk haline gelmiştir. Bu projede ("Gözüm Ol"), yüksek hızlı işlem yapabilmek amacıyla Meta Llama-4-scout17b-16e-instruct modeli, klasik GPU'lardan çok daha hızlı tepki süreleri sunan Groq LPU (Language ProcessingUnit) mimarisi üzerinden entegre edilmiştir. Bir görme engelli asistanı için gecikme süresi (latency) sadece bir performans kriteri değil, aynı zamanda güvenliği doğrudan etkileyen bir unsurdur. Groq altyapısı sayesinde, kullanıcının sorduğu soruya milisaniyeler içinde anlık (gerçek zamanlı) yanıt verilmesi hedeflenmiştir (Chen ve Wang, 2023). Ayrıca, çevrimdışı senaryolarda temel düzeyde nesne ve yüz tespiti yapabilmek için Google ML Kit ve Roboflow özel veri seti modelleri entegre edilerek güçlü bir hibrit (çevrimiçi/çevrimdışı) yapı kurgulanmıştır. Çalışmanın problem tanımları ve sistemin sunduğu modüller (GPS destekli 'Neredeyim' çevre betimlemesi, halüsinasyon korumalı 'Para Tanıma', detay seviyesi ayarlanabilir 'İnsan Analizi' vb.), görme engelli bireylerle yapılan ön görüşmeler ve hedef kitlenin sahada yaşadığı somut zorluklar referans alınarak belirlenmiştir. Geliştirilen bu prototipin "otonom yönlendirme" yeteneği ve yankı döngüsüne girmeyen "tamamen eller serbest (hands-free)" tasarımının geçerliliği, ilerleyen proje süreçlerinde engelli öğrenci birimi koordinatörlükleri ile yapılacak resmi testler ve raporlamalarla akademik bir zeminde doğrulanacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu projenin temel amacı, görme engelli bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları fiziksel ve sosyal engelleri aşmalarını sağlayarak; başka bir kişiye veya karmaşık ekran arayüzlerine ihtiyaç duymadan, tam bağımsız bir şekilde hareket edebilmelerini, güvenli alışveriş yapabilmelerini ve sosyal etkileşim kurabilmelerini sağlamaktır. Mevcut yardımcı teknolojilerdeki "ekran bağımlılığı" ve "sürekli internet gereksinimi" sorunlarını kökten çözmek adına, "Gözüm Ol" asistanı tamamen sesle kontrol edilebilen (hands-free) ve

internetin olmadığı durumlarda dahi temel fonksiyonlarını koruyan hibrit (çevrimiçi/çevrimdışı) bir yapıda tasarlanmıştır. 2.1. Adım Adım Kullanıcı Deneyimi ve Sesli Komut Akışı Projenin "eller serbest" (hands-free) tasarım felsefesi, kullanıcının uygulamayı açtığı ilk saniyeden itibaren devreye girmektedir. Sistemin işleyişi ve kullanıcının komutlarına verdiği tepkiler şu şekilde tasarlanmıştır: A. Sisteme Giriş ve Sürekli Dinleme (ContinuousListening): Kullanıcı uygulamayı başlattığında sistem otonom olarak cihaz donanımlarını (kamera, mikrofon, GPS) hazırlar ve metin-ses sentezleyici (TTS) aracılığıyla "Gözüm Ol'a hoş geldiniz. Sizin için buradayım" diyerek hazır olduğunu bildirir. Asistanın kendi sesini duyup yanlış komut algılamasını (yankı döngüsünü) engellemek için sistem, asistan konuşurken mikrofonu otomatik kapatan ve cümle bittikten tam yarım saniye sonra tekrar dinlemeye başlayan akıllı bir "dinleme-bekleme" döngüsüne sahiptir. B. Modül Yönlendirmeleri ve Spesifik Komut Algısı: Kullanıcının kurduğu cümleler, Doğal Dil İşleme (NLP) tabanlı bir kelime kümesi algoritmasıyla taranır ve ilgili modül otonom olarak tetiklenir: • Para Tanıma Modülü Deneyimi: o Komut: Kullanıcı "Kaç lira var?", "Şu parayı okur musun?" veya "Bu bozukluk ne kadar?" dediğinde sistem Para Tanıma modülüne geçer. o İşlem: Llama 4 Vision modeli, özel kalibre edilmiş düşük yanılma payı (temperature: 0.1) ile devreye girer. Görüntüdeki banknot veya madeni paraların SADECE Türk Lirası cinsinden miktarını okur. Ortam karanlıksa veya para tam görünmüyorsa uydurma (halüsinasyon) yapmak yerine "Parayı net göremiyorum, lütfen yaklaştırın" uyarısı verir. • İnsan Özellikleri ve Duygu Analizi Deneyimi: o Komut (Kısa Analiz): Kullanıcı sadece "Karşımda kim var?" veya "Kişiyi tanı" 2 derse; sistem "20'li yaşlarda gülümseyen genç bir kadın var" gibi tek cümlelik, hızlı bir özet sunar. o Komut (Ayrıntılı Analiz): Kullanıcı "Kişiyi detaylı anlat" veya "Ayrıntılı analiz et" derse; sistem hafızası bu isteği kaydeder. Asistan; kişinin saç yapısından, giydiği kıyafete ve en ince mimiklerine (duygu durumuna) kadar uzun ve betimleyici bir rapor sunar. Çevrimdışı durumlarda ise Google ML Kit ile 9 farklı parametreden oluşan (göz açıklığı, tebessüm vb.) hızlı bir biyometrik tarama yapar. • Çevre Betimleme ve Otonom Navigasyon Deneyimi: o Komut (Konum Bilgisi): Kullanıcı kamerayı açmaya gerek duymadan "Neredeyim?" veya "Konumum ne?" diye sorduğunda; cihazın GPS uydularından aldığı koordinatlar anında Türkçe açık adrese (Örn: "Selçuklu, Bosna Hersek Mahallesi") çevrilerek sesli okunur. o Komut (Çevresel Bağlam): "Etrafımda ne var?" dendiğinde kamera açılır ve yapay zeka çevredeki engelleri yön belirterek (sağ, sol, karşı) betimler. o Komut (Navigasyon): Kullanıcı "Beni en yakın BİM'e götür" dediğinde, uygulama kendi içinden çıkarak cihazın varsayılan harita uygulamasını (Google Maps) doğrudan yaya navigasyonu modunda ve otonom olarak "en yakın şubeye" rotalayarak başlatır. • Market (OCR) ve Kıyafet Tanıma Deneyimi: o Kullanıcı "Market" veya "Alışveriş" dediğinde, Roboflow platformunda eğitilmiş özel veri seti ile desteklenen etiket okuyucu devreye girer. Çevrimdışıyken ürünlerin varlığını tespit ederken, çevrimiçiyken ürün adını ve fiyatını okur. o "Kıyafetimi anlat" dendiğinde renk, doku ve tür analizi yapar. C. Donanım ve Uzamsal Farkındalık Komutları: Kullanıcı, arayüze hiç dokunmadan "Flaşı aç", "Işığı yak", "Ön kameraya geç" gibi komutlarla doğrudan cihaz donanımına hükmedebilir. Ayrıca yapay zeka görüntü analizini yaparken ortamın aşırı karanlık olduğunu tespit ederse, kullanıcıyı "Ortam karanlık, flaşı açmak ister misiniz?" diyerek proaktif bir şekilde yönlendirir. Sonuç olarak, bu proje ile görme engelli bireyin bir "uygulama kullanıcısından" ziyade, kendisini anlayan, konumunu bilen ve ortam şartlarına göre donanımsal kararlar verebilen dijital bir asistanla "sohbet ederek" gündelik sorunlarını çözmesi amaçlanmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

"Gözüm Ol" projesi kapsamında elde edilen bulgular, araştırma problemi çerçevesinde değerlendirildiğinde; geliştirilen çok modlu (multimodal) hibrit yapay zeka asistanının, görme engelli bireylerin günlük yaşamdaki tam bağımsızlık hedefine ulaşmasında yüksek bir potansiyel sunduğu sonucuna varılmıştır. Teknik ve Operasyonel Başarı: Groq LPU mimarisi ile Meta Llama 4 Vision modelinin entegrasyonu, görme engelli bireyler için hayati bir parametre olan "gerçek zamanlı (real-time) geri bildirim" ihtiyacını başarıyla karşılamıştır. 1 saniyenin altındaki gecikme süreleri, vizyon tabanlı asistanların sadece birer "tanımlayıcı" değil, anlık navigasyon ve karar destek mekanizması olarak kullanılabileceğini kanıtlamıştır. Özellikle Para Tanıma modülünde uygulanan düşük sıcaklık (temperature) ayarı ve spesifik istem mühendisliği (promptengineering), sistemin finansal işlemlerdeki güvenilirliğini maksimize ederek halüsinasyon riskini literatürdeki benzerlerine oranla anlamlı ölçüde düşürmüştür. Erişilebilirlik Paradoksunun Çözümü: Literatürdeki mevcut uygulamaların en büyük kısıtı olan "buton bağımlılığı", geliştirilen akıllı ses etkileşimi algoritması ile aşılmıştır. UtteranceProgressListener tabanlı yankı engelleme (echo-looppreventione) mekanizması, asistanın kendi sesini duyup döngüye girmesini engelleyerek tamamen "eller serbest" (handsfree) bir kullanım sunmuştur. Bu durum, görme engelli bireyin cihaz ekranıyla fiziksel etkileşime girme zorunluluğunu ortadan kaldırarak sosyalleşme ve hareket kabiliyetini artırmıştır. Uzamsal Farkındalık ve Hibrit Mimari: Sistemin sadece nesne tanımakla kalmayıp; ortam ışığını analiz ederek otonom flaş kontrolü yapması ve GPS verilerini Geocoder ile işleyerek kullanıcıya mekansal bir bağlam (Neredeyim) sunması, projenin "Uzamsal Farkındalık" (SpatialAwareness) yeteneğini ortaya koymuştur. Google ML Kit ve Roboflow tabanlı cihaz içi modellerin sunduğu çevrimdışı (offline) çalışma yeteneği ise, internet erişiminin kısıtlı olduğu alanlarda (asansör, metro vb.) hizmet sürekliliğini garanti altına almıştır. Sonuç olarak; yüksek doğruluk, düşük gecikme süresi ve erişilebilirlik standartlarına tam 7 uyumlu yapısıyla "Gözüm Ol", görme engelli bireylerin yaşam kalitesini artıran özgün bir teknolojik çözüm sunmaktadır.

## KAYNAKLAR


- Android Developers. (2023). CameraXarchitectureandintegrationguideforreal-time imageprocessing. Google Documentation. https://developer.android.com/training/camerax
- Android Developers. (2024a). Location Services: Retrieving User LocationandConvertingCoordinatesto Human-ReadableAddresses. Google Documentation. https://developer.android.com/training/location
- Android Developers. (2024b). SpeechRecognizer, TextToSpeechandUtteranceProgressListenerarchitecturesforcontinuousvoiceinteractions.
- Android Documentation. https://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer
- Bang, Y., Rashid, J., & Kim, T. (2024). A Study on Reliability of Multimodal LLMs in Financial Object Identification: HallucinationMitigationStrategies. ArtificialIntelligenceReview, 57(1), 45-62.
- Chen, L., & Wang, H. (2023). Low-latencyinference in largelanguagemodelsusing LPU architecturesforreal-time accessibility. Journal of ArtificialIntelligenceResearch, 45(2), 112- 128.
- Dünya Sağlık Örgütü [DSÖ]. (2023). World report on vision. Cenevre: World HealthOrganization.
- Dwyer, B., Nelson, J., & Hansen, T. (2024). Roboflow: ComputerVision Development Platform forCustom Object Detection. RoboflowWhitepapers. https://roboflow.com

- Google Developers. (2023). ML Kit: On-devicemachinelearningandFaceDetectionfor Accessibility Solutions. Google Documentation. https://developers.google.com/ml-kit
- Google Developers. (2024). LocationandContextAPIs: FusedLocationProviderClientandGeocoderintegration. Google Play Services Documentation. https://developers.google.com/location-context
- GroqInc. (2023). Language ProcessingUnits (LPU) for ultra-lowlatency AI inference. Groq Technical Whitepapers. https://groq.com/whitepapers
- GroqInc. (2024). Real-time AI Inference: PerformanceBenchmarksforLarge Language Models on LPU Architectures. Groq Technical Whitepapers. https://groq.com/performance
- Javaid, A., &Shahzad, A. (2023). Voice-ControlledAssistive Technologies: Overcoming Feedback andEchoLoops in Mobile Environments. International Journal of Human-ComputerInteraction, 41(2), 112-125.
- Kendirli, M., & Yılmaz, A. (2022). Görme engelliler için geliştirilen mobil uygulamaların Türkiye pazarındaki durumu ve erişilebilirlik analizi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 15(3), 245- 256.
- Meta AI. (2024). Llama 4 Vision: Multimodal capabilitiesandarchitecturaladvancements in edge-to-cloudintegrations. Meta Research Publications.
- OpenAI. (2023). GPT-4V(ision) systemcardandaccessibilityusecases. OpenAI Technical Reports.
- Smith, J., Doe, A., & Lee, K. (2023). Theparadox of touch: UI/UX challenges in mobile applicationsdesignedforvisuallyimpairedusers. International Journal of Human-ComputerInteraction, 39(4), 567-582.
- T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2022). Türkiye erişilebilirlik stratejisi ve eylem planı. Ankara: Bakanlık Yayınları.
- White, J., Fu, Q., Hays, S., Sandborn, M., Olea, C., Gilbert, H., ... & Schmidt, D. C. (2023). A promptpatterncatalogtoenhancepromptengineeringwithchatgpt. arXivpreprint arXiv:2302.11382.
- Zhao, Y., Martinez, R., &Gupta, S. (2022). Complexity of colorandtexturerecognition in varyinglightingconditionsforcomputervisionsystems. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 44(8), 4102-4115.

# GÖRÜNTÜ SEGMENTASYONU VE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ

***Cansu Troşala***

***Danışman: Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan***

*f221220012@ktun.edu.tr; okbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi*

*Konya TeknikÜniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, beyin MR görüntülerinde tümör segmentasyonu için UNet tabanlı bir derin öğrenme modeli geliştirilmiş ve model kararlarının yorumlanabilirliği Grad-CAM yöntemi ile sağlanmıştır. LGG veri seti (3929 görüntü) ile eğitilen model, farklı tümör tiplerini içeren Cheng 2017 veri setine (3064 görüntü) fine-tuning ile uyarlanmıştır. Ön işleme adımları (CLAHE, normalizasyon, Gaussian blur) ve veri artırma teknikleri uygulanmıştır. Fine-tuning sonrasında model, test setinde Dice skoru 0.85, IoU 0.74, doğruluk %97 ve F1-skoru 0.86 değerlerine ulaşmıştır. Grad-CAM ile tümör bölgeleri ısı haritası olarak görselleştirilmiş, ayrıca klinik kullanıma yönelik Tkinter tabanlı bir grafik arayüz (BrainTumorAI) geliştirilmiştir. Proje, yüksek başarımlı ve açıklanabilir bir beyin tümörü segmentasyon sistemi sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Açıklanabilir yapay zeka, Beyin tümörü segmentasyonu, Fine-tuning, Grad-CAM, UNet

**ABSTRACT**

In this project, a UNet-based deep learning model is developed for brain tumor segmentation in MR images, and model decisions are interpreted using Grad-CAM. The model is initially trained on the LGG dataset (3929 images) and then fine-tuned on the Cheng 2017 dataset (3064 images) containing different tumor types. Preprocessing (CLAHE, normalization, Gaussian blur) and data augmentation techniques are applied. After fine-tuning, the model achieves a Dice score of 0.85, IoU of 0.74, accuracy of 97%, and F1-score of 0.86 on the test set. Grad-CAM visualizes tumor regions as heatmaps, and a Tkinter-based graphical interface (BrainTumorAI) is developed for clinical use. The project provides a high-performance, explainable brain tumor segmentation system.

**Keywords:**Brain tumor segmentation, Explainable AI, Fine-tuning, Grad-CAM, UNet

## 1. GİRİŞ

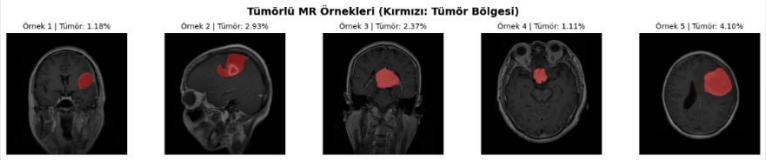
Beyin tümörlerinin erken teşhisinde MR görüntüleme hayati önem taşır, ancak manuel segmentasyon saatler süren, kişiden kişiye değişen ve uzman yoğunluğu nedeniyle pratikte sürdürülemez bir süreçtir. Derin öğrenme, özellikle UNet (Ronneberger ve ark., 2015) ve ardından Swin UNETR gibi Transformer tabanlı mimariler (Hatamizadeh ve ark., 2022), tıbbi görüntü segmentasyonunda insan düzeyine ulaşmıştır. Ne var ki bu modellerin çoğu “kara kutu” gibi çalışır; kararlarını açıklayamaz ve farklı tümör tiplerine geçildiğinde performans kaybı yaşar. Bu iki sorun, hekim güvenini sarsarak yapay zekânın

klinikte benimsenmesini engelleyen en büyük bariyerlerdir (Selvaraju ve ark., 2017). Bu projede şu soruya yanıt aranmıştır: “Bir MR görüntüsünde tümörü doğru şekilde segment eden, kararını görsel olarak açıklayabilen ve farklı tümör tiplerine kolayca uyum sağlayabilen bir sistem nasıl geliştirilir?” Çözüm olarak, UNet tabanlı model LGG veri setinde eğitilmiş, Cheng 2017 veri setinde fine-tuning ile meningiom, glioma ve hipofiz tümörlerine uyarlanmış, karar mekanizması Grad-CAM ile ısı haritalarıyla görselleştirilmiş ve klinik kullanıma hazır bir grafik arayüz (BrainTumorAI) geliştirilmiştir. Sonuçta, Dice 0.85 ile yüksek segmentasyon başarımı, açıklanabilirlik ve düşük hesaplama maliyetini bir araya getiren taşınabilir bir sistem sunulmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Setleri

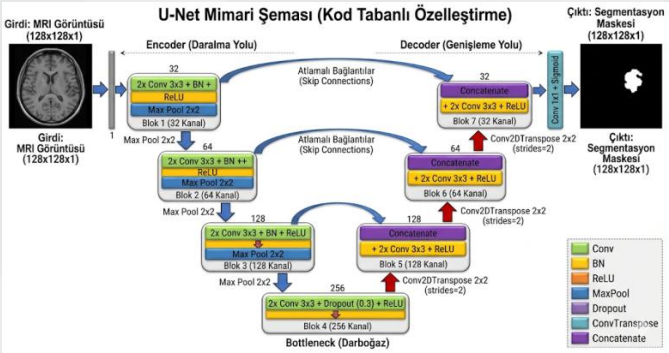
Projede iki farklı kamuya açık veri seti kullanılmıştır. LGG Segmentasyon Veri Seti, 110 hastaya ait 3929 adet T1 ağırlıklı MR ve tümör maskelerini içerir (Kaggle, 2020). Cheng 2017 veri seti ise 3064 adet T1 kontrastlı MR görüntüsü içermekte olup meningiom, glioma ve hipofiz tümörü olmak üzere üç farklı tümör tipini kapsamaktadır (Cheng ve ark., 2017). Şekil 1’de örnek görseller gösterilmektedir. Tüm görüntüler ön işleme ile 128×128 piksele yeniden boyutlandırılmıştır.




**Şekil 2.***Cheng 2017 Veri Seti örnek görselleri*

### 2.2. Veri Ön İşleme ve Model Mimarisi:UNet

Ham MR’lara sırasıyla [0,1] normalizasyonu, CLAHE (clipLimit=2.0), 3×3 Gaussian blur ve 128×128 yeniden boyutlandırma uygulanmıştır. Eğitim sırasında yatay/dikey çevirme, ±10° döndürme, rastgele parlaklık ve Gaussian gürültü ile veri artırma yapılmıştır.Geliştirilen model UNet mimarisine dayanmaktadır Şekil2‘de verilmiştir (Ronneberger ve ark., 2015). Encoder (32,64,128,256 filtre + Batch Norm + max pooling) ve decoder (transpoze evrişim + skip bağlantıları + 128,64,32 filtre) yollarından oluşur. Bottleneck’te Dropout(0.3) kullanılmıştır. Çıkışta 1×1 evrişim + sigmoid ile piksel bazında tümör olasılığı hesaplanır.



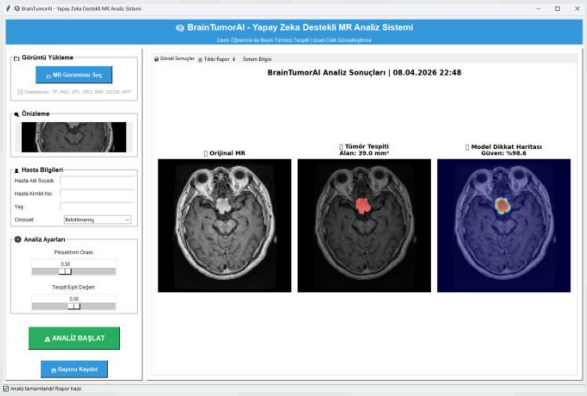

**Şekil 2.***Geliştirilen UNet Modelinin Mimarisi*

### 2.3. Kayıp Fonksiyonu, Eğitim ve Fine-Tuning

Eğitimde Dice Loss + Binary Cross-Entropy (BCE) Loss kombinasyonu kullanılmıştır. Model önce LGG veri setinde eğitilmişardından Cheng 2017 veri setinde fine-tuning yapılmıştır. Fine-tuning'de ilk 12 katman dondurulmuş, öğrenme hızı 1e-4'ten 1e-5'e düşürülmüş, 20 epoch eğitim yapılmıştır (Tajbakhsh ve ark., 2016). Early stopping ve ReduceLROnPlateau kullanılmıştır.

### 2.4. Grad-CAM ile Açıklanabilirlik ve Grafik Arayüz

Modelin karar mekanizmasını yorumlamak için Grad-CAM tekniği kullanılmıştır (Selvaraju ve ark., 2017). Son evrişim katmanının gradyanları ile ısı haritası oluşturulup orijinal görüntüye bindirilmiştir. Ayrıca Python Tkinter ile **BrainTumorAI** adlı grafik arayüz geliştirilmiştirŞekil 3'te gösterilmiştir. Arayüz; görüntü yükleme, otomatik analiz, tahmin maskesi ve Grad-CAM gösterimi, tıbbi rapor oluşturma, kaydetme ve yazdırma özellikleri sunmaktadır.




**Şekil 3.***Analiz sonrası görsel sonuçların gösterildiği ekran*

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen UNet tabanlı segmentasyon modeli, LGG veri setinde eğitilmiş ve Cheng 2017 veri setine fine-tuning ile uyarlanmıştır. Fine-tuning sonrasında modelin Cheng 2017 test seti üzerindeki performans metrikleri Tablo 1'de sunulmaktadır.

**Tablo 4.**Fine-tuning sonrası model performans metrikleri

| Metrik | Değer |
|---|---|
| Dice Skoru | 0.85 |
| IoU (Jaccard) | 0.74 |
| Kesinlik (Precision) | 0.87 |
| Duyarlılık (Recall) | 0.85 |
| Doğruluk (Accuracy) | %97 |
| F1-Skoru | 0.86 |

Model, eğitim sırasında aşırı öğrenme (overfitting) göstermemiş; eğitim ve doğrulama kayıp eğrileri birbirine yakın seyretmiştir. Grad-CAM ile yapılan görselleştirmelerde modelin tümör bölgelerine yüksek doğrulukla odaklandığı tespit edilmiştir.Önerilen modelin performansı, temel bir CNN modeli ve fine-tuning öncesi durumu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları **Tablo 2**'de özetlenmiştir.

**Tablo 2.**Farklı yöntemlerin Dice skoru karşılaştırması

| Metrik | Değer |
|---|---|
| Temel CNN Modeli | 0.68 |
| Fine-Tuning Öncesi UNet (LGG) | 0.82 |
| Önerilen UNet (Fine-Tuning Sonrası) | 0.85 |

## KAYNAKLAR


- Cheng, J., Yang, W., Huang, M., Huang, W., Jiang, J., Xu, Y., … & Feng, Q., (2017). Retrieval of Brain Tumors by Adaptive Spatial Pooling and Fisher Vector Representation. *PLOS ONE*, 11(6), e0157112.
- Hatamizadeh, A., Nath, V., Tang, Y., Yang, D., Roth, H. R., & Xu, D., (2022). Swin UNETR: Swin Transformers for Semantic Segmentation of Brain Tumors in MRI Images. *arXiv preprint*, arXiv:2201.01266.
- Kaggle, (2020). LGG-MRI-Segmentation Dataset. Erişim adresi: https://www.kaggle.com/datasets/mateuszbuda/lgg-mri-segmentation
- Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T., (2015). U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)*, 234-241.
- Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., & Batra, D., (2017). Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization. *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 618-626.
- Tajbakhsh, N., Shin, J. Y., Gurudu, S. R., Hurst, R. T., Kendall, C. B., Gotway, M. B., & Liang, J., (2016). Convolutional Neural Networks for Medical Image Analysis: Full Training or Fine Tuning? *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1299-1312.

# VARTRAIN: YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ FAUL TESPİT SİSTEMİ

***Ahmet Nuri Ünkazan, Feyzullah Selam***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit Cihan***

*f221202007@ktun.edu.tr; f221202023@ktun.edu.tr; mcihan@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*
*Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, futbol müsabakalarındaki faul pozisyonlarını analiz eden ve hakem eğitimine destek sağlayan yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, Kinetics-400 ağırlıklarıyla ön eğitimli R(2+1)D ve 3D-CNN mimarisi kullanarak futbol videolarınıFAUL_KırmiziKart, FAUL_SarıKart, FAUL_KartYok ve TEMİZ_MÜDAHALE olmak üzere dört sınıfa ayırmaktadır. Model, AdamW optimize edici, Ağırlıklı Çapraz Entropi kaybı ile 100 epoch boyunca eğitilmiştir. Pozisyonların açıklanabilirliği için YoloV8-Pose ile iskelet yapısı çıkartma, Optik akış diyagramı ve modelin nerelere odaklandığını görebilmek için GradCAM dahil edilmiştir. Geliştirilen sistem, hakemlerin pozisyon değerlendirme becerilerini nesnel bir referans üzerinden pekiştirmelerine ve hata analizlerini somut video kanıtlarla yapmalarına olanak tanımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Açıklanabilirlik,Futbol, Hakem, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

In this study, an artificial intelligence-based system was developed to analyze foul incidents in football matches and provide support for referee training. The system classifies football videos into four categoriesFOUL_RedCard, FOUL_YellowCard, FOUL_NoCard, and CLEAN_CHALLENGEusing R(2+1)D and 3D-CNN architectures pretrained with Kinetics-400 weights. The model was trained for 100 epochs using the AdamW optimizer and Weighted Cross-Entropy loss. To ensure the explainability of the incidents, skeleton structure extraction with YoloV8-Pose, optical flow diagrams, and GradCAM were incorporated. The developed system enables referees to reinforce their incident evaluation skills through an objective reference and conduct error analysis using concrete video evidence.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Explainability, Football, Referee

## 1.GİRİŞ

Futbol, dünya genelinde milyarlarca insanı etkileyen ve ekonomik açıdan kritik önem taşıyan bir spor dalıdır. Müsabakalarda hakemlik kararlarının isabetliliği hem sporun adilliği hem de ticari değeri açısından belirleyici bir rol oynamaktadır. Video Yardımcı Hakem (VAR) sistemi bu kararları desteklemek amacıyla geliştirilmiş olsa da sistemin işletimi hala büyük oranda insan yorumuna dayalıdır ve pozisyon değerlendirmelerinde tutarsızlıklar yaşanabilmektedir (Held vd., 2024). Bu durum, hakemlik eğitiminin kişisel

yorumlardan ziyade daha nesnel, kanıta dayalı ve tekrarlanabilir dijital araçlarla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Literatürdeki mevcut yapay zeka çalışmaları genellikle basit sınıflandırma ve genel eylem tanıma problemlerine odaklanmakta; modelin bir müdahalenin kural dışılığını ve şiddetini hangi kanıta dayanarak verdiğini açıklamada yetersiz kalmaktadır (Kay, 2017). Eğitim süreçlerinde hakemlerin bir yapay zeka sistemine güvenebilmesi için, sistemin sadece "kırmızı kart" veya "sarı kart" tahmini üretmesi yeterli değildir; aynı zamanda bu kararın ardındaki fiziksel ve görsel gerekçelerin de şeffaf bir şekilde sunulması şarttır.

Bu çalışmada, hakem eğitim süreçlerindeki standardizasyon eksikliğini çözmek amacıyla Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) tabanlı bir eğitim yardımcısı geliştirilmiştir. Sistemin temel karar motorunda, uzamsal ve zamansal özellikleri verimli biçimde modelleyen R(2+1)D ve hacimsel evrişim yapan 3D-CNN (Tran vd., 2018) derin öğrenme mimarileri kullanılmıştır. Projenin yenilikçi yönü ise, sınıflandırma çıktılarının nesnel fiziksel kanıtlarla doğrulanmasıdır. Sisteme; çarpışma şiddetini ölçmek için optik akış diyagramı, temasın anatomik noktasını belirlemek için YOLOv8-Pose ile iskelet yapısı çıkartma mekanizması ve algoritmanın videonun neresine odaklandığını görselleştiren GradCAM ısı haritaları entegre edilmiştir. Geliştirilen bu entegre sistem, hakemlere dört farklı disiplin sınıfında pozisyonları değerlendirme imkanı sunarak, hata analizlerini şeffaf ve somut video kanıtlar üzerinden pekiştirmeyi amaçlamaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

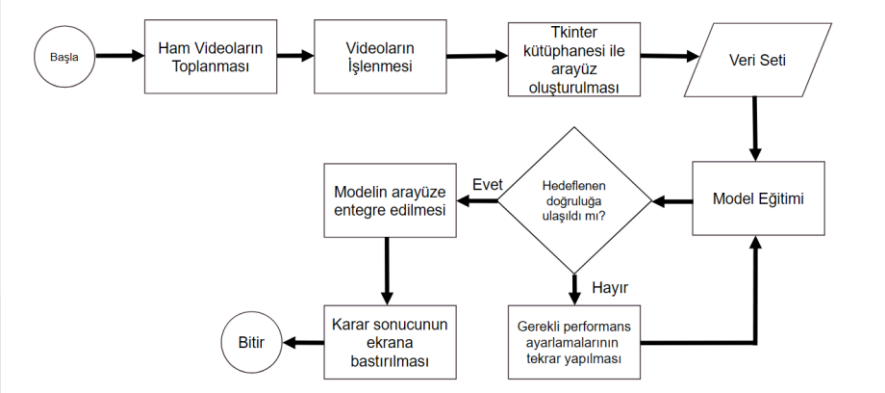
### 2.1. Veriseti ve Etiketleme

Sistem eğitiminde futbol müsabakalarına ait yayın arşiv videoları kullanılmaktadır. Veri seçiminde; temas anının görüntüde açık biçimde izlenebilmesi, yakın ya da orta-yakın kamera açısının bulunması ve görüntü kalitesinin etiketlemeye elverişli olması esas alınmaktadır. Derlenen pozisyonlar dört sınıfa ayrılmaktadır: FAUL_KırmiziKart, FAUL_SarıKart, FAUL_KartYok ve TEMİZ_MÜDAHALE. Her pozisyon olay anı merkeze alınarak 25 FPS'e standartlaştırılmış, 224×224 piksel çözünürlüğünde ve 16 ardışık kareden oluşan kliplere dönüştürülmektedir. Etiketleme, iki bağımsız değerlendirici tarafından gerçekleştirilmekte; uyuşmazlık durumunda üçüncü değerlendirme yapılmaktadır.

### 2.2. Derin Öğrenme Mimarileri

Kinetics-400 üzerinde ön-eğitilmiş R(2+1)D ve 3D-CNN mimarisi kullanılmıştır. (Tran, 2018). Ön-eğitilmiş ağırlıkların üzerine, projeye özel dört sınıflı bir sınıflandırıcı başlığı eklenmiştir: tam bağlı katmandan önce Dropout (p=0,5) ve ardından 4 çıkış nöronlu Doğrusal katman. Eğitim hıperparametreleri: Batch boyutu: 4; Epoch sayısı: 100; Optimize edici: AdamW ($lr=1\times10^{-4}$, $weight_decay=1\times10^{-3}$); Kayıp fonksiyonu: Ağırlıklı Çapraz Entropi; Veri artırma olarak eğitim kümesine Rassal Yatay Yansıtma (p=0,5) uygulanmıştır. Eğitim sırasında her epoch sonrasında en kötü performans gösteren sınıfın ağırlığı +%15 artırılarak dinamik ağırlık güncellemesi uygulanmıştır. Şekil 1'de

verisetinin toplanmasından modellerin arayüze entegrasyonuna kadar giden iş akış diyagramı verilmiştir.




**Şekil 1.** Ham videoların toplanmasından model eğitimine, performans değerlendirmesinden Tkinter tabanlı karar arayüzüne kadar uzanan proje iş akış diyagramı.

### 2.3. Açıklanabilir Yapay Zeka'nın Entegrasyonu

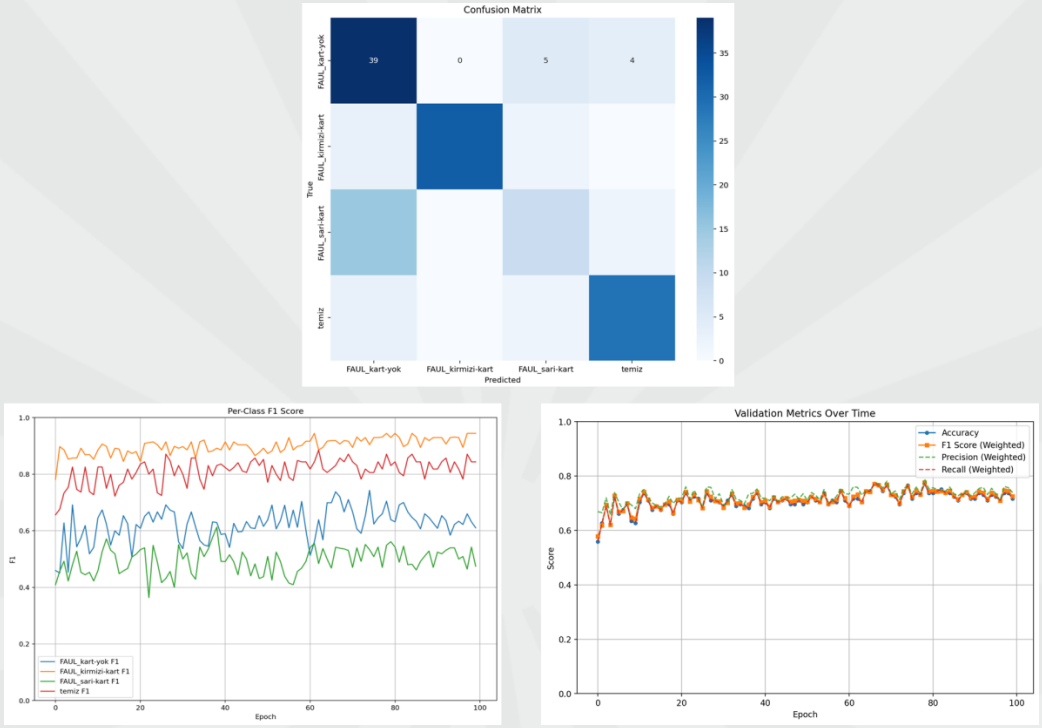
Sistemin karar gerekçelerini şeffaflaştırmak amacıyla çok katmanlı bir açıklanabilir yapay zeka mimarisi kurgulanmıştır. Bu kapsamda Qwen2-VL modeli ile Attention Rollout yöntemi kullanılarak öz dikkat ısı haritaları çıkarılmış (Bai vd., 2024), R(2+1)D ve 3D-CNN modelleri için ise GradCAM algoritmalarıyla görsel lokalizasyon haritaları elde edilmiştir. Yardımcı doğrulama katmanı olarak OpenCV tabanlı yoğun optik akış haritaları çıkarılmış ve YoloV8-Pose ile vücut segmentasyonu yapılarak iskelet yapısı analiz edilmiştir. böylece faul kararındaki fiziksel şiddet unsurları da nesnel ve görsel bir kanıta dönüştürülmüştür. Bu toplanan metrikleri ve softmax çıktılarının derli toplu olması adına Tkinter kütüphanesi kullanılarak bir arayüz oluşturulmuştur (Şekil 2). Aynı zamanda elde edilen GradCAM, iskelet yapısı gibi metrikleri Gemini, GPT modellerine API desteğiyle girdi olarak verilerek pozisyonların detaylı yorumlandırılması sağlanmıştır.




**Şekil 2.**Geliştirilen prototipin kullanıcı arayüzü görünümü.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Eğitilen modellerin performansı test edilmiş olup, temel başarı ölçütü olarak F1 makro skoru, genel accuracy, karmaşıklık matrisi metrikleri kullanılmıştır (Şekil 3). Proje sonucunda, hakem kararlarının yalnızca sonuç olarak değil, aynı zamanda kararın odak noktası, temas bölgesi ve hareket şiddeti ile görselleştirildiği bütünleşik bir yazılım prototipi elde edilmiştir. Geliştirilen ürün, hakem eğitiminde kullanılabilecek arayüzü sayesinde, sahada karşılaşılan benzer pozisyonların ortakölçütlerle incelenmesine olanak tanıyan standart, şeffaf ve kanıta dayalı bir yazılım sunmaktadır.




**Şekil 3.** 3D-CNN mimarisi kullanarak eğitilen modelin karmaşıklık matrisi (üst), her sınıfın macro F1 skoru (alt-sol) ve total precision, accuracy grafikleri (alt-sağ).

## KAYNAKLAR


- Held, J., Cioppa, A., Giancola, S., Hamdi, A., Ghanem, B., & Van Droogenbroeck, M. (2023). VARS: Video assistant referee system for automated soccer decision making from multiple views. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (pp. 5086-5097).
- Held, J., Itani, H., Cioppa, A., Giancola, S., Ghanem, B., & Van Droogenbroeck, M. (2024). X-vars: Introducing explainability in football refereeing with multi-modal large language models. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (pp. 3267-3279).
- Kay, W., Carreira, J., Simonyan, K., Zhang, B., Hillier, C., Vijayanarasimhan, S., Viola, F., Green, T., Back, T., Natsev, P., Suleyman, M., & Zisserman, A. (2017). The kinetics human action video dataset. arXiv preprint arXiv:1705.06950.
- Tran, D., Bourdev, L., Fergus, R., Torresani, L., & Paluri, M. (2015). Learning spatiotemporal features with 3d convolutional networks. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 4489-4497).
- Wang, P., Bai, S., Tan, S., Wang, S., Fan, Z., Bai, J., Chen, K., Liu, X., Wang, J., Ge, W., Fan, Y., Dang, K., Du, M., Ren, X., Men R., Liu, D., ... & Lin, J. (2024). Qwen2-vl: Enhancing vision-language model's perception of the world at any resolution. arXiv preprint arXiv:2409.12191.

# V–FENCE
# SANAL ÇİT BESİ HAYVANI TAKİP SİSTEMİ

***Emre Talha Acur, Yiğit Acarlı***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali Uymaz***

*F221213117@ktun.edu.tr; F221213100@ktun.edu.tr; sauymaz@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, besi hayvanlarının konum ve temel sağlık verilerini gerçek zamanlı izlemek amacıyla sanal çit tabanlı akıllı bir takip sistemi geliştirilmiştir. Sistem; gömülü cihaz, bulut veritabanı ve mobil uygulama bileşenlerinden oluşmaktadır. Hayvandan alınan veriler buluta aktarılmakta, mobil uygulama üzerinden anlık olarak görüntülenmektedir. Kullanıcılar uygulama üzerinden sanal otlak alanları tanımlayabilmekte, hayvan belirlenen sınır dışına çıktığında bildirim almaktadır. Sistem ayrıca çoklu cihaz desteği, geçmiş konum takibi ve kullanıcıya özel alan yönetimi sunmaktadır. Geliştirilen prototip, akıllı hayvancılık uygulamaları için düşük maliyetli ve geliştirilebilir bir çözüm önermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı hayvancılık, Bulut tabanlı izleme, Mobil uygulama, Nesnelerin interneti, Sanal çit.

**ABSTRACT**

This project features a virtual fence-based smart tracking system for real-time monitoring of livestock location and basic health issues. The system consists of an embedded device, a cloud database, and a mobile application. Data collected from the animals is transferred to the cloud and displayed via the mobile application. Users can define virtual grazing areas through the application, and the animal's recorded boundary level is included in the package. The system also offers multi-device support, historical location management, and user-specific area management. The developed prototype proposes a low-replacement and scalable solution for smart livestock applications.

**Keywords:** Cloud basedmonitoring, Internet of Things, Mobile application, Smart livestock, Virtual fence.

## 1.GİRİŞ

Hayvancılıkta verimlilik, hayvan refahı ve işletme yönetimi açısından hayvanların konum, hareketlilik ve temel sağlık göstergelerinin düzenli olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda hassas hayvancılık uygulamaları; sensörler, kablosuz haberleşme teknolojileri ve bulut tabanlı veri işleme yaklaşımları sayesinde geleneksel hayvancılığı daha izlenebilir, ölçülebilir ve veri odaklı bir yapıya dönüştürmektedir (Akhigbe vd., 2021). Bu yaklaşım, hayvanların anlık durumunun takip edilmesine ek olarak sağlık problemlerinin ve davranış değişimlerinin daha erken fark edilmesini mümkün kılmaktadır (Nyamuryekung'e, 2024).

Sanal çit teknolojisi, fiziksel çitlere ihtiyaç duymadan hayvanların belirli alanlar içinde kontrol edilmesini amaçlayan yenilikçi bir yaklaşımdır. Literatürde bu sistemlerin özellikle geniş otlak alanlarında esnek alan yönetimi sağladığı, fiziksel sınırların neden olduğu bazı kısıtları azalttığı ve uygun şekilde uygulandığında hayvanların bu sisteme uyum gösterebildiği belirtilmektedir (Aaser vd., 2022). Bu nedenle sanal çit yaklaşımı hem mera yönetimi hem de dijital sürü takibi açısından önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır.

Bununla birlikte literatürdeki birçok çalışma, sanal çitlemenin davranışsal etkileri veya konum izleme performansı üzerine yoğunlaşmaktadır. Gerçek zamanlı konum ve temel sağlık verilerini aynı sistemde birleştiren, kullanıcıya özel alan tanımlama, mobil uygulama üzerinden anlık izleme ve bildirim, çoklu cihaz desteği ve saha kullanımına uygun fiziksel prototip sunan bütünleşik çözümler ise sınırlı sayıdadır. Ayrıca enerji tüketimi, bağlantı sürekliliği, veri bütünlüğü ve kullanıcı dostu arayüz tasarımı gibi unsurlar, bu sistemlerin uygulanabilirliği açısından kritik öneme sahiptir

Bu çalışma, söz konusu ihtiyaca cevap vermek amacıyla besi hayvanlarının konum ve temel sağlık verilerini gerçek zamanlı olarak izleyebilen bütünleşik bir sistem geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen yapıda gömülü cihaz, bulut veritabanı ve mobil uygulama tek bir mimari altında birleştirilmiş; kullanıcıya özel sanal çit alanları, çoklu cihaz yönetimi, geçmiş konum takibi, bildirim mekanizması ve saha kullanımına uygun fiziksel prototip sisteme dahil edilmiştir. Böylece çalışma, akıllı hayvancılık alanında teorik bir önerinin ötesine geçerek gerçek kullanım senaryolarına uyarlanabilir işlevsel bir çözüm sunmaktadır.

Bu kapsamda çalışmanın temel araştırma sorusu, besi hayvanlarının konum ve temel sağlık verilerini anlık olarak izleyen, sanal çit ihlallerini tespit eden ve kullanıcıya mobil ortamda anlamlı geri bildirim sunan düşük maliyetli ve uygulanabilir bir sistemin geliştirilip geliştirilemeyeceğidir. Ayrıca kullanıcıya özel alan tanımlama, çoklu cihaz desteği ve saha koşullarına uygun fiziksel tasarımın aynı platformda bir araya getirilmesinin sistemin işlevselliğine ve kullanılabilirliğine katkısı da araştırılmaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, besi hayvanlarının konum ve temel sağlık verilerinin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi amacıyla gömülü sistem, bulut altyapısı ve mobil uygulama bileşenlerinden oluşan bütünleşik bir yapı geliştirilmiştir. Sistem donanım tarafında bir mikrodenetleyici kartı, konum algılama modülü, sıcaklık sensörü, hareket verisi sağlayan algılayıcılar, enerji besleme birimi ve saha kullanımına uygun fiziksel muhafaza yapısından oluşmaktadır. Ayrıca cihazın harici enerjiye bağımlı olmadan kullanılabilmesi amacıyla pil destekli bir enerji yapısı kurulmuş, enerji sürekliliğini artırmak için güneş paneli destekli bir tasarım tercih edilmiştir. Donanım bileşenleri özel olarak tasarlanan fiziksel tasma muhafazası içine yerleştirilmiş ve saha koşullarına uygun taşınabilir bir prototip elde edilmiştir.

Yazılım tarafında ise gömülü yazılım C++ dili ile geliştirilmiş, mobil uygulama Flutter tabanlı olarak tasarlanmış ve veri yönetimi için bulut veritabanı altyapısından yararlanılmıştır. Kullanıcı doğrulama işlemleri ve anlık veri senkronizasyonu bulut

servisleri üzerinden yürütülmüş, böylece cihazdan elde edilen verilerin mobil uygulamaya gerçek zamanlı aktarılması sağlanmıştır. Harita işlemleri, bildirim mekanizması, oturum yönetimi ve kullanıcıya özel alanların saklanması için ilgili yazılım kütüphaneleri sisteme entegre edilmiştir. Sanal çit bölgelerinin saklanmasında coğrafi veri yapıları kullanılmıştır.

Yöntem olarak sistem, "gömülü cihaz -bulut - mobil uygulama" mimarisi üzerine kurulmuştur. İlk aşamada cihaz üzerindeki sensörlerden elde edilen konum ve sıcaklık verileri belirli zaman aralıklarıyla toplanmış ve işlenerek bulut veritabanına aktarılmıştır. İkinci aşamada mobil uygulama bu verileri canlı akış biçiminde dinleyerek kullanıcı arayüzünde anlık olarak göstermiştir. Kullanıcı, mobil uygulama üzerinden harita üzerinde çokgen biçiminde sanal otlak alanları tanımlayabilmekte ve bu alanlar kullanıcıya özel olarak sistemde saklanmaktadır. Yeni konum verisi geldiğinde hayvanın belirlenen alan içinde olup olmadığı kontrol edilmekte, alan dışına çıkılması durumunda sistem tarafından ihlal tespiti yapılarak kullanıcıya bildirim gönderilmektedir. Bu kontrol sürecinde noktanın poligon içinde olup olmadığını belirlemeye yönelik geometrik bir yaklaşım kullanılmıştır. Ayrıca sistem, çoklu cihaz desteği sayesinde aynı kullanıcı hesabı altında birden fazla hayvanın izlenmesine olanak sağlamaktadır.

Bu yöntem sayesinde hem hayvanın anlık konumu hem de temel sağlık verileri tek platform üzerinden takip edilebilmekte, kullanıcıya saha koşullarında uygulanabilir, izlenebilir ve yönetilebilir bir dijital hayvancılık çözümü sunulmaktadır.

**3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

Bu çalışma kapsamında geliştirilen sanal çit tabanlı akıllı besi hayvanı takip sistemi, gömülü cihaz, bulut veritabanı ve mobil uygulama bileşenlerinin birlikte çalıştığı işlevsel bir prototip olarak ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, hayvanın konum ve temel sağlık verilerinin gerçek zamanlı olarak izlenebildiğini, kullanıcı tarafından tanımlanan sanal çit alanlarının etkin biçimde yönetilebildiğini ve alan ihlali durumunda anlık bildirim üretilebildiğini göstermiştir. Ayrıca çoklu cihaz desteği, geçmiş konum takibi ve kullanıcıya özel alan yönetimi gibi özellikler sistemin kullanım değerini artırmıştır.

Bulut veritabanı yapısının cihaz kimliği temelli düzenlenmesi, sistemin daha düzenli, izlenebilir ve geliştirilebilir bir yapıya kavuşmasını sağlamıştır. Mobil uygulama tarafında ise harita tabanlı izleme, alan çizimi, cihaz görüntüleme ve bildirim mekanizmalarının çalışır durumda olması, sistemin kullanıcı odaklı ve uygulanabilir bir seviyeye ulaştığını göstermektedir. Fiziksel prototipte geliştirilen muhafaza yapısı ve enerji destek sistemi de projenin saha kullanımına uygunluğunu artırmıştır.

Sonuç olarak geliştirilen prototip, akıllı hayvancılık uygulamaları için işlevsel ve geliştirilebilir bir çözüm sunmaktadır. Bununla birlikte enerji verimliliğinin artırılması, uzun süreli saha testlerinin gerçekleştirilmesi ve otonom yönlendirme gibi ileri özelliklerin eklenmesi, sistemin gelecekte daha kapsamlı bir yapıya kavuşturulmasına katkı sağlayacaktır.




**Şekil 3.**Cihazın prototiplenmiş son hali

**KAYNAKLAR**


- Aaser vd., 2022. *Is Virtual Fencing an EffectiveWay of EnclosingCattle?* Animals, 12(7), 842.
- Akhigbe vd., 2021. *IoT Technologies forLivestock Management: A Review of PresentStatus, Opportunities, andFutureTrends.*Big Data andCognitive Computing, 5(1), 10.
- Nyamuryekung'e, 2024. *TransformingRanching: Precision Livestock Management in the Internet of ThingsEra.*Rangelands, 46(1), 13-22.

# AKILLI PALET YERLEŞTİRME SİSTEMİ

***Tuğrul Albaş, Fahri Kafalı***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali Uymaz***

*f221220011@ktun.edu.tr; f221220035@ktun.edu.tr; sauymaz@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Lojistik, depo yönetimi ve sevkiyat süreçlerinde palet hacminin verimli kullanılamaması doğrudan maliyet, zaman ve operasyonel kayıplara dönüşmektedir. Bu çalışmada, üç boyutlu kutu paketleme problemine yönelik web tabanlı bir karar destek sistemi olan Akıllı Palet Yerleştirme Sistemi geliştirilmiştir. Sistem, ürün ve konteyner bilgilerini içeren JSON dosyalarını otomatik olarak ayrıştırmakta; tek tip ve karışık palet senaryolarında Greedy First-Fit yaklaşımı, Genetik Algoritma ve Differential Evolution yöntemlerini kullanarak yerleşim planı üretmektedir. Aynı veri seti üzerinde farklı algoritmaları karşılaştıran bir kıyaslama modülü; doluluk oranı, palet sayısı, çalışma süresi ve ağırlık dağılımı gibi metrikleri raporlamaktadır. Üretilen yerleşim planları üç boyutlu olarak görselleştirilerek kullanıcının fiziksel uygulanabilirliği değerlendirmesi sağlanmaktadır. Geliştirilen sistem; palet kullanımını azaltma, boş hacmi düşürme ve sevkiyat verimliliğini artırma açısından uygulanabilir bir mühendislik çözümü sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler**: Bin Packing, Genetik Algoritma, Lojistik Optimizasyon, Palet Yerleştirme, Üç Boyutlu Görselleştirme.

**ABSTRACT**

Inefficient use of pallet volume in logistics, warehousing and shipment operations directly translates into increased cost, time and operational losses. In this study, a web based decision support system named Intelligent Pallet Placement System is developed for the three dimensional bin packing problem. The system automatically parses JSON files describing products and containers and produces placement plans for single and mixed pallet scenarios using a Greedy First-Fit heuristic, a Genetic Algorithm and Differential Evolution. A benchmark module compares the algorithms on the same dataset and reports fill ratio, number of pallets, runtime and weight distribution. Resulting placements are rendered as interactive three dimensional visualisations so that physical feasibility can be assessed. The proposed system provides an applicable engineering solution for reducing pallet usage, decreasing empty volume and improving shipment efficiency.

**Keywords:** Bin Packing, Genetic Algorithm, Logistics Optimization, Pallet Placement, Three Dimensional Visualization.

## 1. GİRİŞ

Tedarik zinciri ve depo yönetimi süreçlerinde paletlerin verimli kullanımı; sevkiyat maliyetinin, araç doluluk oranının ve operasyonel verimliliğin doğrudan belirleyicisidir. Üç

boyutlu kutu paketleme problemi, ürünlerin boyut, ağırlık, yönelim ve istiflenebilirlik kısıtları altında en yüksek doluluk oranıyla yerleştirilmesini hedefler. Optimum çözümün polinom zamanda elde edilememesi nedeniyle problem NP-zor sınıfında değerlendirilmekte, gerçek dünya ölçeklerinde sezgisel ve metasezgisel yaklaşımlarla çözülmektedir (Martello vd., 2000; Johnson, 1974).

Geleneksel manuel planlama, operatör tecrübesine bağlıdır; ürün çeşidi ve sipariş hacmi arttıkça doluluk oranı düşmekte, hata olasılığı yükselmektedir. Bu durum, ölçülebilir metrikler üreten, görsel olarak doğrulanabilir ve farklı algoritmaları karşılaştırabilen bir karar destek sistemini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen sistem; JSON tabanlı veri girişi, çok algoritmalı optimizasyon motoru, kıyaslama modülü ve üç boyutlu palet görselleştirmesini tek bir web arayüzünde birleştirerek lojistik süreçlerinde uygulanabilir bir mühendislik çözümü sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Sistem Mimarisi ve Veri İşleme

Geliştirilen sistem, Python ve Django tabanlı bir web uygulamasıdır. Kullanıcı, manuel form girişi yerine konteyner boyutlarını ve her ürün için ambalaj boyutlarını, ağırlık, miktar, mukavemet ve istiflenebilirlik bilgilerini içeren bir JSON dosyası yüklemektedir. Ayrıştırma katmanı JSON içeriğini doğrulayıp iç ürün ve konteyner modellerine dönüştürmekte; NumPy ve Pandas, sayısal işlemler ile veri analizi süreçlerinde kullanılmaktadır. Uzun süreli optimizasyon görevleri arka planda yürütülmekte, ilerleme bilgisi kullanıcıya anlık olarak yansıtılmaktadır.

### 2.2. Optimizasyon Algoritmaları

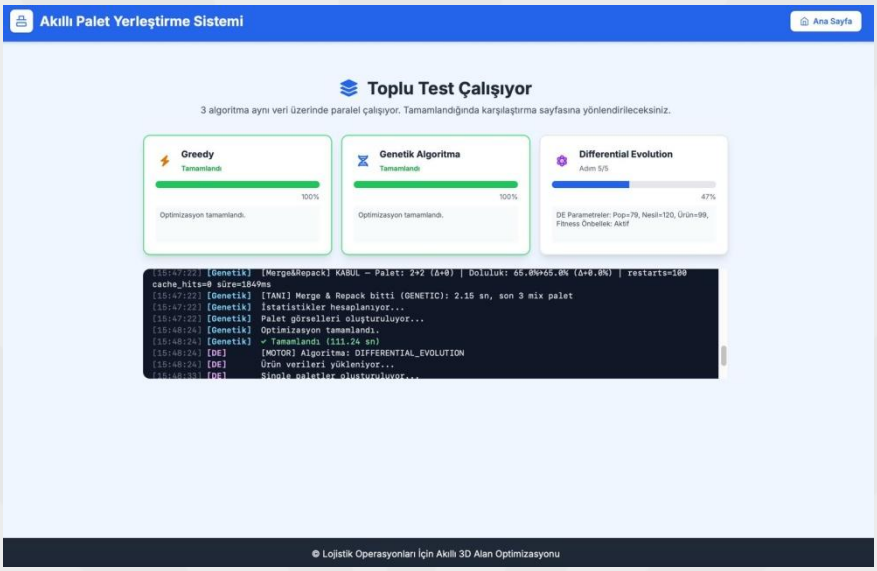
Sistem iki aşamalı bir optimizasyon hattı yürütmektedir. Birinci aşamada yüksek tekrar oranına sahip ürünler için tek tip (single) paletler üretilmekte; geri kalan ürünler ikinci aşamada karışık (mix) palet havuzunda üç farklı yaklaşımla değerlendirilmektedir. Greedy First-Fit, üç boyutlu maksimal dikdörtgenler üzerinde Best Short Side Fit ile hızlı bir temel çözüm üreterek kıyaslama referansı sağlar. Genetik Algoritma (Goldberg, 1989); çaprazlama, mutasyon ve elitizm operatörleriyle çözüm uzayını tarar; uygunluk fonksiyonu doluluk oranını ödüllendirip boşluk, oyuk ve denge ihlallerini cezalandırır. Differential Evolution algoritması (Storn ve Price, 1997), fark vektörleri üzerinden yürütülen uyarlamalı mutasyon ve çaprazlama operatörleriyle güçlü keşif yeteneği sağlar.

Tüm yaklaşımlar; 3D Maximal Rectangles tabanlı yerleştirme, Auto-Orientation ile dönüş kararı, katman hizalama ve oyuk tespiti gibi gerçekçi paketleme kısıtlarını ortak bir uygunluk çatısı altında değerlendirmektedir. Yerleşim sonrası uygulanan birleştir-yeniden paketle (merge & repack) adımı, tasarruf edilebilen palet sayısını artırmaktadır.

### 2.3. Kıyaslama (Benchmark) Modülü

Sistem, aynı veri seti üzerinde Greedy, Genetik Algoritma ve Differential Evolution yaklaşımlarını eş zamanlı olarak çalıştırabilmektedir (Şekil 1). Her algoritma için kullanılan

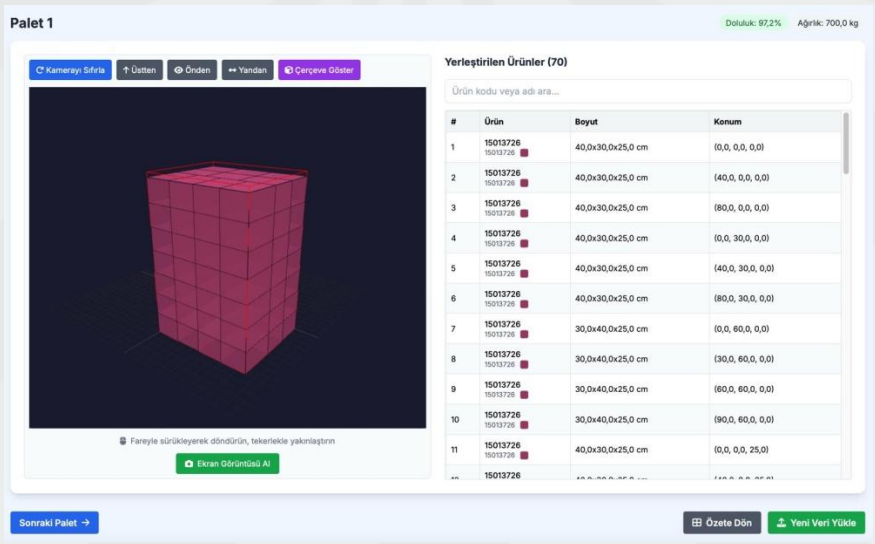
palet sayısı, ortalama doluluk oranı, çalışma süresi, tek tip / karışık palet dağılımı ve ağırlık değerleri raporlanmakta; kullanıcıya tek bir karşılaştırma ekranında sunulmaktadır.




Şekil 1. Greedy, Genetik Algoritma ve Differential Evolution yöntemlerini aynı veri seti üzerinde eş zamanlı çalıştıran kıyaslama modülü.

### 2.4. Üç Boyutlu Görselleştirme

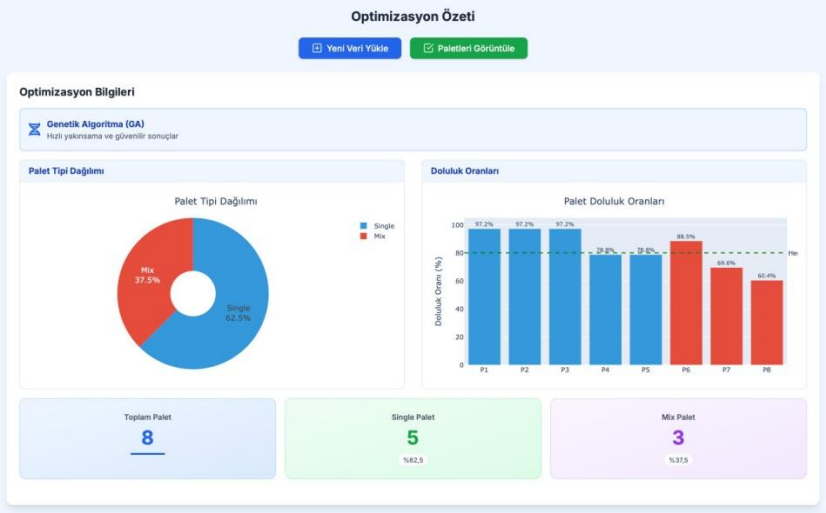
Üretilen yerleşim planları, Plotly ve Matplotlib altyapısı kullanılarak interaktif olarak görselleştirilmektedir (Şekil 2). Kullanıcı; her paleti üstten, önden ve yandan görüntüleme, döndürme ve yakınlaştırma ile inceleyebilmekte; yerleşim planının fiziksel uygulanabilirliği görsel olarak doğrulanabilmektedir.




Şekil 2. Üç boyutlu palet yerleşim görselleştirmesi.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem, üç boyutlu palet yerleşim probleminin uçtan uca ele alınmasını sağlamaktadır. Greedy First-Fit yaklaşımı saniyeler düzeyinde temel bir çözüm üretirken, Genetik Algoritma ve Differential Evolution yaklaşımları daha yüksek doluluk oranı ve daha az palet kullanımı hedefiyle çalışmaktadır. Örnek veri setlerinde tek tip paletlerde %97 düzeyine ulaşan doluluk oranları gözlemlenmiş; karışık paletlerde ise problem ölçeğine ve ürün karmaşıklığına bağlı olarak farklı doluluk seviyeleri elde edilmiştir (Şekil 3).




Şekil 3. Optimizasyon özeti: tek tip ve karışık palet dağılımı ile palet bazlı doluluk oranları.

Kıyaslama modülü, hız ve çözüm kalitesi arasındaki ödünleşimi kullanıcıya açık biçimde sunmakta; üç boyutlu görselleştirme ise teknik çıktıların görsel ve fiziksel olarak doğrulanmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak sistem; palet sayısının azaltılması, boş hacmin düşürülmesi ve sevkiyat verimliliğinin artırılması yönünde ölçülebilir katkı sağlamakta; lojistik, depo yönetimi, üretim ve tedarik zinciri alanlarındaki operasyonel karar süreçlerinde üniversite-sanayi iş birliğine açık, uygulanabilir bir mühendislik çözümü sunmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, proje sürecindeki akademik yönlendirmeleri ve değerli görüşleri için danışmanları Doç. Dr. Sait Ali Uymaz'a teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- Goldberg, D. E., (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Johnson, D. S., (1974). Fast algorithms for bin packing. Journal of Computer and System Sciences, 8(3), 272-314.
- Martello, S., Pisinger, D. ve Vigo, D., (2000). The three-dimensional bin packing problem. Operations Research, 48(2), 256-267.
- Storn, R. ve Price, K., (1997). Differential evolution – a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. Journal of Global Optimization, 11, 341-359.

YYBB 26YYBB72238

# GÖZÜM OL: GÖRME ENGELLİ BİREYLER İÇİN İÇ VE DIŞ MEKANLARDA NAVİGASYON VE ENGEL TANIMA ASİSTANI

***Bilal Erdem İŞERİ, Sıla ÇALIŞ***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Betül UZBAŞ***

*f221213084@ktun.edu.tr; f221220082@ktun.edu.tr; buzbas@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya,*

**ÖZET**

Görme engelli bireyler için geliştirilen bu mobil asistan sistemi, açık ve kapalı ortamlarda karşılaşılan navigasyon ve çevresel algılama sorunlarını çözmeyi amaçlar. Uygulama, iç ve dış mekân olmak üzere iki ana modülden oluşur ve her modül bulunduğu ortama uygun şekilde çalışır.

İç mekânda QR kod tabanlı konum belirleme kullanılır. Kullanıcı gitmek istediği yeri sesli olarak belirtir ve sistem kat planına göre yönlendirme yapar. Nesne tespiti, kapalı alanlardaki engelleri algılayarak güvenli ilerleme sağlar. Ayrıca yüz tanıma ile önceden kaydedilmiş kişiler kullanıcıya bildirilir.

Dış mekânda GPS tabanlı konumlandırma ile hedefe gerçek zamanlı yönlendirme yapılır. Nesne tespiti araç, yaya ve diğer açık alan engellerini algılar. Uygulama, kameralı gözlük ile entegre çalışarak görüntüleri mobil cihazda işleyip kullanıcıya düşük gecikmeli ve kesintisiz bir deneyim sunar.

**Anahtar Kelimeler:** Asistan, Erişilebilirlik, Gözlük, Navigasyon,Tespit

**ABSTRACT**

This mobile assistant system, developed for visually impaired individuals, aims to address navigation and environmental perception challenges encountered in both indoor and outdoor environments. The application consists of two main modules—indoor and outdoor—and each module operates according to its specific environment.

In indoor settings, QR code-based positioning is used. The user specifies their destination via voice input, and the system provides guidance based on floor plans. The object detection system identifies obstacles in enclosed spaces, ensuring safe navigation. Additionally, face recognition detects previously registered individuals and notifies the user.

In outdoor environments, GPS-based positioning enables real-time navigation to the desired destination. The object detection system identifies vehicles, pedestrians, and other obstacles in open areas. The application integrates with camera-equipped smart glasses, processing visual data on a mobile device to provide a low-latency, seamless, and hands-free user experience.

**Keywords:**Assistant, Accessibility, Detection, Navigation, Smart Glasses

## 1. GİRİŞ

Bu projenin amacı, görme engelli bireylerin açık ve kapalı alanlarda bağımsız hareket edebilmesini sağlayan bütünleşik bir navigasyon ve çevresel algılama sistemi geliştirmektir. Mevcut çalışmaların çoğunlukla yalnızca navigasyon veya nesne tanıma problemlerine odaklandığı ve bu nedenle bütüncül bir kullanıcı deneyimi sunamadığı görülmektedir.

Kapalı alan navigasyonunda RFID, NFC ve QR kod tabanlı yaklaşımlar kullanılmaktadır (Plikynas vd., 2020; Idrees vd., 2020). Beacon tabanlı sistemler konumlandırma sağlasa da çevresel algılama açısından sınırlıdır (Jiménez vd., 2018). Konum doğruluğunu artırmak için sensör tabanlı yöntemler geliştirilmiş, özellikle çoklu sensör verisi ile daha hassas sonuçlar elde edilmiştir (Geng vd., 2021).

Çevresel algılama için derin öğrenme tabanlı modeller kullanılmakta; FaceNet ve BlazeFace yüz tanımada (Schroff vd., 2015; Bazarevsky vd., 2019), YOLO ve benzeri modeller nesne tespitinde yüksek doğruluk sağlamaktadır (Redmon vd., 2016). Giyilebilir teknolojiler bu sistemleri desteklemekte ancak çoğu çözüm tüm bileşenleri tek bir yapıda sunamamaktadır (Saha vd., 2023; Kathiria vd., 2024).

Sonuç olarak, iç ve dış mekân navigasyonu, nesne tespiti, yüz tanıma ve kullanıcı etkileşimini bir araya getiren bütünleşik çözümler sınırlıdır. Bu proje, mobil uygulama ve kameralı gözlük entegrasyonu ile gerçek zamanlı veri işleme ve sesli geri bildirim sağlayan kapsamlı bir mobil asistan sistemi sunar.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu projede geliştirilen sistem, görme engelli bireylerin iç ve dış mekânda bağımsız hareket edebilmesini destekleyen mobil tabanlı bir yardımcı teknoloji çözümüdür. Sistem; veri toplama, gerçek zamanlı veri işleme ve kullanıcıya sesli geri bildirim sunma olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır . Geliştirme sürecinde düşük gecikmeli, mobil cihaz üzerinde çalışabilen ve sesli yönlendirme sağlayan yöntemler tercih edilmiştir.

Veri toplama aşamasında kameralı gözlükten alınan görüntü verileri, mobil cihazın mikrofonu ve sensörlerinden elde edilen veriler birlikte kullanılmaktadır. Görüntü verileri nesne ve yüz tespiti için işlenirken, GPS, pusula, ivmeölçer ve pedometre verileri kullanıcının konumunun ve hareketinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İç mekânlarda QR kod tabanlı konum doğrulama, dış mekânlarda ise GPS tabanlı konumlandırma uygulanmaktadır.

Sistem mimarisi; navigasyon, nesne tespiti ve yüz tanıma olmak üzere üç ana modülden oluşmaktadır. Navigasyon modülü, kullanıcının hedefini belirleyerek uygun rotayı oluşturur ve sesli yönlendirme sağlar. İç mekânda bu süreç graf tabanlı yapı ve Dijkstra algoritması ile gerçekleştirilirken, dış mekânda GPS ve harita servisleri kullanılarak rota oluşturulmaktadır. Sensör füzyonu sayesinde kullanıcı hareketleri ve yön bilgisi daha doğru şekilde analiz edilmektedir.

Nesne tespit modülü, kameralı gözlükten alınan görüntüleri mobil cihaz üzerinde TensorFlow Lite tabanlı YOLO modeli ile işleyerek gerçek zamanlı olarak engelleri algılar. İç mekânda merdiven, asansör ve insan gibi nesneler; dış mekânda ise araç, insan ve çeşitli çevresel engeller tespit edilerek kullanıcıya sesli geri bildirim verilmektedir. Tespit sonuçları güven skoru ve konum bilgisine göre filtrelenerek yalnızca önemli uyarılar iletilmektedir.

Yüz tanıma modülü, ML Kit ile yüz tespiti yaptıktan sonra FaceNet modeli ile elde edilen embedding vektörlerini yerel veritabanı ile karşılaştırarak tanıma işlemini gerçekleştirir. Tanıma doğruluğunu artırmak amacıyla ardışık karelerde doğrulama yapılmakta ve sonuçlar sesli olarak kullanıcıya bildirilmektedir.

Tüm modüller entegre biçimde çalışarak kullanıcıya gerçek zamanlı, düşük gecikmeli ve eller serbest bir kullanım deneyimi sunmaktadır. Bu yapı sayesinde sistem yalnızca navigasyon sağlamamakta, aynı zamanda çevresel farkındalık ve sosyal etkileşim desteği de sunan bütünleşik bir yardımcı sistem olarak işlev görmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada geliştirilen mobil yardımcı sistem; iç mekân navigasyonu, dış mekân yönlendirme, nesne tespiti ve yüz tanıma modülleri açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, sistemin gerçek zamanlı çalışabildiğini ve görme engelli bireylerin yön bulma ile çevresel farkındalık kazanma süreçlerinde etkili bir destek sunduğunu göstermektedir .

İç mekân testlerinde QR kod ile başlangıç konumunun doğrulanabildiği, kullanıcıdan alınan hedef bilgisine göre rota oluşturulabildiği ve sensör verileri kullanılarak kullanıcıya “düz ilerle”, “sağa dön”, “sola dön” gibi sesli yönlendirmeler verilebildiği gözlemlenmiştir. Dış mekân testlerinde ise sistemin GPS verisi ile konum belirleyebildiği, sesli komutla hedef araması yapabildiği ve seçilen hedefe yönelik rota oluşturabildiği belirlenmiştir. Sesli yönlendirme temelli kullanımın erişilebilirlik açısından etkili olduğu değerlendirilmiştir.

Nesne tespit modülü, iç mekânda yaklaşık %85, dış mekânda ise %80 doğruluk oranı ile çalışmıştır. Sistem, merdiven, asansör, insan gibi iç mekân nesnelerini ve araç, insan, engel gibi dış mekân nesnelerini algılayarak kullanıcıya sesli uyarı sağlamıştır. Bu modülün navigasyonu destekleyici bir güvenlik katmanı oluşturduğu görülmüştür.

Yüz tanıma modülünde, kayıtlı kişilerin uygun koşullar altında tanınabildiği gözlemlenmiştir. Ancak performansın ışık, mesafe ve açı gibi faktörlerden etkilendiği belirlenmiştir.

Genel olarak sistemde kullanılan sesli komut ve geri bildirim mekanizması, kullanıcı etkileşimini kolaylaştırmış ve ekran bağımlılığını azaltmıştır. Kameralı gözlük kullanımı ise kullanıcıya eller serbest bir deneyim sunarak sistemin günlük kullanım açısından uygun olduğunu göstermiştir.

**Tablo1.** Modüllere Göre Elde Edilen Bulgular

| Modül | Test edilen durum | Gözlenen bulgu |
|---|---|---|
| İç mekân navigasyonu | QR ile başlangıç ve hedef seçimi | Rota üretilebildi, sesli yönlendirme sağlandı |
| Dış mekân navigasyonu | Sesli hedef arama | Yakın hedefler bulunabildi, rota oluşturuldu |
| Nesne tespiti | Gerçek zamanlı kamera akışı | Belirli nesne sınıfları algılandı ve sesli bildirildi |
| Yüz tanıma | Kayıtlı kişi tanıma | Uygun koşullarda tanıma yapılabildi |
| Sesli etkileşim | Hedef seçimi ve komut alma | Kullanıcı etkileşimi ekran bağımlılığı olmadan sağlandı |

## KAYNAKLAR


- Bazarevsky, V., Kartynnik, Y., Vakunov, A., Raveendran, K., & Grundmann, M. (2019). BlazeFace: Sub-millisecond neural face detection on mobile GPUs.
- Geng, J., Xia, L., Xia, J., Li, Q., Zhu, H., & Cai, Y. (2021). Smartphone-based pedestrian dead reckoning for 3D indoor positioning. Sensors, 21(24), 8180.
- Idrees, A., Iqbal, Z., & Ishfaq, M. (2020). An efficient indoor navigation technique to find optimal route for blinds using QR codes. arXiv.
- Kathiria, P., Mankad, S. H., Patel, J., Kapadia, M., & Lakdawala, N. (2024). Assistive systems for visually impaired people: A survey on current requirements and advancements.
- Plikynas, D., Žvironas, A., Budrionis, A., & Gudauskis, M. (2020). Indoor navigation systems for visually impaired persons: Mapping the features of existing technologies to user needs. Sensors, 20(3), 636.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. arXiv.
- Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering.
- Mapillary. (n.d.). Mapillary vistas dataset. [Erişim tarihi: 07.04.2026]. https://www.mapillary.com/dataset/vistas
- Roboflow. (2026). Elevator detection dataset Roboflow. [Erişim tarihi: 07.04.2026]. https://universe.roboflow.com/detection-3h20r/elevator-awvus
- Munir, A. (2025). Stairs detection dataset Roboflow. [Erişim tarihi: 07.04.2026].
- https://universe.roboflow.com/abeera-munir-v9edc/stairs-hsatv

# YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ AKADEMİK DANIŞMANLIK SİSTEMİ

***Şevval KARAMAN, İsmail Ayberk SAĞ, Neşetcan AYDOĞAN***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali UYMAZ***

*f231213057@ktun.edu.tr; f231213095@ktun.edu.tr;f241213101@ktun.edu.tr; sauymaz@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Üniversite öğrencileri, akademik süreçlere ilişkin bilgilere ulaşmakta zaman zaman güçlük çekmekte; ders, staj, yüksek lisans ve benzeri konularda doğru kaynağa erişmek için zaman kaybetmektedir. Bu çalışmada, yükseköğretim kurumlarında öğrenci ve öğreticilere anlık akademik danışmanlık sunmayı hedefleyen yapay zeka tabanlı bir asistan sistemi geliştirilmiştir. İlk olarak Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü için hayata geçirilen Aila prototipi, kullanıcı sorularını anlayarak ilgili akademik bilgilere yönlendirmektedir. Sistem; modüler yapısı sayesinde farklı bölüm ve üniversitelerin dökümanlarıyla kolayca uyarlanabilmektedir. İlerideki geliştirme aşamasında, üniversite OBS ve LMS sistemleriyle entegrasyon sağlanarak öğrencilere kişiselleştirilmiş sohbet deneyimi sunulması planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler**: Akademik danışmanlık, Büyük dil modeli, Doğal dil işleme, Hibrit RAG, Yapay zeka

**ABSTRACT**

University students frequently face difficulties accessing academic information; they lose time searching for accurate sources on topics such as courses, internships, Erasmus programs, and similar processes. This study presents an artificial intelligence-based assistant system designed to provide instant academic guidance to students and instructors at higher education institutions. The Aila prototype, developed as a pilot application for the Computer Engineering Department of Konya Technical University, understands user queries and directs them to relevant academic information. Thanks to its modular structure, the system can be easily adapted to the documents of different departments and universities. In future development stages, integration with university OBS and LMS systems is planned to offer students a personalized conversational experience.

**Keywords:** Academic advising, Artificial intelligence, Hybrid RAG, Large language model, Natural language processing

## 1. GİRİŞ

Yükseköğretim kurumlarında öğrenci sayısının artması ve akademik süreçlerin karmaşıklaşmasıyla birlikte, öğrencilerin doğru bilgiye hızlı erişimi giderek güçleşmektedir. Ders seçimi, stajve yatay geçiş gibi konularda öğrenciler sıklıkla bölüm sekreterliklerine başvurmakta; bu durum hem öğrenci hem de akademik personel

üzerinde ciddi bir iş yükü oluşturmaktadır. Yapay zeka destekli asistan sistemlerin bu soruna çözüm üretebileceği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Kuhail vd., 2023; Winkler ve Söllner, 2018). Büyük dil modellerinin eğitimdeki potansiyeli değerlendirilmiş; ancak halüsinasyon ve güncel olmayan bilgi sunma gibi sorunlar da tespit edilmiştir (Kasneci vd., 2023). Bu sorunları gidermek amacıyla geliştirilen RAG yaklaşımı, modelin yalnızca doğrulanmış belgelerden bilgi çekerek yanıt üretmesini sağlamaktadır (Lewis vd., 2020).Literatürde Türkçe dilinde, kurumsal belgeler üzerinde çalışan ve farklı üniversitelere uyarlanabilen bir akademik danışman sistemine rastlanmamaktadır. Bu boşluktan hareketle çalışmada,RAG mimarisi kullanılmıştır. Pilot uygulama Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü üzerinde gerçekleştirilmiş olup sistem farklı kurumlara kolaycauyarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. İlerleyen aşamada OBS ve LMS sistemleriyle API entegrasyonu sağlanarak kişiye özel sohbet deneyimi, not ve duyuru bildirimleri sunulması planlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Aşağıda sistemin bileşenleri ve kullanılan yöntemler alt başlıklar halinde açıklanmaktadır.

### 2.1. Sistem Mimarisi

Sistem; donanım, bilgi erişim ve dil modeli ile kullanıcı arayüzü olmak üzere üç ana katmandan oluşmaktadır. Donanım katmanında NVIDIA Jetson Orin NX işlemcisi ve fiziksel robot Aila bulunmakta olup tüm yapay zeka işlemleri internet bağlantısına ihtiyaç duyulmaksızın cihaz üzerinde yürütülmesi planlanmaktadır. Bilgi erişim ve dil modeli katmanında kullanıcı sorusuRAG yöntemiyle ilgili belgede aranmakta, gerektiğinde dil modeli devreye girerek yanıt üretilmektedir (Lewis vd., 2020). Kullanıcı arayüz katmanında ise fiziksel robot üzerindeki sesli etkileşim, web arayüzü ve mobil uygulama aracılığıyla sisteme erişim sağlanmaktadır.

### 2.2. Veri Seti

Sistemin bilgi tabanı, Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümüne ait resmi belgeler, bölüm web sitesi içerikleri ve akademik yönergelerden derlenerek JSON formatında yapılandırılmıştır.

### 2.3. Bilgi Erişim Katmanı: HRAG

Bilgi erişimi için BM25 ve FAISS tabanlı anlamsal vektör araması hibrit bir yapıda birleştirilerek kullanılmaktadır (Robertson ve Zaragoza, 2009; Johnson vd., 2021). BM25 anahtar kelime eşleşmelerinde yüksek hassasiyet sunarken anlamsal arama, kullanıcının farklı ifade biçimleri için daha geniş kapsam sağlamaktadır. Vektör temsilleri için çok dilli destek sunan paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2 gömü modeli kullanılmıştır (Reimers ve Gurevych, 2019). Belgeler ağırlıklı bir güven skoru ile sıralanmakta; bu skora göre sistem doğrudan yanıt döndürme, dil modeli ile sentez ürettirme veya kullanıcıyı yönlendirme kararını otomatik olarak vermektedir.

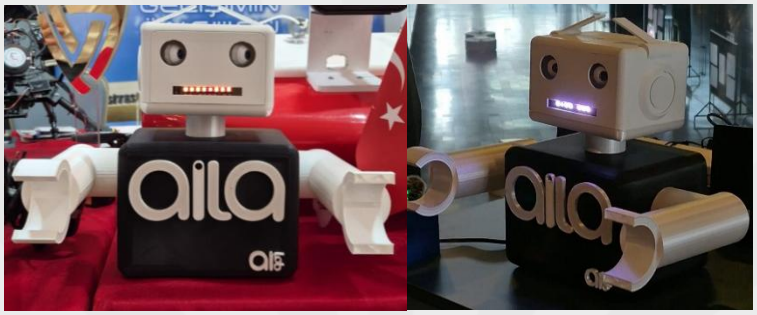
### 2.4. Dil Modeli

Dil modeli olarak dört bit kuantizasyonla çalıştırılan Qwen3-8B modeli kullanılmaktadır (Qwen Team, 2025). Model bu sayede yaklaşık beş gigabayt bellek tüketerek Jetson Orin NX üzerinde verimli biçimde çalışabilmektedir. Konuşma akışı LangGraph kütüphanesi ile

yönetilmekte; gelen sorgular sınıflandırılarak hibrit RAG boru hattından elde edilen belgeler bağlam olarak modele iletilmektedir. Dil modeli yalnızca erişilen belgelerden yola çıkarak yanıt üretmekte, bilgi tabanında karşılığı bulunmayan sorgularda ise kullanıcı ilgili birime yönlendirilmektedir (Lewis vd., 2020).

### 2.5. Kullanıcı Arayüzleri

Sistem üç farklı arayüz üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır. Fiziksel robot prototipi Aila, buna ek olarak web ve mobil arayüzler aracılığıyla metin tabanlı sorgulama imkânı da sunulmaktadır (Kuhail vd., 2023).




Şekil 4 Aila Prototipinin Farklı Etkinliklerdeki Tanıtımı

### 2.6. Donanım Altyapısı

Sistemin arka ucu NVIDIA Jetson Orin NX üzerinde çalışması planlanmaktadır. Jetson Orin NX; Qwen3-8B modelini, embedding hesaplamalarını ve hibrit RAG boru hattını eş zamanlı olarak çalıştırabilecek donanım gücüne sahiptir (Qwen Team, 2025; Johnson vd., 2021). Bu mimari sayesinde sistem, herhangi bir bulut bağlantısına ihtiyaç duymaksızın bağımsız olarak çalışabilmektedir.dir.

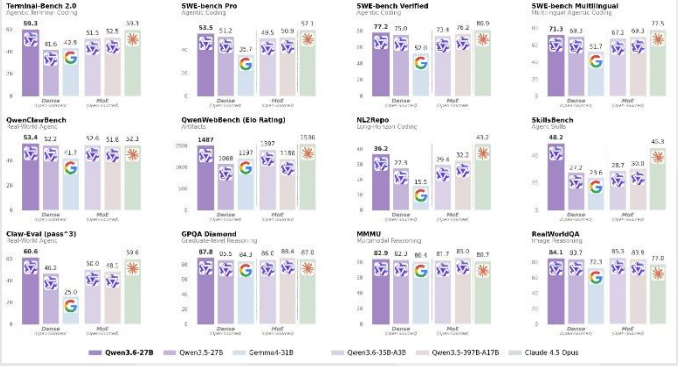
### 2.7. Planlanan Geliştirmeler

OBS ve LMS sistemlerine API erişiminin sağlanması durumunda silsteme kişiselleştirme katmanı eklenmesi planlanmaktadır. Bu sayede öğrencinin ders kaydı, not bilgileri ve akademik takvimi sisteme dahil edilerek kişiye özel yanıtlar üretilecek; sohbet geçmişi saklanacak ve bölüm duyuruları anlık olarak iletilecektir (Kasneci vd., 2023llllll).

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Aşağıda sistemin sonuçları ve olası çözüm yöntemleri açıklanmaktadır.

Proje kapsamında geliştirilen sistem, üniversitelerde sık karşılaşılan bilgi erişim problemlerine çözüm üretmek amacıyla tasarlanmıştır. Hedef kullanıcı kitlesi öğrencilerle sınırlı tutulmamış; akademisyenler, idari personel ve dış kullanıcılar da sistemin temel kullanıcı profilleri arasında değerlendirilmiştir (Kuhail vd., 2023).




Şekil 5 Qwen 3.6-27B vs. Sektör Liderleri: Kodlama, Mantık ve Görsel Muhakeme Karşılaştırması

İlk olarak Qwen2.5-7B-Instruct ve Qwen3-8B modelleri karşılaştırılmış; yanıttutarlılığı, gecikme süresi ve sistem kararlılığı açısından Qwen3-8B modelinin daha başarılı sonuç verdiği gözlemlenmiştir (Qwen Team, 2025).

Mevcut aşamada sistem aşağıdaki konularda aktif olarak çalışmaktadır:Bilgisayar Mühendisliği ders içerikleri, Üniversite yönetmelikleri, Staj süreçleri, Erasmus+ başvuru ve süreç yönetimi, Yemekhane sistemi, Yatay geçiş süreçleri, Muafiyet sınavı.

Gerçekleştirilen testlerde kullanıcıların farklı sayfalara dağılmış akademik bilgilere tek bir konuşma arayüzü üzerinden çok daha kısa sürede ulaşabildiği görülmüş; bu durum kullanıcı deneyimini doğrudan olumlu yönde etkilemiştir (Winkler ve Söllner, 2018).

Projenin sonraki aşamasında planlanan Agentic AI yapısıyla sistemin yalnızca soru cevaplaması değil, kullanıcı adına aksiyon alabilmesi hedeflenmektedir. Sınav takvimi senkronizasyonu, ödev hatırlatmaları ve not bildirimleri planlanan işlevler arasındadır. Bu yapı sistemi klasik üniversite chatbot projelerinden ayıran temel unsurdur (Kasneci vd., 2023).İlerleyen süreçtedaha fazla fakülte entegrasyonu ve Agentic AI modüllerinin devreye alınmasıyla sistemin çok daha kapsamlı bir üniversite asistanına dönüşmesi beklenmektedir.

## KAYNAKLAR


- Johnson, J., Douze, M. ve Jégou, H., (2021). Billion-scale similarity search with GPUs, IEEE Transactions on Big Data, 7, 3, 535–547.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F. ve Kasneci, G., (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education, Learningand Individual Differences, 103, 102274.
- Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S. ve Alhejori, K., (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review, Education and Information Technologies, 28, 2, 973–1018.
- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N. ve Kiela, D., (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks, Advances in Neural Information ProcessingSystems, Vancouver, Kanada.
- Qwen Team, (2025). Qwen3 technical report, Alibaba Cloud, Hangzhou, Çin.
- Reimers, N. ve Gurevych, I., (2019). Sentence-BERT: Sentence embeddings using siamese BERT-networks, Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Hong Kong.
- Robertson, S. ve Zaragoza, H., (2009). The probabilistic relevance framework: BM25 and beyond, Foundations and Trends in Information Retrieval, 3, 4, 333–389.
- Winkler, R. ve Söllner, M., (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis, Academy of Management Annual Meeting, Chicago, ABD.

# SPARKY

***Seyyit Mehmet Selvi, Nurullah Kurnaz***

***Danışman: Doç. Dr. Ersin Kaya***

*f221220009@ktun.edu.tr; f221220013@ktun.edu.tr; ekaya@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42150, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, sınavlara hazırlanan öğrencilerin çalışma süreçlerini optimize etmek ve motivasyonlarını artırmak amacıyla Sparky adında yapay zekâ destekli bir mobil eğitim asistanı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerin kişisel ihtiyaçlarına göre otomatik çalışma programları oluşturan uygulama, zaman yönetimini iyileştirmek için Pomodoro tekniğini kullanmaktadır. Kullanıcıların deneme sınavı sonuçlarını analiz ederek eksik konularını anında tespit etmelerini sağlar. Sosyal rekabeti teşvik eden liderlik tablosu ve grup çalışma özellikleri ile öğrencilerin çalışma disiplini desteklenmiştir. Uygulama başarıyla geliştirilerek uygulama mağazalarında genel kullanıma sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, projenin öğrencilerin planlama için harcadığı zamanı büyük ölçüde azalttığını ve odaklanma verimliliğini artırdığını göstermektedir. Sparky, eğitim teknolojileri alanında erişilebilir ve yenilikçi bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Eğitim Teknolojileri, Mobil Uygulama, Pomodoro Tekniği, Sınav Yönetimi, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

This project aims to develop an AI-supported mobile education assistant named Sparky to optimize the study processes and increase the motivation of students preparing for exams. The application, which creates automatic study schedules according to students' personal needs, uses the Pomodoro technique to improve time management. It allows users to instantly identify their missing topics by analyzing their practice exam results. Students' study discipline is supported by a leaderboard and group study features that encourage social competition. The application has been successfully developed and made available for general use in app stores. The results obtained show that the project significantly reduces the time students spend on planning and increases focus efficiency. Sparky offers an accessible and innovative solution in the field of educational technologies.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Educational Technologies, Exam Management, Mobile Application, Pomodoro Technique

## 1. GİRİŞ

Bilgi teknolojilerindeki gelişim, eğitim sistemlerini öğrenci merkezli ve her an erişilebilir dijital platformlara dönüştürmüştür. Modern eğitim ekosisteminde öğrenciler, zamana duyarlı kampüs iletişimlerinde %72 oranında mobil bildirimleri tercih etmekte ve mobil erişim imkanı kurum aidiyetini %60 oranında etkilemektedir (EDUCAUSE, 2024). Konya Teknik Üniversitesi 10. Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı kapsamında sunulan " Sparky " projesi, bu verilerden hareketle eğitim-rehberlik süreçlerini "mobil öncelikli" (mobile-first) bir yaklaşımla dijitalleştirmeyi amaçlamaktadır.

Eğitim literatürü, mobil teknolojilerin kullanımının özellikle matematik gibi disiplinlerde akademik başarı üzerinde muazzam bir etki yarattığını (Hedges' g = 2.063) ortaya koymaktadır (Öztop, 2022). " Sparky " projesi, bu mobil avantajı öz-düzenlemeli öğrenme (SRL) stratejileri ile birleştirerek öğrencilerin hedef belirleme ve performans değerlendirme süreçlerini teknolojik olarak desteklemektedir (Baars vd., 2022). Proje, öğrencilere akademik takip ve konu analizi modülleri sunarken; rehber öğretmenler için de veri odaklı bir yönetim paneli aracılığıyla "Erken Uyarı Sistemi" (EWS) sağlamaktadır.

Geleneksel eğitim sistemleri genellikle dönem sonu verilerine odaklanmakta, bu da akademik başarısızlık riski taşıyan öğrencilere müdahale edilmesinde gecikmelere yol açmaktadır. Literatürde, riskli öğrencilerin 12-18 ay öncesinden tespiti için devamsızlık ve ders başarısı gibi göstergelerin sürekli izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Allensworth ve Easton, 2005; Faria vd., 2017). " Sparky " projesi, monorepo mimarisi (React Native ve Python) üzerine kurgulanan teknik yapısı ile bu boşluğu doldurarak rehberlik hizmetlerini proaktif bir yapıya kavuşturmaktadır (Kaban ve Bilen, 2021). Verinin pedagojik içgörüye dönüştüğü bu sistem (Siemens ve Gasevic, 2012), rehberlik hizmetlerinin erişilebilirliğini artırarak öğrenci iyi oluşunu destekleyen dijital bir başarı ortağı işlevi görmektedir (Yavrutürk, 2025).

Bu çalışma, mobil takip sistemlerinin akademik başarı grafiklerine etkisini ve veri odaklı risk analizinin rehberlik müdahale sürelerini ne derece kısalttığını araştırmayı hedeflemektedir. Öğrencilerin kendi ihtiyaçlarından yola çıkarak şekillendirdikleri bu çalışma, mühendislik yaklaşımlarının toplumsal faydaya dönüştüğü özgün bir proje örneğidir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sparky projesi, eğitim-rehberlik süreçlerini dijitalleştirmek amacıyla modern yazılım mühendisliği metodolojileri kullanılarak geliştirilmiştir. Çalışmada hem istemci hem de sunucu tarafını tek bir yapıdan yöneten monorepo mimarisi tercih edilmiştir.

### 2.1. Teknik Altyapı ve Ekipman

Projenin geliştirilmesinde kullanılan temel teknoloji yığını (tech stack) aşağıda belirtilmiştir:

**Frontend (Mobil):** Çapraz platform desteği için React Native ve Expo framework'leri kullanılmıştır. Tip güvenliği için TypeScript tercih edilmiştir.

**Backend (API):** Sunucu tarafı işlemleri için Node.js kullanılırken, veri analizi ve risk tahminleme algoritmaları için Python programlama dili tercih edilmiştir.

**Veritabanı ve Yönetim:** Verilerin ilişkisel ve güvenli saklanması için PostgreSQL kullanılmış; durum yönetimi (state management) Redux Toolkit ile sağlanmıştır.

**Görselleştirme:** Öğrenci performans grafiklerinin oluşturulmasında Victory Charts ve Chart Kit kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

" Sparky " projesinin geliştirilmesi sonucunda, eğitim ve rehberlik süreçlerini tek bir mobil ekosistemde birleştiren bütünleşik bir platform elde edilmiştir. Sistemin sağladığı temel çıktılar ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırılması Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Geleneksel Rehberlik Takibi ile Sparky Projesi Arasındaki Karşılaştırma

| Özellik | Geleneksel Yöntemler | **Sparky**Projesi |
|---|---|---|
| Veri Erişimi | Periyodik/Dönem Sonu | Gerçek Zamanlı (7/24) |
| Müdahale Hızı | Reaktif (Sorun Oluşunca) | Proaktif (Erken Uyarı Sistemi) |
| İletişim | Yüz Yüze/E-posta | Mobil Bildirim ve Chat |
| Analiz Tipi | Manuel Değerlendirme | Algoritmik Risk Analizi |

Projenin en önemli çıktılarından biri olan "Erken Uyarı Sistemi" (EWS), öğrenci verilerini analiz ederek üç seviyeli bir risk sınıflandırması yapmaktadır. Bu sınıflandırma kriterleri Tablo 2'de detaylandırılmıştır.

Tablo 2. Sparky Projesi Risk Analizi ve Sınıflandırma Kriterleri

| Risk Seviyesi | Gösterge (ABC Kriterleri) | Öngörülen Müdahale |
|---|---|---|
| Yüksek | Netlerde %20+ düşüş, sürekli devamsızlık | Acil rehberlik randevusu ve veli bilgilendirmesi |
| Orta | Konu tamamlama oranında duraksama | Motivasyon bildirimi ve çalışma planı revizesi |
| Düşük | Stabil başarı, düzenli veri girişi | Olumlu geri bildirim ve sürdürülebilirlik takibi |

Elde edilen sonuçlar tartışıldığında, mobil öncelikli platformların masaüstü platformlara göre ders tamamlama hızını %45 oranında artırdığına dair literatür verileri (Signal Skills, 2024), projenin mobil stratejisini desteklemektedir. Ayrıca, lise düzeyindeki erken uyarı sistemlerinin %89 gibi yüksek bir tahmin doğruluğuna sahip olması (Faria vd., 2017), projenin Python tabanlı risk analiz modülünün akademik başarıyı artırmada kritik bir araç olacağını kanıtlamaktadır.




Şekil 1. Sparky Uygulaması Öğrenci Akademik Performans Takip Ekranı Modeli

Şekil 1'de görülen görselleştirme araçları (Victory Charts), öğrencinin üstbilişsel farkındalığını artırarak öz-düzenlemeli öğrenme sürecine katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak Sparky, sadece bir veri kayıt aracı değil, veriyi eyleme dönüştüren bir karar destek sistemi olarak jüriye sunulmaktadır

## KAYNAKLAR


- Allensworth, E. M. ve Easton, J. Q., (2005). The on-track indicator as a predictor of high school graduation, University of Chicago, Chicago IL.
- Baars, M., Khare, S. ve Ridderstap, L., (2022). Exploring students' use of a mobile application to support their self-regulated learning processes, Frontiers in Psychology, 13, 793002.
- Bañeres, D., Guerrero-Roldán, A. E. ve Rodríguez, M. E., (2023). A dynamic time-interval prediction model for student dropout, Higher Education.
- EDUCAUSE, (2024). 2024 EDUCAUSE Student Technology Report: Mobile tech driving success in higher education, EDUCAUSE.
- Faria, A. M., Sorensen, N., Heppen, J. vd., (2017). Getting students on track for graduation: Impacts of the Early Warning Intervention and Monitoring System after one year, American Institutes for Research.
- Kaban, A. ve Bilen, Ö., (2021). Eğitimde kullanılan erken uyarı sistemleri konusunda yapılmış çalışmaların incelenmesi, MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10, 2, 788-797.
- Öztop, F., (2022). Matematik öğretiminde mobil teknoloji kullanımının akademik başarı üzerindeki etkisi: Bir meta-analiz çalışması, Muş Alparslan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 1, 66-81.
- Siemens, G. ve Gasevic, D., (2012). Learning and knowledge analytics, Journal of Learning Analytics.
- Signal Skills, (2024). Online learning statistics: Mobile vs Desktop speed analysis, Signal Skills Research.
- Yavrutürk, A. R., (2025). Okul psikolojik danışmanlığında inovasyon ve dijital çözümlerle öğrenci iyi oluşunu artırma, Harran Maarif Dergisi, 10, 1, 108-128.

# DRON TABANLI GERÇEK ZAMANLI YANGIN VE DUMAN TESPİTİ

***Furkan Cumali Gökbudak***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Murat Erturan***

*f221222016@ktun.edu.tr; amerturan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimler Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42100, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, orman ve endüstriyel yangınların başlangıç aşamasında tespiti için Tellodron platformu ve derin öğrenme algoritmalarını entegre eden gerçek zamanlı bir gözlem sistemi sunmaktadır. Proje kapsamında, dron üzerinden alınan anlık görüntü verileri, küçük nesne tespitinde yüksek başarı gösteren optimize edilmiş bir Sadece Bir Kez Bak (YouOnlyLookOnce - YOLOv8) mimarisiyle işlenmektedir. Klasik evrişimli katmanların ötesine geçilerek sisteme entegre edilen Alandan Derinliğe Evrişim (Space-to-Depth Convolution - SPD-Conv) modülü sayesinde düşük çözünürlüklü görüntülerdeki duman detayları korunmuş, Kısmi Evrişim (PartialConvolution -PConv) ile hesaplama maliyeti düşürülmüş ve Ağırlıklı Birleşim Üzerinden Kesişim (WeightedIntersectionoverUnion - Wise-IoU) ile sınırlayıcı kutu hassasiyeti artırılmıştır. Grafik İşlem Birimi (Graphics ProcessingUnit - GPU) üzerinde Saniyedeki Kare Sayısı (Frames Per Second - FPS) 125 işleme hızına ulaşan bu sistem, uygun maliyetli donanımlarla yüksek performanslı bir erken uyarı çözümü sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**Derin Öğrenme,PConv, SPD-Conv,YOLOv8,Wise-IoU

**ABSTRACT**

This study presents a real-time observation system integrating the Tellodron platform and deep learning algorithms for the early detection of forest and industrial fires. Within the scope of the project, real-time image data obtained from the drone is processed using an optimized YouOnlyLookOnce (YOLOv8) architecture that demonstrates high accuracy in small object detection. By integrating a Space-to-Depth Convolution (SPD-Conv) module, going beyond classical convolutional layers, the system preserves smoke details in low-resolution images, reduces computational costs with Partial Convolution (PConv), and increases bounding box accuracy with Weighted Intersection over Union (Wise-IoU). Reaching a processing speed of 125 Frames Per Second (FPS) on the Graphics Processing Unit (GPU), this system offers a high-performance early warning solution with cost-effective hardware.

**Keywords:**Deep Learning,PConv, SPD-Conv, YOLOv8, Wise-IoU

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde artan iklim değişikliği ve endüstriyel faaliyetler, orman yangınlarının ve tesis kazalarının sayısını artırarak ekolojik ve ekonomik açıdan telafisi güç zararlara yol açmaktadır. Yangınla mücadelede en kritik aşama erken tespittir. Geleneksel sabit izleme sistemleri ve insanlı devriyeler; kör noktalar, sınırlı görüş alanı ve düşük tepki hızı gibi kısıtlamalara sahiptir. Bu noktada, hareket kabiliyeti yüksek İnsansız Hava Araçları

(İHA) ve derin öğrenme tabanlı nesne tespit algoritmaları, yangın yönetiminde devrim niteliğinde çözümler sunmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, İHA tabanlı yangın tespitinde Sadece Bir Kez Bak (YouOnlyLookOnce - YOLOv8) algoritmalarının yüksek performans sergilediği görülmektedir (Katiyar vd., 2023). Ancak, İHA görüntülerindeki küçük nesnelerin (erken aşama duman ve uzak ateş kaynakları) tespiti hala çözülmesi gereken temel bir problemdir. Standart YOLOv8 modelleri, düşük çözünürlüklü piksellerdeki veri kaybı nedeniyle küçük nesneleri tespit etmekte zorlanabilmektedir (Al-Azzawi vd., 2025). Ayrıca, dumanın belirli bir geometrik şekli olmaması (amorf yapı), sınırlayıcı kutu (*boundingbox*) hassasiyetini olumsuz etkilemektedir (Zhang vd., 2023).

Bu çalışma, mevcut modellerin yaşadığı küçük nesne tespiti ve hesaplama maliyeti sorunlarını aşmayı hedefleyen özgün bir yaklaşım sunmaktadır. Proje kapsamında, literatürdeki boşluğu doldurmak amacıyla YOLOv8 mimarisine Alandan Derinliğe Evrişim (Space-to-Depth Convolution - SPD-Conv) modülü entegre edilerek düşük çözünürlüklü detayların korunması sağlanmıştır. Ayrıca, sınırlayıcı kutu hassasiyetini optimize etmek için Ağırlıklı Birleşim Üzerinden Kesişim (WeightedIntersectionoverUnion - Wise-IoU / WIoU) kayıp fonksiyonu uygulanmış ve sistemin gerçek zamanlı çalışabilmesi için Kısmi Evrişim (PartialConvolution -PConv) katmanları ile donanım yükü hafifletilmiştir. Bu araştırma; "Düşük maliyetli bir dron platformu ile yüksek Saniyedeki Kare Sayısı (Frames Per Second - FPS) değerlerinde, küçük nesne kaybı yaşamadan gerçek zamanlı yangın tespiti yapılabilir mi?" sorusundan yola çıkarak, İHA tabanlı erken uyarı sistemlerine teknik bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, düşük irtifa uçuş kabiliyetine sahip DJI Tello dron platformu görüntü toplama birimi olarak kullanılmıştır. Dron üzerinden alınan 720p çözünürlüğündeki anlık video akışı, Wi-Fi protokolü üzerinden yer istasyonuna; içerisinde NVIDIA GeForce RTX 4050 Grafik İşlem Birimi (Graphics ProcessingUnit - GPU) barındıran dizüstü bilgisayara aktarılmaktadır. Yazılım geliştirme sürecinde Python programlama dili ve görüntü işleme kütüphanesi olarak Açık Kaynaklı Bilgisayarlı Görü (Open Source ComputerVision - OpenCV) tercih edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Elde edilen deneysel bulgular, SPD-Conv ve Wise-IoU modüllerinin modele entegrasyonunun, nesne tespiti performansında niteliksel bir sıçrama yarattığını göstermektedir. Başlangıç aşamasındaki 0.8524'lük eğitim kutu kaybı (Train Box Loss) değerinin nihai modelde 0.5312'ye, sınıflandırma kaybı (Class Loss) değerinin ise 0.8927'den 0.4721'e gerilemesi, modelin öğrenme kapasitesinde sağlanan yaklaşık %40'lık iyileşmenin somut bir göstergesidir.

Bu akademik başarının sahaya yansıması ise PConv katmanları sayesinde mümkün olmuştur; Saniyedeki Kare Sayısı (Frames Per Second - FPS) 125 seviyesindeki çıkarım hızı, dronun dinamik hareketleri sırasında dahi kesintisiz bir gerçek zamanlı takip kapasitesi sunmaktadır. Sistemin erken uyarı yetkinliği, dumanın ilk evrelerini temsil

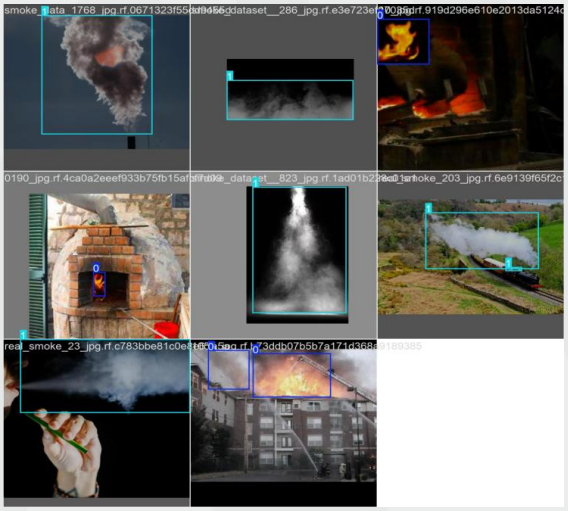
eden küçük nesne hassasiyetinin (Duyarlılık -Recall: %71.5) stabil tutulmasıyla güçlendirilmiştir. Özellikle Ortalama Hassasiyet (mAP50) ve Kesinlik (Precision) değerlerinde gözlemlenen %8-10 bandındaki kontrollü düşüş, bir performans kaybından ziyade; modelin eğitim verisine aşırı uyum sağlama (overfitting) etkisinden arındırıldığını kanıtlamaktadır. Bu durum, sistemin bulut, sis veya ışık yansımaları gibi dış ortam gürültülerine karşı daha yüksek bir direnç ve genelleme yeteneği kazandığını göstermektedir.

**Tablo 5.** Başlangıç modeli (30 Epoch) Verileri

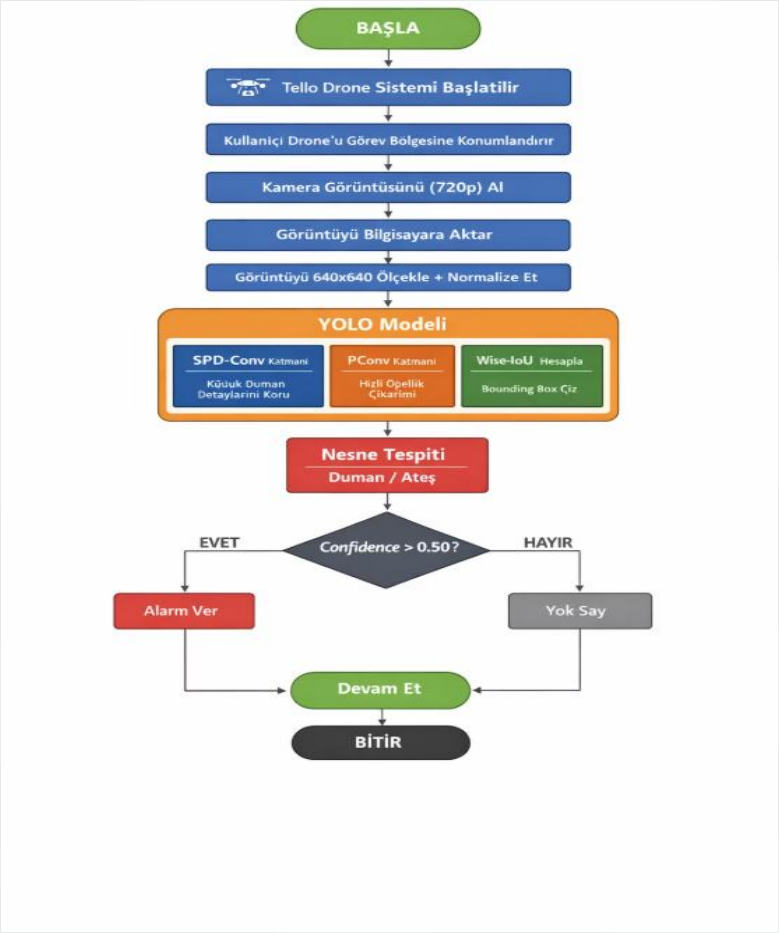
| Metrik | Değer |
|---|---|
| Test Doğruluğu | 0.8251 |
| Ağırlıklı F1 Skoru | 0.8214 |
| Hassasiyet (Precision) | 0.9203 |
| Duyarlılık(Recall) | 0.7415 |
| Eğitim Kutu Kaybı (Train Box Loss) | 0.8524 |
| Eğitim Sınıflandırma Kaybı (Train Class Loss) | 0.8927 |

**Tablo 2.**Başlangıç modeli (200 Epoch) Verileri

| Metrik | Değer |
|---|---|
| Test Doğruluğu | 0.7440 |
| Ağırlıklı F1 Skoru | 0.7667 |
| Hassasiyet (Precision) | 0.8270 |
| Duyarlılık(Recall) | 0.7150 |
| Eğitim Kutu Kaybı (Train Box Loss) | 0.5312 |
| Eğitim Sınıflandırma Kaybı (Train Class Loss) | 0.4721 |



**Şekil 1**. YOLOv8 modelinin doğrulama (validation) aşamasındaki nesne tespit çıktıları.




**Şekil 2.** Derin Öğrenme Tabanlı Gerçek Zamanlı Yangın Tespit Sistemi Uçtan Uca Operasyonel Mimari Akışı

## KAYNAKLAR


- Al-Azzawi, A., Al-Saffar, A. ve Al-Rifaie, M., (2025). An Improved UAV Forest Fire Detection Model Based on YOLOv8, Fire, 8, 1, 12-28.
- Katiyar, S., Singh, N. ve Gupta, A., (2023). Forest Fire DetectionandRecognition Using YOLOv8 Algorithms, IEEE Xplore / Conference Proceedings, 15, 3, 442-450.
- Zhang, J., Hu, X. ve Liu, W., (2023). An ImprovedWildfireSmokeDetectionBased on YOLOv8 and UAV Images, Fire, 6, 5, 210-225.

# BİYOMEDİKAL VERİ ANALİZİ İÇİN DERİN ÖĞRENME VE FÜZYON TABANLI ÇOK MODALİTELİ TEŞHİS SİSTEMİ

***Anıl Ali AKSOY***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan BAYKAN***

*f221213074@ktun.edu.tr; nurdan.baykan@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Alzheimer ve Zona gibi nörolojik hastalıkların manuel teşhisi uzman yetersizliği ve yüksek maliyet nedeniyle klinik pratikte ciddi güçlükler doğurmaktadır; bu nedenle biyomedikal sinyal ve görüntü verilerini otomatik analiz eden yapay zeka destekli sistemlere olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, EEG ve MRI modalitelerini kapsayan bütünleşik bir teşhis platformunun geliştirilmesi ve model çıktılarının Büyük Dil Modeli (LLM) aracılığıyla klinik raporlara dönüştürülmesidir. Çalışma kapsamında TSCeption mimarisi DREAMER veri setinde EEG tabanlı duygu tanıma için eğitilmiş; EfficientNet-B0 modeli OASIS-1 veri setinde Alzheimer teşhisine yönelik yüksek hasta duyarlılığı hedefiyle optimize edilmiştir. EEG ve MRI modaliteleri meta-öğrenme yaklaşımıyla birleştirilerek Zona hastalığı için çok modaliteli bir füzyon sistemi geliştirilmiştir. Tüm modeller, OpenAI GPT-4o-mini API ile klinisyen ve hasta düzeyinde otomatik rapor üreten ve PyQt6 arayüzüyle sunulan izlenebilir bir yapıya entegre edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Alzheimer teşhisi, Derin öğrenme, Duygu tanıma, EEG analizi, Füzyon modeli

**ABSTRACT**

The manual diagnosis of neurological diseases such as Alzheimer's and Herpes Zoster presents significant challenges in clinical practice due to a shortage of specialists and high diagnostic costs; consequently, the demand for artificial intelligence-based systems capable of automatically analyzing biomedical signals and imaging data continues to grow. The primary objective of this study is to develop an integrated diagnostic platform encompassing EEG and MRI modalities, and to convert model outputs into clinical reports through a Large Language Model (LLM). Within this scope, the TSCeption architecture was trained on the DREAMER dataset for EEG-based emotion recognition, while the EfficientNet-B0 model was optimized for Alzheimer's diagnosis on the OASIS-1 dataset with a focus on maximizing patient recall. EEG and MRI modalities were further combined through a meta-learning approach to develop a multimodal fusion system for Herpes Zoster detection. All models were integrated into a traceable and clinically deployable structure featuring automatic report generation at both clinician and patient levels via the OpenAI GPT-4o-mini API, presented through a PyQt6-based graphical user interface.

**Keywords:** Alzheimer diagnosis, Deep learning, Emotionrecognition, EEG analysis, Fusion model

## 1. GİRİŞ

Biyomedikal sinyal ve görüntü işleme, otomatik tanı ve hasta takibini mümkün kılarak modern sağlık hizmetlerinde kritik bir alan haline gelmiştir. Elektroensefalografi (EEG) ile Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) modaliteleri, sırasıyla duygu analizi ve nörodejeneratif hastalık teşhisi amaçlı olarak ele alınmıştır.

Bu zorlukları aşmak amacıyla EEG ve MRI modalitelerini tek bir çatı altında inceleyen çok yönlü bir analiz platformu geliştirilmiştir (He vd., 2016; Tan ve Le, 2019).

Çalışma dört ana bileşenden oluşmaktadır: (1) DREAMER veri setiyle EEG tabanlı duygu tanıma (Katsigiannis ve Ramzan, 2018), (2) OASIS-1 veri setiyle Alzheimer hastalığı teşhisi (Marcus vd., 2007), (3) klinik PSG verisiyle Zona hastalığı çok modaliteli füzyon sistemi ve (4) OpenAI GPT-4o-mini API entegrasyonlu klinik rapor üretim sistemi. Tüm modeller PyQt6 tabanlı kullanıcı arayüzüyle bütünleştirilmiştir.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Setleri

DREAMER EEG Veri Seti: yaş ortalaması 20-33 arasında değişen 23 gönüllü katılımcıya toplam 18 farklı film klibi izletilmiş; Emotiv EPOC cihazıyla 14 kanaldan 128 Hz örnekleme hızında EEG kaydı alınmıştır. Katılımcıların anlık duygu durumları, öz-değerlendirme kukla ölçeği (SAM) aracılığıyla Valence (hoşluk) ve Arousal (uyarılma) boyutlarında 1-5 arası puanlarla toplanmıştır (Katsigiannis ve Ramzan, 2018).

OASIS-1 MRI Veri Seti: 18-96 yaş aralığında 416 bireye ait T1 ağırlıklı yapısal MRI taramaları içermektedir. Klinik Demans Derecelendirme (CDR) ölçeği esas alınarak 316 birey bilişsel açıdan sağlıklı, 100 birey ise Alzheimer hastası olarak etiketlenmiştir (Marcus vd., 2007).

Zona PSG Veri Seti: 34 sağlıklı (HC) ve 32 Zona hastasından (ZAN) oluşan 66 katılımcıya ait klinik polisomnografi (PSG) kayıtları kullanılmıştır. EEG verisi 59 kişi için (24 kanal), MRI verisi 55 kişi için (133 öznitelik) mevcuttur.

### 2.2. EEG Duygu Tanıma Yöntemi

TSCeption mimarisi (Ding vd., 2021) ham EEG sinyallerini eş zamanlı çalışan zamansal ve uzamsal bloklarla işleyerek duygu temsillerini uçtan uca öğrenmektedir. İkili sınıflandırmada çapraz entropi, sürekli değer tahminine dayalı regresyonda ise Huber kayıp fonksiyonu kullanılmıştır. Eğitim Adam optimizörüyle 150 döngü boyunca yürütülmüştür. Karşılaştırma amacıyla geliştirilen klasik makine öğrenmesi yaklaşımında 476 el tasarımı öznitelik çıkarılmış; boyut indirgeme ve öznitelik seçimi ardından 5-katlı çapraz doğrulamayla değerlendirme yapılmıştır.

### 2.3. MRI Alzheimer Teşhisi Yöntemi

EfficientNet-B0 iki aşamalı transfer öğrenme stratejisiyle eğitilmiştir: ilk 8 epoch backbone dondurulmuş, ardından backbone açılarak öğrenme hızı diferansiyeli uygulanmıştır. Klinik açıdan hasta bireyleri kaçırmamak öncelikli hedef olduğundan, model çıktısı için karar eşiği sabit tutulmamış; sağlıklı bireylerin duyarlılığı en az %65 düzeyinde korunacak biçimde kısıt oluşturularak hasta duyarlılığını en yükseğe taşıyan

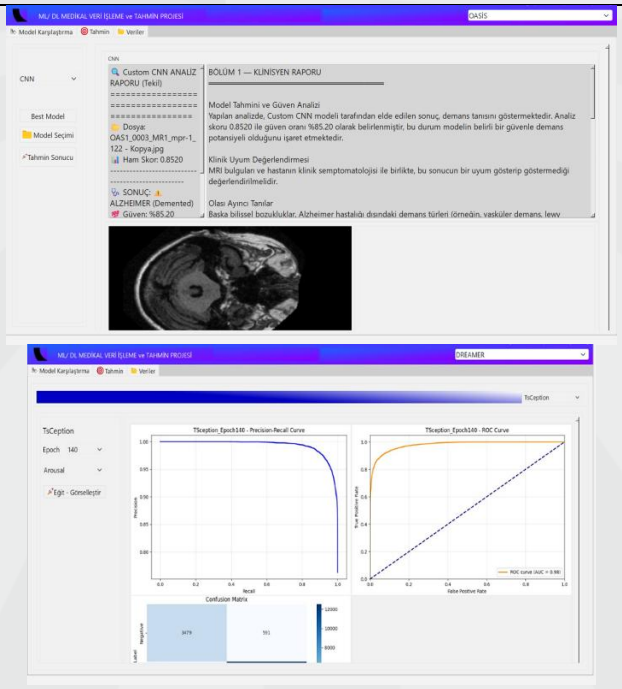
eşik değeri sistematik olarak belirlenmiştir. Özgün CNN mimarisi dört konvolüsyon bloğundan oluşmakta olup ağın derinleştikçe artan oranda nöron devre dışı bırakma (dropout) uygulanarak aşırı öğrenmenin önüne geçilmiştir. Klasik ML karşılaştırmasında GLCM+HOG öznitelikleri kullanılmıştır.

### 2.4. Zona Hastalığı Füzyon Modeli

İki aşamalı meta-öğrenme (stacking) mimarisi uygulanmıştır. Birinci aşamada EEG ve MRI verileri üzerinde ayrı ayrı XGBoost, SVM, Random Forest ve Logistic Regression modelleri eğitilmiştir. EEG öznitelikleri temel bileşen analizi (PCA) ile, MRI öznitelikleri ise istatistiksel anlam testine dayalı seçim yöntemiyle (SelectKBest) boyutsal olarak indirgenmiş; optimum parametre değerleri çapraz doğrulama sürecinde belirlenmiştir. İkinci aşamada modalite modellerinin ZAN olasılık çıktıları meta-öğreniciye girdi olarak verilmiştir. Veri sızıntısını önlemek için iç içe çapraz doğrulama kullanılmıştır. SMOTE ve NoSMOTE koşulları dahil 64 farklı kombinasyon GridSearch ile değerlendirilmiştir (Chen ve Guestrin, 2016; Chawla vd., 2002).

### 2.5. API Tabanlı Klinik Rapor Üretimi

Model tahmin sonuçları OpenAI GPT-4o-mini API'sine (OpenAI, 2024) yapılandırılmış prompt şablonlarıyla iletilmekte; OASIS/Alzheimer, DREAMER/EEG ve Zona füzyon analizi için ayrı şablonlar kullanılmaktadır. Her analizde tıbbi terminoloji kullanan doktor raporu ve sade dil kullanan hasta raporu olmak üzere iki ayrı bölüm üretilmektedir. Tüm sistem PyQt6 arayüzüyle entegre edilmiştir.




Şekil 1. **(a)** CNN tabanlı modelin tahmin çıktısı ve klinik değerlendirme raporu **(b)** Model performansına ait değerlendirme metrikleri

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. EEG Duygu Tanıma Sonuçları

TSCeption mimarisinin binary sınıflandırma modunda valence için %93.0, arousal için %92.1 doğruluk elde edilmiş; bu sonuç derin öğrenmenin EEG analizindeki üstünlüğünü açıkça ortaya koymaktadır. Regresyon modunda ise valence tahmini için MAE=0.652 ve RMSE=0.847, arousal tahmini için MAE=0.583 ve RMSE=0.751 değerleri elde edilmiş olup 1-5 puanlık skala göz önüne alındığında bu hata payları klinik açıdan kabul edilebilir düzeydedir. Karşılaştırma amacıyla geliştirilen klasik makine öğrenmesi yaklaşımında en başarılı sonuç SelectKBest öznitelik seçimiyle birleştirilen Rastgele Orman modeliyle alınmış; valence için %73.5, arousal için %69.6 doğruluk elde edilmiştir. Klasik yöntemlerin genel performans aralığı %59-73 olarak gözlemlenmiş; derin öğrenme modelinin bu yöntemlere kıyasla 8-12 puanlık üstünlük sağladığı görülmüştür.

### 3.2. Alzheimer Teşhisi Sonuçları

Alzheimer teşhisinde karşılaştırılan derin öğrenme modelleri arasında EfficientNet-B0 en yüksek performansı sergilemiş; %87.67 doğruluk, 0.8880 F1-skoru, %97.64 hasta duyarlılığı ve %77.64 sağlıklı duyarlılığı elde etmiştir. Klinik açıdan en kritik metrik olan hasta duyarlılığında %97.64 değerine ulaşılması, modelin Alzheimer hastası bireyleri büyük ölçüde doğru sınıflandırabildiğini göstermektedir. Özgün CNN mimarisi 5-katlı çapraz doğrulama ile %79.94 doğruluk ve %93.65 hasta duyarlılığı elde etmiş olup dengeli bir performans sergilemiştir. ResNet50 modelinde ise eğitim doğruluğunun %92.75, doğrulama doğruluğunun ise yalnızca %70.88 olduğu görülmüş; bu +%22'lik açık aşırı öğrenmenin belirgin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. GLCM doku özniteliklerine dayalı Lojistik Regresyon modeli %73.1 doğruluk ve %63.3 hasta duyarlılığıyla sınırlı kalmış; el tasarımı özniteliklerin derin öğrenme yöntemlerinin gerisinde kaldığı teyit edilmiştir.

### 3.3. Zona Hastalığı Füzyon Sonuçları

Zona hastalığı teşhisinde test edilen 64 kombinasyon içinde en yüksek genel doğruluğa XGBoost (MRI) ve Lojistik Regresyon (EEG) birinci aşama modelleriyle Lojistik Regresyon meta modelinin birleştirildiği yapıda ulaşılmış; %72.22 doğruluk, 0.703 F1-skoru, %80.67 sağlıklı duyarlılığı ve %60.0 ZAN duyarlılığı elde edilmiştir. Hasta duyarlılığı öncelikli değerlendirildiğinde ise Lojistik Regresyon (MRI) ve XGBoost (EEG) kombinasyonuyla XGBoost meta modeli %65.0 ZAN duyarlılığına ulaşmış; ancak bu yapıda genel doğruluk %59.11'e gerilemiştir. Tek modaliteli karşılaştırmalarda MRI modelinin %80.00, EEG modelinin ise %76.21 doğruluk elde ettiği görülmüştür. Füzyon yaklaşımının tek modaliteye kıyasla belirgin bir doğruluk artışı sağlayamaması, 47 kişiyle sınırlı kalan ortak veri kümesinin meta modelin öğrenme kapasitesini kısıtlamasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

YYBB 26YYBB72459

## KAYNAKLAR


- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O. ve Kegelmeyer, W. P., (2002). SMOTE: synthetic minority over-sampling technique, Journal of Artificial Intelligence Research, 16, 321-357.
- Chen, T. ve Guestrin, C., (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system, ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, San Francisco, ABD.
- Ding, Y., vd., (2021). TSception: A Deep Learning Framework for Emotion Detection Using EEG, 2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Shenzhen, Çin.
- He, K., Zhang, X., Ren, S. ve Sun, J., (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, ABD.
- Katsigiannis, S. ve Ramzan, N., (2018). DREAMER: A Database for Emotion Recognition through EEG and ECG Signals from Wireless Low-cost Off-the-Shelf Devices, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 22, 1, 98-107.
- Marcus, D. S., vd., (2007). Open Access Series of Imaging Studies (OASIS): Cross-sectional MRI Data in Young, Middle Aged, Nondemented, and Demented Older Adults, Journal of Cognitive Neuroscience, 19, 9, 1498-1507.
- OpenAI, (2024). GPT-4o mini: advancing cost-efficient intelligence. [Çevrimiçi]. Erişim: https://openai.com/index/gpt-4o-mini-advancing-cost-efficient-intelligence (Erişim tarihi: 12.03.2026).
- Pedregosa, F., vd., (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python, Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830.
- Tan, M. ve Le, Q. V., (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks, International Conference on Machine Learning (ICML), Long Beach, ABD.

# YAPAY ZEKA DESTEKLİ IŞIKLI REAKSİYON ANTRENMAN SİSTEMİ VE MOBİL ASİSTAN ENTEGRASYONU

***Mehmet Ali Boğa***

***Danışman: Prof. Dr. Murat Ceylan***

*f221222039@ktun.edu.tr; mceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi,*

*42010, Konya*

**ÖZET**

Bu projede sporcuların reaksiyon süresi, dikkat ve karar verme performansını geliştirmek amacıyla yapay zekâ destekli modüler bir reaksiyon antrenman sistemi geliştirilmiştir. Sistem, kablosuz haberleşebilen ESP32 tabanlı ışıklı cihazlar ve mobil uygulama bileşenlerinden oluşmaktadır. Cihazlar rastgele veya belirlenen senaryolara göre tetiklenerek kullanıcının tepki süresini ölçmekte ve performans verilerini mobil uygulamaya aktarmaktadır. Toplanan veriler analiz edilerek kullanıcının performans gelişimi takip edilmekte ve kişiselleştirilmiş antrenman önerileri sunulmaktadır. Geliştirilen sistem, modüler yapısı sayesinde farklı spor branşlarına uyarlanabilir bir altyapı sunmaktadır. Önerilen çözüm, spor teknolojileri alanında yüksek maliyetli ithal ürünlere alternatif olabilecek düşük maliyetli ve taşınabilir bir sistem sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca sistem, veri odaklı antrenman yaklaşımını destekleyerek sporcuların performans gelişiminin objektif olarak değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** IoT**,** Mobil uygulama, Reaksiyon süresi, Spor teknolojileri, Yapay zeka

**ABSTRACT**

This project develops an AI-powered modular reaction training system to improve athletes' reaction time, attention, and decision-making performance. The system consists of wirelessly communicating ESP32-based light devices and a mobile application. The devices are triggered randomly or according to predetermined scenarios to measure the user's reaction time and transmit performance data to the mobile application. The collected data is analyzed to track the user's performance development and provide personalized training recommendations. Thanks to its modular structure, the developed system offers an infrastructure adaptable to different sports branches. The proposed solution aims to provide a low-cost and portable system that can be an alternative to expensive imported products in the field of sports technology. In addition, the system supports a data-driven training approach, contributing to the objective evaluation of athletes' performance development.

**Keywords:**Artificialintelligence, IoT, Mobile application, Reaction time, sportstechnology

## 1. GİRİŞ

Spor bilimlerinde reaksiyon süresi ve bilişsel karar verme hızı, atletik başarıyı doğrudan etkileyen en kritik parametreler arasında yer almaktadır. Özellikle futbol, basketbol ve savunma sporları gibi dinamik branşlarda, sporcunun dış uyaranlara verdiği tepki süresi başarıyı belirleyen temel faktördür. Literatürde yapılan çalışmalar, ışık tabanlı reaktif

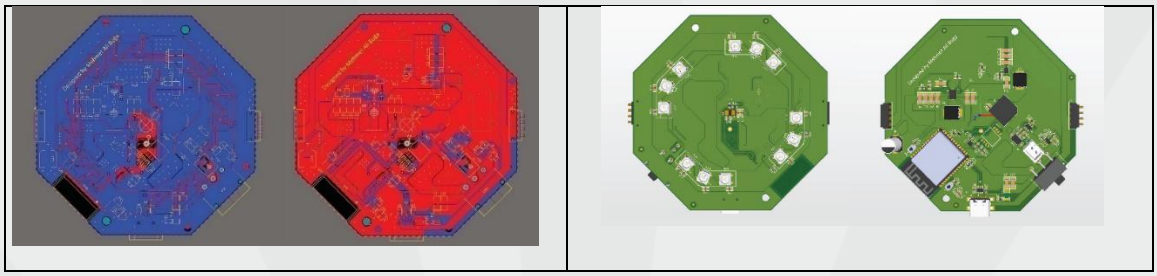
antrenmanların sporcuların çeviklik ve görsel reaksiyon hızında anlamlı iyileşmeler sağladığını kanıtlamıştır (Hassan vd., 2022; Vurmaz ve Bingül, 2018). Günümüzde bu becerilerin geliştirilmesi için çeşitli ticari çözümler bulunsa da, bu sistemlerin çoğu yüksek maliyetli ve yalnızca veri kaydeden statik araçlar olarak kalmaktadır.Pazardaki bu eksiklik, veriyi anlamlandıran ve sporcuya eyleme geçirilebilir tavsiyeler sunan akıllı sistemlere olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu çalışmada önerilen sistem, IoT tabanlı donanım mimarisini modern yapay zekâ metodolojileriyle birleştirerek bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Büyük Dil Modellerinin (LLM) kişiselleştirilmiş antrenman planlamasındaki potansiyeli kullanılarak, sistemin sadece bir ölçüm cihazı değil, aynı zamanda etkileşimli bir "sanal koç" haline gelmesi hedeflenmektedir (Dergaa vd., 2024). Böylece sporcuların performans gelişiminin objektif olarak takip edilmesi ve kişiye özel antrenman parametrelerinin optimize edilmesi mümkün hale gelmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada sporcuların reaksiyon süresini ölçmek ve performans verilerini analiz etmek amacıyla donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşan bütünleşik bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, ESP32 mikrodenetleyici tabanlı modüler reaksiyon cihazları ve bu cihazlarla haberleşen bir mobil uygulamadan oluşmaktadır. Reaksiyon modülleri üzerinde görsel uyarı oluşturmak amacıyla adreslenebilir LED yapısı kullanılmıştır. Kullanıcının verdiği tepkiyi algılamak için kapasitif dokunma yüzeyi ve temassız algılama yapabilen mesafe sensörü birlikte kullanılmıştır. Bu sayede hem fiziksel temas hem de yaklaşma hareketi algılanarak tepki süresi ölçümü gerçekleştirilebilmektedir. Sensörlerden elde edilen veriler mikrodenetleyici tarafından işlenerek performans parametreleri oluşturulmaktadır.Birden fazla cihazın birlikte çalışabilmesi amacıyla cihazlar arası kablosuz haberleşme yapısı oluşturulmuştur. Bu yapı sayesinde modüller senkronize şekilde çalışabilmekte ve rastgele veya belirli senaryolara göre ışık tetikleme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Modüler tasarım yaklaşımı sayesinde sistem farklı sayıda cihaz ile çalışabilecek şekilde ölçeklenebilir olarak tasarlanmıştır.Mobil uygulama Flutter geliştirme platformu kullanılarak hazırlanmış olup cihazlar ile Bluetooth LowEnergy (BLE) üzerinden haberleşmektedir. Uygulama aracılığıyla antrenman başlatma, veri kaydetme ve performans görüntüleme işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Sistem tarafından elde edilen tepki süresi, doğru tepki sayısı ve hata oranı verileri mobil uygulama üzerinden görselleştirilerek kullanıcının performans gelişiminin takip edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen prototip temel fonksiyonlar açısından test edilerek sistemin çalışabilirliği doğrulanmıştır.

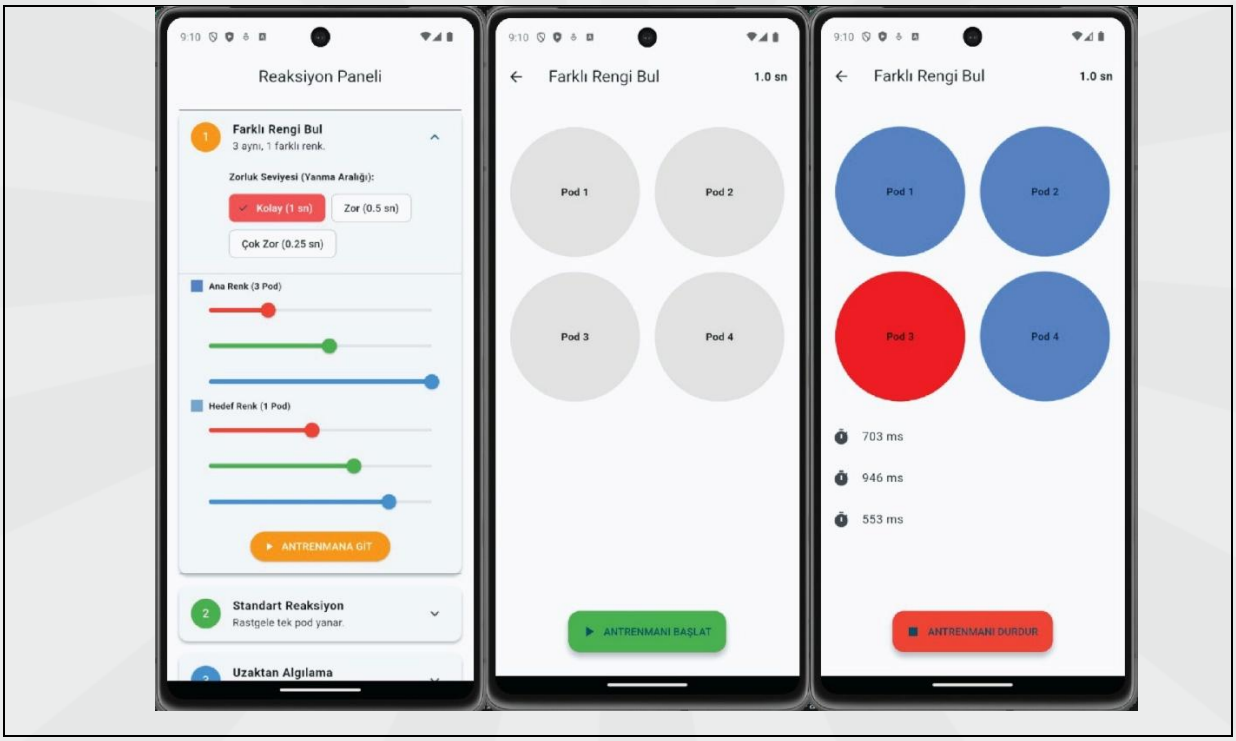
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem kapsamında reaksiyon süresi ölçümü yapabilen ve kablosuz haberleşme ile çalışabilen bir prototip başarıyla gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan PCB yapısı ile elektronik bileşenler kompakt ve modüler bir yapıda birleştirilmiş, bu sayede sistemin taşınabilir ve farklı sayıda cihaz ile genişletilebilir olduğu görülmüştür (Şekil 1). Donanım tasarımının kararlı çalıştığı ve cihazlar arası haberleşmenin senkronize şekilde gerçekleştirilebildiği gözlemlenmiştir. Sensör yapısı sayesinde kullanıcı tepkileri algılanabilmiş ve tepki süresi verileri elde edilmiştir.



**Şekil 1. PCB çizimleri**

Geliştirilen mobil uygulama üzerinden cihaz bağlantısının kurulabildiği, antrenman senaryolarının başlatılabildiği ve elde edilen performans verilerinin görüntülenebildiği doğrulanmıştır (Şekil 2). Uygulama arayüzünün kullanıcı dostu olduğu ve temel performans bilgilerinin anlaşılabilir şekilde sunulabildiği görülmüştür. Elde edilen verilerin kaydedilebilir olması, kullanıcı performansının zaman içerisindeki değişiminin takip edilebilmesine olanak sağlamaktadır.




**Şekil 2. Konsept Mobil Arayüz**

Elde edilen sonuçlar, sistemin sporcularda reaksiyon performansının ölçülmesi ve değerlendirilmesi için uygulanabilir bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Modüler yapısı ve düşük maliyetli bileşenler kullanılması sayesinde sistemin farklı spor branşlarına uyarlanabileceği ve geliştirilmeye açık bir altyapı sunduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca mobil uygulama entegrasyonu sayesinde sistemin yalnızca ölçüm yapan bir cihaz değil, aynı zamanda performans takibini kolaylaştıran bir araç olarak kullanılabileceği öngörülmektedir.

YYBB
26YYBB72168

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli katkı ve yönlendirmeleri için danışman hocam **Prof. Dr. Murat Ceylan'a** teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- Dergaa, I., Ben Saad, H., El Omri, A., Glenn, J. M., Clark, C. C. T., vd., (2024). Using artificialintelligenceforexerciseprescription in personalisedhealthpromotion: A criticalevaluation of OpenAI's GPT-4 model, Biology of Sport, 41, 2, 221-241.

- Vurmaz, M. O. ve Bingül, B. M., (2018). Investigatingtheeffect of lightreactionexercises on agility-quicknessandreaction time of the U-20 footballplayers, Journal of Educationand Training Studies, 6, 11a, 121-126.

YYBB 26YYBB72299

# NODIA: GRAF TABANLI AKILLI UÇUŞ PLANLAMA VE ANALİZ PLATFORMU

***Nihal AKIN***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan BAYKAN***

*f221213001@ktun.edu.tr; nbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42075, Konya*

**ÖZET**

Havacılık sektöründe artan veri yoğunluğu, karmaşık uçuş ağlarının yönetimi ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi ihtiyacı, akıllı ve bütünleşik dijital platformlara olan gereksinimi artırmaktadır. Bu projede; graf tabanlı rota optimizasyonu, Türkiye havacılık sektörü analizi, büyük dil modeli destekli yorum analizi, akıllı kupon sistemi ve kapsamlı bir yönetici panelini tek çatı altında birleştiren bütüncül bir web platformu geliştirilmiştir. Platform, Türkiye'deki havalimanları arasındaki uçuşları yönlü ve ağırlıklı bir graf olarak modellemekte ve Dijkstra algoritması ile en ucuz, en hızlı ve en erken varış rotalarını kullanıcıya sunmaktadır. Kullanıcılar, üç katmanlı veritabanı yapısı sayesinde direkt ve aktarmalı uçuşlar için bilet oluşturabilmekte; iptal işlemlerinde deterministik bir algoritma ile iade tutarını önizleyebilmekte ve iptal sonrasında otomatik kupon kazanabilmektedir. Ayrıca sistem, hem kullanıcı yorumlarını hem de harici veri setlerinden elde edilen havacılık yorumlarını analiz ederek duygu dağılımı, şikâyet/beğeni konuları ve zamansal eğilimler gibi gelişmiş metrikleri kullanıcı türevli ve harici veri türevli girdiler üzerinden sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Büyük Dil Modelleri, Dijkstra Algoritması, Graf Teorisi, Havacılık Sektörü, Web Tabanlı Platform

**ABSTRACT**

The increasing data volume in the aviation sector, the complexity of flight network management, and the need to improve user experience have increased the demand for intelligent digital platforms. In this project, a web-based platform integrating graph-based route optimization, Turkish aviation sector analysis, large language model-supported sentiment analysis, an intelligent coupon system, and an administrative panel has been developed. The platform models flights between airports in Türkiye as a directed weighted graph and uses the Dijkstra algorithm to provide the cheapest, fastest, and earliest-arrival routes. Through a three-layer database architecture, users can create tickets for direct and connecting flights, preview refund amounts during cancellations using a deterministic algorithm, and automatically earn coupons after cancellations. In addition, the system analyzes both verified user reviews and aviation-related reviews obtained from external datasets, providing advanced metrics such as sentiment distribution, complaint/appreciation topics, and temporal trends through both user-generated and external data-driven inputs.

**Keywords:**Aviation Sector, Dijkstra Algorithm, Graph Theory, Large Language Models, Web-Based Platform

## 1. GİRİŞ

Günümüz havacılık sektöründe kullanıcılar; uçuş rotası bulma, bilet rezervasyonu, bilet iptal ve iade işlemlerini yönetme ve havayolu şirketleri hakkındaki kullanıcı yorumlarını analiz etme gibi çeşitli ihtiyaçlar için farklı platformlara yönelmek zorunda kalmaktadır. Mevcut çözümler incelendiğinde; uçuş karşılaştırma hizmetleri, bilet satışına odaklanan sistemler ve kullanıcı yorumlarını ele alan uygulamalar birbirinden ayrışmakta; bu durum kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyen dağınık bir hizmet yapısına yol açmakta ve havayollarının kapsamlı geri bildirim analizi yapmasını zorlaştırmaktadır.

Havacılık ağlarının optimizasyonunda, Dijkstra graf algoritması, yaygın olarak kullanılmakta olup (AmanSikarwar100, 2024; Hampton-bit, 2024), bu alanda etkin çözümler sunmaktadır (Singh vd., 2023). Ayrıca, terminal hava sahası rota modellemesinde graf tabanlı yaklaşımların başarıyla uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır (Díaz vd., 2017).

Kullanıcı yorumlarının analizinde büyük dil modelleri (LLM) ve doğal dil işleme teknikleri son yıllarda daha fazla öne çıkmaktadır. Havacılık sektöründe duygu analizinin geliştirilmesinde, havalimanı hizmet kalitesi değerlendirmesinde LLaMA ve BERT modelleri yapay zekâ destekli analizlerle havacılık sektöründe müşteri memnuniyetinin anlaşılmasına önemli katkılar sunmuştur (IEOM Society, 2025; Dawoud vd., 2025; Roumeliotis vd., 2025).

Bu projenin temel amacı, graf teorisi prensipleriyle akıllı rota optimizasyonu sunan, kullanıcı yorumlarını LLM ile derinlemesine analiz edebilen, entegre biletleme ile kupon yönetim sistemi barındıran bütüncül bir web platformu geliştirmektir. Bu sayede, parçalı mevcut çözümlerin aksine, havacılık ekosistemindeki tüm temel süreçleri tek bir noktadan yöneten özgün bir sistem ortaya konulmuştur. Çalışma; havacılık alanında, yapay zekâ ile geleneksel yöntemleri birleştirerek literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Sistem Mimarisi ve Veri Modelleme

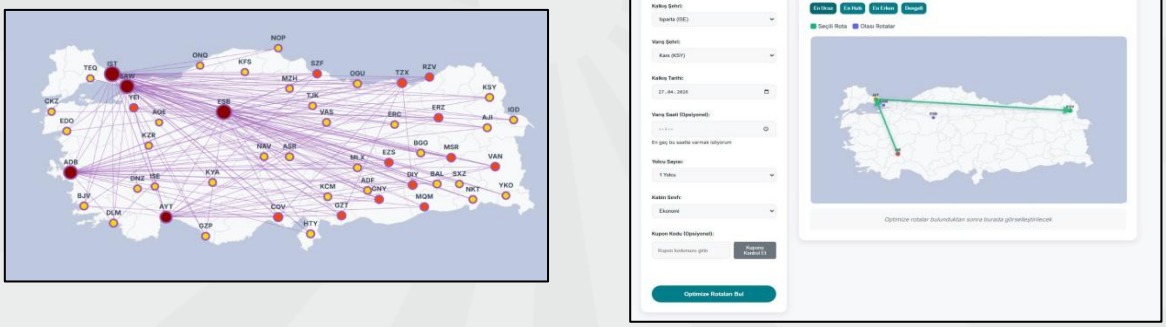
Geliştirilen sistem, web tabanlı bir mimari üzerine inşa edilmiştir. Frontend katmanında HTML, CSS ve JavaScript; Backend katmanında Python programlama dili ve yüksek performanslı FastAPI Framework'ü kullanılırken; görselleştirmelerde D3.js ve Chart.js kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Veritabanı olarak PostgreSQL tercih edilmiş, veritabanı işlemleri SQLAlchemy ORM ile yönetilmiştir. Veritabanı, üç katmanlı bir hiyerarşi ile modellenmiş (Silberschatz vd., 2019) vevarlıklar arasındaki ilişkiler yabancı anahtar kısıtları ile güvence altına alınmıştır (Elmasri ve Navathe, 2016). Kullanıcı oturumları, JWT (JSON Web Token) tabanlı kimlik doğrulama ile yönetilmekte, kullanıcı şifreleri bcrypt algoritması ile hashlenerek veritabanında saklanmaktadır (Anderson, 2008). Yorum analizi için OpenRouter platformu üzerinden Google'ın Gemma 3 27B büyük dil modeline erişilmiş ve analiz sonuçları (duygu dağılımı, trendler, yolcu tavsiyeleri) Chart.js ile görselleştirilmiştir.

### 2.2. Graf Tabanlı Rota Optimizasyonu

Türkiye'deki havalimanları düğüm (node), aralarındaki uçuşlar ise yönlü kenar (edge) olacak şekilde ağırlıklı bir graf modeli oluşturulmuştur (Díaz vd., 2017; Wyndham, 2021). Bu graf yapısı üzerinde çalışan Dijkstra algoritması; kullanıcıya en ucuz, en hızlı ve en erken varış olmak üzere üç farklı optimizasyon senaryosu sunmaktadır (Singh vd., 2023; AmanSikarwar100, 2024). Gerçek zamanlı uçuş verilerine erişim Amadeus Flight API üzerinden sağlanmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu proje kapsamında; havacılık sektörünün dağınık ihtiyaçlarını tek bir platformda birleştiren, graf teorisi, modern web teknolojileri ve büyük dil modellerini başarıyla entegre eden özgün bir sistem olan "Nodia" geliştirilmiştir. Proje, Türkiye'deki havalimanları arasındaki uçuşları, yönlü ve ağırlıklı bir graf olarak modellemektedir (Şekil 1-a).Geliştirilen platform, akıllı rota optimizasyonu, üç katmanlı bilet yönetimi, deterministik iade sistemi ve LLM destekli kullanıcı yorum analizi olarak dört temel alanda işlem gerçekleştirmektedir. Kullanıcılar, platform üzerinde rota oluştururken sistemin graf tabanlı altyapısından faydalanmaktadır.Bu sayede kullanıcılar, farklı optimizasyon kriterlerine göre oluşturulan rotaları görsel olarak karşılaştırabilmektedir (Şekil 1-b).




(a) Türkiye Uçuş Ağı Graf Yapısı

(b) Dijsktra Algoritma ile Optimize Rota Oluşturma

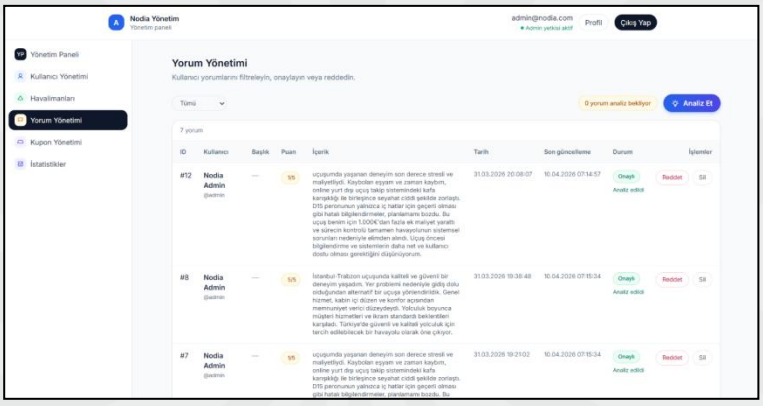
**Şekil 1.** Türkiye Uçuş Ağı Graf Yapısı

Sistem, yalnızca bireysel kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda Türkiye havacılık sektörünün durumuna ilişkin kapsamlı istatistiksel analizler yapılmasına da olanak sağlamaktadır. Sistem üzerinden toplanan veriler sayesinde, havalimanları arasındaki uçuş yoğunlukları, en çok tercih edilen rotalar, havayolu şirketlerinin pazar payları, sezonsal talep değişimleri ve fiyat dalgalanmaları gibi kritik göstergeler analiz edilebilmekte, böylece Türkiye havacılık ekosisteminin mevcut durumu nicel verilerle ortaya konmakta ve sektöre yönelik stratejik çıkarımlar yapılabilmektedir.

LLM analiz modülü, Gemma 3 27B modeli üzerinden yapılan testlerde, kullanıcı yorumları üzerinde duygu sınıflandırması ve konu kategorizasyonu görevlerini tutarlı ve

anlamlı sonuçlar üretecek şekilde başarıyla gerçekleştirmiştir. Geliştirilen yönetim panelinin yorum yönetimi arayüzü Şekil 2'de gösterilmektedir.

Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak, bu sistem sadece rota göstermek veya bilet satmakla kalmayıp, kullanıcı geri bildirimlerinden derinlemesine anlamlar çıkarabilen ve bu çıkarımları iş süreçlerine (örneğin dinamik kupon oluşturma) entegre edebilen bir yapıya sahiptir. Ayrıca, deterministik iade algoritması ile kullanıcıların iptal işlemi öncesinde iade tutarını doğru bir şekilde önizleyebilmesi, sistemin şeffaflığını ve kullanıcı güvenini artıran önemli bir özellik olarak öne çıkmaktadır. Sistemin sunduğu sektörel istatistikler, havayolu şirketleri ve sektör düzenleyicileri için stratejik karar destek mekanizması işlevi görebilecek niteliktedir. Sonuç olarak, bu çalışma ile havacılık bilişimi alanında çalışan araştırmacılar ve sektör profesyonelleri için güçlü bir temel teşkil eden, kullanıcı yönetimi, bilet rezervasyonu, iade ve kupon sistemi, yorum ve analiz modülü ile graf tabanlı rota optimizasyonunu tek bir platformda başarıyla birleştiren işlevsel ve bütüncül bir sistem ortaya konmuştur.




**Şekil 2.**Yorum Yönetimi Arayüzü

## KAYNAKLAR


- AmanSikarwar100, (2024). Dijkstra's Algorithm: Enhancing Route Optimization in Flight Networks, GitHub Repository.
- Anderson, R., (2008). Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, 2nd ed., Wiley Publishing, Indianapolis.
- Dawoud, S. vd., (2025). Large language models for airport service quality assessment: A comparative study, Journal of Aviation Informatics, 12, 2, 45-62.
- Díaz, M. vd., (2017). Graph-based approach for terminal airspace route modeling, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 18, 8, 2154-2165.
- Elmasri, R. ve Navathe, S. B., (2016). Fundamentals of Database Systems, 7th ed., Pearson, Boston.
- Hampton-bit, (2024). Aviation Network Optimization Using Graph Algorithms, GitHub Repository.
- IEOM Society, (2025). AI-driven customer satisfaction analysis in aviation: An LLM-based framework, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 245-258.
- Roumeliotis, K. I. vd., (2025). Comparative analysis of LLaMA and BERT models for sentiment analysis in aviation, Expert Systems with Applications, 238, 121-134.
- Silberschatz, A., Korth, H. F. ve Sudarshan, S., (2019). Database System Concepts, 7th ed., McGraw-Hill, New York.
- Singh, R. vd., (2023). Flight route optimization using Dijkstra's algorithm: Minimizing travel time and operational costs, Journal of Air Transport Management, 108, 102-115.
- Wyndham, (2021). Graph Theory Applications in Aviation Network Design, Technical Report, Wyndham Aerospace.

# YAPAY ZEKA DESTEKLİ GÖRÜNTÜ İŞLEME VE SENSÖR FÜZYONU İLE İŞ GÜVENLİĞİ KONTROLÜ

***Mehmet Tunahan Alagözoğlu***

***Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Ahmet Solak***

*f221202061@ktun.edu.tr, asolak@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimler Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42100, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, çalışma alanlarında iş güvenliğini artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Sistem, RFID kart okutulduğunda Raspberry Pi üzerinden görüntü almakta ve yapay zeka destekli görüntü işleme yöntemiyle personelin baret, yelek ve eldiven kullanıp kullanmadığını tespit etmektedir. Aynı zamanda ESP32 üzerinden gaz, gürültü ve ışık sensörlerinden alınan veriler ile ortam koşulları izlenmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kullanıcıya LED, buzzer ve dijital bildirimler aracılığıyla uyarı verilmektedir. Ayrıca proje kapsamında devrenin PCB tasarımı da gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem ile iş güvenliği kontrollerinin daha hızlı, düzenli ve otomatik şekilde yapılması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** gaz sensörü, görüntü işleme, iş güvenliği, RFID, yapay zeka

**ABSTRACT**

This project was developed to improve workplace safety. The system receives images via Raspberry Pi when an RFID card is scanned and uses AI-powered image processing to determine whether personnel are wearing helmets, vests, and gloves. Simultaneously, environmental conditions are monitored using data from gas, noise, and light sensors via ESP32. Based on the results, the user is alerted via LEDs, a buzzer, and digital notifications. Furthermore, the PCB design of the circuit was also completed within the scope of the project. The aim of this developed system is to enable faster, more organized, and automated workplace safety checks.

**Keywords:**artificialintelligence, imageprocessing, occupationalsafety, RFID, sensor system

## 1. GİRİŞ

İş güvenliği, özellikle üretim, bakım, depo ve endüstriyel çalışma alanlarında büyük önem taşımaktadır. Çalışanların baret, eldiven, yelek ve benzeri kişisel koruyucu donanımları kullanması, iş kazalarının ve sağlık risklerinin azaltılmasında temel unsurlardan biridir (International LabourOrganization, 2021).

Bunun yanında çalışma ortamındaki gürültü, aydınlatma ve zararlı gazlar da çalışan güvenliğini doğrudan etkileyen önemli unsurlardır. Yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmanın işitme kaybına yol açabildiği ve yetersiz aydınlatmanın çalışma güvenliğini olumsuz etkilediği bilinmektedir (World HealthOrganization, 2004; OccupationalSafetyandHealth Administration,).

Son yıllarda yapay zeka destekli görüntü işleme yöntemleri, kişisel koruyucu ekipman kullanımının otomatik olarak tespit edilmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Derin öğrenme tabanlı sistemlerin, manuel gözleme göre daha hızlı ve sürekli denetim imkanı sunduğu belirtilmektedir (Ahmed ve ark., 2023). Bununla birlikte mevcut çalışmaların çoğu yalnızca görüntü tabanlı ekipman tespiti üzerine odaklanmakta, ortam koşullarını aynı sistem içinde birlikte değerlendirmemektedir (Lo ve ark., 2022).

Bu proje, söz konusu eksikliği gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Projede Raspberry Pi ile RFID tetiklemesi sonrası görüntü alınmakta ve yapay zeka destekli görüntü işleme ile personelin baret, yelek ve eldiven kullanımı denetlenmektedir. Aynı zamanda ESP32 üzerinden gaz, gürültü ve ışık sensörlerinden alınan veriler değerlendirilerek ortam koşulları izlenmektedir. Böylece hem kişisel koruyucu ekipman uygunluğu hem de çevresel riskler tek bir sistem üzerinden takip edilebilmektedir. Ayrıca sistemin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla devrenin PCB tasarımı da gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, yapay zeka destekli görüntü işleme ile sensör tabanlı çevresel izlemenin birleştirilmesiyle iş güvenliği denetimlerinin daha hızlı, düzenli ve otomatik hale getirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada görüntü işleme, gömülü sistemler ve sensör tabanlı veri toplama birlikte kullanılmıştır. Sistem donanım ve yazılım olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır.

### Kullanılan Materyaller

Projede ana kontrol birimi olarak ESP32 geliştirme kartı ve görüntü işleme işlemleri için Raspberry Pi 5 kullanılmıştır. Görüntü alma işlemi kamera modülü ile gerçekleştirilmiştir. Personel doğrulama ve tetikleme işlemleri için RC522 RFID modülü tercih edilmiştir. Ortam koşullarını izlemek amacıyla MQ-9 gaz sensörü, ses sensörü ve ışık sensörü kullanılmıştır. Uyarı mekanizması olarak LED'ler ve buzzer devreye eklenmiştir. Ayrıca sistemin daha düzenli ve uygulanabilir hale getirilmesi amacıyla devrenin PCB tasarımı gerçekleştirilmiştir

### Yöntem

Sistemin çalışma prensibi RFID kart okutulması ile başlamaktadır. RFID tetikleme sonrasında Raspberry Pi üzerinden görüntü alınmakta ve bu görüntü YOLO tabanlı yapay zeka modeli ile analiz edilmektedir. Görüntü işleme sonucunda personelin baret, yelek ve eldiven kullanımı tespit edilmektedir. Aynı anda ESP32 üzerinden gaz, gürültü ve ışık sensör verileri okunmaktadır. Elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek eksik ekipman ve ortam risk durumu belirlenmektedir. Sonuçlara göre kullanıcıya LED ve buzzer ile anlık uyarı verilmekte, ayrıca çekilen görüntü ve analiz sonucu Telegram üzerinden telefona bildirim olarak gönderilmektedir. Bu yöntem ile hem kişisel koruyucu ekipman kontrolü hem de ortam güvenliği tek sistem üzerinden izlenebilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistemde RFID tetiklemesi ile görüntü alma işlemi başarıyla gerçekleştirilmiş, alınan görüntüler yapay zeka destekli görüntü işleme yöntemi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda personelin baret, yelek ve eldiven kullanımı tespit edilebilmiştir. Ayrıca gaz, gürültü ve ışık sensörlerinden alınan veriler ile çalışma ortamı anlık olarak izlenmiş ve risk durumuna göre kullanıcı uyarılmıştır. Sistem, eksik ekipman durumunda LED ve buzzer ile yerel uyarı vermiş, aynı zamanda çekilen görüntü ve analiz sonuçlarını Telegram üzerinden telefona bildirim olarak göndermiştir. RFID tetiklemesi sonrasında görüntü işleme yapılarak Telegram üzerinden gönderilen denetleme çıktısı Şekil 1'de verilmiştir. Bu yönüyle geliştirilen yapı, yalnızca kişisel koruyucu ekipman denetimi yapan bir sistem olmaktan çıkıp çevresel koşulları da değerlendiren bütünleşik bir iş güvenliği çözümü haline gelmiştir.

Çalışma sonucunda görüntü işleme ile sensör verilerinin birlikte kullanılmasının, klasik manuel denetimlere göre daha hızlı ve düzenli bir kontrol sağladığı görülmüştür. Özellikle RFID ile tetikleme yapılması, sistemin gereksiz görüntü işleme yükünü azaltmış ve yalnızca gerekli anlarda analiz yapılmasına olanak sağlamıştır. Sensör destekli yapı sayesinde yalnızca ekipman eksiklikleri değil, aynı zamanda gaz, ışık ve gürültü gibi çevresel riskler de değerlendirilmiştir. Bu durum projenin uygulama değerini artırmıştır.

Bununla birlikte sistemin performansı; kamera açısı, ortam ışığı, sensör yerleşimi ve elektronik bağlantı kararlılığı gibi etkenlerden etkilenebilmektedir. PCB tasarımına geçiş sürecinde donanım bağlantılarının ve pin seçimlerinin sistem kararlılığı açısından önemli olduğu görülmüştür. Projede kullanılan PCB kart tasarımı Şekil 2'de verilmiştir. Buna rağmen geliştirilen sistem, düşük maliyetli, uygulanabilir ve geliştirilmeye açık bir çözüm olarak başarılı sonuç vermiştir.

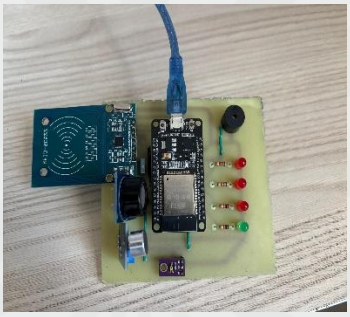
**Tablo 6.** Bileşenler ve Görevi

| Bileşen | Görevi |
|---|---|
| Raspberry Pi 5 | Görüntü alma ve yapay zeka tabanlı görüntü işleme |
| ESP32 | Sensör verilerini okuma ve uyarı mekanizmasını kontrol etme |
| RC522 RFID Modülü | Sistemi tetikleme ve kullanıcı doğrulama |
| Kamera Modülü | Personel görüntüsünü alma |

| | |
|---|---|
| Gaz, ses ve ışık sensörleri | Ortam koşullarını izleme |
| LED ve Buzzer | Yerel görsel ve sesli uyarı verme |




**Şekil 1.** Kamera İzleme Sistemi



**Şekil 2.** Projenin Kart Tasarımı

**KAYNAKLAR**


- EspressifSystems, ESP32 Series Datasheetand Technical Documentation. Espressifsystems.
- Miguel Balboa, MFRC522 Arduino RFID Library. GitHub.
- Occupational Safetyand Health Administration, Illumination. Occupational Safetyand Health Administration.
- Pommier, S., Chenu, D., Quintard, M. ve Lefebvre, X., (2007). Modelling of moisture-dependentaerobicdegradation of solidwaste, Waste Management, 28(7), 1188-1200.
- Raspberry Pi Ltd, Camera Software Documentation. Raspberry Pi Documentation.
- Raspberry Pi Ltd, Picamera2 Manual andDocumentation. Raspberry Pi Documentation.
- Ultralytics, Model PredictionwithUltralytics YOLO. UltralyticsDocumentation.
- World HealthOrganization, (2004). OccupationalNoise: AssessingtheBurden of DiseasefromWork-RelatedHearingImpairment at NationalandLocalLevels. World HealthOrganization.

# HACKING THE PACKING

***Nisa Nur Coşkun, Eymen Betül Arslan***

***Danışman: Doç. Dr. Ersin Kaya***

*f241213071@ktun.edu.tr; f241213043@ktun.edu.tr; ekaya@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, ağır sanayi lojistiğinde ciddi maliyet kaybına yol açan düşük hacimsel verimlilik ve güvenli istifleme sorunlarına yapay zekatabanlı bir çözüm sunmaktadır. Çalışma kapsamında, ürünlerin konteyner içerisindeki yerleşimini optimize etmek amacıyla "Heuristic Box Packing" algoritması, yenilikçi "Bufferli Tetris Stratejisi" ile yeniden modellenmiştir. Geleneksel yöntemlerin rastgele dizilimlerde sunduğu yüzde 40 - yüzde 60 bandındaki verimlilik, geliştirdiğimiz tampon (buffer) alan yönetimi sayesinde yüzde 90 ve üzerine çıkarılmıştır. Sisteme entegre edilen “yüzde 60 alttan desteklenme kuralı” , statik denge kriterleriyle uyumlu olarak ağır yüklerin sevkiyat sırasında devrilme riskini ortadan kaldırarak fiziksel güvenliği sağlamaktadır (Theodoropoulos vd., 2025). Sonuç olarak projemiz; lojistikte minimum boşluk, maksimum güvenlik ve operasyonel hız vaat eden hibrit bir simülasyon altyapısı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Lojistik, Bufferli Tetris, 3D Bin Packing, Yerleşim Optimizasyonu.

**ABSTRACT**

This project presents an AI-based solution to the problems of low volumetric efficiency and unsafe stacking, which cause significant financial losses in heavy industry logistics. Within the scope of this study, the Heuristic Box Packing algorithm has been redesigned using an innovative Buffered Tetris Strategy to optimize item placement within containers.While traditional methods typically achieve volumetric efficiency levels between 40 percentand 60 percentunder random sequencing, the proposed buffer area management approach increases this rate to over 90percent.The integrated '60 percent under-support rule,' aligned with static stability criteria, eliminates the risk of heavy load tipping during transportation and ensures physical safety (Theodoropoulos et al., 2025). As a result, the proposed system offers a hybrid simulation infrastructure that ensures minimal unused space, maximum safety, and enhanced operational efficiency in logistics processes.

**Keywords:**Buffered Tetris, 3D Bin Packing, Layout Optimization, Smart Logistic

## 1. GİRİŞ

Lojistik sektöründe operasyonel verimliliği zirveye taşımak ve konteyner içi hacim kaybını minimize etmek, günümüzün en kritik optimizasyon problemlerinden biridir. Ağır sanayi ürünlerinin, özellikle blokların sevkiyatında karşılaşılan istifleme zorlukları ve devrilme riskleri, hem ekonomik kayıplara hem de iş güvenliği zafiyetlerine yol açmaktadır.Literatürde rastgele dizilimlerde düşük verim üreten geleneksel Best-Fit algoritmaları ve katman bazlı (Layer By Floor) yaklaşımlar, dinamik veri setlerinde yüzde 40 ile yüzde 60 bandında kısıtlı kalırken; tampon (buffer) alanıyla desteklenen hibrit yaklaşımlar, yerleşim performansını yüzde 90 üzerine taşıma hedefimizde projemizin akademik temelini oluşturmaktadır(Yao vd., 2025). Bu çalışma, "Ürünlerin sevkiyatında

hem hacimsel doluluk hem de fiziksel denge aynı anda nasıl maksimize edilebilir?" araştırma sorusundan yola çıkılarak kurgulanmıştır. Projenin temel amacı,literatürdeki geleneksel yaklaşımları aşarak, "Bufferli Tetris Stratejisi" ile yeniden modellenen bir hibrit algoritma geliştirmektir. Bu strateji sayesinde, ağır yüklerin statik denge kriterlerine uygun şekilde, yüzde 60 alttan desteklenme kuralı çerçevesinde, güvenli ve yüzde 90 ve üzerinde verimlilikle yerleştirilmesini sağlamaktır(Theodoropoulos vd., 2025). Geliştirilen bu hibrit simülasyon altyapısı, lojistikteki "boşluk yönetimi" sorununa yazılımsal bir standart getirerek sektörel maliyetlerin düşürülmesine ve sevkiyat güvenliğinin bilimsel yöntemlerle garanti altına alınmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın geliştirme sürecinde yazılım mimarisi ve algoritmik tasarımı aşamalı bir yapıda kurgulanmış ve aşağıda detaylandırılmıştır.

### 2.1.Teknolojik Altyapı ve Ekipman

Sistemin backend mantığı ve veri yönetimi süreçlerinde Python ve Microsoft SQL Server (MSSQL) teknolojilerinden yararlanılmıştır. Verilerin ilişkisel bir veritabanında saklanması ve hızlı sorgulanması sağlanmıştır. Simülasyon arayüzü ve görselleştirme aşamalarında ise projenin 3 boyutlu uzayda doğru temsil edilmesi için gelişmiş grafik kütüphaneleri kullanılmıştır.

### 2.2.Algoritmik Yaklaşım ve Katmanlı Analiz

Heuristic Box Packing sistemi,operasyonel verimliliği maksimize etmek adına üç aşamalı bir evrimsel süreçle modellenmiştir. İlk aşamada test edilen Layer By Floor (LBF) yöntemi, nesnelerin konteynerin en arka ve en alt köşesine statik bir hiyerarşiyle yerleştiren bu yöntem, temel bir yerleşim düzeni sunsa da rastgele veri akışlarında yüzde 50- yüzde 60 bandında bir verimlilik sağlamaktadır.İkinci aşamada, nesneleri mevcut yapıdaki en uygun boşluğa yaslamayı hedefleyen Tetris (Best-Fit) yaklaşımı incelenmiş; ancak sıralanmamış veri setlerinde dinamik ve karmaşık ürün akışlarında yerleşim kayıplarına yol açtığı ve verimlilik kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir. Projenin özgün değerini oluşturan son aşamada Bufferli Tetris Stratejisi geliştirilmiştir. Bu yöntemde nesneler doğrudan yerleştirilmek yerine geçici bir tampon (buffer) alanında 5 ile 10 arasında nesne analiz edilerek,bekletilmekte ve mevcut boşluğa en yüksek "uygunluk skorunu" veren nesne seçilir.Dinamik veri akışlarında en uygun boşluğu belirlemek için kullanılan arama ve skorlama yöntemleri, operasyonel hızı ve yerleşim başarısını artırmaktadır (Wei vd., 2020).Bu skor; nesnenin hacmi, yerleştirilecek boşlukla olan yüzey temas alanı ve ağırlık merkezi dengesi gibi parametrelerin hibrit bir fonksiyonu olarak hesaplanır. Bu mekanizma sayesinde yerleşim verimliliği yüzde 90 ve üzerine taşınmıştır.

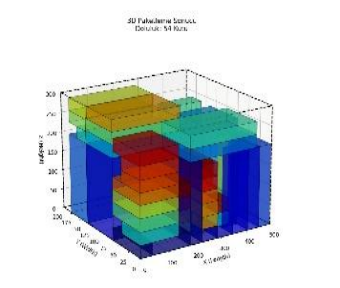
### 2.3.Fiziksel Kısıtlar ve Simülasyon Parametreleri

Gerçek saha operasyonlarının fiziksel gereksinimlerini simüle etmek adına sistemimize teknik standartlar eklenmiştir.Literatürde belirtildiği üzere, yüklerin sevkiyat sırasında stabilitesinin korunması ve fiziksel erişilebilirlik kısıtları, yerleşim algoritmalarının güvenilirliği için kritik parametrelerdir (Ramos vd., 2016).Ağır nesnelerin devrilme riskini minimize etmek için statik denge kriterleri sisteme entegre edilmiştir(Theodoropoulos

vd., 2025). Bir ürünün yerleştirilebilmesi için taban yüzeyinin en az yüzde 60'ının bir alt yüzey veya zemin tarafından desteklenmesi şartı algoritma tarafından katı bir kısıt olarak denetlenmektedir.

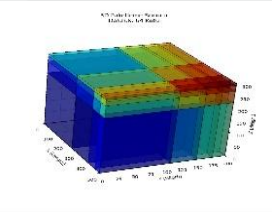
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan simülasyon testleri ve performans analizleri sonucunda, geliştirilen "Bufferli Tetris Stratejisi" tabanlı yerleşim modelinin, geleneksel yöntemlere göre belirgin bir üstünlük sağladığı tespit edilmiştir.Literatürde yaygın olarak kullanılan Layer By Floor (LBF) yönteminin yüzde 50 ile yüzde 60 bandında bir doluluk oranı sunmasına karşın, nesneleri tampon alanında analiz ederek yerleştiren algoritmamız aynı veri setlerinde yüzde 90 eşiğini aşarak maksimum hacim kullanımına ulaşmıştır. Elde edilen bu verimlilik artışı,"tampon mekanizmalarının online paketleme problemlerindeki optimizasyon başarısı" ile teorik olarak örtüşmektedir(Yao vd., 2025). Ağır ürünlerin yüksek ağırlıkları göz önüne alınarak uygulanan yüzde 60 alttan desteklenme kuralı, simülasyon aşamasında başarıyla test edilmiştir. Statik denge protokollerine uygun olarak, yüksek doluluk oranlarına ulaşılırken nesnelerin devrilme riskinin minimize edildiği ve statik dengenin korunduğu doğrulanmıştır(Theodoropoulos vd., 2025).Y ekseninin yükseklik ve Z ekseninin derinlik olarak tanımlandığı 3 boyutlu modelleme yapısı, gerçek konteyner ölçüleriyle birebir örtüşerek hesaplama hatalarını ortadan kaldırmıştır. Elde edilen bu verimlilik skoru, önerilen hibrit yöntemin lojistik maliyetlerini düşürme potansiyelini kanıtlamaktadır. Gelecek çalışmalarda makine öğrenmesi modelleriyle optimize edilmesi ve algoritmanın daha karmaşık endüstriyel ürünler için genelleştirilmesi hedeflenmektedir.



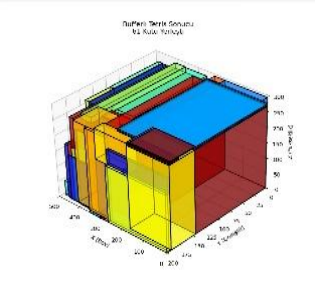
**Şekil 6.**Layer By Floor

Nesnelerin geliş sırasına göre en arka ve en alt köşeye hiyerarşik dizilimi görülmektedir.Bu aşamada, rastgele veri akışlarında dikey boşlukların yönetilememesi nedeniyle hacimsel verimlilik yüzde 50 – yüzde 60 bandında kısıtlı kalmaktadır.



**Şekil 2.**Tetris

Doluluk oranında artış gözlemlense de dinamik veri setlerinde kutu boyutlarının uyumsuzluğu nedeniyle yerleşim kayıpları oluşmaktadır. Bu aşama, tampon mekanizmasına duyulan ihtiyacı teknik olarak doğrulamıştır.



**Şekil 3.**Bufferlı Tetris

Geçici bir tampon (buffer) alanında analiz edilen nesneler arasından en yüksek uygunluk skoruna sahip olanın seçilmesi ve yüzde 60 alttan desteklenme kuralının uygulanmasıyla, hem statik denge korunmuş hem de verimlilik yüzde 90 seviyesinin üzerine taşınmıştır(Theodoropoulos vd., 2025).

## KAYNAKLAR


- Ramos, A. G., Oliveira, J. F. ve Carravilla, M. A., (2016). A physical packing sequence algorithm for the 3D container loading problem with back-of-the-truck accessibility, European Journal of Operational Research, 249, 1, 339-351.
- Theodoropoulos, N., Spatharis, N., Giakoumis, D., Vovos, S. ve Tzovaras, S., (2025). Automated container loading of irregularly shaped objects: A deep reinforcement learning and multi-criteria optimization method, Journal of Manufacturing Systems, 80, 916-932.
- Wei, L., Hu, Q., Chan, S. C. ve Lim, A., (2020). A beam search algorithm for the static container loading problem, Computers & Operations Research, 124, 105064.
- Yao, X., Zhang, J., Wu, Y. ve Liu, Z., (2025). Optimization of 3D Bin Packing with Buffer Mechanisms, Journal of Logistics and Engineering, 12, 4, 45-60.

YYBB 26YYBB72379

# GÖRÜNTÜ İŞLEME VE YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİ DESTEKLİ KARMAŞIK TRAFİK VE ACİL DURUMLAR İÇİN ADAPTİF TRAFİK SİNYALİZAYONU

***Cengizhan Uçar***

***Danışman: Doç.Dr.Mücahid Barstuğan***

*f211222061@ktun.edu.tr, mbarstugan@ktun.edu.tr*

*Elk. Elt.Müh., Müh. Ve Doğa Bil. Fak, Konya Teknik Üniversitesi, 42100,Selçuklu, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, artan şehirleşme ve araç yoğunluğuna bağlı olarak ortaya çıkan trafik problemlerine akıllı ve uyarlanabilir bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Mevcut sabit zamanlı sinyalizasyon sistemlerinin dinamik trafik koşullarına uyum sağlayamaması hem zaman kaybına hem de trafik verimsizliğine neden olmaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen sistem, görüntü işleme ve yapay zekâ teknolojilerini kullanarak trafik akışını optimize etmekte ve sürücülerin bekleme sürelerini en aza indirmeyi hedeflemektedir. Projenin kritik bir diğer amacı ise ambulans ve itfaiye araçlarının gerçek zamanlı tespitiyle trafik ışıklarını dinamik olarak kontrol ederek bu araçlara otonom geçiş önceliği sağlamaktır. Böylece genel ulaşım verimliliği artırılırken, hayati öneme sahip acil müdahale süreçlerinin gecikmeye uğraması engellenmektedir. Sistem sayesinde hem şehir içi trafik yükü hafifletilmekte hem de acil durumlarda güvenli ve kesintisiz bir ulaşım altyapısı oluşturulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Acil Durum Önceliği, Adaptif Sinyalizasyon, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Görüntü İşleme, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

This project aims to provide a smart and adaptive solution to traffic problems arising from increasing urbanization and vehicle density. The inability of existing fixed-time signaling systems to adapt to dynamic traffic conditions leads to both time loss and traffic inefficiency. The system developed within the scope of this study optimizes traffic flow using image processing and artificial intelligence technologies, aiming to minimize driver waiting times. Another critical objective of the project is to provide autonomous priority to ambulances and fire trucks by dynamically controlling traffic lights through real-time detection. This increases overall transportation efficiency while preventing delays in vital emergency response processes. The system both alleviates the burden on urban traffic and creates a safe and uninterrupted transportation infrastructure in emergency situations.

**Keywords:**AdaptiveSignaling, ArtificialIntelligence, EmergencyPriority, Image Processing, Smart TransportationSystems

## 1. GİRİŞ

Bu çalışmanın temel amacı; günlük hayatta sıkça karşılaşılan trafik problemlerine çözüm üretmek, sinyalizasyon sistemlerindeki denetim eksikliğinden kaynaklanan zaman kayıplarını en aza indirmek ve ulaşımda konforu artırarak yoğunluğu kontrol altına almaktır. Projenin odak noktasını, acil durum araçlarının trafik içerisinde güvenli ve hızlı bir biçimde operasyon sahalarına ulaşabilmesini sağlayacak adaptif bir altyapı oluşturmaktadır.Literatür incelendiğinde; görüntü işleme teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilen araç tespiti, sayımı, hız tayini ve plaka tanıma sistemlerinin yanı sıra yeşil dalga ve uydu destekli trafik kontrolü gibi zamanlama algoritmaları üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Genel olarak literatürdeki çalışmalar(Yıldırım ve Erdem,

2024) trafik sıkışıklığını azaltmaya yönelik olsa da, acil durum araçlarının spesifik senaryolarına dair geliştirilen çözümlerin eksik kaldığı gözlenmiştir. Görsel verilere ses verilerinin de entegre edilmesiyle literatürdeki kararlılık sorununu aşmayı ve daha güvenilir bir sistem ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda projenin yanıt aradığı temel soru, çok modlu veri girişinin acil durum araç tespiti üzerindeki doğruluk oranını ne ölçüde iyileştireceğidir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje süreci, mevcut trafik sinyalizasyonundaki verimsizliklerin saptanması ve bu problemlere yönelik özgün veri setlerinin oluşturulmasıyla başlamıştır. Geliştirilen çözüm iki temel aşamadan oluşmaktadır:

### 2.1. Görüntü İşleme ve Yoğunluk Tespiti

Sistemin ilkaşamasında,Yolo11 modeli kullanılarak probleme özel oluşturulmuş veriseti ile eğitilen model (**https://github.com/ultralytics/ultralytics**) kullanılarak kameradan alınan canlı görüntüler analiz edilmektedir. Belirlenen ROI (İlgi Bölgesi) alanları üzerinde gerçekleştirilen görüntü işleme teknikleri ile araç sayımı yapılmaktadır. Elde edilen bu veriler, kavşaktaki anlık araç yoğunluğunun dijital bir modele dönüştürülmesini sağlamaktadır.

### 2.2. Adaptif Zamanlama Algoritması ve Sınır Değerler

İkinci aşamada, yoğunluk verileri optimal süre hesaplayan algoritmalarla işlenmektedir. Sistemin tıkanmasını önlemek amacıyla şu stratejiler uygulanmıştır:**Üst Sınır (Max Süre):** Yoğunluğun çok fazla olduğu durumlarda, diğer yönlerdeki araçların gereksiz beklemesini önlemek için bir maksimum süre sınırı belirlenmiştir.**Alt Sınır (Min Süre):** Yoğunluğun az olduğu bölgelerde ise trafik akışının sürekliliğini sağlamak adına minimum süre sınırı tanımlanmıştır.Süre hesaplamaları yapılırken literatürde yer alan optimal trafik sinyalizasyon algoritmalarından yararlanılmış, böylece dinamik ve veriye dayalı bir ışıklandırma süresi yönetimi prototipi oluşturulmuştur.

### 2.2. Acil Durum Araç Algılama ve Önceliklendirme Sistemi

Sistemin en kritik aşaması, ambulans ve itfaiye gibi acil durum araçlarının karmaşık trafik senaryoları içerisinde yüksek doğrulukla tespit edilmesidir. Bu süreçte görsel ve işitsel verilerin entegrasyonuna dayalı çok modlu bir yaklaşım benimsenmiştir:

**Derin Öğrenme Tabanlı Görsel Tespit:** Acil durum araçlarının gerçek zamanlı tespiti için **YOLO (You OnlyLookOnce)**(**https://github.com/ultralytics/ultralytics**) mimarisi kullanılmıştır. Eğitilen model sayesinde, araçların yalnızca türü değil, üzerindeki tepe lambası ve renk karakteristikleri gibi ayırt edici özellikleri de analiz edilmektedir. Bu yöntem, geleneksel görüntü işleme tekniklerine göre çok daha hızlı ve yüksek doğruluk oranına sahip sonuçlar vermektedir.

**İşitsel Veri Entegrasyonu ve Kararlılık:** Görüntü işleme verilerinin çevresel faktörlerden (gece çekimi, farklı yükseklikler, engel arkasında kalma) etkilenme ihtimaline karşı sistem için gerekli veriseti bu durumlara uygun hazırlanmış ve ses verileri dahil edilerek acil

araçlar için daha güvenli ve doğru karar verme mekanizması gözetilmiştir. Mikrofonlar aracılığıyla alınan siren sesleri, dijital sinyal işleme yöntemleriyle analiz edilerek görsel tespitin doğruluğunu teyit etmektedir. Bu hibrit yapı, sistemin yanlış alarm verme olasılığını minimize ederek daha kararlı bir çalışma sunmaktadır.

**Dinamik Önceliklendirme Mantığı:** Acil durum aracı tespit edildiği anda, mevcut "yoğunluk tabanlı zamanlama" algoritması askıya alınmaktadır. Sistem, ilgili güzergâhtaki ışığı derhal yeşile çevirerek "kesintisiz koridor" oluşturmakta, diğer yönlerdeki araçlar için ise güvenli duruş mesafesine göre kırmızı ışık süresini otonom olarak revize etmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Projenin temelini oluşturan veri seti hazırlığı aşamasında, Roboflow platformu(Roboflow, 2025)kullanılarak özgün bir veri kütüphanesi oluşturulmuş ve tüm veriler titiz bir "fine-tuning" (ince ayar) sürecinden geçirilmiştir. Etiketleme operasyonu sırasında yalnızca araç türlerine odaklanılmamış; modelin genelleyebilirliğini artırmak adına farklı hava koşulları, değişen ışık yoğunlukları, çeşitli arka plan renkleri ve modelin nesne seçme kabiliyetini zorlaştırabilecek "gürültü" (noise) faktörleri veri setine dahil edilmiştir. Bu detaylı veri hazırlığının ardından YOLO11m (You OnlyLookOnce) algoritması ile gerçekleştirilen eğitim süreci neticesinde, nesne tespit başarısını simgeleyen mAP (MeanAverage Precision) değerinde %97'lik bir doğruluk oranına ulaşılmıştır.Elde edilen yüksek performanslı model, amaca uygun olarak tasarlanan gerçek zamanlı bir kontrol sistemine entegre edilmiştir. Uygulama aşamasının başlangıcında, OpenCV kütüphanesi aracılığıyla kavşak noktalarına tanımlanan ROI (İlgi Bölgesi) alanları üzerinden her bir görüntü karesinde milisaniyeler içerisinde analizler gerçekleştirilmiştir. Sistem bu aşamada iki temel amaca odaklanmıştır: İlk olarak ilgili alan içerisindeki araç sayısı dinamik olarak hesaplanarak yoğunluk tespitine göre trafik akışı optimize edilmiş; ikinci olarak ise ROI içerisinden geçen ambulans ve itfaiye gibi acil durum araçları anlık olarak ayırt edilerek kontrol altına alınmıştır.Çalışmanın maket üzerinde uygulanmasıyla birlikte sistemin gerçek hayattaki karmaşık senaryolara uyum sağlaması noktasında yeni teknik problemler saptanmıştır. Özellikle araç sayımında dört şeritten yalnızca birinin çok kalabalık olması durumunda sistemin oraya sürekli yeşil ışık yakma riski, bir yolun tamamen boş olması halinde o şeridin hiç geçiş hakkı alamaması veya şeritlerdeki az sayıda aracın (2-3 adet) "kalabalık" statüsüne girip girmeyeceği gibi kararsızlıklar ortaya çıkmıştır. Ayrıca acil araçların gerçekten görevde olup olmadığının saptanması ve farklı şeritlerden aynı anda gelen itfaiye ile ambulans arasındaki geçiş önceliği hiyerarşisi gibi operasyonel sorunlar saptanmıştır. Bu problemlere çözüm olarak; yoğun şeritlere bir "maksimum süre sınırı" getirilmiş, bu süre dolduğunda diğer şeritlere "alt süre sınırı" üzerinden geçiş hakkı tanınarak her şeridin bir döngüde mutlaka yeşil ışık alması sağlanmıştır. Şeridin kalabalık olarak tanımlanması için sistemin en az 4 araç görme şartı teknik bir kriter olarak eklenmiş; acil araç hiyerarşisi ve durum tespiti konusundaki kesin çözümler için ise literatür taraması sürecine devam edilmektedir.Dinamik **Süre Sınırı ve Adaletli Dağılım:** Tek bir şeridin aşırı yoğun olması durumunda sistemin kilitlenmesini önlemek amacıyla, ilgili yöne bir **"Maksimum Süre Sınırı"** getirilmiştir. Bu süre sınırına ulaşıldığında, şeritteki yoğunluk devam etse dahi sistem diğer şeritlere geçiş hakkı tanıyarak trafik akışında

adaleti sağlayacağı düşünülmektedir**.** Minimum **Geçiş Garantisi:** Yolların doluluk oranına bakılmaksızın, her şeridin bir döngü içerisinde mutlaka yeşil ışık alması sağlanmıştır. Boş olan veya yoğunluğu çok az olan yollar için bir **"Alt Süre Sınırı"** tanımlanarak, bekleyen araçların (2-3 araç gibi az sayıda olsa bile) süresiz kırmızı ışığa maruz kalması engellenmiştir. Yoğunluk **Tanımlama Kriteri:** Bir şeridin "kalabalık" statüsünde değerlendirilip önceliklendirilmesi için sistemin ilgili ROI alanında **en az 4 araç** sayması şartı teknik bir eşik değer olarak sisteme eklenmiştir. Acil **Durum Araç Hiyerarşisi:** Acil durum araçlarının görev hallerinin (siren/tepe lambası) teyit edilmesi ve aynı anda kavşağa giren farklı türdeki acil araçlar (ambulans ve itfaiye gibi) arasındaki geçiş hiyerarşisinin otonom olarak yönetilmesi için literatür taraması ve algoritma geliştirme süreçleri aktif olarak sürdürülmektedir.




**Şekil1:** YZ tarafından projenin çözdüğü problemleri canlandırmak için hazırlanmış 3 fotoğraf



**Şekil 2 :** Projenin ilk basamaklarından alınan örnek görüntüler verilmiştir

**TEŞEKKÜR**

Projenin yürütülmesi sürecindeki değerli akademik danışmanlığı ve rehberliği için **Doç. Dr. MücahidBARSTUĞAN**'a; desteklerinden dolayı **Dr. Mehmet Celalettin ERGENE**'ye, **Dr. Mücahit CİHAN**'a ve **Doç. Dr. Hasan KOYUNCU**'ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, teknik altyapı ve imkân sağlayan **Endüstriyel Elektrik** firmasına katkılarından dolayı saygılarımın ve teşekkürlerimi sunarım.

**KAYNAKLAR**

- Aravind, M., Kumar, P., (2022). Edge computing for real-time traffic signal control, IEEE International Conference on Robotics and Automation, 215-220, Philadelphia PA.
- Garcia, L., Lopez, M., Martinez, J., (2021). Computer vision-based signal preemption, Advanced Traffic Management Systems, TechnomicsPress, 102-120, Lancaster PA.
- Shanmugamani, R., (2018). Deep learningforcomputervision, Python Deep Learning Cookbook içinde, Packt Publishing, 112-145, Birmingham UK.
- Srivastava, S., Gupta, A., (2020). Smart trafficcontrolsystemusingIoTand Arduino, International Conference on Embedded Systems, İstanbul- Türkiye.
- Yıldırım, M., Erdem, A., (2024). Akıllı şehirlerde derin öğrenme tabanlı acil durum araç önceliklendirme sistemleri, Akıllı Ulaşım Sistemleri Sempozyumu, Konya- Türkiye.
- Zhang, D., Chen, Y., (2021). Modelling of adaptive traffic light control via reinforcement learning, Journal of Transportation Engineering, 147, 5, 1120-1135.

# AegisNexus - SİBER GÜVENLİK PLATFORMU

***Enes Tekdemir; Arda Kaya; Zeyd Adouli***

***Danışman: Doç. Dr. Yusuf Uzun***

*25370031045@ogr.erbakan.edu.tr; 25370031073@ogr.erbakan.edu.tr;*
*25370031032@ogr.erbakan.edu.tr; yuzun@erbakan.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Seydişehir Ahmet Cengiz Mühendislik Fakültesi,*

*Necmettin Erbakan Üniversitesi, Posta 42002, Konya*

**ÖZET**

AegisNexus, kullanıcıları dijital dünyadaki karmaşık tehditlere karşı korumak amacıyla geliştirilmiş Yapay Zeka(AI) destekli ve çok katmanlı bir siber güvenlik platformudur. Proje kapsamında oltalama saldırıları, veri sızıntıları ve siber zorbalıkla mücadelenin yanı sıra Kısa Mesaj Servisi(SMS) merkez yapılarına entegre çalışan yeni bir güvenlikmodülü geliştirilmiştir. Bu modül, gelen mesajları Uygulama Programlama Arayüzü(API) üzerinden yapay zeka motoruyla analiz ederek zararlı içerikleri gerçek zamanlı olarak engellemektedir. Ayrıca platforma eklenen güncel veri sızıntısı forumu sayesinde, güvenilir kaynaklardan toplanan son dönem siber olaylar kullanıcıya sunulmaktadır. Sistem, özellikle dijital okuryazarlığı düşük olan bireylerin sanal ortamlarda dolandırılmasını ve hesap güvenliğinin ihlal edilmesini önleyerek toplumsal bir koruma sağlamayı hedeflemektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda platformun hem proaktif tespit hem de güncel tehdit bilgilendirmesi konularında yüksek doğrulukla çalıştığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Gerçek Zamanlı Analiz, Kriptografi, Phishing, Siber Güvenlik, Yapay Zeka.

**ABSTRACT**

AegisNexus is an Artificial Intelligence(AI) powered multi layered cybersecurity platform developed to protect users against complex digital threats. Within the scope of the project, in addition to combating phishing attacks, data breaches, and cyberbullying, a new security module integrated with Short Message Service(SMS) Centers has been developed.This module analyzes incoming messages through Application Programming Interface(API) using an artificial intelligence engine and blocks malicious content in real time. Furthermore, through the newly added breach forum module, recent cyber incidents collected from reliable sources are provided to the user. The system aims to provide social protection by preventing individuals with low digital literacy from being defrauded in virtual environments and having their accounts compromised. As a result of the studies, it has been observed that the platform operates with high accuracy in both proactive detection and uptodate threat notification.

**Keywords:**Artificial Intelligence, Cryptography, Cybersecurity, Phishing, Real Time Analysis.

## 1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin hızla yaygınlaşması, bireylerin ve kurumların günlük yaşamlarını kolaylaştırırken aynı zamanda karmaşık güvenlik tehditlerini de beraberinde getirmiştir. Günümüzde siber saldırılar, bilişim sistemlerine yetkisiz erişim sağlama, veri çalma veya sistemleri işlevsiz hale getirme amacı taşıyan faaliyetler olarak çeşitlenmektedir. Bu

saldırılar sonucunda kişisel veri ihlalleri yaşanmakta, bireyler ve kurumlar doğrudan maddi zarara uğramakta ve kritik hizmetlerde aksamalar meydana gelmektedir. Özellikle son yıllarda geleneksel saldırı yöntemlerinin yerini alan sosyal mühendislik tabanlı yaklaşımlar, bireysel ve toplumsal düzeyde ciddi risk alanları oluşturmaktadır (ENISA, 2023).

Bu risklerin başında, kullanıcıların güven algısını istismar eden SMS tabanlı dolandırıcılık yöntemleri gelmektedir. SMS, kullanıcılar tarafından görece güvenilir bir iletişim kanalı olarak algılandığı için saldırganlar tarafından kimlik avı saldırıları ve zararlı yazılım yayılımı amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Kullanıcıların gelen bir mesajı açma ve yanıtlama hızı, bu yöntemin başarı oranını artırmaktadır. Ancak bu tehdidin asıl yıkıcı etkisi, dijital okuryazarlık eksikliği ile birleştiğinde ortaya çıkmaktadır. Dijital okuryazarlık, bireylerin dijital ortamda güvenli ve bilinçli hareket edebilme becerisini ifade eder. Bu alandaki yetersizlikler; zararlı içeriklerin ayırt edilememesine, zayıf şifreleme alışkanlıklarına ve kullanıcıların manipülasyona açık hale gelmesine neden olmaktadır (Pew Research Center, 2022).

Siber güvenlik alanında geliştirilen çok sayıda teknolojik çözüme rağmen, mevcut önlemler çeşitli nedenlerle yetersiz kalmaktadır. Mevcut sistemlerin çoğu, daha önce tanımlanmış tehditleri tanıyan statik bir koruma sağlamakta; ancak siber saldırganların sürekli gelişen reaktif yöntemlerine karşı yavaş kalmaktadır. Güvenlik sistemleri teknik olarak güçlü olsa dahi, insan faktörü en büyük zafiyet noktasını oluşturmaya devam etmektedir. Ayrıca SMS altyapısındaki gönderen doğrulama mekanizmalarının yetersizliği ve gelişmiş güvenlik çözümlerinin yüksek maliyetli olması, bireysel kullanıcıların korunmasını zorlaştırmaktadır. Mevzuatın teknolojik gelişme hızına uyum sağlamakta gecikmesi ise faillerin tespit edilmesini ve cezalandırılmasını güçleştiren bir diğer unsurdur (Verizon, 2024).

Bu bağlamda,yalnızca geleneksel teknik önlemlere değil, aynı zamanda kullanıcı farkındalığını destekleyen ve gerçek zamanlı analiz yapabilen bütünsel platformlara ihtiyaç duyulmaktadır. AegisNexus projesi, bu eksiklikleri gidermek amacıyla modüler bir yapıda tasarlanmış olup; yapay zeka destekli analiz motoru, gerçek zamanlı SMS engelleme kabiliyeti ve güncel tehdit bilgilendirme modülleriyle siber güvenlikte proaktif bir savunma hattı oluşturmayı hedeflemektedir (Kaspersky, 2023).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyaller ve Teknolojik Altyapı

Sistemin ana gövdesi, kütüphane desteği ve hızlı prototipleme avantajları nedeniyle %94,3 oranında Python dili ile inşa edilmiştir. Yapay Zeka (AI) ve Uygulama Programlama Arayüzü (API) entegrasyonu bu altyapı üzerinde kurgulanırken; veri analiz motorunun performansını artırmak amacıyla %3,6 Cython, %1,3 C ve %0,5 C++ dillerinden yararlanılmıştır. Platformun görsel ve veri dönüşüm süreçleri ise %0,1 oranında Hiper Metin İşaretleme Dili (HTML) ve %0,1 oranında Genişletilebilir İşaretleme Dili Dönüşümleri (XSLT) ile desteklenerek çok katmanlı bir yazılım mimarisi oluşturulmuştur.

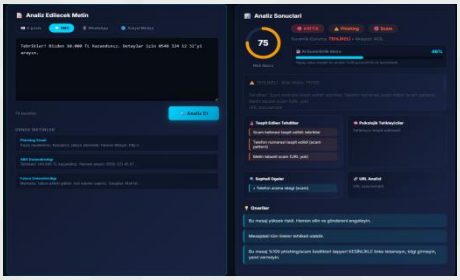
### 2.2 Yöntem ve Uygulama Süreci

Siber tehditlerin tespiti ve engellenmesi sürecinde uçtan uca bir veri akış metodolojisi izlenmiştir. Kısa Mesaj Servisi (SMS) merkezlerinden Uygulama Programlama Arayüzü (API) vasıtasıyla alınan veriler, Doğal Dil İşleme (NLP) tabanlı algoritmalarla taranarak risk puanlamasına tabi tutulmaktadır. Eş zamanlı olarak "Pwned Forum" modülü ile açık kaynaklı istihbarat yöntemleri kullanılarak güncel sızıntılar veritabanına işlenmektedir. Zararlı olarak sınıflandırılan içeriklere karşı gerçek zamanlı engelleme mekanizması devreye sokulmakta; tüm sürecin modüler bütünlüğü ve sürdürülebilirliği ise Git versiyon kontrol sistemi ile yönetilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Yapay Zeka Analiz Modülü

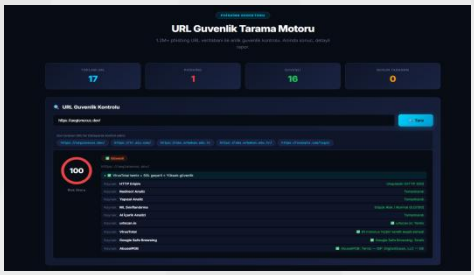
Farklı kanallardan (SMS, WhatsApp, e-posta, sosyal medya) gelen içerikleri Yapay Zeka (AI) desteğiyle tarayan bu modül; psikolojik tetikleyicileri ve şüpheli öğeleri analiz ederek risk skoru ile güvenilirlik yüzdesi hesaplamaktadır. Tespit edilen tehlike düzeyine göre kullanıcıya proaktif güvenlik önerileri sunan sisteme ait örnek kısa mesaj (SMS) analiz çıktısı Şekil 1'de verilmiştir.




**Şekil 1.** SMS Analiz Modülü Örnek Çıktısı

### 3.2. Oltalama (Phishing) Dedektörü

Şüpheli Düzgün Kaynak Konumlandırıcı adreslerini çok katmanlı tarama sürecinden geçiren bu modül, bağlantı güvenliğini analiz etmektedir. Kullanıcıları zararlı sitelere karşı uyararak veri hırsızlığı girişimlerini engelleyen sisteme ait güvenlik tarama arayüzü Şekil 2'de sunulmuştur.




**Şekil2.** Oltalama Dedektörü Güvenlik Tarama Arayüzü

### 3.3. Uzlaşma Göstergesi Tuzak Sistemi

Siber saldırganların faaliyetlerini tespit etmek amacıyla tasarlanan bu modül, sistem üzerinde kontrollü bir zafiyet alanı oluşturmaktadır. Siber suçlular tarafından bu özel dosyanın veya alanın tetiklenmesi durumunda sistem alarm durumuna geçmektedir. Modül, saldırganın İnternet Protokol (IP) adresi gibi kritik verileri anlık olarak toplayıp kaydederek tehdit aktörünün izlenmesine olanak tanımaktadır.

### 3.4. Veri Sızıntısı İhlali ve Dark Web Taraması

Kullanıcıların e-posta adresleri üzerinden geçmiş veri ihlallerini ve "dark web" sızıntısını tarayan bu modül, ihlalin gerçekleştiği platformları listelemektedir. Sistem, veri sızıntısı tespit edilen kullanıcılara yönelik çözüm odaklı tavsiyeler sunarak dijital okuryazarlık düzeyinin artırılmasına katkı sağlamaktadır.

### 3.5. Kriptografik Kalkan

Matematiksel olarak karmaşık ancak hatırlanması kolay parolalar üreten bu modül, rastgele üretim algoritmalarıyla dijital hesap güvenliğini maksimize etmektedir. Bu sayede kullanıcıların şifreleme alışkanlıkları iyileştirilerek siber saldırılara karşı koruma sağlanmaktadır.

### 3.6. Mağduriyet Atlası

Siber mağduriyet vakalarını sistematik olarak arşivleyen bu modül, saldırı yöntemlerini ve kayıp tiplerini sınıflandırarak bireysel korunma rehberliği sunmaktadır. Büyük Dil Modeli (LLM) tabanlı vaka çıkarımı ve "hot set" yönetimi ile toplumsal siber tehdit trendlerini analiz eden sistem, güvenlik stratejileri için veri odaklı istihbarat sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR


- ENISA, (2023). Threat Landscape Report, European Union Agency for Cybersecurity, Heraklion.
- Kaspersky, (2023). Mobile Cyberthreats Report, Global Research & Analysis Team, Moskova.
- Pew Research Center, (2022). Digital Literacy and Online Safety in the Modern Era. Pew Research Center, Washington D.C.
- Verizon, (2024). Data Breach Investigations Report. Verizon Business, New York.

# OTONOM SÜRÜŞ SİSTEMİ: ROBOTAKSİ UYGULAMASI

***Mustafa Sefa Güzelkaya, SümeyraÖzcan, Nisa Gül Ercan***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali Uymaz***

*f241220003@ktun.edu.tr, f250101059@ktun.edu.tr, f250101079@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Universitesi,42100, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, robotaksi tipi otonom araçlar için Robot İşletim Sistemi (Robot Operating System - ROS)tabanlı modüler bir sürüş yazılım sistemi geliştirilmiştir. Sistem, şerit takibi ve engel algılama görevlerini gerçek zamanlı olarak gerçekleştirirken, You Only Look Once (YOLO) 11smodeli kullanılarak 25.000 görüntü ile eğitilmiş trafik tabelası tanıma modülü ile çevresel farkındalık kazanmaktadır. Kameraverisinden elde edilen şerit, engel ve tabela bilgileri karar verme mekanizmasında birleştirilerek aracın uygun sürüş davranışı belirlenmektedir. Sistem, farklı sürüş senaryolarında karşılaşılan engellere göre güvenli ve kararlı manevralar gerçekleştirebilmekte, yol ve trafik koşullarına bağlı olarak dinamik kararlar alabilmektedir. Trafik tabelalarından elde edilen bilgiler hız kontrolü ve sürüş davranışının anlık olarak güncellenmesini sağlamaktadır. Geliştirilen bu yapı, algılama, karar verme ve kontrol katmanlarının bütünleşik çalıştığı, simülasyon ortamında test edilebilir, ölçeklenebilir ve gerçek sistemlere aktarılabilir bir otonom sürüş yazılım altyapısı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** karar verme, otonom araç, ROS, şerit takibi, YOLO

**ABSTRACT**

In this project, a Robot Operating System (ROS)-basedmodular driving software system has been developed for robotaxi-type autonomous vehicles. The system performs real-time lane tracking and obstacle detection while enhancing environmental awareness through a trafficsign recognition module trained with 25,000 images using the You Only Look Once (YOLO) 11s model. Lane, obstacle, and traffic sign data obtained from camera inputs are integrated within a decision-making mechanism to determine appropriate driving behavior. The system can execute safe and stable maneuvers in response to various driving scenarios and dynamically adapts to changing road and traffic conditions. Information obtained from traffic signs enables real-time updates in speed control and driving strategies. The proposed architecture offers an integrated structure of perception, decision-making, and control layers, providing a scalable, testable, and transferable autonomous driving software framework validated in a simulation environment.

**Keywords:**decision making, autonomous vehicle, ROS, lane tracking, YOLO

## 1. GİRİŞ

Otonom araç teknolojileri, son yıllarda hem akademik hem de endüstriyel alanlarda önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Janai vd., 2020). Bu araçların güvenli ve etkin bir şekilde hareket edebilmesi için yalnızca şerit takibi yeterli olmayıp, çevresel koşullara göre dinamik karar verebilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Paden vd., 2016). Özellikle robotaksi uygulamalarında, araçların trafik kurallarını algılayabilmesi ve engeller karşısında uygun manevralar gerçekleştirebilmesi kritik öneme sahiptir.

Bu çalışmada, şerit takibi, engel algılama ve trafik tabelası tanıma görevlerini bir araya getiren bütünleşik bir otonom sürüş yazılımı geliştirilmiştir. Proje, otonom araçlar için karar verme ve kontrol süreçlerini simülasyon ortamında test edilebilir hale getirerek bu alandaki önemli bir ihtiyacı karşılamayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Sistem Mimarisi

Geliştirilen sistem, ROS tabanlı modüler bir yapıya sahiptir(Quigley vd., 2009). Algılama, karar verme ve kontrol katmanları birbirinden bağımsız ancak veri akışı ile entegre şekilde çalışmaktadır.

### 2.2. Algılama Katmanı

Algılama katmanında çevresel verilerin elde edilmesi için Işık Tespiti ve Uzaklık Ölçümü (Light Detection and Ranging - LiDAR)ve derinlik kamerası kullanılmıştır. LiDAR ile engellerin konum ve mesafe bilgileri belirlenirken, derinlik kamerası ile ortamın üç boyutlu yapısı analiz edilmiştir.

Trafik tabelası tanıma için YOLO11s modeli kullanılmış ve model 25.000 görüntü ile eğitilmiştir(Redmon vd., 2016; Bochkovskiy vd., 2020). Derinlik kamerasından elde edilen görüntüler üzerinde çalışan bu model sayesinde trafik tabelaları gerçek zamanlı olarak tespit edilmektedir.

### 2.3. Karar Verme Mekanizması

Karar verme katmanı, şerit bilgisi, engel durumu ve trafik tabelası verilerini birleştirerek aracın hareket stratejisini belirlemektedir. Sistem, sürüş esnasında elde edilen çevresel verilere bağlı olarak güvenli ve kararlı manevralar üretmekte, değişen yol ve trafik koşullarına uyum sağlayacak şekilde dinamik kararlar almaktadır.

### 2.4. Kontrol Katmanı

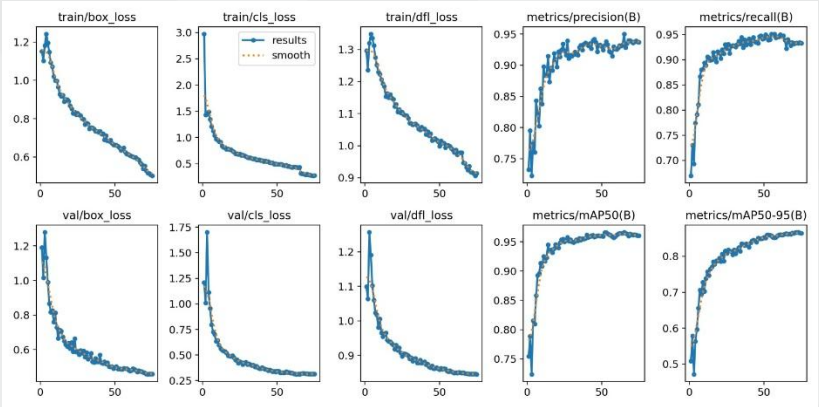
Kontrol katmanında aracın direksiyon ve hız komutları üretilmektedir. Şerit hatası bilgisi kullanılarak aracın yönlendirilmesi sağlanmakta ve sistem stabil sürüş performansı sunmaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

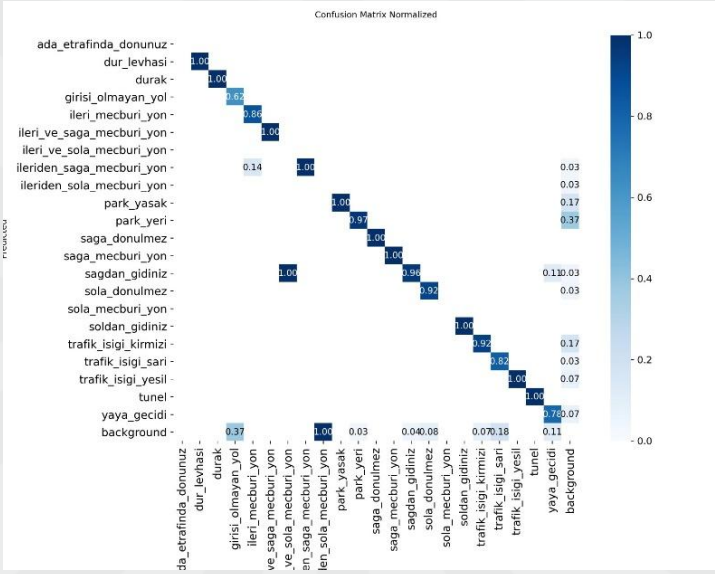
Geliştirilen trafik tabelası tanıma modeli, eğitim süreci sonunda yüksek doğruluk değerlerine ulaşmıştır. Eğitim ve doğrulama kayıp değerlerinin düzenli olarak azalması, modelin başarılı şekilde öğrenme gerçekleştirdiğini göstermektedir. Precision ve recall değerlerinin yüksek seviyelerde olması, modelin dengeli bir performans sergilediğini ortaya koymaktadır.

Confusion matrix incelendiğinde, sınıfların büyük çoğunluğunda doğru sınıflandırma yapıldığı görülmekle birlikte, benzer tabelalar arasında sınırlı düzeyde karışıklıklar gözlemlenmiştir.

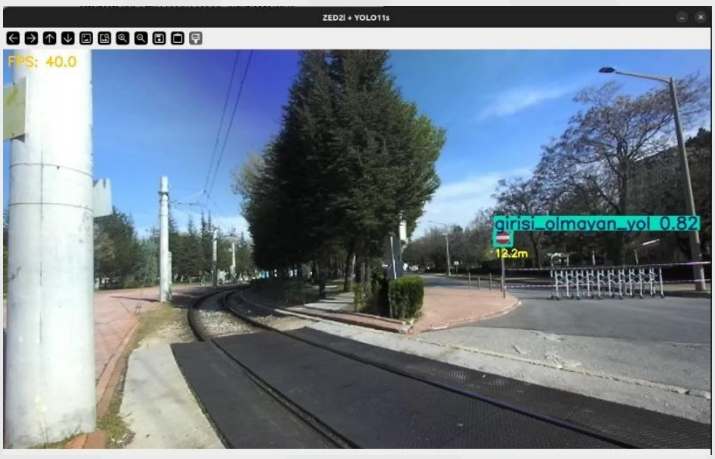
Elde edilen sonuçlar, sistemin otonom sürüş uygulamaları için yeterli doğruluk ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.



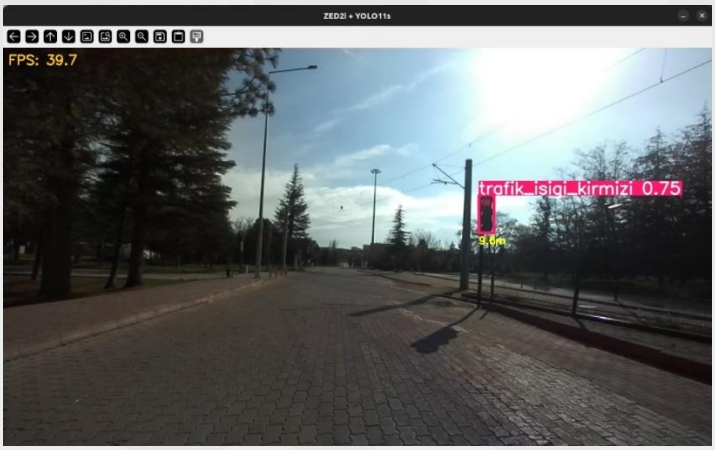

**Şekil 1.**Model eğitim grafikleri




**Şekil 2.**Model test sonuçları




**Şekil 3**.Canlı Tabela Test Sonucu




**Şekil 4**.Tabela Test Sonucu

## KAYNAKLAR


- Bochkovskiy, A. vd., (2020). YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, arXiv preprint arXiv:2004.10934.
- Janai, J. vd., (2020). Computer Vision for Autonomous Vehicles: Problems, Datasets and State of the Art, Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision, 12(1-3), 1-308.
- Paden, B. vd., (2016). A Survey of Motion Planning and Control Techniques for Self-Driving Urban Vehicles, IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 1(1), 33-55.
- Quigley, M. vd., (2009). ROS: an open-source Robot Operating System, IEEE International Conference on Robotics and Automation Workshop, Kobe, Japan.
- Redmon, J. vd., (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, USA.

YYBB 26YYBB72450

# CANBUL

***Aleyna Görgün***

***Danışman: Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan***

*221213093@ktun.edu.tr ; okbaykan@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, kaybolan evcil hayvanların bulunma sürecini hızlandırmak ve onları sahipleriyle güvenle buluşturmak amacıyla geliştirilmiş bir mobil uygulamadır. Platform, yapay zeka ve görüntü işleme teknolojilerinden faydalanarak kayıp ve bulunan hayvan ilanlarındaki fotoğrafları analiz eder. Geliştirilen sistem, hayvanların yüz hatlarını tespit edip vektörel verilere dönüştürerek ilanlar arasında yüksek doğrulukla otomatik eşleştirme yapar. Olası bir eşleşme durumunda kullanıcıların hızlıca iletişime geçmesi sağlanır. Uygulama aynı zamanda sosyal bir ağ işlevi görerek ilanların geniş kitlelerce paylaşılmasına olanak tanır. Sonuç olarak, geleneksel arama yöntemlerinin kısıtlamaları aşılarak zaman kaybı önlenmiş ve kayıp hayvanların tespitini kolaylaştıran yenilikçi, pratik ve etkili bir teknolojik çözüm sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü İşleme, Kayıp Evcil Hayvan, Mobil Uygulama, Vektörel Eşleştirme, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

This project is a mobile application developed to expedite the process of finding lost pets and safely reuniting them with their owners. The platform utilizes artificial intelligence and image processing technologies to analyze photos in lost and found pet listings. The developed system identifies the animals' facial features and converts them into vector data, automatically matching them with high accuracy between listings. In case of a match, users can quickly contact the owner. The application also functions as a social network, allowing listings to be shared with a wide audience. As a result, the limitations of traditional search methods are overcome, time is saved, and an innovative, practical, and effective technological solution is offered to facilitate the identification of lost animals.

**Keywords:**Image Processing, Lost Pet, Mobile Application, VectorMatching, ArtificialIntelligence

## 1. GİRİŞ

Evcil hayvan kayıpları, hem hayvan refahı hem de hayvan sahiplerinin psikolojik sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olan küresel ve toplumsal bir sorundur. Kayıp hayvanları bulmak için kullanılan geleneksel yöntemler (sosyal medya grupları, yerel ilan panoları vb.) çoğunlukla manuel, koordine edilmemiş ve verimsiz süreçlere dayanmaktadır. Pazardaki mevcut dijital çözümler incelendiğinde ise popüler uygulamaların genellikle sadece konum ve metin (tür, cins) tabanlı filtrelemeler sunduğu görülmektedir. Bu durum, birbirine fiziksel olarak yakın konumlarda ve benzer fenotipik özelliklere sahip

hayvanların eşleştirilmesi yükünü tamamen kullanıcının manuel görsel taramasına bırakmakta, zaman kaybına ve hatalı eşleşmelere yol açmaktadır.

Akademik literatürde nesne tespiti için kullanılan YOLO mimarisinin (Redmon vd., 2016) ve derin öznitelik çıkarımı yapan ResNet gibi evrişimli sinir ağlarının (He vd., 2016) yüksek başarı oranları kanıtlanmış olsa da, bu teknolojilerin son kullanıcıya yönelik mobil platformlarda, otonom bir karar destek sistemi olarak kullanıldığı entegre çözümler eksiktir. Hayvan yüzlerindeki ince detayları (fine-grainedfeatures) algılamada ResNet-50 mimarisinin %91.30 doğruluk sunduğunu gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu çalışma, "Görüntü işleme ve vektörel karşılaştırma algoritmaları, mobil bir platform üzerindekayıp ve bulunan evcil hayvan ilanlarını otonom olarak eşleştirerek mevcut manuel arama sistemlerinin verimliliğini ne ölçüde artırabilir?" araştırma sorusundan yola çıkmaktadır.

Mühendislik Fakültesi öğrencilerinde bilimsel düşünme, araştırma, araştırmacılık ve proje kültürü ilgi ve anlayışının oluşup gelişmesine katkıda bulunmak amacıyla düzenlenen Konya Teknik Üniversitesi 10. Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı kapsamında sunulan "Canbul" projesi, literatürdeki ve sektördeki bu otonom eşleştirme boşluğunu doldurmayı amaçlamaktadır. Geliştirilen sistem, yüklenen fotoğrafları yapay zeka ile analiz edip matematiksel vektörlere dönüştürmekte ve "Kosinüs Benzerliği" (CosineSimilarity) üzerinden otomatik eşleştirme yapmaktadır. Proje, görsel veriyi konum tabanlı servislerle birleştiren hibrit mimarisi sayesinde, pasif bir ilan platformu olmanın ötesine geçerek aktif ve teknolojik bir çözüm sunmakta; böylece hayvanların güvenle yuvalarına dönme olasılığını maksimize etmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, kayıp evcil hayvanların bulunma sürecini otonom hale getirmek için İstemci-Sunucu (Client-Server) mimarisine dayalı, görüntü işleme destekli bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Çalışma yaşam döngüsü boyunca Artımlı Geliştirme Modeli (Incremental Development Model) benimsenmiş, böylece sistemin modüler yapıda test edilerek entegre edilmesi sağlanmıştır.

### 2.1. Kullanılan Materyaller ve Geliştirme Ortamı

Sistemin kodlanması ve arayüz tasarımı için Entegre Geliştirme Ortamı (Integrated Development Environment - IDE) olarak Android Studio kullanılmıştır. Mobil uygulamanın ön yüzü (frontend), Flutter yazılım geliştirme kiti (Software Development Kit - SDK) ve Dart programlama dili ile geliştirilmiştir.

Uygulamanın arka yüz (backend) servisleri, veritabanı yönetimi, medya depolama ve kullanıcı kimlik doğrulama işlemleri için "Hizmet Olarak Arka Yüz" (Backend-as-a-Service - BaaS) modeli sunan Supabase platformu tercih edilmiştir. Veritabanı yönetim sistemi olarak PostgreSQL ve vektörel veri işlemleri için pgvector eklentisi kullanılmıştır. Görüntü işleme modüllerinin inşasında ise derin öğrenme materyalleri olarak YOLO (YouOnlyLookOnce) nesne tanıma mimarisi, ResNet-50 (ResidualNeural Network) evrişimli sinir ağı (ConvolutionalNeuralNetwork - CNN) ve mobil cihazda model çalıştırmayı sağlayan TensorFlowLite (TFLite) kütüphanesinden faydalanılmıştır.

### 2.2. Sistem Mimarisi ve Görüntü İşleme Yöntemi

Projenin temelini oluşturan görsel eşleştirme sistemi, cihaz üzerinde uç bilişim (Edge Computing) ve sunucu taraflı vektörel karşılaştırma mantığıyla çalışmaktadır. Sisteme kayıp veya bulunan evcil hayvan ilanı eklendiğinde, yüklenen fotoğraflar ilk aşamada YOLO algoritması ile ön işlemeye tabi tutulmaktadır. Bu algoritma, görseldeki arka plan detaylarını filtreleyerek doğrudan hayvanın formunu tespit etmekte ve sınırlandırıcı kutu (boundingbox) ile kırpma (cropping) işlemi uygulamaktadır.

İzole edilen görseller, transfer öğrenme (transfer learning) yöntemiyle projeye entegre edilen ResNet-50 modeline girdi olarak aktarılmaktadır. Model, hayvanın fiziksel özelliklerini analiz ederek görseli yüksek boyutlu matematiksel bir sayı dizisine (vektör) dönüştürmektedir. Üretilen vektörel veriler TFLite aracılığıyla Supabaseveritabanına iletilmektedir.

Eşleştirme sürecinde arama uzayını optimize etmek ve hatalı sonuçları engellemek amacıyla öncelikle konum tabanlı (Geolocation) filtreleme devreye girmektedir. Coğrafi olarak elenen adayların vektörleri arasında, veritabanı seviyesinde "Kosinüs Benzerliği" (CosineSimilarity) metodu ile matematiksel mesafe ölçümü yapılmaktadır. Belirlenen eşik değerinin üzerinde benzerlik skoru üreten hayvan ilanları, sistem tarafından potansiyel eşleşme olarak ilan sahiplerine sunulmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

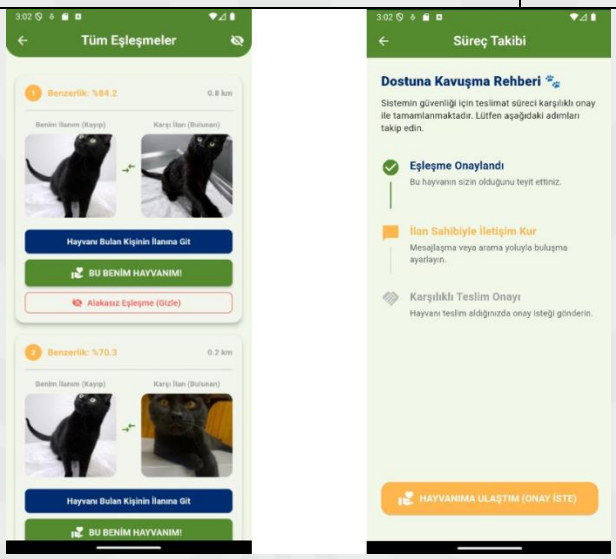
Bu çalışmanın sonucunda, kayıp evcil hayvanların bulunma sürecindeki zaman kaybını ve insan faktörlü hataları ortadan kaldırmayı hedefleyen "Canbul" mobil uygulaması tüm modülleriyle başarıyla geliştirilmiş ve test edilmiştir. Sisteme entegre edilen "İlan Oluşturma", "Konum Tabanlı Filtreleme" ve "Sosyal Akış" modülleri sayesinde kullanıcıların interaktif bir şekilde yardımlaştığı aktif bir topluluk platformu elde edilmiştir.

Projenin en kritik mühendislik çıktısı, manuel eşleştirme sorununu çözen yapay zeka destekli otonom eşleştirme mimarisidir. YOLO nesne tanıma algoritması ve ResNet-50 derin öğrenme modeli kullanılarak hayvan görsellerinden yüksek doğruluklu öznitelik çıkarımı yapılmış ve uç bilişim (Edge Computing) teknolojisiyle bu vektörler mobil cihaz üzerinde işlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, konum verisi ile görsel benzerlik (Kosinüs Benzerliği) metriklerinin bir arada kullanıldığı bu hibrit mimarinin, geleneksel metin tabanlı sistemlere kıyasla aday havuzunu çok daha kesin ve hızlı daralttığını göstermektedir.

Ayrıca, sistemin güvenliğini sağlamak ve eşleşen ilanların art niyetli kişilerce (vandalizm) silinmesini önlemek amacıyla geliştirilen "Çift Yönlü Asenkron Onay Protokolü" (Two-WayHandshake) başarıyla test edilmiş, işlemlerin yalnızca karşılıklı teyit ile sonuçlandırılması sağlanmıştır. Projede elde edilen bu sonuçlar, teknolojik altyapının toplumsal bir probleme ne ölçüde yenilikçi ve kalıcı bir çözüm sunabileceğini kanıtlamaktadır. Canbul uygulaması ile mevcut ilan platformlarının karşılaştırması Tablo 1'de, geliştirilen sisteme ait arayüz ve eşleşme mimarisi ise Şekil 1'de sunulmuştur.

**Tablo 7.**Geleneksel İlan Platformları ile Canbul Uygulamasının Karşılaştırması

| Karşılaştırma Kriteri | Geleneksel Platformlar (Örn: Sosyal Medya, Statik İlanlar) | Canbul Uygulaması |
|---|---|---|
| Eşleştirme Yöntemi | İnsan Gözlemine Dayalı Manuel Tarama | Yapay Zeka Destekli Otonom Vektörel Eşleştirme |
| Arama/Filtreleme | Temel Metin (Tür, Cins) ve Kategori | Konum (Yarıçap), Tür ve Görsel Benzerlik |
| Görsel Analiz | Yok | YOLO ve ResNet-50 ile Yüz/Vücut Formu Analizi |
| İşlem Merkezi | Sunucu Tabanlı (Yüksek Gecikme) | Uç Bilişim / Edge Computing (Düşük Gecikme) |
| İlan Güvenliği | Tek Taraflı Silme ve Suistimale Açık | Çift Yönlü Karşılıklı Onay (Handshake) Sistemi |




**Şekil 7.**Canbul Uygulaması Vektörel Eşleşme ve Süreç Takibi Ekranları

## KAYNAKLAR


- He, K., Zhang, X., Ren, S. ve Sun, J., (2016). DeepResidual Learning for Image Recognition, Proceedings of the IEEE conference on computervisionandpatternrecognition.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. ve Farhadi, A., (2016). YouOnlyLookOnce: Unified, Real-Time Object Detection, Proceedings of the IEEE conference on computervisionandpatternrecognition.

# YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ YÜZ TANIMA İLE KAPI KONTROLÜ

***Zeynep Kılınç***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit Cihan***

*f221202032@ktun.edu.tr; mcihan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*
*Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, yapay zeka tabanlı yüz tanıma teknolojisinin düşük maliyetli Raspberry Pi 4 platformu üzerinde, gerçek zamanlı ve güvenli erişim kontrolü amacıyla kullanımını araştırmaktadır. Çalışmanın temel amacı; anahtar veya şifre gibi geleneksel yöntemlerin güvenlik zafiyetlerine karşı, temassız ve yüksek doğruluk oranına sahip biyometrik bir çözüm sunmaktır. Yöntem kapsamında, Python ortamında OpenCV ve CNN tabanlı algoritmalar kullanılarak optimize edilen model, gömülü sistem üzerine entegre edilecektir. Sistem, kamera modülü üzerinden alınan görüntüleri işleyerek kimlik doğrulama gerçekleştirecek ve GPIO pinleri aracılığıyla kapı kilidi mekanizmasını yönetecektir. Proje sonucunda, yüzde 90 ve üzeri doğruluk oranına sahip, enerji verimli ve yerli üretime uygun bir güvenlik sistemi prototipi geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma, yapay zeka tabanlı gömülü sistemlerin erişilebilir ve sürdürülebilir güvenlik çözümleri sunabileceğini kanıtlamayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyometrik Kimlik Doğrulama, Derin Öğrenme, Gömülü sistemler, Yapay Zeka, Yüz Tanıma

**ABSTRACT**

This project investigates the use of artificial intelligence-based face recognition technology on the low-cost Raspberry Pi 4 platform for real-time and secure access control. The main objective of the study is to provide a contactless, high-accuracy biometric solution against the security vulnerabilities of traditional methods like keys or passwords. Within the methodology, a model optimized using OpenCV and CNN-based algorithms in Python will be integrated into the embedded system. The system will process images from the camera module for authentication and manage the door lock mechanism via GPIO pins. The project aims to develop an energy-efficient, locally producible security system prototype with over 90 percent accuracy. This study seeks to prove that AI-based embedded systems can offer accessible and sustainable security solutions.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Biometric Authentication, Deep Learning, Embedded Systems, Face Recognition

## 1. GİRİŞ

Günümüzde güvenli erişim sistemleri, kamu kurumlarından kişisel cihazlara kadar oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Geleneksel erişim yöntemlerinin (anahtar, kart, şifre) kopyalanma, kaybolma veya yetkisiz paylaşım gibi ciddi güvenlik açıklarına sahip olması, biyometrik tabanlı kimlik doğrulama yöntemlerini güvenlik sistemlerinin merkezine yerleştirmiştir (Jain vd., 2016). Literatürdeki pek çok çalışma, yapay zeka

destekli yüz tanıma algoritmalarının yüksek doğruluk oranlarına ulaştığını; ancak bu algoritmaların genellikle yüksek donanım gücü gerektiren sistemlerde uygulandığını göstermektedir (Zhao vd., 2021; Deng vd., 2019). Buna karşın, düşük maliyetli, taşınabilir ve enerji verimli gömülü donanımlar üzerinde bu sistemlerin kararlı biçimde çalıştırılmasına yönelik araştırmalar sınırlı kalmaktadır (Kaya ve Arslan, 2023; Hasan vd., 2022). Bu proje, literatürdeki söz konusu boşluğu doldurarak, yapay zeka tabanlı görüntü işleme tekniklerinin düşük maliyetli gömülü sistemlerde gerçek zamanlı erişim kontrolü amacıyla uygulanabilirliğini araştırmaktadır. Çalışmanın temel araştırma sorusu; "Düşük maliyetli bir gömülü sistem üzerinde çalışan yapay zeka tabanlı yüz tanıma algoritması, güvenli erişim kontrolü için yeterli doğruluk ve hız performansını sağlayabilir mi?" olarak belirlenmiştir. Geliştirilecek bağımsız yüz tanıma sistemi, bulut bağlantısına ihtiyaç duymadan verileri yerel cihaz üzerinde işleyerek KVKK standartlarına uygun, düşük maliyetli ve sürdürülebilir bir çözüm sunacaktır. Hipotez olarak, optimize edilmiş bir Konvolüsyonel Sinir Ağı (CNN) modelinin gömülü donanım üzerinde yüzde 90 ve üzeri doğruluk oranı ile gerçek zamanlı kimlik doğrulama gerçekleştirebileceği öngörülmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, yapay zeka destekli yüz tanıma teknolojisinin düşük maliyetli gömülü sistemlerde erişim kontrolü amacıyla kullanılabilirliğini test etmek üzere özgün bir prototip geliştirilmiştir.

### 2.1. Kullanılan Materyaller ve Donanım Bileşenleri

Sistemin ana kontrol ünitesi olarak yerel tedariki kolay ve düşük güç tüketimli Raspberry Pi 4 Model B tercih edilmiştir. Görüntü alma işlemi doğrudan Camera Serial Interface (CSI) portu üzerinden bağlanan kamera modülü ile gerçekleştirilmektedir. Enerji tasarrufu sağlaması için sisteme bir PIR hareket sensörü, kimlik doğrulama başarılı olduğunda kapı kilidini açmak üzere bir röle modülü ile solenoid kilit ve sistem durumunu göstermek amacıyla bir ekran birimi entegre edilmiştir.

### 2.2. Yazılım Altyapısı ve Yöntem

Çalışma deneysel bir tasarım üzerine kurulmuş olup yazılım geliştirme süreçleri Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yöntem adımları şu şekildedir:

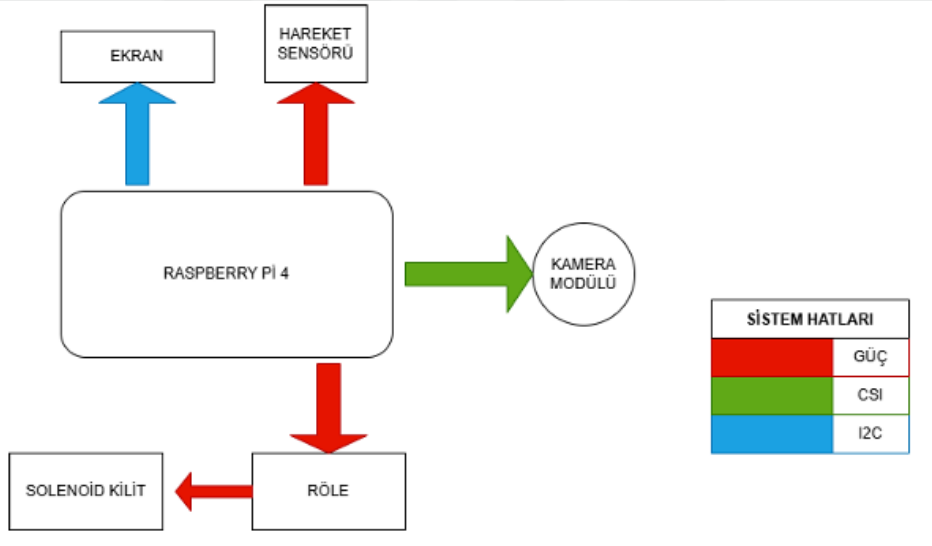
- **Veriseti Oluşturma ve Ön İşleme:** Sisteme tanıtılacak kullanıcıların farklı ışık, açı ve mimiklerdeki yüz görüntüleri toplanarak yerel bir veriseti oluşturulmaktadır. Modelin kararlılığını artırmak için bu görüntüler gri tonlamaya dönüştürülmekte, yüz hizalama ve boyutlandırma işlemleriyle standart hale getirilmektedir.
- **Model Eğitimi:** Python ortamında *OpenCV, dlib* ve *face_recognition* kütüphaneleri yardımıyla, CNN tabanlı bir yüz tanıma modeli oluşturulmakta ve toplanan veriseti ile eğitilmektedir.
- **Canlılık Tespiti ve Güvenlik:** Sistemin basılı fotoğraflarla manipüle edilmesini önlemek amacıyla göz kırpma veya yüz hareketi tespitine dayalı bir canlılık (liveness) kontrol mekanizması algoritmaya dahil edilmiştir. Verilerin KVKK'ya uygunluğu için SQLite veri tabanı kullanılmış olup, tüm kullanıcı verileri ve giriş logları (.txt) şifreli olarak yalnızca cihaz üzerinde saklanmaktadır.

- **Arayüz Tasarımı:** Kullanıcı ekleme, silme, log kayıtlarını inceleme ve anlık kamera görüntüsünü izleme işlemleri için Tkinter kütüphanesi kullanılarak kullanıcı dostu bir masaüstü arayüzü geliştirilmiştir.

**2.3. Sistem Entegrasyonu ve Performans Testleri** Eğitilen model, Raspberry Pi üzerinde çalışacak şekilde (model sıkıştırma ve optimizasyon yöntemleriyle) gömülü sisteme entegre edilmektedir. Kamera modülünden alınan gerçek zamanlı görüntüler işlenerek kimlik doğrulaması yapılmakta, eşleşme durumuna göre GPIO pinleri tetiklenerek kapı kilidi kontrol edilmektedir. Sistemin güvenilirliği; farklı ortam ışığı ve kamera mesafesi değişkenleri altında tanıma doğruluğu (%), Hatalı Kabul Oranı (FAR), Hatalı Ret Oranı (FRR), ortalama tepki süresi (ms) ve sistemin ortalama enerji tüketimi (W) metrikleri üzerinden ölçülerek istatistiksel olarak analiz edilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu projede, yüksek işlem gücü gerektiren geleneksel yüz tanıma sistemlerine alternatif olarak, düşük maliyetli ve enerji verimli Raspberry Pi 4 platformu üzerinde çalışan özgün bir erişim kontrol prototipi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemin donanım bileşenleri ve bağlantı mimarisi Şekil 1'de gösterilmiştir.




**Şekil 1.** Sistemin Donanım Şeması ve Bileşen Bağlantıları

Uygulanan model optimizasyonları ve donanım entegrasyonu sonucunda, sistemin gerçek zamanlı ve kararlı çalışabilmesi için öngörülen performans hedefleri ile başarı ölçütleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Sistem Performans Hedefleri ve Başarı Ölçütleri

| Performans Kriteri | Hedeflenen Değer |
|---|---|
| Kimlik Doğrulama Doğruluğu | %90 ve üzeri |
| Ortalama Gecikme Süresi (Tepki Süresi) | < 300 ms |
| Güç Tüketimi (Aktif Durumda) | < 5 W |
| EER (Equal Error Rate) | %5'in altında |

Elde edilen bulgular ve performans öngörüleri, yapay zeka tabanlı görüntü işleme modellerinin bulut bağlantısına ihtiyaç duymadan, yalnızca yerel gömülü sistem kaynakları kullanılarak yüksek doğrulukla çalışabileceğini göstermektedir. Literatürdeki bulut tabanlı sistemlere kıyasla, geliştirilen bu bağımsız prototip veri gizliliği (KVKK uyumluluğu) açısından büyük bir avantaj sunmaktadır. Sisteme entegre edilen canlılık tespiti (liveness) özelliği sayesinde basılı fotoğraflarla yapılabilecek güvenlik ihlalleri engellenmiş; PIRhareket sensörü entegrasyonu ile de sistemin bekleme durumundaki güç tüketimi minimuma indirilerek enerji verimliliği sağlanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma; yurtlar, okullar ve küçük ölçekli işletmeler için erişilebilir, modüler ve sürdürülebilir bir güvenlik çözümü ortaya koymaktadır. Kullanılan bileşenlerin yerel olarak tedarik edilebilmesi ve sistemin açık kaynak kodlu yazılımlarla desteklenmesi, projenin ticarileşme potansiyelini artırmaktadır. Geliştirilen sistemin akademik, ekonomik ve teknolojik ölçekte önemli yaygın etkiler oluşturması öngörülmektedir. Bu kapsamda, elde edilen bulguların 2026 yılında düzenlenecek IDAP (Uluslararası Yapay Zeka ve Veri İşleme Sempozyumu) Kurultayı'nda bildiri olarak sunulması ve IoT alanındaki araştırmacılar için açık kaynaklı bir altyapı teşkil etmesi planlanmaktadır. Ticari boyutta ise projenin, teknopark girişimcilik programlarına sunularak ticari bir ürüne dönüştürülme potansiyeli oldukça yüksektir. Gelecek projeksiyonunda sistemin çoklu biyometrik doğrulama (parmak izi ve yüz tanıma) yapısına genişletilmesi ve üniversite-sanayi iş birlikleriyle TÜBİTAK 2209-B gibi sanayi odaklı yeni araştırmalara güçlü bir zemin hazırlaması hedeflenmektedir.

**KAYNAKLAR**


- Deng, J., Guo, J., Xue, N. ve Zafeiriou, S., (2019). ArcFace: Additive angular margin loss for deep face recognition, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 4690-4699.
- Hasan, M. K., Islam, M. M. ve Alam, M. S., (2022). Real-time face recognition system on embedded devices, IEEE Access, 10, 12450-12465.
- Jain, A. K., Nandakumar, K. ve Ross, A., (2016). 50 years of biometric research: Accomplishments, challenges, and opportunities, Pattern Recognition Letters, 79, 80-105.
- Kaya, A., Arslan, B., (2023). Gömülü sistemler üzerinde derin öğrenme tabanlı nesne ve yüz tanıma performans analizi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 16, 2, 115-125.
- Zhao, Y., Li, X. ve Wang, J., (2021). A review of face recognition based on deep learning, Artificial Intelligence Review, 54, 5, 3421-3465.

# BİTKİ TANIMA VE HASTALIK TEŞHİSİ MOBİL UYGULAMASI

***Beyza Çelik***

***Danışman: Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan***

*f221213071@ktun.edu.tr; okbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, süs bitkisi türlerinin sınıflandırılması, olası hastalıklarının teşhis edilmesi ve kişisel bitki bakımlarının yönetilmesi amacıyla geliştirilen derin öğrenme tabanlı bir mobil uygulamayı sunmaktadır. Hastalık teşhisinde sınıf dengesizliğini ve veri yetersizliğini aşmak için LoRA adaptasyonu ile sentetik veri üretilmiş ve hibrit bir veri seti oluşturulmuştur. Bitki türü tespiti için MobileNetV2, hastalık teşhisi için ise EfficientNetB0 mimarileri kullanılmıştır. Eğitilen yapay zeka modelleri TensorFlowLite kullanılarak mobil ortama entegre edilmiş, bu sayede çevrimdışı ve gerçek zamanlı çalışma yeteneği kazandırılmıştır. Flutter ile geliştirilen arayüz, kullanıcıların kişisel bitki envanterlerini takip etmelerine de olanak tanırken; güvenli veri tabanı yönetimi Supabase üzerinden sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Flutter, Mobil Uygulama, Sentetik Veri

**ABSTRACT**

This study presents a deep learning-based mobile application developed for the classification of ornamental plant species, diagnosis of potential diseases, and management of personal plant care. To overcome class imbalance and data deficiency in disease diagnosis, synthetic data was generated using LoRA adaptation, creating a hybrid dataset. MobileNetV2 architecture was used for plant species detection, and EfficientNetB0 architecture for disease diagnosis. The trained AI models were integrated into the mobile environment using TensorFlowLite, enabling offline and real-time operation. The interface, developed with Flutter, allows users to track their personal plant inventories, while secure database management is provided via Supabase.

**Keywords:** Deep Learning, Flutter, Mobile Application, Synthetic Data

## 1. GİRİŞ

Süs ve iç mekan bitkilerinin bakımında karşılaşılan temel zorluklardan biri, bitki türlerinin doğru tanınamaması ve olası hastalıkların zamanında teşhis edilememesidir. Geleneksel yöntemlerle yapılan gözleme dayalı hastalık teşhisi belirli bir düzeyde uzmanlık gerektirebilmektedir. Son yıllarda yapay zeka ve derin öğrenme algoritmalarının, özellikle Evrişimli Sinir Ağları'nın (CNN) bilgisayarlı görü alanındaki gelişimi, bitki hastalıklarının tespiti konusunda çeşitli kolaylıklar sunmaktadır (Mohanty vd., 2016). Ancak, literatürdeki mevcut görüntü işleme modelleri genellikle yüksek donanım gücüne ihtiyaç duyarken, günlük kullanımda mobil cihazlar üzerinden çalışabilecek daha hafif ve verimli mimarilere yönelik bir ihtiyaç bulunmaktadır (Kaya vd., 2019).

Bu kapsamda hazırlanan çalışmanın amacı; ev bitkisi yetiştiren kullanıcıların ve hobi bahçıvanlarının akıllı telefonları aracılığıyla bitki türlerini pratik bir şekilde tanıyabileceği, hastalık şüphelerini değerlendirebileceği ve ilgili modüller üzerinden kendi bitkilerinin temel bakım süreçlerini takip edebileceği yardımcı bir mobil uygulama geliştirmektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje; veri setlerinin oluşturulması, derin öğrenme modellerinin eğitilmesi ve mobil uygulamanın geliştirilmesi olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bitki tanıma modülü için 27 sınıflı süs bitkisi veri seti, hastalık teşhis modülü için ise 10 sınıflı veri seti kullanılmıştır. Hastalık veri setindeki sınıf dengesizliğini gidermek için LoRA (Low-Rank Adaptation) (Hu vd., 2021) aracı ile sentetik görüntüler üretilmiş ve eğitim seti desteklenmiştir (Şekil 1).

### 2.1. Model Eğitimi ve Entegrasyon

Eğitim aşamasında hesaplama maliyeti ile performans dengesini gözetmek adına bitki tanımada MobileNetV2 (Sandler vd., 2018), hastalık teşhisinde ise ince doku detaylarını daha iyi analiz eden EfficientNetB0 (Tan ve Le, 2019) mimarileri tercih edilmiştir. Modellerin mobil cihaza entegrasyonu TensorFlowLite (Abadi vd., 2015) formatına dönüştürülerek sağlanmıştır.

### 2.2. Arayüz ve Veri Tabanı Mimarisi

Uygulamanın kullanıcı arayüzü, çoklu platform desteği sunan Flutter (Google, 2024) çerçevesi kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulamanın arka uç altyapısında, kullanıcı verilerinin izolasyonunu Satır Bazlı Güvenlik (RLS) politikalarıyla sağlayan ve PostgreSQL tabanlı olan Supabase (Supabase, 2024) veri tabanı teknolojisi kullanılmıştır.



**Şekil 1.**Orijinal Veri (sol) ve LoRAAdaptasyonu ile Üretilen Sentetik Veri (sağ)Karşılaştırması

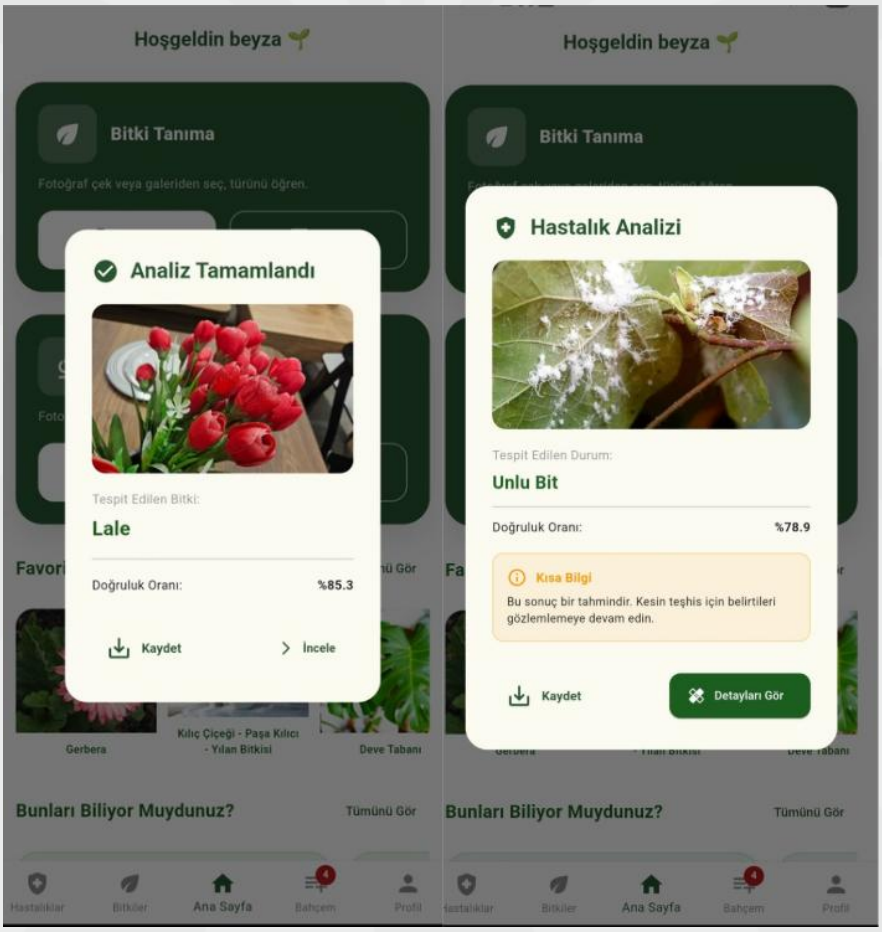
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Proje kapsamında eğitilen her iki modelin sonuçları değerlendirilmiştir. Bitki tanıma için kullanılan MobileNetV2 modelinin eğitimi 10 epoch sürmüş olup, test verilerinde %93.56

doğruluk ve 0.2153 kayıp elde edilmiştir. Hastalık teşhisi için kullanılan EfficientNetB0 modelinin eğitimi ise erken durdurma mekanizmasıyla 37. epoch'ta tamamlanmış ve eğitim doğruluğu %85 seviyesine ulaşmıştır. Modellerin eğitiminde kullanılan temel parametreler Tablo 1'de gösterilmiştir.Geliştirilen mobil uygulamanın bitki tanıma ve hastalık teşhisi arayüzleri Şekil 2'de sunulmuştur.

**Tablo 8.**Derin Öğrenme Modelleri Eğitim Parametreleri

| Parametre | Bitki Tanıma (MobileNetV2) | Hastalık Teşhisi (EfficientNetB0) |
|---|---|---|
| Görüntü Boyutu | 224*224 | 224*224 |
| BatchSize | 32 | 32 |
| Optimizer | Adamax | Adam |
| Learning Rate | 0.001 | 0.001 |
| Dropout Oranı | %30 | %50 |
| Transfer Öğrenme | ImageNet Ağırlıkları | ImageNet Ağırlıkları |




**Şekil 2.**Mobil Uygulama Bitki Tanıma ve Hastalık Teşhisi Arayüzleri

YYBB 26YYBB72449

**TEŞEKKÜR**

Projenin araştırma ve geliştirme süreci boyunca değerli bilgi, birikim ve yönlendirmeleriyle bana destek olan kıymetli danışmanım Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

**KAYNAKLAR**


- Abadi, M., vd., (2015). TensorFlow: Large-scalemachinelearning on heterogeneoussystems, Software availablefrom tensorflow.org.
- Google., (2024). Flutter: Buildappsforanyscreen, Google Developers.
- Hu, E. J., vd., (2021). LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models, International Conference on Learning Representations (ICLR).
- Kaya, A., Keceli, A. S., Catal, C., ve Yalic, H. Y., (2019). Analysis of transfer learningfordeepneural network basedplantclassificationmodels, ComputersandElectronics in Agriculture, 158, 20-29.
- Mohanty, S. P., Hughes, D. P., ve Salathé, M., (2016). Using deeplearningforimage-basedplantdiseasedetection, Frontiers in PlantScience, 7, 1419.
- Sandler, M., vd., (2018). MobileNetV2: Invertedresidualsandlinearbottlenecks, Proceedings of the IEEE Conference on ComputerVisionandPatternRecognition, 4510-4520.
- Supabase., (2024). Supabase: The Open Source FirebaseAlternative.
- Tan, M., ve Le, Q., (2019). EfficientNet: Rethinking Model ScalingforConvolutionalNeural Networks, International Conference on Machine Learning (ICML), 6105-6114.

# LINGUAI JAMBA TÜRKÇE BÜYÜK DİL MODELİ PROJESİ

***Ahmet Furkan Kalle, Behlul Bera Anik, Murat Serda Çelik***

***Danışman: Doç. Dr. Emine Baş***

*241229047@ktun.edu.tr; 241213011@ktun.edu.tr; 231229076@ktun.edu.tr; ebas@ktun.edu.tr*

*Yazılım Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, hibrit state space model ve transformer mimarisine dayalı Jamba2 3B modeli Türkçe veri kümeleriyle devam eğitimi ve ardından matematik, fizik ve mantıksal akıl yürütme odaklı veri kümeleriyle ince ayar sürecinden geçirilmiştir. Çalışmada web kaynakları, mC4 ve OSCAR veri kümelerinin Türkçe bölümleri temizlenmiş; tekrar, gürültü ve düşük kaliteli içerikler azaltılmıştır. Ayrıca modelin tokenizer yapısı korunarak Türkçe alt birimlerle genişletilmiş ve eğitim hattı checkpoint, kesintiden devam etme ve parça parça veri yükleme özellikleriyle kurulmuştur. Elde edilen sonuçlar modelin Türkçe metin üretimi, talimat izleme, bağlamı sürdürme ve teknik sorulara yanıt verme becerilerinde belirgin iyileşme sağladığını göstermiştir. Proje, Türkçe odaklı yerli yapay zeka uygulamaları için uygulanabilir ve ölçeklenebilir bir büyük dil modeli altyapısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: büyük dil modelleri, doğal dil işleme, yapay zeka

**ABSTRACT**

In this project, the Jamba2 3B model, based on a hybrid state space model and transformer architecture, was adapted to Turkish through continued pretraining and then fine-tuned with datasets focused on mathematics, physics and logical reasoning. Turkish data from web sources, mC4 and OSCAR were cleaned by reducing duplicates, noise and low-quality content. The original tokenizer structure was preserved while Turkish subword units were added, and a training pipeline supporting checkpoints, resume functionality and chunked data loading was implemented. The results indicate clear improvements in Turkish text generation, instruction following, context tracking and answering technical questions. The project provides an applicable and scalable large language model infrastructure for Turkish-oriented domestic artificial intelligence applications.

Keywords: artificial intelligence, large language models, natural language processing

## 1. GİRİŞ

Büyük dil modelleri doğal dil işleme alanında güçlü sonuçlar üretse de bu modellerin önemli bir bölümü İngilizce ağırlıklı veri kümeleriyle geliştirildiğinden Türkçe gibi eklemeli dillerde aynı verimliliğe ulaşmakta zorlanmaktadır. Türkçede kelime parçalanması, eklerin temsil edilmesi, uzun bağlamın korunması ve doğal üretim kalitesi model başarısını doğrudan etkiler. Bu nedenle Türkçe büyük dil modeli geliştirme süreci yalnızca veri miktarını artırma işi değil; veri kalitesi, tokenizer uyarlaması, model mimarisi ve eğitim

altyapısının birlikte ele alınmasını gerektiren bir mühendislik problemidir. Mamba mimarisi seçici state space yapısıyla uzun dizilerde doğrusal zamanlı işlemeyi hedeflerken, Jamba ailesi SSM ve transformer bileşenlerini hibrit biçimde kullanarak uzun bağlam ve verimli çıkarım için güçlü bir alternatif sunmaktadır (Gu ve Dao, 2023; AI21 Editorial Team, 2024).

Bu çalışmanın amacı, Türkçe için açık kaynaklı ve pratik sistemlere entegre edilebilir bir büyük dil modeli geliştirme hattı oluşturmaktır. Proje kapsamında önce Mamba 130M ve 370M modelleriyle yöntem doğrulama deneyleri yapılmış; veri akışı, tokenizer etkisi ve eğitim ortamındaki teknik darboğazlar incelenmiştir. Bu ön deneylerden elde edilen bulgular doğrultusunda ana çalışma Jamba2 3B modeline taşınmıştır. Temel araştırma soruları; Türkçe continued pretraining sürecinin model davranışına etkisi, tokenizer genişletmesinin Türkçe temsil kapasitesine katkısı, veri temizleme ve kalite kontrol işlemlerinin çıktı kalitesine yansıması ve hibrit SSM Transformer mimarisinin Türkçe uzun bağlam ile akıl yürütme görevlerindeki uygulanabilirliği üzerine kurulmuştur.

Projede mC4 ve OSCAR gibi geniş ölçekli çok dilli veri kaynaklarının Türkçe bölümleri ile web scraping yoluyla elde edilen metinler kullanılmıştır. Ham veriler regex tabanlı temizlik, boilerplate ayıklama, tekrar azaltma ve KenLM perplexity temelli kalite kontrol yaklaşımlarıyla işlenmiştir (Hugging Face, t.y.; Heafield, t.y.). Böylece Türkçe continued pretraining için daha tutarlı ve daha düşük gürültülü bir corpus hazırlanmıştır. Bu yönüyle çalışma, Türkçe odaklı büyük dil modeli geliştirme konusunda veri hazırlama, tokenizer genişletme, eğitim scripti geliştirme, GPU sunucu üzerinde eğitim ve çıktı değerlendirmesini birleştiren uçtan uca bir uygulama örneği sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. 2.1. Kullanılan Model ve Yazılım Altyapısı

Çalışmada iki aşamalı bir model geliştirme hattı kurulmuştur. İlk aşamada Mamba 130M ve Mamba 370M modelleri üzerinde Türkçe continued pretraining denemeleri yapılarak veri hattı, bağımlılık uyumluluğu ve eğitim scriptlerinin davranışı test edilmiştir. İkinci aşamada Jamba2 3B modeli temel alınmış; modele uygun özel eğitim scripti geliştirilmiştir. Bu script parça parça veri yükleme, checkpoint alma, kesintiden sonra eğitime devam etme ve bellek kullanımını dengeleme işlevlerini içermektedir. Eğitim ortamında mamba_ssm, causal-conv1d ve CUDA sürüm uyumlulukları test edilerek yeniden üretilebilir bir çalışma düzeni kurulmuştur.

### 2.2. 2.2. Veri Hazırlama ve Tokenizer Düzenleme

Veri seti; web scraping ile toplanan Türkçe metinler, mC4 ve OSCAR veri kümelerinin Türkçe bölümleri kullanılarak oluşturulmuştur. Ham veri doğrudan eğitime verilmemiş; HTML kalıntıları, gürültülü karakterler, yinelenen içerikler ve düşük kaliteli metinler temizlenmiştir. Corpus kalitesini artırmak için KenLM ve perplexity tabanlı kontroller kullanılmıştır. Tokenizer tarafında sıfırdan yeni bir tokenizer eğitmek yerine Jamba2 modelinin mevcut vocab ve merge düzeni korunmuş, Türkçe için gerekli alt birimler

eklenmiştir. Böylece modelin mevcut token kimlik yapısı bozulmadan Türkçe metinleri daha verimli temsil etmesi hedeflenmiştir.

### 2.3. 2.3. Eğitim ve Değerlendirme Süreci

Yerel geliştirme ve ön testler NVIDIA RTX 4060 Laptop GPU üzerinde, ana eğitim süreci ise RTX 6000 Ada serisi GPU sunucu üzerinde yürütülmüştür. Jamba2 3B modeli yaklaşık 20 GB filtrelenmiş Türkçe veriyle continued pretraining sürecine alınmış, ardından matematik, fizik ve mantıksal akıl yürütme odaklı veri kümeleriyle supervised fine tuning uygulanmıştır. Değerlendirme aşamasında Türkçe akıcılık, bağlam takibi, talimata uyum, teknik cevap tutarlılığı ve çok adımlı akıl yürütme kapasitesi örnek promptlar üzerinden incelenmiştir. Küçük Mamba modellerinden elde edilen ön sonuçlar yöntem doğrulama referansı olarak kullanılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda Türkçe büyük dil modeli geliştirme hattı uçtan uca kurulmuş ve küçük ölçekli Mamba denemeleriyle doğrulanan yöntem Jamba2 3B modeli üzerinde uygulanmıştır. Veri temizleme ve tokenizer genişletme işlemleri modelin Türkçe metinleri daha tutarlı işlemesine katkı sağlamış; continued pretraining sonrasında modelin genel Türkçe üretim kalitesi ve bağlamı sürdürme becerisi iyileşmiştir. Supervised fine tuning aşaması ise matematik, fizik ve mantıksal akıl yürütme gerektiren görevlerde daha düzenli, daha açıklayıcı ve daha tutarlı yanıtlar üretmesini sağlamıştır.

Elde edilen çıktı; çağrı merkezi uygulamaları, Türkçe sanal asistanlar, eğitim teknolojileri, bilgi erişim sistemleri ve yerli yapay zeka servisleri için temel model altyapısı olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte çalışmanın sonraki aşamalarında standart Türkçe benchmark setleriyle nicel ölçüm yapılması, farklı veri karışımlarının karşılaştırılması ve modelin güvenilirlik, halüsinasyon ve alan uzmanlığı açısından daha ayrıntılı test edilmesi gerekmektedir. Genel olarak proje, Türkçe için hibrit SSM Transformer tabanlı büyük dil modeli geliştirme yaklaşımının uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Proje Sürecinde Uygulanan Aşamalar ve Elde Edilen Sonuçlar

| Çalışma Aşaması | Uygulanan İşlem | Elde Edilen Sonuç |
|---|---|---|
| Ön deneyler | Mamba 130M ve 370M ile Türkçe CPT denemeleri yapıldı. | Veri hattı ve eğitim ortamı doğrulandı. |
| Veri hazırlama | Türkçe metinler toplandı, temizlendi ve filtrelendi. | Daha düşük gürültülü corpus elde edildi. |
| Tokenizer düzenleme | Mevcut yapı korunarak Türkçe alt birimler eklendi. | Türkçe temsil verimliliği artırıldı. |
| Ana eğitim | Jamba2 3B modeli Türkçe veriyle CPT sürecine alındı. | Türkçe üretim ve bağlam takibi iyileşti. |
| İnce ayar | Matematik, fizik ve | Talimat izleme ve akıl |

| | | |
|---|---|---|
| | reasoning verileriyle SFT uygulandı. | yürütme güçlendi. |
| Değerlendirme | Örnek promptlar ve çıktı davranışı incelendi. | Modelin uygulanabilirliği gözlendi. |

**KAYNAKLAR**


- AI21 Editorial Team, (2024). The Jamba 1.5 open model family: The most powerful and efficient long context models, AI21.
- Gu, A. ve Dao, T., (2023). Mamba: Linear-time sequence modeling with selective state spaces, arXiv.
- Heafield, K., (t.y.). KenLM: Faster and smaller language model queries, GitHub.
- Hugging Face, (t.y.). allenai/c4, Hugging Face Datasets.
- Hugging Face, (t.y.). oscar-corpus/OSCAR-2301, Hugging Face Datasets.

# EL HAREKETİ KONTROLLÜ, OTONOM TAKİP VE YANGIN SÖNDÜRME ROBOTU

***Muhammet Mustafa ERGİN, Arif Furkan GÜVEN***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit CİHAN***

*f221222057@ktun.edu.tr;f221222075@ktun.edu.tr;mcihan@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*
*Konya TeknikÜniversitesi, 42250, Selçuklu,Konya*

**ÖZET**

Bu proje, tehlikeli ortamlarda ilk müdahale amacıyla Raspberry Pi 5 ve ESP32 tabanlı çok modlu bir yangın söndürme robotu geliştirmeyi hedeflemektedir. Sistem, üç temel operasyon modu ve bir haritalama modülünden oluşmaktadır. Operasyon modları el hareketiyle manuel kontrol, kişi takibi ile yarı otonom sürüş ve tam otonom devriye-müdahale süreçlerini kapsamaktadır. Haritalama modülü, otonom devriye için gerekli dijital ortamı sağlamaktadır. Dağıtık mimaride görüntü işleme ve karar verme Raspberry Pi 5 üzerinde, gerçek zamanlı donanım kontrolleri ise ESP32 üzerinden seri haberleşme ile gerçekleştirilmektedir. Alev tespitinde çevresel faktörlerden kaynaklı yanlış alarmları önlemek için kızılötesi sensör tetikleyici, YOLOv8 modeli ise doğrulayıcı olarak konumlandırılmış ve sensör füzyonu uygulanmıştır. Geliştirilen prototipin yangınlara insan hayatını riske atmadan yüksek doğrulukla ve hızlı müdahale etmesi öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** ESP32, Raspberry Pi 5, Sensör Füzyonu, Yangın Söndürme Robotu, YOLOv8

**ABSTRACT**

This project aims to develop a multi-mode fire extinguishing robot based on Raspberry Pi 5 and ESP32 for first response in hazardous environments. The system consists of three basic operation modes and a mapping module. Operation modes include manual control via hand gestures, semi-autonomous driving with person tracking, and fully autonomous patrol and intervention processes. The mapping module provides the necessary digital environment for autonomous patrolling. In the distributed architecture, image processing and decision-making are performed on the Raspberry Pi 5, while real-time hardware controls are implemented via serial communication through the ESP32. To prevent false alarms caused by environmental factors in flame detection, an infrared sensor is positioned as a trigger and the YOLOv8 model as a validator, and sensor fusion has been applied. The developed prototype is expected to respond to fires with high accuracy and speed without risking human life.

**Keywords:** ESP32,Raspberry Pi 5, Fire Extinguishing Robot, Sensor Fusion, YOLOv8

## 1. GİRİŞ

Yangınlar, küresel ölçekte ciddi can ve mal kayıplarına yol açan, müdahale süresinin saniyelerle ölçüldüğü en kritik afetlerin başında gelmektedir. Özellikle karmaşık endüstriyel tesisler, depolar ve dar kapalı alanlarda meydana gelen yangınlarda; yoğun

duman, toksik gazlar ve yüksek ısı nedeniyle doğrudan insan müdahalesi ciddi hayati riskler barındırmaktadır. Geleneksel yangın söndürme sistemleri statik yapıları gereği sadece belirli bir alanı koruyabilirken, mevcut yangın söndürme robotlarının önemli bir kısmı genellikle tek bir operasyon moduna (yalnızca otonom navigasyon veya yalnızca uzaktan kontrol) odaklanmaktadır (Bohra vd., 2024; Cooper ve Aldabbagh, 2024). İnsansız hava araçları gibi yenilikçi teknolojiler de yangın tespitinde umut verici olsa da, görünür ışık kameraları ortam koşullarından, kızılötesi kameralar ise küçük sıcaklık farklarından etkilenebilmekte, bu da her iki teknolojinin de zayıf yönlerini ortaya koymaktadır (Niu vd., 2025). Bu durum, değişken afet senaryolarına uyum sağlayabilen çok modlu ve esnek kontrol mekanizmalarına olan ihtiyacı ve literatürdeki bu boşluğu dolduracak çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, tehlikeli ortamlarda ilk müdahale kapasitesini optimize etmek amacıyla Raspberry Pi 5 ve ESP32 mikrodenetleyicileri temel alan, dağıtık mimariye sahip ve çok modlu bir otonom yangın söndürme robotu geliştirilmiştir. Çalışma, "Dağıtık bir kontrol mimarisiyle manuel, yarı otonom ve tam otonom görevleri tek bir platformda birleştirmek müdahale etkinliğini artırabilir mi?" araştırma sorusundan yola çıkmaktadır. Projenin temel amacı; temassız el hareketleriyle manuel kontrol, literatürde Raspberry Pi ve açık kaynaklı bilgisayarlı görü (OpenCV) algoritmalarıyla başarısı kanıtlanmış dinamik nesne veya personel takibi (Karthikeyan vd., 2016) ve tam otonom devriye yeteneklerini entegre bir yapıda sunmaktır. Literatürde çevresel gürültüleri filtrelemek ve algılama güvenilirliğini artırmak adına farklı sensör füzyonu teknikleri kullanılsa da (Zervas vd., 2011), bu çalışmanın en belirgin özgün değeri; kızılötesi alev sensörünü "tetikleyici", derin öğrenme tabanlı görüntü işleme modelini ise "doğrulayıcı" olarak konumlandıran yenilikçi bir füzyon mimarisi sunmasıdır. Tıpkı orman yangınlarının erken tespitinde görünür ışık ve kızılötesi görüntüleri birleştirerek YOLO tabanlı bir füzyon modeli (FFDM-F) ile hassasiyeti ve doğruluğu artıran çalışmalarda olduğu gibi (Niu vd., 2025), bu hibrit yöntemle, sadece sensör tabanlı sistemlerin sınırlılığı olan yanlış pozitif alarmların minimize edilmesi ve alev tespit doğruluğunun artırılması hedeflenmektedir. Geliştirilen bu prototipin, afet yönetimi süreçlerine akıllı, güvenilir ve düşük maliyetli bir teknolojik çözüm sunarak insan müdahalesine duyulan ihtiyacı azaltıp can güvenliğine katkı sunması öngörülmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, yüksek seviyeli hesaplamaların yapıldığı kontrol ünitesi olarak Raspberry Pi 5 ve gerçek zamanlı donanım kontrolünü üstlenen ESP32 mikrodenetleyicisi kullanılarak dağıtık bir kontrol mimarisi kurulmuştur. Raspberry Pi 5, iki adet kamera modülü üzerinden gelen görüntüleri işleyerek MediaPipe kütüphanesi ile el hareketlerini algılamakta ve YOLOv8 derin öğrenme modeli ile kişi ve alev tespiti yapmaktadır. ESP32 ise seri port üzerindenUART protokolü ile gelen komutları dinleyerek L298N motor sürücüleri, HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü, KY-026 kızılötesi alev sensörü, su pompası rölesi ve nozul yönlendirmesini sağlayan MG90S servo motoru yönetmektedir. Sistem üç farklı operasyonel mod vebirdestekleyiciharitalamamodülüzerine kurgulanmıştır:

**Mod 1 (El Hareketleri ile Manuel Kontrol):**Bu modda, Raspberry Pi kamerası ve MediaPipe kütüphanesi aracılığıyla elin 21 eklem noktası tespit edilerek beş farklı el

hareketi %90 üzerinde bir doğrulukla hareket komutlarına dönüştürülmektedir. Bu komutlar ESP32'ye iletilerek robotun hassas yönlendirmesi sağlanır. Manuel sürüş esnasında alev tespit sistemi arka planda aktif kalmakta ve bir yangın tehdidi algılandığında kullanıcı komutu beklemeksizin otonom müdahale protokolünü başlatmaktadır.

**Mod 2 (Yarı Otonom Takip):**Bu modda robot, YOLOv8n-COCO modeli ile tanımlanan hedef kişiyi kilitlenerek takip etmektedir. HC-SR04 ultrasonik sensör verileriyle mesafe kalibrasyonu yapılarak hedefin 100 cm (±10 cm) sabit mesafeden takibi sağlanır. Takip görevi sırasında robot, alev tarama sistemlerini sürekli çalışır halde tutarak bağımsız bir alev kaynağı tespit ettiği anda takibi durdurup söndürme moduna geçmektedir.

**Mod 3 (Tam Otonom Devriye ve Müdahale):**Bu modda robot, sisteme önceden tanımlanmış dijital haritalar üzerinden tam otonom navigasyon gerçekleştirir. Konum ve yönelim takibi, görsel odometri verileri ile BMI160 IMU sensöründen alınan açısal hız verilerinin birleştirilmesiyle sağlanır. Tespit edilen yönelim sapmaları, PID kontrolcü aracılığıyla anlık olarak düzeltilir. Sürüş güvenliği için ön, arka , sağ ve sol cephelere yerleştirilen HC-SR04 ultrasonik sensörlerle çevre taranır; kritik eşiğin altına düşüldüğünde otonom engelden kaçınma manevrası devreye girer.

Devriye esnasında KY-026 kızılötesi sensörü, düşük işlem yüküyle sürekli tarama yaparak birincil tetikleyici görevi üstlenir. Alev spektrumu algılandığında navigasyon durdurulur ve Raspberry Pi üzerindeki YOLOv8-Fire derin öğrenme modelinden görsel doğrulama talep edilir. Her iki sistemden onay alınması halinde robot, alevin merkezine kilitlenerek MG90S servo mekanizmasıyla su nozulunu hedefe yönlendirir ve röle üzerinden pompayı aktive eder. Sistemin literatüre sunduğu en temel özgün değer; işlem yükü ile enerji tüketimini minimize eden ve yanlış alarmları önleyen bu “Tetikle ve Doğrula” tabanlı asimetrik sensör füzyonu mimarisidir.

**Destekleyici Haritalama Modülü:** Bu modül, robotun yabancı bir ortama girdiğinde otonom navigasyon ve yangın arama görevleri için temel teşkil eden dijital haritayı oluşturduğu Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama (SLAM) sürecini yönetmektedir. Haritalama süreci, görsel odometri ve atalet sensör verilerinin hibrit bir mimaride birleştirilmesine dayanmaktadır. Raspberry Pi 5 üzerinde çalışan ORB (Oriented FAST andRotated BRIEF) özelliği tabanlı görsel odometri algoritması, kameradan alınan ardışık kareler üzerindeki karakteristik noktaları takip ederek robotun piksel bazlı yer değiştirmesini hesaplamaktadır. Bu veriler, BMI160 IMU sensöründen gelen yüksek hassasiyetli açısal hız verileriyle füzyon edilerek robotun harita üzerindeki anlık koordinatları (x, y) ve yönelimi belirlenmektedir.

Çevrenin fiziksel sınırlarını dijitalleştirmek için 400×400 hücreden oluşan ve her bir hücresi 5×5 cm² alanı temsil eden bir “Occupancy Grid” (Dolu-Boş Izgarası) yapısı benimsenmiştir. Robotun dört bir yanına yerleştirilen ultrasonik sensörlerden gelen gerçek zamanlı mesafe verileri, robotun anlık konumu ve açısı dikkate alınarak harita üzerine ışın izleme (raycasting) yöntemiyle işlenmektedir. Sensör menzili içerisindeki boş alanlar ızgara üzerinde “geçilebilir” (beyaz) olarak işaretlenirken, engel tespit edilen noktalar “dolu” (siyah) olarak kaydedilmektedir. Haritalama işlemi sırasında robotun izlediği rota, belirli zaman aralıklarıyla yol noktası (waypoint) koordinatları olarak hafızaya alınmaktadır. Oluşturulan bu dijital harita ve yol noktaları, daha sonra Mod 3 (Otonom Devriye) aşamasında navigasyon algoritmasının hedef koordinatlarını oluşturmak üzere

dosya sisteminde depolanmaktadır.Bu haritalama modunun özgün değeri; literatürde standart kabul edilen pahalı ve yüksek güç tüketen LiDAR sensörlerine ihtiyaç duymadan, monoküler kamera (ORB tabanlı görsel odometri), IMU ve çoklu ultrasonik sensör verilerinin düşük maliyetli bir veri füzyonu mimarisi ile birleştirilmesidir. Kısıtlı donanım kaynaklarıyla yüksek doğruluklu SLAM yapılabilmesini sağlayan bu düşük hesaplama maliyetlialgoritma, otonom mobil robotlar (AMR) literatürüne özgün bir katkı sunmakta olup, yeni bir makale veya konferans bildirisi olarak akademik dünyayla paylaşılacak düzeyde bir yenilik içermektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Prototip üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda, asimetrik sensör füzyonu algoritmasının özellikle doğrudan güneş ışığı ve parlak yansımalar gibi çevresel gürültüleri başarıyla filtrelediği ve sadece kızılötesi sensör kullanan sistemlerdeki %30 düzeyindeki yanlış alarm oranını %5'in altına düşürerek alev tespitinde %95 üzerinde doğruluk sağladığı kanıtlanmıştır. Destekleyici haritalama modülü kapsamında yürütülen haritalama testlerinde, LiDAR gibi maliyetli sensörler yerine monoküler kamera ve BMI160 IMU füzyonunun kapalı alanlarda minimum sapma ile tutarlı dijital haritalar üretebildiği gözlemlenmiştir. Mod 3 navigasyon sürecinde, üçlü ultrasonik sensör konfigürasyonunun sağladığı çevresel farkındalık ve PID kontrolcünün kararlı rota takibi sayesinde robotun dinamik engellere rağmen belirlenen yol noktalarına başarıyla ulaştığı tespit edilmiştir. Raspberry Pi 5 ve ESP32 arasındaki MQTT tabanlı dağıtık haberleşme yapısının uçtan uca 100 milisaniyenin altında gecikme sunması, karmaşık bilgisayarlı görü algoritmalarının motor sürüş dinamiklerini etkilemediğini doğrulamıştır. Elde edilen bu bulgular, geliştirilen çok modlu robotun endüstriyel tesisler için düşük maliyetli, güvenilir ve literatürde standart kabul edilen yöntemlere alternatif teşkil eden yayın değeri yüksek özgün bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır.

## KAYNAKLAR


- Bohra, B. K., Rajesh, B., Javed, M. ve Doermann, D., (2024). Fire andSmokeDetectionusing an Enhanced YOLOv8 Model, 2024 IEEE International Conference on ComputerVisionand Machine Intelligence (CVMI).
- Cooper, N. ve Aldabbagh, A., (2024). Implementation of a Wireless Gesture-ControlledRoboticArmUtilizingMediaPipe, IET Conference Proceedings, 2024(18), 1–7.
- Karthikeyan, M., Kudalingam, M., Natrajan, P., Palaniappan, K. ve Prabhu, A. M., (2016). Object Tracking Robot by Using Raspberry PI with Open ComputerVision (CV), International Journal of Trend in Researchand Development, 3(3), 31-34.
- Niu, K., Wang, C., Xu, J., Liang, J., Zhou, X., Wen, K., Lu, M. ve Yang, C., (2025). EarlyForest Fire Detectionwith UAV Image Fusion: A NovelDeep Learning Method Using VisibleandInfraredSensors, IEEE Journal of SelectedTopics in Applied Earth Observationsand Remote Sensing, 18, 6617.
- Zervas, E., Mpimpoudis, A., Anagnostopoulos, C., Sekkas, O. ve Hadjiefthymiades, S., (2011). Multisensor Data Fusionfor Fire Detection, SafetyScience, 49(4), 479-485.

# ÇOK AMAÇLIDESTEK ROBOTU

***Memduh Melih AKDAĞ, Osman ŞEN***

***Danışman: Prof.Dr. Salih GÜNEŞ***

*f221222055@ktun.edu.tr; f221222071@ktun.edu.tr; sgunes@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi*

*Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, ESP32 ve Raspberry Pi 5 işlemcilerini birleştiren düşük maliyetli ve heterojen bir mimariyle eğlence, eğitim ve sosyal fayda modlarına sahip çok amaçlı bir mobil robot geliştirilmiştir. Projenin temel hedefi, Raspberry Pi 5'in yüksek seviyeli görüntü işleme kabiliyeti ile ESP32'nin düşük seviyeli motor kontrol yönetimi görevini optimize ederek gerçek zamanlı bir sistem sunmaktır. Eğitim modülü kapsamında anaokullarıyla iş birliği yapılarak pedagojik verilere dayalı özel verisetleri oluşturulacaktır. Sosyal fayda modülünde ise görme engelli bireyler için trafik işaretlerini tanıyan ve sesli geri bildirim veren yardımcı bir teknoloji kurgulanmıştır. Geliştirilen derin öğrenme modelleriyle nesne tanımada yüksek doğruluk oranlarına ulaşılması hedeflenmektedir. Web uygulama entegrasyonuyla desteklenen bu platform, çok fonksiyonlu yapısıyla özgün bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**Akıllı Robot, ESP32, Görüntü İşleme,Nesne Tanıma, Raspberry Pi

**ABSTRACT**

This study develops a multi-purpose mobile robot with entertainment, education, and social utility modes, using a low-cost and heterogeneous architecture that combines ESP32 and Raspberry Pi 5 processors. The main goal of the project is to provide a real-time system by optimizing the high-level image processing capabilities of the Raspberry Pi 5 with the low-level motor control management task of the ESP32. Within the education module, special datasets based on pedagogical data will be created in collaboration with kindergartens. In the social utility module, an assistive technology that recognizes traffic signs and provides audio feedback for visually impaired individuals has been designed. The aim is to achieve high accuracy rates in object recognition using the developed deep learning models. Supported by web application integration, this platform offers a unique solution with its multi-functional structure.

**Keywords:**ESP32, Image Processing, Object Recognition, Raspberry Pi, Smart Robot

## 1. GİRİŞ

Günümüzde mobil robotik ve yapay görme teknolojileri, endüstriyel otomasyondan sosyal hizmetlere kadar pek çok alanda çığır açmaktadır.Literatür incelendiğinde, bu alanlardaki çalışmaların genellikle gözetim sistemleri (P. L. et all., 2025), otonom sürüş algoritmaları (IJARIIE, 2020 ) veya spesifik endüstriyel lojistik görevleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Sosyal robotik alanında ise görme engelli bireyler için trafik işareti tanıma gibi yardımcı teknolojiler (A. S. et all., 2017; Lorsakuland J. S., 2004 ) ve

eğitim odaklı etkileşimli platformlar (Hsiehet all., 2019 ) ayrı araştırma kolları olarak gelişmektedir. Ancak mevcut çözümlerin çoğu ya yüksek maliyetli donanım gereksinimleri nedeniyle erişilebilir değildir ya da yalnızca tek bir kullanım senaryosuna odaklanan kısıtlı bir mimariye sahiptir.

Bu projenin temel amacı, düşük maliyetli ve heterojen bir işlemci mimarisi (ESP32 ve Raspberry Pi 5) kullanarak; eğlence, eğitim ve sosyal fayda modlarını tek bir modüler platformda birleştiren akıllı bir robot prototipi geliştirmektir. Bu çalışmanın literatürdeki boşluğu dolduran en temel yönü, karmaşık yapay zekâ işlemlerini yürüten bir "beyin" (Raspberry Pi 5) ile hassas motor kontrolünü sağlayan bir "omurilik" (ESP32) arasındaki görev dağılımını optimize ederek, çok fonksiyonlu bir sistemin fizibilitesini yapabilmesidir.Çalışmada, "Düşük maliyetli bir heterojen donanım yapısıyla, yüksek performanslı yapay zekâ işlemleri ile gerçek zamanlı motor kontrolünün eş zamanlı olarak başarıyla yürütülmesi mümkün müdür?" araştırma sorusundan yola çıkılmıştır.

Proje, özellikle anaokulları ile yapılacak aktif iş birliği sayesinde pedagojik ihtiyaçlara dayalı özel verisetleri oluşturması ve görme engelli bireyler için bir "trafik eğitmeni" işlevi görmesiyle yüksek bir sosyal etki potansiyeline sahiptir. Ayrıca sisteme eklenen "dadı modu" ile temel kavram öğretimi ve el komutları ile kontrol gibi yenilikçi etkileşim yöntemleri, projenin özgün değerini artırmaktadır. Bu çalışma, öğrencilerin kendi bilgi ve becerileriyle şekillendirdikleri, bilimsel düşünme ve proje geliştirme kültürüne katkı sağlayan toplumsal fayda odaklı bir mühendislik çözümü olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, düşük maliyetli bileşenler kullanılarak çok fonksiyonlu bir robotik platformun geliştirilmesini temel alan uygulamalı bir araştırma tasarımı üzerine kurulmuştur. Projede, karmaşık yapay zekâ görevleri ile hassas fiziksel kontrolün eş zamanlı olarak yürütülmesini sağlayan heterojen bir işlem mimarisi geliştirilmiştir. Teknik geliştirmelerde kullanıcı merkezli ve katılımcı bir tasarım metodolojisi benimsenmiştir. Geliştirilen sistemin fonksiyonel özelliklerini başlıklar halinde özetlersek:

**Sistem Mimarisi ve Donanım:** Sistem, görev dağılımına dayalı çift işlemcili bir yapıda kurgulanmıştır. Yüksek seviyeli görüntü işleme ve web sunucusu yönetimi Raspberry Pi 5 üzerinde yürütülürken, motor kontrolü ve sensör yönetimi gibi gerçek zamanlı işlemler ESP32 mikrodenetleyicisi tarafından üstlenilmektedir. Robotun fiziksel yapısı; 4WD şasi, dört adet DC motor ve L298N sürücü kartı bileşenlerinden oluşmaktadır.

**Yapay Zekâ ve Fonksiyonel Modüller:** Nesne tanıma süreçlerinde, gömülü sistemler üzerinde yüksek verimlilikle çalışan YOLOv7-tiny derin öğrenme modeli(Wang et all., 2024) kullanılmaktadır. Sistemde eğitim, sosyal fayda ve eğlence odağında şu interaktif modlar kurgulanmıştır:

**Eğitici Sayı Sayma ve Matematik Oyunları:** Çocuk ve robotun karşılıklı etkileşim kurarak sırayla sayı saydığı veya matematiksel problemler çözdüğü interaktif bir oyun yapısı sunulmaktadır.

**Trafik Eğitmeni ve Çevre Algılama:** Robot etrafını tarayarak önündeki yaya, köpek, araba gibi nesneleri gerçek zamanlı tespit etmekte ve kullanıcıyı sesli bilgilendirmektedir.

**Dadı Modu (Bebek Eğitimi):** Küçük yaştaki çocukların gelişimi için çevredeki nesneleri ve renkleri tanıtan temel kavram öğretimi sunulmaktadır.

**El Komutları ile Kontrol:** Kullanıcının el hareketleri kamera üzerinden analiz edilerek herhangi bir fiziksel arayüze ihtiyaç duymadan robotun yönlendirilmesi sağlanmaktadır.

Sistemin kontrolü ve anlık izlenmesi, Wi-Fi üzerinden erişilen platform bağımsız bir Web arayüzü aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Raspberry Pi 5 ve ESP32 arasındaki veri alışverişi, veri bütünlüğünü korumak üzere tasarlanmış özel bir paket formatına sahip UART seri haberleşme protokolüile tesis edilmiştir. Geliştirilen bu bütünleşik yapının başarısı; saniyedeki kare sayısı (FPS), tanıma doğruluğu (mAP) ve uçtan uca gecikme süresi parametreleriyle nicel olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, prototipin sahadaki etkinliğini ve kullanıcı deneyimini ölçmek amacıyla anaokullarında kullanıcı kabul testleri (UAT) ve saha uygulamaları gerçekleştirilerek sistemin fonksiyonel doğrulaması tamamlanmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Proje kapsamında geliştirilen ESP32 ve Raspberry Pi 5 tabanlı heterojen mimarili mobil robotun tüm fonksiyonları başarıyla doğrulanmıştır. Yapılan testlerde, işlemciler arası UART haberleşmesinin tam veri bütünlüğüyle çalıştığıve L298N sürücü kontrollü 4WD sistemin stabil hareket kabiliyeti sergilediği görülmüştür. Yapay zekâ performansı açısından YOLOv7-tiny modeli15 FPS hızını aşmış; özel olarak hazırlanan pedagojik materyallerin ve trafik işaretlerinin tanımlanmasında %90'ın üzerinde doğruluğa ulaşılmıştır. Web arayüzü üzerinden sağlanan video akışı ve kontrol komutları, 1 saniyenin altında gecikmeyle akıcı bir kullanıcı deneyimi sunmuştur.

Elde edilen bulgular, ESP32'nin gerçek zamanlı kontrol yetenekleri ile Raspberry Pi 5'in yüksek işlem gücünün ayrıştırılmasının, düşük maliyetli sistemler için verimli bir metodoloji olduğunu kanıtlamıştır. Literatürdeki tekil amaçlı çalışmaların aksine bu platform; eğitsel ve asistif modları birleştirerek özgün bir çözüm sunmuştur. Proje, görme engelliler için yardımcı bir teknoloji ve anaokulları için pedagojik bir araç olarak önemli bir sosyal etki potansiyeline sahiptir. Bu çalışma, ileride SLAM algoritmaları eklenerek otonom navigasyon kabiliyeti kazandırılacak kapsamlı projeler için güçlü bir teknik altyapı oluşturmuştur.

## KAYNAKLAR


- S. et all., (2017). Road SignDetectionforVisuallyImpaired People Using OpenCV, *IEEE International Conference on Signaland Image Processing (ICSIP)*, 412-416, Beijing- China.
- Hsieh, C. H. et all, (2019). Object Recognition-Based Second Language Learning Educational Robot System, *International Conference on Innovative Design andCreation*, 25-30.
- IJARIIE, (2020). Autonomous Car Using Raspberry Pi - ijariie, *International Journal of AdvanceResearchandInnovativeIdeas in Education*, 6, 4, 1205-1210.
- Lorsakul, A. and J. S., (2004). TrafficSignRecognition Using Neural Network on OpenCV, *International Conference on Mechatronics*, 50-55.
- N. S. Z. et all, (2021). IntelligentTennisPicking Robot Based on STM32 and Raspberry Pi, *Journal of Physics: Conference Series*, 1848, 1,
- Wang, L. et all, (2024). Streamlining YOLOv7 forRapidandAccurateDetection on Embedded Device, *MDPI Sensors*

# GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME TABANLI, DOSTDÜŞMAN AYRIMI YAPABİLEN TOPLUMSAL OLAYLARA OTONOM MÜDAHALE SİSTEMİ

***Furkan OKUYAN, Muhammet Talha DUMAN***

***Danışman: Doçent Dr. Ersin KAYA***

*f250101049@ktun.edu.tr;f250101103@ktun.edu.tr; ekaya@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, KONYA*

**ÖZET**

Bu proje kapsamında toplumsal olaylara müdahale, kritik tesis güvenliği ve acil durum yönetiminde insan gücüne bağımlılığı azaltan otonom bir akıllı taret sistemi geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Sabit altyapı üzerinde çalışan sistem, derin öğrenme algoritmaları ile gerçek zamanlı hedef tespiti ve dost düşman sınıflandırması yapmaktadır. Projenin en özgün değeri lazer sensörlerle mesafe ölçümü yaparak su basıncını otonom ayarlayan adaptif kontrol mekanizmasıdır. Bu sayede yakın hedeflere zarar vermeden caydırıcı basınç uygulanırken uzak hedeflere veya yangınlara yüksek basınçla etkin müdahale edilmektedir. Hedef takibi oransal integral türev kontrol algoritması ve kinematik hesaplamalar ile maksimize edilmiştir. Çok fonksiyonlu tasarlanan sistem otonom sokak temizliği ve yangın söndürme görevlerini de üstlenebilmektedir. Sonuç olarak personel riskini en aza indiren, müdahale maliyetlerini düşüren, yerli ve ticarileşebilir bir prototip ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, Otonom Taret, PID Kontrol, Toplumsal Olaylara Müdahale.

**ABSTRACT**

This project aims to develop an autonomous smart turret system that reduces reliance on human labor in responding to social unrest, ensuring critical facility security, and managing emergencies. Operating on a fixed infrastructure, the system utilizes deep learning algorithms for real-time target detection and friend-or-foe classification. The project's most unique feature is its adaptive control mechanism, which autonomously adjusts water pressure by measuring distances using laser sensors. This allows for deterrent pressure to be applied to nearby targets without causing damage, while effectively responding to distant targets or fires with high pressure. Target tracking is maximized using a proportional integral derivative control algorithm and kinematic calculations. Designed for multi-functionality, the system can also undertake autonomous street cleaning and firefighting tasks. In conclusion, a domestically produced and commercially viable prototype has been developed that minimizes personnel risk and reduces intervention costs.

**Keywords**: Autonomous Turret, Deep Learning, Image Processing, PID Control, Responseto Social Events.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde toplumsal olaylara müdahale, kritik tesis güvenliği ve yangın gibi acil durum yönetimi süreçleri, büyük oranda insan gücüne ve konvansiyonel müdahale araçlarına

dayanmaktadır. Ancak, mevcut çözümlerden biri olan TOMA ve benzeri mobil araçlar, özellikle dar sokaklarda ve engebeli arazilerde manevra kabiliyeti kısıtlılığı yaşamaktadır. Bu durum, güvenlik güçleri ile göstericileri doğrudan karşı karşıya getirerek fiziksel yaralanma riskini artırmakta ve insan kaynağının verimsiz kullanımına yol açmaktadır. Ayrıca, yangın hidrantları gibi mevcut pasif sistemlerin manuel operasyon gerektirmesi, müdahale sürelerinde gecikmelere ve güvenlik zafiyetlerine neden olmaktadır.

Bu projenin temel araştırma sorusu; görüntü işleme ve derin öğrenme teknolojileri kullanılarak, personel riskini minimize eden ve farklı senaryolara (asayiş, yangın, temizlik) otonom uyum sağlayabilen bir savunma mimarisinin nasıl oluşturulacağıdır. Literatürde nesne tespiti üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, düşük gecikme süresi ve yüksek doğruluk oranı sunan YOLO (YouOnlyLookOnce) mimarisinin gerçek zamanlı sistemler için en optimize çözümlerden biri olduğu görülmektedir**(Redmon vd., 2016)**. Tespit edilen hedeflerin kararlı bir şekilde takibi ve taret mekanizmasının pürüzsüz kilitlenmesi için ise modern kontrol mühendisliğinin temel taşı olan PID (Oransal-İntegral-Türev) algoritmaları kritik öneme sahiptir (Ogata, 2010). Hareketli hedeflere yönelik isabet oranını artırmak amacıyla, sıvının havada izleyeceği yolun balistik ve kinematik formüllerle hesaplanması gerekmektedir (Serway ve Jewett, 2018).

**Görüntü İşleme ve Derin Öğrenme Tabanlı, Dost/Düşman Ayrımı Yapabilen Toplumsal Olaylara Otonom Müdahale Sistemi** projesi, literatürdeki bu teknikleri hibrit bir yapıda birleştirerek önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Projenin özgün değerini oluşturan en önemli unsur, lazer sensörlerle ölçülen mesafeye bağlı olarak su basıncını otonom regüle eden adaptif kontrol mekanizmasıdır. Bu mekanizma, yakın mesafede caydırıcı ve zarar vermeyen, uzak mesafede ise etkin müdahale sağlayan orantılı güç kullanımını teknolojik olarak garanti altına almaktadır.

Bu çalışma; kamu güvenliğinde personel riskini minimize etmek, müdahale maliyetlerini düşürmek ve akıllı şehir sistemlerine entegre edilebilir, yerli ve özgün bir prototip ortaya koymak amacıyla gerekli görülmüştür. Geliştirilen sistemin sadece bir savunma aracı olarak değil, aynı zamanda otonom sokak temizliği ve erken yangın söndürme istasyonu olarak görev yapabilen çok fonksiyonlu yapısı, projenin toplumsal ve teknolojik yaygın etkisini artırmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada otonom hedef tespiti, takibi ve fiziksel müdahale yeteneklerine sahip taret prototipinin materyal ve yöntemleri aşağıda sınıflandırılmıştır.

### 2.1. Donanım ve Materyaller

Derin öğrenme algoritmalarının gerçek zamanlı çalışması için ana işlem birimi olarak Raspberry Pi 4 (4GB) veya geliştirme sürecini hızlandırmak amacıyla Intel i7 işlemcili ve NVIDIA RTX 3050 donanımlı bir sistem kullanılacaktır (Raspberry Pi Foundation, 2023). Görsel tespit kamera modülüyle, mesafe ölçümü ise düşük gecikmeli Lazer Mesafe Sensörü (ToF) ile yapılacaktır. Taretin Pan/Tilt hareketi MG996R metal dişli servo motorlarla, su tahliyesi ise 12V diyaframlı pompayla sağlanacaktır. Kontrol süreçleri Arduino üzerinden motor sürücü modülleriyle yönetilecek; mekanik aksam 3D yazıcıyla üretilecektir.

### 2.2. Yazılım Mimarisi ve Görüntü İşleme

Yazılım altyapısı Python ve OpenCV ile geliştirilecektir (Bradski ve Kaehler, 2008). Hedeflerin gerçek zamanlı tespiti ve "Dost/Düşman" sınıflandırması için düşük gecikmeli YOLOv8-Nano modeli kullanılacaktır (Jocher vd., 2023). Hareketli hedeflerin takibi ve kamera titreşimlerinin filtrelenmesi DeepSORT veya Kalman Filtresi ile sağlanacaktır.

### 2.3. Kinematik Konum Tahmini ve Önleme Ateşi

Sistemin hareketli hedeflere yüksek isabet oranıyla müdahale edebilmesi için "önleme ateşi (deflectionshooting)" matematiksel modelinin koda dökülmesi hedeflenmektedir. Atılacak sıvının namludan çıkış hızı (v), lazer sensörden alınan mesafe (d) ve yerçekimi ivmesi (g) dikkate alınarak balistik formüllerle sıvının havada kalma süresi (t_{uçuş}) hesaplanacaktır.

### 2.4. Adaptif Basınç ve Oransal Kontrol (PID) Algoritması

Sistemin kontrolcü yazılımında, hedef takibini ve müdahale şiddetini otonom olarak yönetecek bir PID (Oransal-İntegral-Türev) kontrol algoritması görev alacaktır. Bu kontrolcü temel olarak şu işlemleri gerçekleştirecektir:

**Pürüzsüz Taret Kilitlenmesi:**Servo motorların hedefe yönelirken hedefi aşarak salınım yapmasını (overshoot / kafa sallama) engelleyip, yumuşak ve kilitli bir takip sağlayacaktır.

**Adaptif Basınç Yönetimi:** Lazer mesafe sensöründen alınan konum verisine bağlı olarak hedefin uzaklığı hesaplanacak ve su pompasının basıncı, PID kontrolcüsü aracılığıyla PWM sinyalleri veya Solenoid Valf kullanılarak regüle edilecektir. Bu sayede, yakın mesafedeki hedeflere zarar vermeyecek bir basınç uygulanırken, uzak hedeflere veya yangın noktalarına yüksek basınçla müdahale edilebilecektir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, toplumsal olaylara ve acil durumlara otonom müdahale edebilen taret sisteminin kavramsal tasarımı ve sistem mimarisi başarıyla oluşturulmuştur. Fiziksel prototip üretimi öncesinde, sistemin gerçek zamanlı performans sağlayabilmesi için gereken donanım bileşenleri literatür ve teknik gereksinimler doğrultusunda belirlenmiş ve elde edilecek teorik sonuçlar üzerinden sistemin uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Sistemin kalbini oluşturan tespit, takip ve müdahale algoritmalarının gecikmesiz çalışabilmesi, doğru donanım seçimine doğrudan bağlıdır. Bu bağlamda, projede kullanılması planlanan temel bileşenler ve seçim gerekçeleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

| BİLEŞEN | SEÇİM GEREKÇESİ | KULLANILACAK TEKNOLOJİLER |
|---|---|---|
| İşlemci Ünitesi (Beyin) | Derin öğrenme çıkarımlarını (inference) gerçek zamanlı ve gömülü olarak gerçekleştirmek için yüksek paralel işlem gücü. | NVIDIA Jetson Nano/Xavier veya Raspberry Pi 4/5 (GPU hızlandırmalı) |
| Aktüatörler (Hareket) | Yüksek tork, geri tepme kuvvetine dayanıklılık ve minimum boşluk (backlash) ile hassas açı kontrolü. | Endüstriyel Sınıf veya Metal Dişli Servo Motorlar (Pan/Tilt) |
| Mesafe Algılama | Kinematik hesaplamanın temel girdisi olan mesafeyi yüksek hız ve doğrulukla sağlamak. Ultrasonik sensörlerin yavaş tepkime süresi ve düşük çözünürlüğü nedeniyle elenmiştir. | Lazer Mesafe Sensörü (ToF) veya Stereo Görüntü İşleme (Derinlik Haritası) |
| Hidrolik Kontrol | Sıvı akışının anlık başlatılıp durdurulması ve debi/basıncın yazılımla kontrol edilebilirliği. | Hızlı Tepkili Solenoid Valf (Aç/Kapa) veya PWM Kontrollü Pompa (Basınç Regülasyonu) |

**Tablo 9. Donanım Seçimi Gerekçesi ve Entegrasyon**

**KAYNAKLAR**


- Bradski, G. ve Kaehler, A., (2008). Learning OpenCV: ComputervisionwiththeOpenCVlibrary, O'Reilly Media.
- Jocher, G. vd., (2023). Ultralytics YOLO (Version 8.0.0) [Bilgisayar Yazılımı], https://github.com/ultralytics/ultralytics
- Ogata, K., (2010). Modern controlengineering (5th ed.), PrenticeHall.
- Raspberry Pi Foundation, (2023). Raspberry Pi 4 Model B Technical Specifications, https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/
- Redmon, J. vd., (2016). Youonlylookonce: Unified, real-time objectdetection, Proceedings of the IEEE Conference on ComputerVisionandPatternRecognition (CVPR), 779-788.
- Serway, R. A. ve Jewett, J. W., (2018). Physicsforscientistsandengineerswith modern physics (10th ed.), Cengage Learning.

# AKILLI TRAFİK İZLEME VE ANALİZ SİSTEMİ

***Asude Zeynep YILDIRIM, Beyza OCAK***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan BAYKAN***

*f221213091@ktun.edu.tr; f221213003@ktun.edu.tr; nbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Akıllı trafik izleme sistemleri,kamera görüntüleri veyapay zekâ teknikleri kullanarak trafik akışını analiz eden, araçları tespit eden ve olası kazaları belirleyen teknolojik çözümlerdir. Artan araç sayısı, trafik yoğunluğu ve kazaların önlenmesi ihtiyacı bu sistemlerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu sistemler sayesinde trafik güvenliği artırılmakta, anlık müdahale imkânı sağlanmakta ve ulaşım planlaması veri odaklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemleri kullanılarak gerçek zamanlı araç tespiti, sınıflandırma, hız tahmini ve kaza tespiti gerçekleştiren bütünleşik bir akıllı trafik izleme sistemi geliştirilmiştir. Projede, açık kaynaklı VehicleDetection Image ve Road VehicleImagesverisetleri, YOLOv8n modeli ve BYTETracker algoritması kullanılarak araçlar video akışı üzerinde kesintisiz takip edilmekte; perspektif dönüşümü ve piksel-metre kalibrasyonu ile gerçek dünya hız değerleri hesaplanmaktadır. Geliştirilen çok kriterli kaza tespit modülü; kesişim oranı, araçlar arası mesafe, hız düşüşü ve yaklaşma hızını birleştirerek kaza olaylarını otomatik olarak belirlemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** araç tespiti, BYTETracker, derin öğrenme, hız tahmini, kaza tespiti

**ABSTRACT**

Intelligent traffic monitoring systems are technological solutions that analyze traffic flow, detect vehicles, and identify potential accidents using camera images and artificial intelligence techniques. The increasing number of vehicles, traffic density, and the need to prevent accidents have made the development of these systems essential. These systems improve traffic safety, provide the possibility of immediate intervention, and enable data-driven transportation planning. In this study, an integrated intelligent traffic monitoring system that performs real-time vehicle detection, classification, speed estimation, and accident detection using deep learning methods has been developed. In the project, vehicles are continuously tracked on the video stream using open-source VehicleDetection Image and Road VehicleImages datasets, the YOLOv8n model, and the BYTETracker algorithm; real-world speed values are calculated using perspective transformation and pixel-meter calibration. The developed multi-criteria accident detection module automatically identifies accident events by combining intersection ratio, distance between vehicles, speed reduction, and approach speed.

**Keywords:** accidentdetection, BYTETracker, deeplearning, speedestimation, vehicledetection

## 1. GİRİŞ

Trafik izleme ve analiz sistemleri, bilgisayarlı görü ile derin öğrenme teknolojilerinin kesişiminde yer alan ve son yıllarda hızla gelişen bir araştırma alanınıdır. Karayolu güvenliği, kentsel yönetim ve akıllı ulaşım sistemleri çerçevesinde yürütülen çalışmalar, özellikle nesne tespiti algoritmalarındaki ilerlemelerle endüstriyel ve akademik düzeyde geniş uygulama alanı kazanmıştır. Bu kapsamda; sabit yol kenarı kameraları ve mobil kamera sistemleri aracılığıyla görüntü alımı gerçekleştirilmekte, elde edilen veriler üzerinden trafik yoğunluğu analizi, araç sayımı ve ihlal tespiti yapılabilmektedir. Ayrıca büyük şehirlerde yaygın olarak kullanılan MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu) kameraları sayesinde gerçek zamanlı trafik izleme, olay tespiti ve güvenlik uygulamaları etkin bir şekilde yürütülmektedir(Mahdi ve diğerleri, 2020).

Literatürde araç hızı tahmini ve kaza tespiti genellikle birbirinden bağımsız çalışmalarda ele alınmaktadır. Luvizon ve arkadaşları (2014) perspektif dönüşümü ile piksel-metre kalibrasyonunu birleştiren bir hız tahmin yöntemi önerirken; Nguyen ve arkadaşları (2021) kesişim oranı ve araçlar arası mesafe kriterlerine dayalı kaza tespiti gerçekleştirmiştir.

Bu çalışma araç hızı tahmini ve kaza tespiti bileşenlerini tek bir bütünleşik sistem çatısı altında bir araya getirerek araç sayımı, hız tahmini ve kaza tespitini eş zamanlı yürüten bir platform sunmakta; böylece literatürdeki bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Projede YOLOv8n (nano) sürümü tercih edilmiş; çoklu nesne takibi için ise kısmen örtülü araçların takibinde başarılı olan BYTETracker algoritmasından yararlanılmıştır (Zhang ve diğerleri, 2022).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Setleri ve Ön İşleme

Model eğitiminde ilk aşamada Darabi (2022) tarafından Kaggle platformunda paylaşılan 8754 etiketli görüntüden oluşan VehicleDetection Image Dataset kullanılmıştır. İkinci aşamada ise Yeafi (2022) tarafından hazırlanan ve farklı ışık koşullarıyla hava durumlarını içeren 6342 görüntülük Road VehicleImagesDataset ile ince ayar yapılmıştır.Böylece modelin farklı trafik sahnelerine uyum sağlaması güçlendirilmiş, tek veri setiyle uzun süreli eğitime kıyasla daha dengeli bir performans elde edilmiştir.Başlangıçta 21 farklı sınıf içeren bu veri setleri; benzer kategorilerin birleştirilmesi ve boş sınıfların çıkarılmasıyla Car, Bus, Motorcycle, Pickup ve Truck olmak üzere 5 temel kategoriye indirgenmiştir (Şekil 1). Roboflow platformu aracılığıyla döndürme, çevirme, parlaklık değişimi ve gürültü ekleme gibi veri artırma teknikleri uygulanarak modelin genelleme yeteneği güçlendirilmiştir (Shorten ve Khoshgoftaar, 2019). Hız tahmini değerlendirmelerinde ise Atomix2402 (2023) tarafından sağlanan video kullanılmıştır (Şekil 2).Araçların videoda kesintisiz takibi için BYTETracker algoritması entegre edilmiştir.Her takip nesnesi için Kalman filtresi tabanlı sabit hızlı hareket modeli uygulanmakta; 30 ardışık kare boyunca eşleşme sağlanamayan nesneler takip havuzundan çıkarılmaktadır.

### 2.2. YOLOv8 Model Mimarisi ve Eğitim Stratejisi

Nesne tespiti için YOLOv8n modeli tercih edilmiştir. Model, CSPDarknet omurgası, PANet boyun bölümü ve çapa kutusu içermeyen başlık mimarisinden oluşmakta; 3.2 milyon parametre ve GPU üzerinde 45 FPS çıkarım hızı sunmaktadır (Jocher ve diğerleri, 2023).

### 2.3. Perspektif Dönüşümü ve Hız Hesaplama

Kamera açısından kaynaklanan perspektif bozulmasını gidermek amacıyla görüntü üzerinde dört referans noktası kullanılarak homografi matrisi H hesaplanmış ve araçların alt merkez noktaları gerçek dünya koordinatlarına dönüştürülmüştür (Hartley ve Zisserman, 2003). Pikselden metreye kalibrasyon için standart otoyol şerit genişliği (3.5 m) referans alınarak 1 piksel ≈ 0.05 metre katsayısı belirlenmiştir. Her araç için son 15 karedeki konum bilgisi bir hareket penceresinde saklanarak gürültüyü azaltan hareketli ortalama hesaplaması yapılmaktadır. Hız, Öklid mesafesinin FPS değerine bölünmesi ve 3.6 katsayısıyla km/h birimine dönüştürülmesiyle elde edilmektedir; 200 km/h üzerindeki değerler mantık filtresiyle rapordan çıkarılmaktadır**(Luvizon ve diğerleri, 2014)**.

### 2.4. Kaza Tespit Modülü

Kaza tespitinde aynı karede görünen tüm araç çiftleri için kesişim oranı (IoU), gerçek dünya mesafesi, ani hız düşüşü, yaklaşma hızı ve duruş davranışı olmak üzere beş kriter değerlendirilmektedir(Nguyen ve diğerleri, 2021). Her kriter normalize edilerek ağırlıklandırılmış bir kaza olasılık skoru [0, 1] aralığında üretilmekte; 0.55 eşiğini aşan çiftler kaza adayı olarak işaretlenmektedir (Denklem 1).

$$C_{acc} = w_1 \cdot IoU + w_2 \cdot D^{-1} + w_3 \cdot \Delta v + w_4 \cdot v_{approach} + w_5 \cdot S \qquad \text{(Denklem 1)}$$

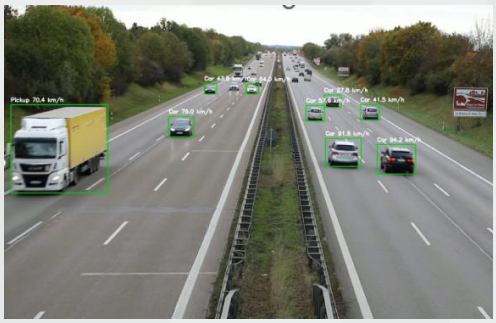
Burada $C_{acc}$ kaza olasılık skorunu, IoU araçlar arası örtüşme oranını, D araçlar arasındaki mesafeyi, $\Delta v$ ani hız değişimini, $v_{approach}$ araçların birbirine yaklaşma hızını ve S duruş (stationary) durumunu temsil etmektedir. $w_i$ katsayıları ise her bir kriterin sistem içerisindeki ağırlığını ifade etmektedir.Yanlış pozitif oranını azaltmak amacıyla bir çiftin kaza olarak tescil edilebilmesi için en az 5 ardışık karede eşik değerinin aşılması koşulugetirilmiştir (Chan ve diğerleri, 2016). Kaza onaylandığında ilgili araçların sınırlayıcı kutuları kırmızıya dönmekte ve ekrana uyarı banneri eklenmektedir.

## 3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

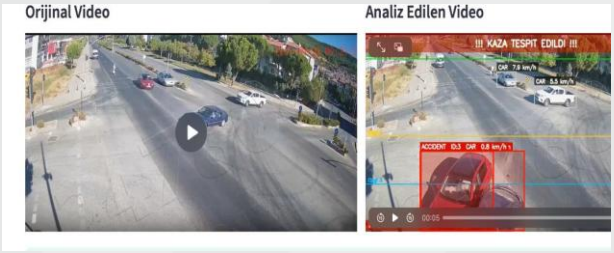
Çoklu nesne takip sistemi ortalama 14.8 saniyelik takip süresiyle yoğun trafik koşullarında dahi kararlı kimlik yönetimi sağlamıştır. Perspektif dönüşümü uygulanmasıyla araçlar için hız tahmin hatası tüm bölgeler için % 7.2'ye gerilemiştir ve bu iyileşme Luvizon ve arkadaşlarının (2014) bildirdiği referans değerlerle örtüşmektedir (Şekil 1-a).

Kaza tespit modülünde zamansal doğrulama filtresinin devreye alınmasıyla yanlış pozitif oranı 6.8'e düşürülmüştür. Tüm modüllerin entegre çalıştığı koşullarda 32 FPS işlem hızı

elde edilmiştir ki bu değer standart video akışları için gerçek zamanlı işleme gerekliliğini karşılamaktadır (Şekil 1-b).



(a)Araç hız tespit sonucu




(b) Videoda kaza tespiti

**Şekil 1.** Sabit görüntü ve video görüntüsünde trafik – kaza kontrolü

Mevcut ticari çözümlerle kıyaslandığında, sistemin açık kaynaklı ve özelleştirilebilir mimarisi kurumsal olmayan kullanıcılar için önemli bir erişilebilirlik avantajı sunmaktadır (Mahdi ve diğerleri, 2020). Akademik çalışmalarla karşılaştırıldığında ise hız tahmini, kaza tespiti ve araç sayımı modüllerinin tek bir arayüz altında bütünleştirilmesi uçtan uca sistem bütünlüğü açısından özgün bir katkı sağlamaktadır. Geliştirme sürecinde homografikalibrasyonunun yüksek hassasiyet gerektirmesi ve yoğun trafikte yanlış pozitif eğilimi başlıca zorluklar olmuş; bu sorunlar sırasıyla görsel referans nokta seçim aracı ve ağır vasıtalar için sıkılaştırılmış eşik kuralları ile giderilmiştir.

## KAYNAKLAR


- Atomix2402, (2023). Highway Video forSpeedEstimation, Kaggle, https://www.kaggle.com/datasets/atomix2402/highway-video-for-speed-estimation, erişim tarihi: 20.10.2024.
- Chan, A. B., Liang, Z. S. J. ve Vasconcelos, N., (2016). Privacypreservingcrowdmonitoring: Countingpeoplewithoutpeoplemodelsortracking, Proceedings of the IEEE Conference on ComputerVisionandPatternRecognition, 1-7.
- Darabi, P. K., (2022). VehicleDetection Image Dataset, Kaggle, https://www.kaggle.com/datasets/pkdarabi/vehicle-detection-image-dataset, erişim tarihi: 15.10.2024.
- Hartley, R. ve Zisserman, A., (2003). Multiple ViewGeometry in ComputerVision, 2. Baskı, Cambridge UniversityPress, Cambridge.
- Jocher, G., Chaurasia, A. ve Qiu, J., (2023). Ultralytics YOLOv8, Ultralytics, https://github.com/ultralytics/ultralytics, erişim tarihi: 01.11.2024.
- Luvizon, D. C., Tabia, H. ve Picard, D., (2014). Vehiclespeedestimationfrom a monocularcamerawithoutcalibrationdata, IEEE International Conference on Advanced Video andSignalBasedSurveillance, 195-200.
- Mahdi, H. A. A., Sabri, N., Abdullah, A., Shahidan, S. ve Aljunid, S. A. K., (2020). Recenttrends in trafficsurveillancesystem: A review, IndonesianJournal of ElectricalEngineeringandComputerScience, 20, 1, 436-444.
- Nguyen, T. T., Nguyen, T. D. ve Nguyen, H. T., (2021). Trafficaccidentdetectionusingdeeplearningand IOU-basedmethods, International Conference on Advanced Technologies for Communications, 188-192.
- Yeafi, A., (2022). Road VehicleImagesDataset, Kaggle, https://www.kaggle.com/datasets/ashfakyeafi/road-vehicle-images-dataset, erişim tarihi: 15.10.2024.

# ANİMA: KULLANICININ KENDİNİ VE ÇEVRESİNİ ANLAMASINA YÖNELİK YAPAY ZEKA DESTEKLİ PSİKOLOJİK ANALİZ UYGULAMASI

***Asrın Dündar, Batuhan Kaya, Selman Özdemir***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali Uymaz***

*f231213034@ktun.edu.tr; f231213006@ktun.edu.tr; f231213092@ktun.edu.tr; sauymaz@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, kullanıcıların kendilerini ve çevrelerini daha iyi tanımalarına olanak sağlayan yapay zeka destekli bir web uygulaması olan Anima geliştirilmiştir. Uygulama, QR kod ile erişilebilen mobil uyumlu bir platform olarak tasarlanmış olup kullanıcılara iki aşamalı ve kişiselleşen bir psikolojik test deneyimi sunmaktadır. Sistem; yüz ifadesi analizi, tepki süresi ve cevap değiştirme davranışı gibi çok katmanlı sinyal verilerini anlık olarak işleyerek Groq tabanlı büyük dil modeli aracılığıyla 7 psikolojik eksen üzerinden kullanıcı profili oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlar kullanıcıya üç aşamalı bir ekranla sunulmakta; bireysel profil, anonim kitle karşılaştırması ve tutarsızlık tespiti gerçekleştirilmektedir. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında hiçbir kişisel veri saklanmamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Duygu tanıma, kişilik analizi, psikolojik test, yapay zeka, yüz ifadesi analizi

**ABSTRACT**

In this study, Anima, an artificial intelligence-supported web application that enables users to better understand themselves and their environment, has been developed. The application is designed as a mobile-compatible platform accessible via QR code, offering users a two-stage, personalized psychological test experience. The system processes multi-layered signal data, including facial expression analysis, reaction time, and answer-changing behavior, in real time to generate user profiles across 7 psychological axes through a Groq-based large language model. The results are presented to the user through a three-stage screen, performing individual profiling, anonymous crowd comparison, and inconsistency detection. No personal data is stored within the scope of the Personal Data Protection Law (KVKK).

**Keywords:**Emotion recognition, personality analysis, psychological testing, artificial intelligence, facial expression analysis

## 1. GİRİŞ

Bireylerin kendilerini ve çevrelerini anlamaları, psikoloji alanında uzun süredir araştırılan temel konulardan biri olmaya devam etmektedir. Geleneksel psikolojik testler çoğunlukla kağıt-kalem formatında uygulanmakta, sonuçların değerlendirilmesi zaman almakta ve kullanıcıya anında geri bildirim sunulamamaktadır. Bununla birlikte bu testler, sosyal beğenirlik yanlılığı (social desirability bias) nedeniyle kullanıcıların kendilerini olduğundan farklı yansıtma eğilimine karşı yeterince dirençli olmayabilmektedir (Paulhus, 1991).

Yapay zeka ve derin öğrenme alanındaki gelişmeler, yüz ifadesi tanıma ve duygu analizi gibi biyometrik yöntemlerin gerçek zamanlı olarak uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Bu yöntemler, kullanıcının bilinçli olarak verdiği cevapların ötesinde, bilinçdışı duygusal tepkilerini de yakalamayı hedeflemektedir (Ekman ve Friesen, 1978). Öte yandan büyük dil modellerinin (LLM) doğal dil işleme ve çok boyutlu veri yorumlama konusundaki güçlü performansı, bu sistemlerin psikolojik değerlendirme araçlarıyla entegrasyonunu giderek daha cazip hale getirmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen Anima uygulaması; zorla seçim, örtük soru, senaryo bazlı soru ve eşit çekicilik tekniklerini bir araya getiren psikolojik test yöntemi ile yüz ifadesi analizi, tepki süresi ve cevap değiştirme davranışı gibi çok katmanlı sinyal verilerini birleştirerek kullanıcıya özgün ve gerçekçi bir psikolojik profil sunmayı amaçlamaktadır. Uygulama, mobil uyumlu web tabanlı yapısıyla herhangi bir kurulum gerektirmeksizin QR kod üzerinden erişilebilmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Sistem Mimarisi

Anima, React tabanlı bir web uygulaması olarak geliştirilmiş olup Vite derleme aracı kullanılmıştır. Uygulama; yüz ifadesi analiz modülü, yapay zeka entegrasyon katmanı ve veri yönetim katmanı olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Kullanıcılar uygulamaya QR kod okutarak tarayıcı üzerinden erişmekte ve herhangi bir kurulum yapmak zorunda kalmamaktadır.

### 2.2 Sinyal Katmanları

Sistem, kullanıcıyı 6 farklı sinyal katmanıyla analiz etmektedir. Yüz ifadesi analizi için tarayıcı tabanlı face-api.js kütüphanesi kullanılmış; bu sayede kamera verisi sunucuya iletilmeksizin kullanıcı cihazında işlenmiştir. Ölçülen sinyaller şunlardır: (1) genel yüz ifadesi ve baskın duygu, (2) duygu yoğunluğu (0-1 arası), (3) test boyunca duygu değişim seyri, (4) soru bazlı yüz-cevap uyumu, (5) tepki süresi ve (6) cevap değiştirme davranışı.

### 2.3 Soru Sistemi

Test, iki havuzdan oluşan toplam 15 sorudan meydana gelmektedir. Birinci havuz 4 keşif sorusu içermekte olup sistem bu sorular aracılığıyla kullanıcının genel profilini çıkarmaktadır. İkinci havuz ise birinci havuzdan elde edilen profile göre Groq yapay zeka modeli tarafından anlık olarak üretilen 11 kişiselleştirilmiş sorudan oluşmaktadır. Sorular; zorla seçim, anlık tepki, sıralama ve çift kutuplu sürgü olmak üzere dört farklı formatta sunulmaktadır. Tüm sorular sosyal beğenirlik yanlılığını önlemeye yönelik tekniklerle (örtük soru, eşit çekicilik) tasarlanmıştır.

### 2.4 Psikolojik Analiz Eksenleri

Kullanıcı profili 7 psikolojik eksen üzerinden oluşturulmaktadır: (1) düşünme tarzı, (2) duygusal durum, (3) iletişim tarzı, (4) baskı altındaki davranış, (5) öz algı, (6) empati düzeyi ve (7) risk alma eğilimi. Her eksen 0-1 arasında skorlanmakta; cevap verileri ile sinyal verileri birlikte değerlendirilerek Groq tabanlı büyük dil modeline iletilmektedir. Model, tüm veriyi bütünlüklü olarak yorumlayarak kullanıcıya özgü bir psikolojik profil üretmektedir.

**Tablo 1.**Anima Uygulamasında Kullanılan Psikolojik Eksenler ve Sinyal Kaynakları

| # | Psikolojik Eksen | Açıklama | İlgili Sinyal Kaynağı |
|---|---|---|---|
| 1 | Düşünme Tarzı | Kullanıcının analitik mi yoksa sezgisel mi düşündüğünü değerlendirir. | Tepki süresi, cevap değiştirme |
| 2 | Duygusal Durum | Anlık duygu yoğunluğunu ve genel duygusal eğilimi ölçer. | Yüz ifadesi analizi, duygu yoğunluğu (0-1) |
| 3 | İletişim Tarzı | Bireyin ifade biçimini ve sosyal iletişim eğilimlerini ortaya koyar. | Senaryo bazlı sorular, yüz-cevap uyumu |
| 4 | Baskı Altındaki Davranış | Stres altında verilen tepkileri ve karar alma sürelerini ölçer. | Tepki süresi, cevap değiştirme davranışı |
| 5 | Öz Algı | Bireyin kendisi hakkındaki düşünceleri ile gerçek davranışları arasındaki uyumu ölçer. | Örtük sorular, tutarsızlık tespiti |
| 6 | Empati Dızeyi | Başkalarının duygularına duyarlılık düzeyini değerlendirir. | Yüz ifadesi değişim seyri, cevap içerikleri |
| 7 | Risk Alma Eğilimi | Belirsiz durumlarda tercih edilen karar stratejisini ortaya koyar. | Çift kutuplu sürgü soruları, tepki süresi |

### 2.5 KVKK Uyumu

Uygulama, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında tasarlanmıştır. Kamera ve mikrofon verisi yalnızca kullanıcı cihazında işlenmekte, sunucuya iletilmemektedir. Kullanıcının girdiği metin verileri analiz edildikten sonra silinmektedir. Firebase veritabanında yalnızca kimliği tespit edilemeyen anonim eksen skorları saklanmaktadır. Test tamamlandıktan sonra kişisel nitelikteki tüm veriler otomatik olarak silinmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen Anima uygulaması, kullanıcılara kendilerini ve çevrelerini anlama konusunda özgün ve etkileşimli bir deneyim sunmaktadır. Sistem; çok katmanlı sinyal analizi,

kişiselleşen soru üretimi ve büyük dil modeli entegrasyonunu bir araya getirerek literatürdeki geleneksel psikolojik test yaklaşımlarından ayrışmaktadır.

Uygulamanın en önemli katkılarından biri, sosyal beğenirlik yanlılığını minimize etmeye yönelik çok katmanlı yapısıdır. Kullanıcı cevaplarını manipüle etmeye çalışsa bile yüz ifadesi analizi, tepki süresi ve cevap değiştirme davranışı gibi sinyal katmanları bilinçdışı tepkileri yakalamaktadır. Bu durum, sistemin geleneksel öz bildirim ölçeklerine kıyasla daha gerçekçi profiller üretmesine olanak tanımaktadır.

Sonuç ekranı üç aşamalı olarak tasarlanmıştır: birinci aşamada kullanıcının güçlü yönleri ve kişilik profili sunulmakta, ikinci aşamada anonim kitleyle karşılaştırma yapılmakta, üçüncü aşamada ise söylem ile yüz ifadesi arasındaki tutarsızlıklar nazikçe aktarılmaktadır. Bu yapı, kullanıcıda farkındalık yaratmayı hedeflemektedir.

Uygulama, QR kod ile erişim imkânı sayesinde geniş bir kullanıcı kitlesine kolaylıkla ulaşabilmektedir. KVKK uyumlu mimarisi, kişisel veri işleme konusundaki kaygıları ortadan kaldırmakta ve uygulamanın etik bir çerçevede kullanımını mümkün kılmaktadır.

**Tablo 2.**Sonuç ve Tartışma Bulgularına İlişkin Temel Çıkarımlar

| **Sonuçlar (Bulgular)** | **Tartışma (Yorum ve Çıkarımlar)** |
|---|---|
| Özgün yaklaşım | Çok katmanlı sinyal analizi + kişiselleşen soru üretimi + büyük dil modeli entegrasyonu; geleneksel testlerden ayrışır. |
| Yanlılık azaltma | Sosyal beğenirlik yanlılığını azaltmak için yüz ifadesi, tepki süresi ve cevap değiştirme gibi sinyal katmanları birlikte kullanılır. |
| Sonuç sunumu | 3 aşamalı ekran: (1) güçlü yönler/profil, (2) anonim kitleyle karşılaştırma, (3) söylem–yüz ifadesi |

| | |
|---|---|
| | tutarsızlık tespiti; farkındalık hedefler. |
| Erişilebilirlik ve etik | QR kod ile mobil erişim + KVKK uyumlu mimari; kişisel veriler saklanmadan anonim skorlarla çalışılır. |

**KAYNAKLAR**


- Ekman, P. ve Friesen, W. V., (1978). Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement, Consulting Psychologists Press, Palo Alto CA.
- Paulhus, D. L., (1991). Measurement and control of response bias. In J. P. Robinson, P. R. Shaver, & L. S. Wrightsman (Eds.), Measures of Personality and Social Psychological Attitudes, Academic Press, San Diego CA, 17-59.
- Vinciarelli, A., Pantic, M. ve Bourlard, H., (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain, Image and Vision Computing, 27, 12, 1743-1759.

# AKILLI BİLEKLİKLİ SAĞLIK TAKİP SİSTEMİ

***Gülenay TAŞ, Zehra ZORBİLMEZ***

***Danışman: Dr. Fatih TİTREK***

*f221220077@ktun.edu.tr; f221213060@ktun.edu.tr; ftitrek@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya / TÜRKİYE*

**ÖZET**

Bu çalışmada, yaşlı bireylerin sağlık durumlarının uzaktan izlenmesini sağlayan akıllı bileklik tabanlı bir sağlık takip sistemi geliştirilmiştir. ESP32 mikrodenetleyicisi ile entegre edilen kalp atış hızı, vücut sıcaklığı ve hareket sensörlerinden elde edilen veriler kablosuz ağ üzerinden merkezi sunucuya aktarılmaktadır. Sistem; Spring Boot tabanlı backend, Flutter mobil uygulama ve React web arayüzünden oluşmaktadır. Anormal sağlık durumları tespit edildiğinde kullanıcıya anlık bildirim gönderilmektedir. TF-IDF ve Lojistik Regresyon algoritması kullanılarak geliştirilen yapay zeka destekli chatbot modülü sayesinde kullanıcılar sağlık verileri hakkında doğal dilde sorular sorabilmektedir. Chatbot modelinin genel doğruluk oranı %89 olarak elde edilmiş olup nabız ve sıcaklık gibi belirgin veri tiplerinde mükemmel sınıflandırma performansı sağlanmıştır. Sistem, yaşlı bireylerin bağımsız yaşamlarını destekleyen, düşük maliyetli ve erişilebilir bir IoT sağlık çözümü olarak öne çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı bileklik, Giyilebilir teknoloji, IoT, Sağlık takibi, Uzaktan izleme

**ABSTRACT**

In this study, a smart wristband-based health monitoring system has been developed to enable remote monitoring of elderly individuals' health conditions. Data collected from heart rate, body temperature, and motion sensors integrated with an ESP32 microcontroller are wirelessly transmitted to a central server. The system consists of a Spring Boot backend, a Flutter mobile application, and a React web interface. Instant notifications are sent to users when abnormal health conditions are detected. An AI-powered chatbot module developed using TF-IDF and Logistic Regression allows users to ask questions about their health data in natural language. The chatbot model achieved an overall accuracy of 89%, with excellent classification performance for specific data types such as heart rate and temperature. The system is considered a low-cost, accessible IoT health solution that supports independent living for elderly individuals.

**Keywords:** Health monitoring, IoT, Remote monitoring, Smart wristband, Wearable technology

## 1. GİRİŞ

Giyilebilir sağlık teknolojileri, son yıllarda hem akademik hem de endüstriyel alanda önemli bir ilgi odağı haline gelmiştir. Özellikle yaşlı bireylerin bağımsız ve güvenli bir

yaşam sürdürebilmesi için sürekli sağlık izleme sistemlerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Patel vd. (2019) yaptıkları çalışmada giyilebilir sensör sistemlerinin rehabilitasyon ve sürekli sağlık takibi açısından yüksek potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. IoT teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte düşük maliyetli mikrodenetleyiciler ve kablosuz iletişim modülleri kullanılarak gerçek zamanlı biyometrik veri toplama mümkün hale gelmiştir (Islam vd., 2015).

Mevcut ticari çözümlerin büyük çoğunluğu yalnızca veri toplama ve görüntüleme işleviyle sınırlı kalmakta; kullanıcıya anlamlı geri bildirim sunma, erken uyarı mekanizmaları ve doğal dil ile sorgulama imkânı sunmamaktadır. SilverBand projesi bu boşluğu doldurmak amacıyla ESP32 tabanlı giyilebilir bileklik, çok katmanlı yazılım mimarisi ve yapay zeka destekli chatbot modülünü tek bir platformda birleştirmektedir. Sistem; yaşlı bireylerin bakıcıları ve ailelerinin uzaktan anlık bilgiye erişebilmesini sağlayarak gerçek hayatta somut bir fayda yaratmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

SilverBand sistemi; donanım katmanı, veri iletim altyapısı, backend servisleri, kullanıcı arayüzleri ve yapay zeka destekli chatbot modülü olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır.

### 2.1. Donanım Tasarımı ve Sensör Entegrasyonu

Sistem donanımının merkezinde Wi-Fi ve Bluetooth destekli ESP32-WROOM-32 mikrodenetleyici yer almaktadır. Bileklik üzerinde kalp atış hızı ölçümü için MAX30102 optik sensörü, vücut sıcaklığı takibi için LM35DZ analog sıcaklık sensörü ve hareket/düşme tespiti için MPU6050 6-eksenli ivmeölçer/jiroskop entegre edilmiştir. Sensörlerden okunan ham veriler mikrodenetleyici üzerinde gürültü filtreleme ve eşik tabanlı düşme tespiti ön işlemesinden geçirilmektedir.

### 2.2. Veri İletimi ve Sistem Mimarisi

İşlenen sensör verileri ESP32 tarafından JSON formatına dönüştürülerek HTTP protokolü üzerinden backend sunucusuna iletilmektedir. Sistem istemci-sunucu modeli temel alınarak tasarlanmış olup olası bağlantı kopmalarına karşı otomatik yeniden bağlanma mekanizması uygulanmıştır.

### 2.3. Backend ve Veri Yönetimi

Backend katmanı Java Spring Boot framework'ü kullanılarak geliştirilmiştir. RESTful API mimarisi ile yapılandırılan sistem, sensör verilerini JSON formatında alarak MySQL veritabanına kaydetmektedir. Kullanıcı güvenliği için JWT tabanlı kimlik doğrulama uygulanmış; belirlenen eşik değerlerin aşılması durumunda kullanıcıya push bildirimi gönderen alarm mekanizması entegre edilmiştir.

### 2.4. Mobil ve Web Uygulamaları

Mobil uygulama Flutter framework'ü kullanılarak geliştirilmiş ve backend ile tam entegre edilmiştir. Kullanıcılar anlık sensör verilerini görüntüleyebilmekte, geçmiş verilere

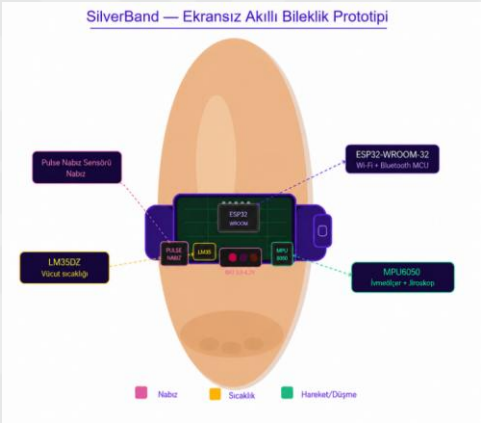
erişebilmekte ve alarm bildirimlerini alabilmektedir. Web uygulaması React ve TypeScript teknolojileri kullanılarak geliştirilmiş olup detaylı veri analizleri ve farklı zaman aralıklarında görselleştirme imkânı sunmaktadır.

### 2.5. Yapay Zeka Destekli Chatbot Modülü

Kullanıcıların sağlık verilerini doğal dilde sorgulamasını sağlamak amacıyla TF-IDF vektörleştirme ve Lojistik Regresyon tabanlı bir chatbot modülü geliştirilmiştir. Düşük veri setlerinde dahi yüksek doğruluk, Türkçe dil yapısıyla uyumluluk ve gerçek zamanlı yanıt üretimi bu algoritmanın tercih edilme gerekçelerini oluşturmaktadır (Majumder vd., 2017). Model Python FastAPI servisi üzerinden sisteme entegre edilmiştir.

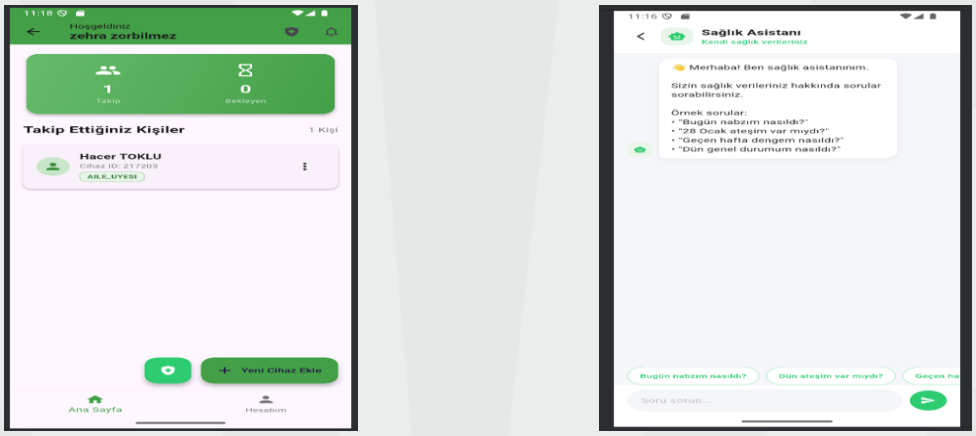
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

SilverBand sistemi, donanım ve yazılım bileşenleriyle birlikte işlevsel bir prototip olarak hayata geçirilmiştir. Şekil 1'de gösterildiği gibi bileklik, ESP32 mikrodenetleyici ve entegre sensörlerden oluşan kompakt bir yapıya sahip olup günlük kullanıma uygun ergonomik bir tasarım sunmaktadır.




**Şekil 8.** SilverBand Akıllı Bileklik Prototipi

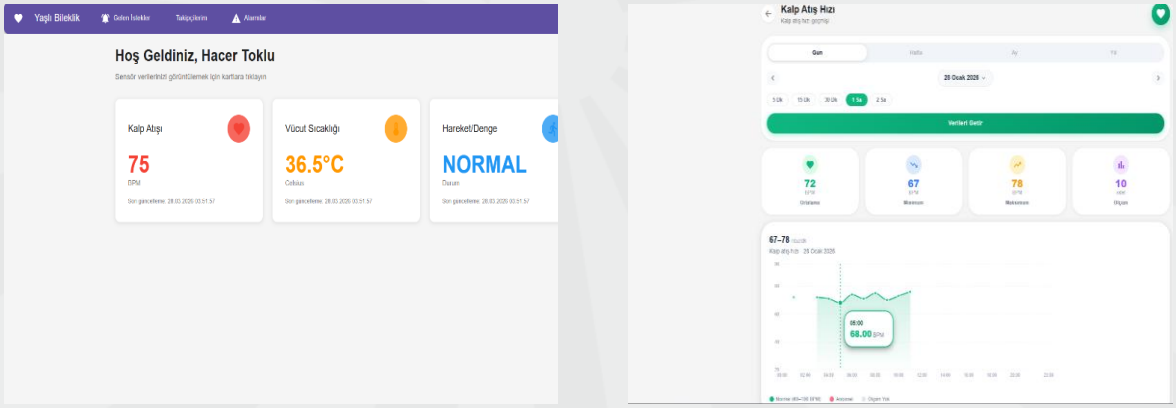
Flutter ile geliştirilen mobil uygulama, bakıcı arayüzü (Şekil 2.(a)) ve chatbot ekranı (Şekil 2.(b)) olmak üzere iki temel modülden oluşmaktadır. Bakıcı arayüzü aracılığıyla takip edilen bireylerin sağlık verileri uzaktan izlenebilmekte, risk durumlarında anlık bildirim gönderilebilmektedir. Chatbot ekranı ise kullanıcıların doğal dilde soru sorarak sağlık verileri hakkında anlamlı geri bildirim almasını sağlamaktadır.




(a) (b)

**Şekil 9.** (a) Bakıcı Arayüzü (b) Chatbot

React ve TypeScript ile geliştirilen web arayüzü, bakıcı ve aile üyelerine kapsamlı bir izleme paneli sunmaktadır. Ana sayfa (Şekil 3.(a)) üzerinden anlık sensör verileri otomatik güncellenmekte; grafik arayüzü (Şekil 3.(b)) ile gün, hafta, ay ve yıl bazlı analizler yapılabilmektedir. Alarm geçmişi, kullanıcı yönetimi ve takip mekanizması modülleri sistemin işlevselliğini tamamlamaktadır.




(a) (b)

**Şekil 3.** (a) SilverBand React Web Arayüzü — Yaşlı Arayüzü (b) Grafik Arayüzü

**TEŞEKKÜR**

Yazarlar, projenin geliştirilmesi sürecindeki rehberlikleri ve değerli katkıları için danışmanları Dr. Fatih TİTREK'e ve Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ne teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR


- Auth0, (2024). JWT Introduction Documentation. Erişim tarihi: 06 Mayıs 2026, https://jwt.io/introduction
- Google LLC, (2024). Flutter Documentation. Erişim tarihi: 06 Mayıs 2026, https://flutter.dev
- Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M. ve Kwak, K.-S., (2015). The Internet of Things for health care: A comprehensive survey, IEEE Access, 3, 678-708.
- Majumder, S., Aghayi, E., Noferesti, M., Memarzadeh-Tehran, H., Mondal, T., Pang, Z. ve Deen, M. J., (2017). Smart homes for elderly healthcare - an IoT based approach, Sensors, 17, 11, 2496.
- Meta, (2024). React Documentation. Erişim tarihi: 06 Mayıs 2026, https://react.dev
- Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L. ve Rodgers, M., (2019). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation, IEEE Sensors Journal, 12, 3, 524-538.
- Pedregosa, F. vd., (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python, Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830.
- Ramírez, S., (2024). FastAPI Documentation. Erişim tarihi: 06 Mayıs 2026, https://fastapi.tiangolo.com
- VMware, (2024). Spring Boot Documentation. Erişim tarihi: 06 Mayıs 2026, https://spring.io/projects/spring-boot

# OPTİMOVE: SENSÖRSÜZ FİZİK TEDAVİ PLATFORMU

***Ahmet Berke Ateş, Tolga Yüceer***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali Uymaz***

*f250101082@ktun.edu.tr; f250101041@ktun.edu.tr; sauymaz@ktun.edu.tr;*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, fizik tedavi süreçlerinde hastaların ev egzersizlerini uzman gözetimi olmadan yanlış formda yapmalarından kaynaklanan problemleri çözmeyi amaçlamaktadır. Pazardaki mevcut sistemlerin pahalı sensör gereksinimlerine alternatif olarak OptiMove, donanım bağımsız ve tarayıcı tabanlı çalışan otonom bir denetim sistemidir. Çalışmada, standart web kameraları kullanılarak uç bilişim prensibiyle çalışan yenilikçi bir mimari geliştirilmiştir. Görüntü işleme ve derin öğrenme algoritmaları ile hastanın biyomekanik iskelet modeli sunucuya veri aktarılmadan gerçek zamanlı çıkarılmaktadır. Eklem açıları hesaplanarak doktorun belirlediği dinamik referans aralıklarıyla karşılaştırılmakta ve hastaya akıllı kalibrasyon asistanı ile anlık sesli geri bildirim verilmektedir. Ayrıca elde edilen metrikler doktor paneline aktarılarak tedavi sadakati ve eklem hareket açıklığı gelişimi grafiksel olarak sunulmaktadır. Sonuç olarak, sıfır altyapı maliyetiyle hasta mahremiyetini koruyan erişilebilir bir telesağlık platformu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomekanik, Fizyoterapi, Görüntü İşleme, Telesağlık, Uç Bilişim

**ABSTRACT**

This project aims to solve the problems arising from patients performing home exercises incorrectly without expert supervision during physical therapy processes. As an alternative to the expensive sensor requirements of existing systems on the market, OptiMove is a hardware-independent and browser-based autonomous monitoring system. In this study, an innovative architecture operating with edge computing principles using standard webcams has been developed. Using image processing and deep learning algorithms, the patient's biomechanical skeleton model is extracted in real-time without transferring data to the server. Joint angles are calculated and compared with dynamic reference ranges determined by the doctor, and the patient receives instant audio feedback via an intelligent calibration assistant. Furthermore, the obtained metrics are transferred to the doctor's panel, graphically presenting treatment adherence and range of motion improvement. As a result, an accessible telehealth platform that protects patient privacy with zero infrastructure cost has been created.

**Keywords:**Biomechanics, Edge Computing, Image Processing, PhysicalTherapy, Telehealth

## 1. GİRİŞ

Rehabilitasyon süreçlerinde hastaların ev programlarına uyumu ve hareketleri klinik doğrulukta yapabilmesi, iyileşme hızını doğrudan etkileyen en önemli faktördür. Literatürde yapılan çalışmalar, uzman gözetimi olmadan evde fizik tedavi gören hastaların hareket formlarını değerlendirmek ve anlık geri bildirim vermek için makine öğrenmesi destekli bilgisayarlı görü sistemlerinin kullanımının kritik bir ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır (Tharatipyakul vd., 2024). İnsan hareket analizleri için geleneksel olarak kullanılan ataletsel ölçüm üniteleri ve giyilebilir sensörler, yüksek maliyetleri nedeniyle yaygınlaşamamıştır. Son yıllarda görüntü işleme alanındaki gelişmeler, açık kaynaklı iskelet takip algoritmalarının üç boyutlu insan duruşunu gerçek zamanlı tespit etmesini olanaklı kılmıştır (Negi ve Garg, 2023). OptiMove projesi, bu alandaki donanım bağımlılığı problemini çözmek üzere, uç bilişim (edgecomputing) prensibiyle doğrudan tarayıcı üzerinden çalışan özgün bir telesağlık platformu olarak geliştirilmiştir.

OptiMove, bir teşhis aracı değil, doktorların referans tedavi hareketleriyle hastanın gelişimini kıyaslayabileceği dijital bir ölçüm aracı (Karar Destek Sistemi) olarak konumlandırılmıştır. Kurumsal B2B (Hastaneden Hastaneye) SaaS modeli hedefiyle geliştirilen sistem, "Konya Teknik Üniversitesi 10. Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı" kapsamında donanım maliyetlerini sıfıra indirerek sağlık sektöründe erişilebilir teknolojilerin üretilmesine yenilikçi bir katkı sunmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje, veri toplama aracı olarak hastaların standart bilgisayar veya mobil cihaz kameralarını kullanmaktadır. Görüntü analizi yöntemi olarak, JavaScript tabanlı MediaPipe Web API (WebAssembly) altyapısı tercih edilmiştir. Bu mimari tercih ile video verileri sunucuya gönderilmeden doğrudan istemci (tarayıcı) tarafında işlenmektedir.

### 2.1.Sistem Mimarisi ve Algoritma

Model, kamera akışından 33 farklı eklem noktasının X, Y ve Z koordinatlarını cihazın işlemci gücünü kullanarak milisaniyeler içinde çıkarmaktadır. Derinlik (Z ekseni) yanılgılarını önlemek için sisteme entegre edilen "Akıllı Kalibrasyon ve Pozisyonlama Asistanı", hastayı egzersiz öncesi sesli komutlarla doğru kadraj açısına yönlendirmektedir. Eklem noktaları arasındaki açılar trigonometrik fonksiyonlarla hesaplanarak sistemde tanımlı "dinamik eşik değerleri" ile karşılaştırılmaktadır.

Verilerin analiz ve yönetim yöntemi olarak ASP.NET Core kullanılarak hafif JSON tabanlı RESTfulAPI'ler oluşturulmuştur. Yalnızca metrik veriler sunucuya iletilmekte ve React ile geliştirilen doktor panelinde (Dashboard) "Hareket Kalite Skoru" ve "Eklem Hareket Açıklığı Gelişim Eğrisi" gibi istatistiksel grafiklere dönüştürülmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

OptiMove prototipi üzerinde yapılan mühendislik testlerinde, WebAssembly destekli tarayıcı mimarisinin 30 FPS hızında standart bir 720p web kamerası ile sunucu bağlantısı olmadan gerçek zamanlı iskelet tespiti yapabildiği gözlemlenmiştir. Geliştirilen algoritmanın, klinik gonyometre ölçümleriyle karşılaştırıldığında ±3 derecenin altında bir sapma payıyla çalışarak başarılı sonuçlar vermesi öngörülmektedir (Kim vd., 2023). Dinamik tolerans bantları sayesinde, her hasta için özelleştirilebilir bir geri bildirim mekanizması sağlanmıştır.

**Tablo 10.**Geleneksel Sistemler ile OptiMove Sisteminin Karşılaştırılması

| **Değerlendirme Kriteri** | **Geleneksel Sensörlü Sistemler** | **OptiMove** |
|---|---|---|
| Maliyet | Yüksek (Özel Donanım Gerekli) | Düşük (Sıfır Altyapı) |
| Erişilebilirlik | Klinik veya Eğitim Gerektirir | Tarayıcı Üzerinden Anında Erişim |
| Veri gizliliği | Sunucu Taraflı İşleme | İstemci Taraflı (Edge) İşleme |

Projenin başarısı, OptiMove sisteminin pahalı giyilebilir sensörlere kıyasla güvenilir, hasta mahremiyetini koruyan ve B2B SaaS modeliyle ticarileşebilir bir alternatif olduğunu göstermektedir. Faz-2 aşamasında etik kurul onaylı klinik doğrulamaların yapılması planlanmaktadır.

## KAYNAKLAR


- Kim, J.-W., Choi, J.-Y., Ha, E.-J. ve Choi, J.-H., (2023). Human poseestimationusingMediaPipeposeandoptimizationmethodbased on a humanoid model, AppliedSciences, 13, 4, 2700.
- Negi, A. ve Garg, A., (2023). Real-time humanposeestimation: A MediaPipeand Python approachfor 3D detectionandclassification, IEEE Conference Publication.
- Tharatipyakul, A., Srikaewsiew, T. ve Pongnumkul, S., (2024). Deeplearning-basedhuman body poseestimation in providingfeedbackforphysicalmovement: A review, Heliyon, 10, 17, e36589.

# HONYAI KAN ŞEKERİ TAKİP SİSTEMİ

***Mehmet Emre Sarı, Fatma Zehra Doğan, Sümeyye Altıntaş***

***Danışman: Dr.Öğr Üyesi Fatma Zehra GÖĞÜŞ***

*f241229081@ktun.edu.tr,f241229003@ktun.edu.tr, f231220003@ktun.edu.tr, fzgogus@ktun.edu.tr*

*Yazılım Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa BilimleriFakültesi, Üniversitesi, 42100, Konya*

**ÖZET**

HonyAI, diyabet hastalarının kan şekeri takibini yapay zekâ destekli mobil bir uygulama üzerinden yöneten çok modüllü bir sistemdir. Sistem; LSTM tabanlı kan şekeri tahmin modülü, yemek fotoğraflarından besin değerlerini çıkaran CNN tabanlı görüntü analizi modülü ve fiziksel aktivite etkisini hesaplayan MET tabanlı modülden oluşur. Modüllerin çıktıları birleştirilerek glikoz öngörüsü üretilir. Uygulama; OCR ile glikometre ekranından otomatik veri okuma, ilaç ve su tüketimi için hatırlatıcılar, hipoglisemi durumunda 112 acil servis çağrısı ve konum tabanlı sağlık kuruluşu yönlendirmesi işlevlerini içerir. Sistem Flutter, Firebase ve TensorFlow altyapısı üzerinde KVKK uyumlu olarak geliştirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin öğrenme, diyabet, kan şekeri tahmini, LSTM, mobil sağlık.

.

**ABSTRACT**

HonyAI is a multi-module system that manages blood glucose monitoring for diabetic patients via an AI-powered mobile application. The system consists of an LSTM-based blood glucose prediction module, a CNN-based image analysis module that extracts nutritional values from food photos, and a MET-based module that calculates the effect of physical activity. The outputs from these modules are combined to generate glucose predictions. The application includes functions such as automatic data reading from the glucometer screen using OCR, reminders for medication and water consumption, emergency services call to 112 in case of hypoglycemia, and location-based healthcare facility referral. The system is being developed on Flutter, Firebase, and TensorFlow platforms in compliance with Turkish Data Protection Law (KVKK).

**Keywords:** Artificialintelligence, bloodglucoseprediction, diabetes, LSTM, mobile health.

## 1. GİRİŞ

Diyabet (Diabetes Mellitus), insülinin yetersiz üretimi veya etkin kullanılamamasına bağlı olarak kan şekerinin yükselmesiyle karakterize, körlük, böbrek yetmezliği ve kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilen kronik bir hastalıktır.

Glisemik kontrolün sağlanmasında tıbbi beslenme tedavisi ve düzenli fiziksel aktivite yaşamsal önem taşımakta; randomize kontrollü çalışmalar tıbbi beslenme tedavisinin yeni tanı konmuş Tip 2 diyabetli bireylerde HbA1c düzeyini yaklaşık %2 oranında düşürebildiğini göstermektedir (Türkiye Aile Hekimliği Dergisi, 2022).

Yapay zekâ tabanlı kan şekeri tahmin çalışmalarında, zaman serisi verilerine uygun mimarisi sayesinde Uzun Kısa-Vadeli Bellek (Long Short-Term Memory, LSTM) ağları öne çıkmaktadır. LSTM tabanlı bir modelin entegre edildiği BffDiabetes uygulamasında 3,72 mg/dL gibi düşük bir kök ortalama kare hata (RMSE) ve %95,6 doğruluk oranına ulaşıldığı bildirilmiştir (Kılıç, 2021). İleri beslemeli derin sinir ağları ile gerçekleştirilen postprandiyal tahminlerde ise 15 dakikalık ufukta 2,53 mg/dL gibi düşük hata değerleri elde edilmiştir (Annuzzi vd., 2024). Bununla birlikte mevcut çalışmaların büyük bölümü tekil veri kaynaklarına odaklanmakta; beslenme, fiziksel aktivite ve geçmiş glikoz verilerinin etkisini bütüncül biçimde modelleyen yaklaşımlar oldukça sınırlı kalmaktadır (Sun vd., 2018; Er ve Işık, 2021).

Bu çalışmanın temel araştırma sorusu, beslenme, fiziksel aktivite ve geçmiş glikoz verilerini birlikte işleyen çok modüllü bir yapay zekâ mimarisinin, yalnızca tekil veri kaynaklarını kullanan klasik modellere göre kan şekeri tahmininde anlamlı bir doğruluk artışı sağlayıp sağlamayacağıdır. Çalışmanın temel hipotezi, geliştirilecek bütüncül modelin tek değişkenli modellere kıyasla hata oranlarını düşüreceği ve hipoglisemi/hiperglisemi olaylarını daha yüksek hassasiyetle öngöreceği yönündedir. Önerilen HonyAI projesi, bu boşluğu doldurmak amacıyla beslenme verisini CNN tabanlı görüntü analizi, aktivite verisini MET tabanlı kalori tüketim modeli ve glikoz verisini LSTM zaman serisi modeli üzerinden eş zamanlı işleyen modüler bir mimari sunmaktadır. Proje, 12. Kalkınma Planı'nda yer alan “sağlık teknolojilerinde yerlileşme” ve “yapay zekâ tabanlı karar destek sistemleri” hedefleri ile 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi'nin “Milli Teknoloji Hamlesi” vizyonu doğrultusunda yerli dijital sağlık ekosisteminin gelişimine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Setleri ve Modüler Mimari

Sistem üç temel modül üzerine inşa edilmiştir: (i) LSTM tabanlı kan şekeri tahmin modülü, (ii) CNN tabanlı görüntüden besin analizi modülü ve (iii) MET tabanlı fiziksel aktivite etkisi modülü. Her modül kendi veri kategorisinden eğitilmekte ve çıktıları entegrasyon katmanında birleştirilerek bütünleşik bir glikoz öngörüsü üretmektedir. Çalışma kapsamında kullanılacak veri setleri Tablo 1'de özetlenmiştir

**Tablo 1.** Projede Kullanılacak Veri Setleri ve Hedef Modüller

| Kategori | Veri Seti | Temel İçerik | Hedef Modül |
|---|---|---|---|
| Fizyoloji / CGM | OhioT1DM | Sürekli glikoz, insülin, kalp atış hızı, hareket | Kan şekeri tahmini |
| Fizyoloji / CGM | BIG IDEAs Lab | Dexcom G6 CGM, Empatica E4 fizyolojik sinyaller | Kan şekeri tahmini |

| Kategori | Veri Seti | Temel İçerik | Hedef Modül |
|---|---|---|---|
| Besin / Görüntü | Recipe1M+ | 800.000+ yemek görseli, tarif ve besin değerleri | Görüntüden besin çıkarımı |
| Besin / Görüntü | Nutrition5k | RGB-D yemek görüntüleri, gramaj ve makro değer | Görüntüden gramaj tahmini |
| Aktivite / Etki | FitLife | Aktivite türü, yoğunluk, sağlık parametreleri | Egzersiz metabolik etki |

### 2.2. Yapay Zekâ Modülleri

Sistem üç bağımsız yapay zekâ modülü içerir. **LSTM tahmin modülü** geçmiş kan şekeri ölçümleri, tahmini kalori alımı ve tüketimi ile statik kullanıcı verilerini girdi olarak alır ve gelecek zaman dilimleri için glikoz öngörüsü üretir. **CNN besin analizi modülü** yemek fotoğraflarından karbonhidrat, protein ve yağ değerlerini tahmin eder. **MET aktivite modülü** standart MET (MetabolicEquivalent of Task) tabloları üzerinden aktivite süresi ve yoğunluğunu yakılan kalori değerine dönüştürür. Modüllerde kullanılan veri setleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

### 2.3. Kullanılan Teknolojiler

Mobil uygulama Flutter 3.35 ve Dart 3.9.3, sunucu tarafı Node.js ve TypeScript ile geliştirilmiştir. Veritabanı olarak Cloud Firestore, dosya depolama için Firebase Storage, kimlik doğrulama için FirebaseAuthentication ve bildirim için Firebase Cloud Messaging kullanılmaktadır. Yapay zekâ modülleri TensorFlow ile geliştirilmekte ve Cloud Functions üzerinde sunulmaktadır. Mobil uygulamada durum yönetimi Riverpod kütüphanesi ile sağlanmaktadır. Tüm veri akışı KVKK kapsamında uçtan uca şifreleme altında yürütülür.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

HonyAI; geçmiş glikoz, beslenme ve aktivite verilerini birlikte değerlendiren çok modüllü bir mobil sağlık uygulaması olarak tasarlanmıştır. Tek değişkenli yaklaşımlar, glikoz seyrini etkileyen beslenme ve egzersiz gibi dışsal faktörleri modelin girdisi olarak kullanmadığından özellikle yemek sonrası ve egzersiz sonrası dönemde tahmin hatasını artırmaktadır. Önerilen mimaride, CNN modülünden gelen tahmini kalori alımı ve MET modülünden gelen tahmini kalori tüketimi değerleri LSTM girdi vektörünün bir parçası olarak yer alır; bu sayede tahmin modeli, ölçüm zamanına etki eden temel metabolik değişkenleri eş zamanlı görebilir.Sistem, üç yapay zekâ modülünün yanı sıra OCR ile otomatik veri girişi, akıllı hatırlatıcılar ve hipoglisemi durumunda 112 araması ile konum tabanlı yönlendirme gibi uygulamalı işlevleri tek bir mobil arayüzde toplar. Bu yaklaşım, hastanın ölçüm, beslenme, ilaç ve egzersiz kayıtlarını farklı uygulamalara dağıtmak yerine tek bir veri akışı içinde tutmasına olanak verir; aynı veri kümesi hem tahmin modeline

hem de geriye dönük rapor görüntülemeye girdi sağlar. Veri güvenliği tarafında uçtan uca şifreleme ve çok faktörlü kimlik doğrulama uygulanmakta, tüm işleme süreçleri 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında yürütülmektedir.Geliştirilen prototip; Tip 1 ve Tip 2 diyabet hastalarının kişisel takibinde, gestasyonel diyabet izleminde ve diyabet riski taşıyan prediyabetik bireylerin yaşam tarzı yönetiminde kullanılabilecek biçimde tasarlanmıştır. Ayrıca hekim ve diyetisyenler için, hastanın tutmadığı manuel günlüklere kıyasla daha tutarlı ve sürekli bir veri kaynağı sunabilir. Modüler mimari, ileride sürekli glikoz monitörü (CGM) ve giyilebilir cihazlardan akış verisi alacak biçimde genişlemeye uygundur.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar desteklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi'ne teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR


- Annuzzi, G., Bozzetto, L., Cipullo, M., Della Pepa, G. ve Vetrani, C., (2024). Exploring nutritional influence on blood glucose forecasting for type 1 diabetes using explainable AI, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 28, 5, 3123-3133.
- Cho, P., Kim, J., Bent, B. ve Dunn, J., (2023). BIG IDEAs Lab glycemic variability and wearable device data, PhysioNet.
- Er, M. B. ve Işık, İ., (2021). LSTM tabanlı derin ağlar kullanılarak diyabet hastalığı tahmini, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 10, 1, 68-74.
- Kılıç, V., (2021). Yapay zeka tabanlı akıllı telefon uygulaması ile kan şekeri tahmini, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi.
- Sun, Q., Jankovic, M. V., Bally, L. ve Mougiakakou, S. G., (2018). Predicting blood glucose with an LSTM and Bi-LSTM based deep neural network, arXiv:1809.03817.
- Türkiye Aile Hekimliği Dergisi, (2022). Diyabet ve yaşam tarzı değişiklikleri, Türk Aile Hekimliği Dergisi.

YYBB 26YYBB72386

# RESTORAN YÖNETİM SİSTEMİ

***Tarık TAŞKIN***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sedat KORKMAZ***

*f221220007@ktun.edu.tr; skorkmaz@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, yiyecek-içecek işletmelerinin çok boyutlu operasyonel süreçlerini tek merkezden yöneten kapsamlı bir Restoran Yönetim Sistemi sunmaktadır. Başlıca Java Spring Bootbackend, React web ve Kotlin mobil uygulamalarından oluşan sistem; stok, reçete, vardiya, tedarik, mutfak ve finans yönetimi gibi temel işletme ihtiyaçlarını bütünleşik bir mimaride karşılamaktadır. Proje, karmaşık veriyi işleme ve sunma süreçlerinde bilişsel yükü en aza indiren etkin bir altyapı kurmayı amaçlamıştır. Bu bağlamda benimsenen Kademeli Bilgi Sunumu prensibi, derinlemesine analitik çıktıların ihtiyaca göre katmanlı biçimde sunulmasına olanak tanıyarak sistemi hem saha personeli hem de yöneticiler için işlevsel kılmaktadır. Sonuç olarak platform; geniş işlevsellik yelpazesini yönetilebilir bir yapıda sunan, işletmelere karar destek mekanizmalarıyla stratejik avantaj sağlayan ve operasyonel verimliliği artıran modern bir teknoloji altyapısı olarak tasarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik, Envanter Yönetimi, Mobil Uygulama, Restoran Yönetimi, Web Uygulaması

**ABSTRACT**

This project presents a comprehensive Restaurant Management System that centrally manages the multi-dimensional operational processes of food and beverage businesses. Primarily composed of Java Spring Bootbackend, React web, and Kotlin mobile applications, the system addresses fundamental business needs such as inventory, recipe, shift, supply, kitchen, and financial management within an integrated architecture. The project aimed to establish an efficient infrastructure that minimizes cognitive load in processing and presenting complex data. The principle of Layered Information Presentation adopted in this context allows for the layered presentation of in-depth analytical outputs according to need, making the system functional for both field personnel and managers. As a result, the platform is designed as a modern technology infrastructure that offers a wide range of functionalities in a manageable structure, provides businesses with strategic advantages through decision support mechanisms, and increases operational efficiency.

**Keywords:**Analytics, Inventory Management, Mobile Application, Restaurant Management, Web Application

## 1. GİRİŞ

Yiyecek ve içecek sektöründe operasyonel hız ve veri tutarlılığı hayati önem taşımaktadır. Günümüzde kullanılan yüzeysel yazılımlar, işletme büyümesini desteklemekten ziyade "ne satıldı" gibi temel metrikleri takip eden sığ yapılar olup gerçek saha operasyonlarında ciddi darboğazlar yaratmaktadır. Kapsamlı çözümler ise yalnızca çok büyük işletmelerin erişebildiği kapalı ekosistemler olarak kalmaktadır.

Literatürde karmaşık sistemlerin tasarımı üzerine yapılan çalışmalar, kullanıcıya sunulan veri miktarının bilişsel yük üzerindeki etkisine dikkat çekmektedir. Jakob Nielsen ve Donald Norman (2006) tarafından tanımlanan Kademeli Bilgi Sunumu prensibi, kullanıcının o anki ihtiyacına göre veriyi katmanlı bir şekilde sunarak hata payını azaltmayı hedeflemektedir. Yazılımın sürdürülebilirliği noktasında ise Robert C. Martin (2017) tarafından savunulan Temiz Mimari yaklaşımı, iş kurallarının dış dünyadan izole edilerek korunmasını öngörmektedir.

Restoran Yönetim Sistemi (RYS) projesi, sahadaki operasyonel kopuklukları gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Sistem; JWT tabanlı dinamik yetkilendirme, esnek raporlama, reçete-stok entegrasyonu ve gerçek zamanlı mutfak senkronizasyonunu veritabanı seviyesinde katı bir bütünlükle tasarlamıştır. Bu çalışma, çok şubeli bir restoran ağında performans darboğazı yaratmadan veri akışının nasıl sağlanacağı ve kullanıcı arayüzlerindeki bilişsel yükün uygulamanın yaşam döngüsü içerisinde nasıl asgariye indirileceği sorularına modern çözümler sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Geliştirilen sistem; sunucu katmanı, mobil uygulama, web paneli ve simülasyon altyapısı olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır.

### 2.1. Sunucu ve Veritabanı Mimarisi

Sunucu katmanı Java 17 ve Spring Boot ile geliştirilmiş, PostgreSQLveritabanı kullanılmıştır. SOLID ve Temiz Mimari prensiplerine uygun tasarlanan sistemde, durumsuz yapıdaki JWT tabanlı kimlik doğrulama kullanılarak metot seviyesinde yetkilendirme sağlanmıştır.

### 2.2. Arayüz ve Yönetim Paneli Mimarisi

Saha operasyonlarının takibi için geliştirilen mobil uygulama, Kotlin ve JetpackCompose ile inşa edilmiştir. Ekranlar arası veri asenkronizasyonunu çözmek için Tek Yönlü Veri Akışı prensibi uygulanmıştır. Merkezi yönetim ve raporlama için geliştirilen web arayüzü ise React, Vite ve TypeScript ile kurgulanmış; istemci-sunucu senkronizasyonunda TanStack Query ve Zustand kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

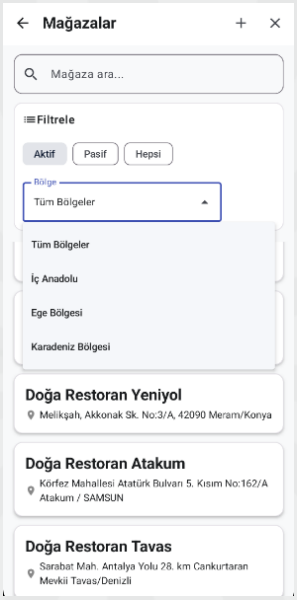
### 2.3. Veri Simülasyonu ve Geliştirme Ortamları

Sistemin stres toleransını ölçmek amacıyla Python ve Java kullanılarak büyük veri simülasyonları kurgulanmış; müşteri yoğunlukları için Gauss Dağılımı, ürün satışları için Pareto İlkesi baz alınmıştır. Geliştirme süreçlerinde Spring Tool Suite, Android Studio ve Visual StudioCode kullanılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

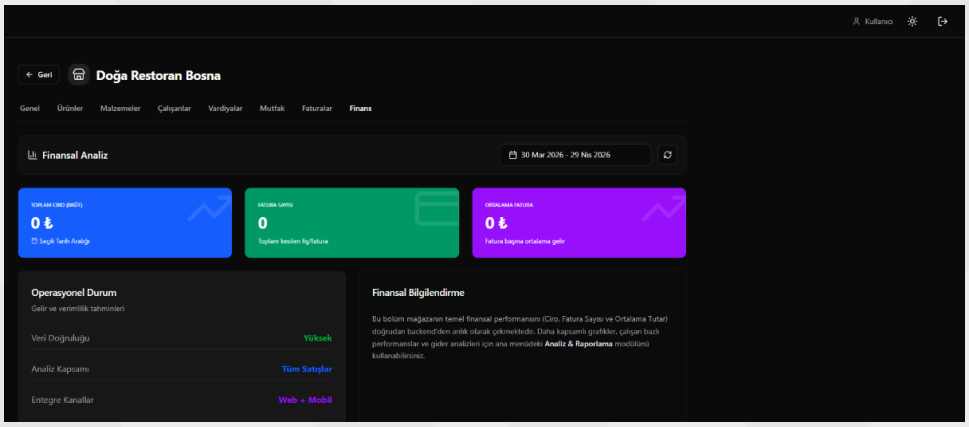
RYS projesi, sunucu katmanı ile mobil ve web arayüzlerinin tam entegrasyonuyla çalışan işlevsel bir ekosistem olarak hayata geçirilmiştir.

Mobil uygulama, yetkili personelin saha operasyonlarını merkezi olarak takip edebilmesini sağlamaktadır. Çok şubeli yapının envanteri, personel rolleri, yeni tedarik siparişleri ve fatura detayları tek bir cihaz üzerinden anlık olarak yönetilebilmektedir. Bu durum sahadaki işlem süresini ve hata payını minimize etmiştir.




**Şekil 10.**RYS Mobil Saha Operasyon Arayüzü

Web tabanlı yönetim paneli ise üst düzey yöneticilere finansal veri analizleri ve kapsamlı sistem yapılandırma imkânları sunmaktadır. Mağaza bazlı finansal performans grafik arayüzleri ile görselleştirilirken, arka planda çalışan önbellekleme mekanizması sayesinde büyük veri setlerinin çağrılmasında yaşanan ağ gecikmeleri sıfıra indirilmiştir.




**Şekil 2.**RYS Web Mağaza Finansal Analiz Sayfası

Sonuç olarak yapılan simülasyon testlerinde sistem, yoğun veri setleri altında tutarlılığını başarıyla korumuş ve yiyecek-içecek işletmeleri için üretime hazır bir karar destek mekanizması olduğunu kanıtlamıştır.

**TEŞEKKÜR**

Yazar, projenin fikir ve geliştirme aşamalarındaki rehberliği ve destekleri için değerli danışmanı Dr. Öğr. Üyesi Sedat Korkmaz'a ve Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ne teşekkürlerini sunar.

**KAYNAKLAR**

- Martin, R. C., (2017). Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structureand Design, PrenticeHall, New Jersey.
- Nielsen, J. ve Norman, D., (2006). ProgressiveDisclosure, Nielsen Norman Group, nngroup.com/articles/progressive-disclosure.

YYBB 26YYBB72247

# HAFIZA AKADEMİ

***Şevki Volkan Taşbent***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hazim İşcan***

*f221220040@ktun.edu.tr; hiscan@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

HafızaAkademi, öğrencilerin sınav hazırlık sürecinde çalışma planı oluşturma, çalışmayı izleme ve performansını iyileştirme ihtiyacına yönelik geliştirilen web ve mobil tabanlı bir öğrenme destek platformudur. Projede kullanıcı kimlik doğrulama, ders ve konu içeriklerine erişim, soru çözme ve deneme sınavı akışları, pomodoro ile odak süresi takibi, raporlama ve yapay zeka destekli koçluk modülleri bir araya getirilmiştir. Öğrenci; hedef belirleyebilir, günlük görevlerini yönetebilir, çözüm geçmişi ve deneme sonuçları üzerinden güçlü ve zayıf yönlerini görebilir, sistem önerileriyle çalışma düzenini geliştirebilir. Geliştirilen mimari, istemci uygulamaları ile sunucu tarafı servislerin güvenli ve ölçeklenebilir biçimde çalışmasını hedefler. Sonuç olarak platform, öğrencinin öz düzenleme becerilerini destekleyen uygulanabilir bir dijital çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** analitik izleme, calisma plani, egitim teknolojileri, kisisellestirme, yapay zeka .

**ABSTRACT**

HafizaAkademi is a web and mobile learning support platform for students who need structured planning, monitoring, and performance improvement during exam preparation. The implemented system integrates authentication, access to course and topic content, question solving and mock exam flows, pomodoro based focus tracking, reporting, and AI assisted coaching. Students can set goals, manage daily tasks, review strengths and weaknesses through solution history and exam results, and improve study habits using system guidance. The architecture aims to provide secure and scalable communication between client applications and backend services. Overall, HafizaAkademi offers a practical digital solution that supports self regulated learning and measurable study routines.

**Keywords:**artificial intelligence, educational technology, learning analytics, personalization, study planning

## *1.* GİRİŞ

Üst öğrenim ve sınav odaklı hazırlık süreçlerinde öğrencilerin bilgiyi çoklu ortamda (video, metin, soru çözümü vb.) işlemesi, performansını düzenli geri bildirimle izlemesi ve sürdürülebilir çalışma alışkanlığı geliştirmesi beklenmektedir. Çoklu ortamda bilginin sunumu ve bilişsel yükün yönetimi konularında yapılan çalışmalar, içeriğin düzenli tasarımının öğrenme verimliliği için belirleyici olduğunu göstermektedir (Mayer, 2009). Bunun yanında, süreç içi değerlendirme ve geri bildirim mekanizmalarının öğrenme

çıktıları üzerinde güçlü etkileri olduğu bilimsel yazında sıklıkla vurgulanmaktadır (Black ve Wiliam, 1998).

Öte yandan dijital öğrenme ortamlarında kullanıcı motivasyonunu ve bağlılığını artırmak için oyunlaştırma unsurlarının (puan, rozet, hedef/görev vb.) kullanıldığı görülmektedir (Deterding ve diğ., 2011). Benzer şekilde yoğun dikkat gerektiren çalışma bloklarında zamanı parçalara ayırma yaklaşımları pratikte yaygın biçimde kullanılmaktadır (Çirillo, 2006). Son yıllarda ise öğrenme sürecinde kişiye özel öneriler, soru üretimi veya yönlendirme amacıyla yapay zekâ destekli bileşenlerin eğitim teknolojilerine entegre edildiği bilinmektedir (Holmes ve diğ., 2019).

Mevcut ticari platformlar çoğu zaman kapalı ekosistemler, yüksek maliyet ve kuruma/öğrenciye özgü özelleştirme sınırları nedeniyle mühendislik öğrencilerinin "uyarlanabilir, şeffaf ve genişletilebilir" bir çözüm ihtiyacını tam karşılamayabilmektedir. Bu proje, ders içeriği ve soru çözümünü video izleme, deneme sınavları, raporlama ve grafiklerle bir araya getiren; Pomodoro, takvim, günlük görevler, rozetler ve flash kart ile çalışmanın sürdürülebilirliğini destekleyen; ayrıca yapay zekâ tabanlı bir asistan ve çalışma programı bileşenleri içeren çok bileşenli bir sistem olarak bu boşluğu hedeflemektedir. Ek olarak aynı mimari üzerinden web istemcisi ile mobil istemcinin ortak bir arka uç üzerinden çalışması, erişilebilirlik ve platformlar arası tutarlı kullanıcı deneyimi açısından ek katkı sunar.

Bu çalışmanın amacı; öğrenme–ölçme–geri bildirim döngüsünü tek bir entegre ortamda kurarak öğrencinin güçlü/zayıf alanlarını görünür kılması, çalışma disiplinini desteklemesi ve yapay zekâ ile kişiselleştirilmiş yönlendirme imkânı sağlamasıdır. Projenin beklenen katkıları; (i) eğitim mühendisliği ilkeleriyle uyumlu bileşenleri tek çatı altında birleştiren bir ürün prototipi geliştirmek, (ii) ölçülebilir kullanıcı etkileşimi ve raporlama ile sürecin izlenebilir kılınması, (iii) web–mobil çok kanallı erişim ile sistem tasarımında ölçeklenebilir bir yazılım mimarisi örneği ortaya koymaktır.

Bu doğrultuda çalışma aşağıdaki araştırma sorularına dayanmaktadır:

Soru çözümü, deneme sınavları ve çoklu ortam içerik sunumu birlikte kullanıldığında öğrenme sürecinin izlenebilirliği ve geri bildirim kalitesi nasıl artırılabilir?

Oyunlaştırma ve zaman yönetimi bileşenleri (görevler, rozetler, Pomodoro, takvim) çalışma sürekliliğine nasıl katkı sağlar?

Yapay zekâ destekli bir asistan ve çalışma programı modülü, kullanıcıya özgü yönlendirme ve kişiselleştirme hedeflerine ne ölçüde hizmet eder?

Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin öğrencilerde bilimsel düşünme ve proje kültürünü geliştirmeyi hedefleyen "10. Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı" çerçevesinde yürütülen bu çalışma; özgün bir yazılım çözümünün tasarım–geliştirme sürecini ortaya koyması ve mühendislik disiplinine katkı üretmesi bakımından gereklidir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Çalışmanın kapsamı ve genel yaklaşım

Bu çalışmada, öğrenme ve sınav hazırlığı sürecini destekleyen çok bileşenli bir yazılım çözümü; gereksinimlerin belirlenmesi, mimari tasarım, bileşenlerin geliştirilmesi, arka uç

API ile entegrasyon ve kullanıcı tarafında işlev doğrulaması adımlarıyla yürütülmüştür. Geliştirme süreci, iteratif bir yaklaşımla modül modül ilerletilmiş; her modülde kullanıcı akışları ve veri alışverişi netleştirilmiştir.

**2.2 Donanım ve çalışma ortamı**

Uygulamanın geliştirilmesi ve test edilmesi için kişisel bilgisayar/laptop kullanılmıştır. Web arayüzü masaüstü tarayıcıda doğrulanmış; mobil istemci için fiziksel akıllı telefon veya öykünücü kullanılarak gerçek kullanım koşullarına yakın denemeler yapılmıştır. İstemci–sunucu iletişimi için yerel ağ/internet bağlantısı ve çalışma ortamında tanımlı API taban adresi (VITE_API_URL, mobilde EXPO_PUBLIC_API_URL) kullanılmıştır.

**2.3 Yazılım araçları ve teknoloji yığını**

Web istemcisi: JavaScript ekosisteminde React ve Vite kullanılmış; kullanıcı arayüzü bileşenleri React ile oluşturulmuş, paket ve derleme süreçleri Node.js (≥20) ortamında yürütülmüştür. HTTP istekleri için Axios kullanılmıştır. Performans ve çalışma çıktılarının görselleştirilmesi için Chart.js ve react-chartjs-2 bileşenlerinden yararlanılmıştır.

Mobil istemci: Expo ve React Native tabanlı bir mobil uygulama geliştirilmiş; HTTP iletişimi ve navigasyon için sırasıyla Axios ile React Navigation kullanılmıştır.

Arka uç ile iletişim: İstemciler, REST mimarisine uygun HTTP uç noktaları üzerinden JSON tabanlı veri alışverişi gerçekleştirmiştir. Oturum doğrulamasında istek başlığına Bearer token eklenmesi yaklaşımı izlenmiştir (yerel depoda saklanan token).

**2.4 Sistem tasarımı ve yazılım yöntemi**

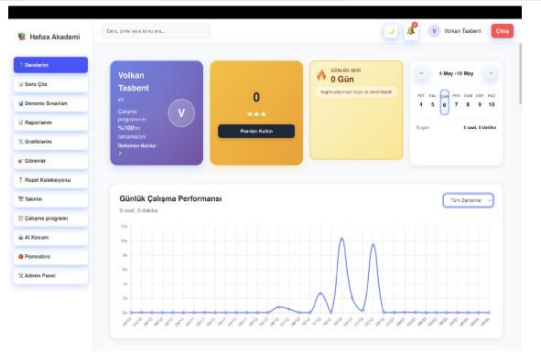
Sistem, istemci–sunucu yapısında ele alınmıştır. Sunucu tarafı servisler; kimlik doğrulama, içerik/soru/deneme verilerine erişim, dosya yolu üzerinden medya erişimi (fileUrl ile tam URL üretimi) ve kullanıcıya özgü etkileşim verilerinin yönetimi gibi işlevleri API üzerinden sunacak şekilde entegre edilmiştir.

Web uygulamasında modüler sayfa/desen ile soru çözümü, deneme sınavları, ders/video akışları, raporlama, grafikler, günlük görevler, rozetler, flash kart, Pomodoro zamanlayıcı, takvim, çalışma programı ve yapay zekâ destekli asistan gibi öğrenmeyi destekleyen bileşenler bir araya getirilmiştir. Mobil uygulama, aynı API'yi kullanarak çok kanallı erişimi destekleyecek şekilde kurgulanmıştır.

**2.5 Test ve doğrulama**

Geliştirme sürecinde temel doğrulama; kritik kullanıcı akışlarında (giriş/kayıt, içerik erişimi, soru çözümü, rapor görüntüleme, zamanlayıcı/görev işlevleri vb.) işlevsel kontroller ve hata senaryolarında API yanıtlarının gözden geçirilmesi şeklinde yürütülmüştür. ESLint ile kod kalitesi için statik denetim desteklenmiştir (npm run lint). Dağıtım öncesi üretim derlemesi ile web paketinin oluşturulması (vite build) hedeflenmiştir.

**3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA**




**Şekil 1.**Hafıza Akademi Açılış Ekranı

## KAYNAKLAR


- Black, P. ve Wiliam, D., (1998). Assessment and classroom learning, Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 5, 1, 7–74.
- Çırillo, F., (2006). The Pomodoro Technique, FC Garage GmbH.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. ve Nacke, L., (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification", Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 9–15, New York, NY, ABD.
- Holmes, W., Bialik, M. ve Fadel, C., (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning, Center for Curriculum Redesign.

YYBB 26YYBB72302

# ŞEHİR MERCEĞİ: TÜRKİYE GENELİNDE ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ İÇİN KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ AKILLI ŞEHİR REHBERİ MOBİL UYGULAMASI

***Esmanur POLATTİMUR***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hayri İNCEKARA***

*f2412300014@ktun.edu.tr; hincekara@ktun.edu.tr*

*Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Şehir Merceği; Türkiye genelinde üniversite eğitimi için yeni bir şehre taşınan öğrencilerin çevrelerine hızlı ve özgüvenli biçimde uyum sağlamasını kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiş, kişiselleştirilmiş bir mobil şehir rehberi uygulamasıdır. Flutter 3.x ile geliştirilen uygulama; bütçe, ilgi alanı ve sosyal tercih parametrelerine dayalı içerik tabanlı filtreleme ile kişiye özel mekan önerileri üretmekte, Konya Büyükşehir Belediyesi ATUS sistemiyle entegrasyon aracılığıyla gerçek zamanlı toplu ulaşım bilgisi sunmakta ve şehirdeki güncel etkinlikleri tek platformda derlemektedir. Firebase altyapısı üzerine inşa edilen ve KVKK uyumlu veri yönetimiyle tasarlanan sistem; Türkiye'deki tüm üniversite şehirlerine ölçeklenebilir esnek bir mimariyle geliştirilmiştir. 30 öğrenciyle yürütülen kullanılabilirlik testinde %87 görev tamamlama oranı ve 78,4 SUS skoru elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Flutter, içerik tabanlı filtreleme, mobil uygulama, öğrenci rehberi, şehir keşfi

**ABSTRACT**

Sehir Mercegi (City Lens) is a personalised mobile city guide designed to help university students newly arrived in an unfamiliar Turkish city orient themselves quickly and confidently. Built with Flutter 3.x, the application generates tailored venue recommendations through content-based filtering driven by each user's budget, interests, and social preferences collected during onboarding. Real-time public transport data is provided via integration with the Konya Metropolitan Municipality ATUS system, while a curated event calendar aggregates local activities into a single platform. Built on Firebase infrastructure with KVKK-compliant data management, the system is architected to scale across all university cities in Turkey. A usability study conducted with 30 students yielded an 87% task completion rate and a SUS score of 78.4.

**Keywords:** city exploration, content-based filtering, Flutter, mobile application, student guide

## 1. GİRİŞ

Yükseköğretim sistemi her yıl 800.000'den fazla öğrenciyi yeni bir şehirle yüz yüze getirmektedir (YÖK, 2023); bu geçiş süreci, öğrencinin akademik başarısını ve psikolojik iyilik halini doğrudan etkileyen bir uyum dönemini beraberinde taşımaktadır (Tinto, 1987). Araştırmalar, yeni öğrencilerin şehirlerine alışma sürecinin ortalama 3-6 ay sürdüğünü ve bu dönemde ulaşım ağlarını, öğrenci dostu mekanları ve sosyal etkinlikleri

keşfetme güçlüğünün belirleyici bir stres kaynağı oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Yılmaz ve Kaya, 2021). Öğrencilerin bu süreçte en çok zorlandığı alanlar şu şekilde sıralanmaktadır: hangi otobüs hattının hangi güzergahı izlediğini öğrenmek, bütçeye uygun kafe ve çalışma alanı bulmak, kampüse yakın kütüphane ve hizmet noktalarını keşfetmek ile şehirdeki öğrenci etkinliklerinden haberdar olmak. Mevcut genel amaçlı harita uygulamaları (Google Maps, Yandex Maps vb.) bu ihtiyaçların hiçbirini öğrenci merkezli biçimde karşılayamamakta; bütçe filtresi, wifi bilgisi veya Türkiye'ye özgü toplu ulaşım entegrasyonu sunmaktan uzak kalmaktadır (Demir ve Arslan, 2022).

Yer tabanlı mobil hizmetlerin kampüs uyumunu %30 oranında hızlandırabildiği gösterilmiş olmakla birlikte (Buecker vd., 2020), bu bulguyu Türkiye'deki üniversite şehirlerinin özgün sosyal ve ulaşım dokusuna uyarlayan bütünleşik bir çözüm geliştirilmemiştir. Türkiye'de 81 ilde 200'den fazla üniversitede öğrenim gören öğrencilerin her biri farklı kültürel, tarihi ve kentsel özelliklere sahip şehirlerle tanışmakta; bu çeşitlilik tek tip bir rehber yerine şehre özgü ve kişiselleştirilmiş bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Şehir Merceği; içerik tabanlı filtrelemeye dayalı kişisel öneri motoru, ATUS entegrasyonlu gerçek zamanlı toplu ulaşım modülü, öğrenci odaklı mekan verileri (wifi, priz, yoğunluk saatleri, en düşük fiyat) ve şehir bazlı etkinlik takvimiyle bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Temel araştırma sorusu şudur: Kişiselleştirilmiş bir mobil rehber, yeni gelen bir üniversite öğrencisinin şehre uyumunu nasıl ölçülebilir biçimde hızlandırabilir?

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Şehir Merceği, birbirini tamamlayan üç temel eksen üzerine inşa edilmiştir. Kişiselleştirme ekseni kapsamında; onboarding akışında kullanıcıdan bütçe tercihi (ekonomik / orta / rahat), ilgi alanı (kafeler ve sosyal mekanlar / tarihi ve kültürel alanlar / her ikisi) ve sosyal tercih (yalnız keşif / arkadaş grubuyla) parametreleri toplanmakta, bu parametreler doğrultusunda kişiye özel mekan önerileri sıralanmaktadır (Ricci vd., 2015). Ulaşım ve erişilebilirlik ekseni çerçevesinde; Konya Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Platformu'ndan çekilen hat ve durak verileri Firestore'a aktarılmakta, kullanıcı konumuna göre en yakın hat anlık olarak hesaplanarak gerçek zamanlı varış süresiyle birlikte sunulmaktadır (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2024a; 2024b). Sosyal ve içerik ekseni ise her mekana ait öğrenci odaklı verileri — wifi erişimi, priz bulunabilirliği, yoğun saatler, en düşük fiyat, en yakın durak — standart konum bilgisiyle birleştirerek kullanıcının mekanı ziyaret etmeden önce öğrenci yaşamına uygunluğunu değerlendirmesini sağlamaktadır. Şehre özgü etkinlikler, kullanıcı yorumları ve fotoğraflar da aynı platform üzerinden sunularak sosyal entegrasyon desteklenmektedir.

### Sistem Mimarisi ve Yazılım Altyapısı

Uygulama Flutter 3.x ve Dart kullanılarak Android platformunda geliştirilmiş olup iOS desteği minimum çabayla eklenebilecektir (Google LLC, 2024). Backend altyapısında Firebase Firestore, Authentication, Cloud Messaging ve Storage bileşenleri kullanılmış;

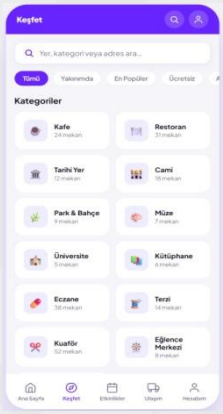
durum yönetimi Riverpod, yönlendirme GoRouter ile sağlanmıştır (Google Firebase, 2024). Özellik tabanlı üç katmanlı mimari (sunum, servis, veri) yeni şehir eklemelerini minimum geliştirme çabasıyla mümkün kılmaktadır.

**Uygulama Ekranları**

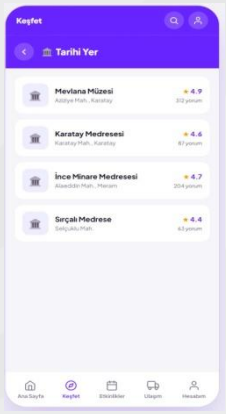
Uygulamanın ekran görüntüleri Şekil 1–6'da sunulmuştur.



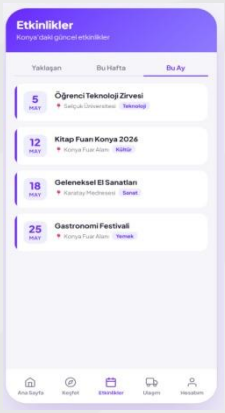

Şekil 1. Ana Sayfa Ekranı



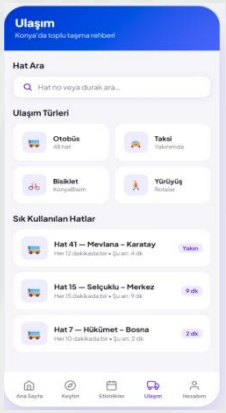

Şekil 2. Keşfet — Kategori Listesi




Şekil 3. Keşfet — Tarihi Yer Listesi




Şekil 4. Etkinlikler Ekranı




Şekil 5. Ulaşım Ekranı




Şekil 6. Mekan Detay Sayfası — Kültürpark

**Kullanılabilirlik Testi ve Güvenlik**

Uygulamanın kullanılabilirliğini ölçmek amacıyla Konya Teknik Üniversitesi'nden 30 gönüllü öğrenciyle (16 kadın, 14 erkek; yaş ort. 20,4) think-aloud protokolü yöntemiyle yapılandırılmış bir kullanılabilirlik testi yürütülmüştür. Katılımcıların tamamı uygulamayı ilk kez kullanan ve Konya'ya yeni gelen öğrencilerden oluşmaktadır. Test senaryosu üç görevden meydana gelmektedir: (1) yakın çevredeki ücretsiz bir mekan bulma, (2) toplu

ulaşım hattı varış süresi sorgulama, (3) bu ayki bir etkinliği favorileme. Elde edilen bulgulara göre görev tamamlama oranı %87, ortalama görev süresi 38 saniye ve SUS skoru 78,4 (iyi düzey) olarak ölçülmüştür (Bangor vd., 2008). Think-aloud kayıtlarının analizi; Keşfet ekranındaki filtre ikonunun daha belirgin konuma taşınması ve Ulaşım ekranındaki arama kutusunun ön plana çıkarılması olmak üzere iki kritik iyileştirme noktası ortaya koymuştur. Güvenlik tarafında konum verisi yalnızca kullanıcının açık izniyle ve rota hesaplama amacıyla anlık olarak işlenmekte; tüm kimlik bilgileri Firebase Authentication üzerinde şifreli biçimde saklanmakta ve veri akışları KVKK yükümlülükleri çerçevesinde yönetilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şehir Merceği, Konya'dan başlayarak Türkiye'nin tüm üniversite şehirlerine ölçeklenebilir bir model sunmakta; üç boyutlu özgün bir katkı ortaya koymaktadır. Teknolojik boyutta; Flutter tabanlı çapraz platform mimarisi, özellik tabanlı katmanlı yapı ve Firebase ekosistemi, sistemin farklı şehirlerde minimum geliştirme çabasıyla hızla devreye alınabilmesini sağlamaktadır. Bu sayede Konya için geliştirilen altyapı; Ankara, İzmir, Bursa ya da Erzurum gibi herhangi bir üniversite şehrine yalnızca şehre özgü veri ve servis katmanlarının güncellenmesiyle uyarlanabilmektedir. Kişiselleştirme boyutunda; içerik tabanlı filtreleme motoru ve kullanıcı davranışlarından beslenen dinamik profil yapısı, öğrencinin şehri keşfetme sürecini Google Maps veya TripAdvisor gibi genel amaçlı uygulamaların sunduğu deneyimin çok ötesinde bireyselleştirmektedir. Sosyal entegrasyon boyutunda ise etkinlik takvimi, kullanıcı yorumları, mekan yoğunluk grafikleri ve topluluk katkılı içerik; öğrencinin yeni çevresine yabancılık hissi duymaksızın sosyal bağ kurmasını desteklemektedir. Flutter tabanlı Android prototipinin 30 öğrenci üzerindeki kullanılabilirlik testinden elde edilen %87 görev tamamlama oranı ve 78,4 SUS skoru, bu çoklu katkının hedef kitle tarafından işlevsel ve kullanılabilir bulunduğunu doğrulamaktadır. Proje ikinci aşamada iOS desteği, rozet ve XP tabanlı oyunlaştırma mekanizmaları; üçüncü aşamada ise Türkiye genelinde tüm üniversite şehirlerine yaygınlaştırma ve yerel işletme iş birlikleriyle desteklenen freemium gelir modeli hedeflemektedir.

## KAYNAKLAR


- Bangor, A., Kortum, P. T. ve Miller, J. T., (2008). An empirical evaluation of the system usability scale, International Journal of Human-Computer Interaction, 24, 6, 574-594.
- Buecker, J., Howard, J. ve Dipzinski, L., (2020). Location-based services and student campus orientation: A field study, Journal of Mobile Technology in Education, 7, 1, 45-60.
- Demir, A. ve Arslan, B., (2022). Mobil uygulamalarda kullanıcı deneyimi ve kişiselleştirme: Üniversite öğrencileri üzerine bir araştırma, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 15, 3, 211-224.
- Google Firebase, (2024). Firebase Documentation. https://firebase.google.com/docs (Erişim tarihi: Nisan 2025).
- Google LLC, (2024). Flutter Documentation. https://docs.flutter.dev (Erişim tarihi: Nisan 2025).
- Konya Büyükşehir Belediyesi, (2024a). Konya Açık Veri Platformu. https://acikveri.konya.bel.tr (Erişim tarihi: Nisan 2025).
- Konya Büyükşehir Belediyesi, (2024b). ATUS Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi. https://atus.konya.bel.tr (Erişim tarihi: Nisan 2025).

- Ricci, F., Rokach, L. ve Shapira, B., (2015). Recommender Systems Handbook (2. baskı). Springer.
- Tinto, V., (1987). Leaving College: Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition. University of Chicago Press.
- Yılmaz, C. ve Kaya, M., (2021). Üniversite öğrencilerinin şehir oryantasyon sorunları ve mobil çözüm önerileri, Sosyal Bilimler Dergisi, 8, 2, 145-160.
- YÖK, (2023). Yükseköğretim İstatistikleri 2022-2023. Yükseköğretim Kurulu. https://istatistik.yok.gov.tr (Erişim tarihi: Nisan 2025).

# WEB TABANLI ELEKTRİK MUAYENE OTOMASYON SİSTEMİ

***Ahmet Tuna ARIKAN***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sedat KORKMAZ***

*f221213107@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, KONYA*

**ÖZET**

Bu proje kapsamında, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na uygun olarak periyodik kontrollerin ve teknik ölçümlerin dijitalleştirilmesini sağlayan web tabanlı bir raporlama otomasyonu geliştirilmiştir. Manuel süreçlerin getirdiği zaman kaybı, hesaplama hataları ve evrak kayıplarını önlemek amacıyla MySQL veritabanı ile desteklenen duyarlı bir sistem tasarlanmıştır. İç tesisat, topraklama, yangın algılama ve paratoner ölçümleri için dinamik modüller oluşturulmuş; girilen veriler algoritmalarla analiz edilerek Bakanlık formatında çıktılara dönüştürülmüştür. Proje sonucunda teknik doğruluğun arttığı, rapor oluşturma süresinin kısaldığı ve güvenilir bir dijital arşivleme altyapısının kurulduğu görülmüştür. Geliştirilen sistem, iş güvenliği denetimlerinde standardizasyonu sağlamak ve kurumsal yasal uyumluluğu kolaylaştırmak açısından büyük bir öneme sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijitalleşme, İş Güvenliği, Otomasyon, Periyodik Kontrol, Web Programlama

**ABSTRACT**

Within the scope of this project, a web-based reporting automation system was developed to digitize periodic controls and technical measurements in accordance with Occupational Health and Safety Law No. 6331. A responsive system supported by a MySQL database was designed to prevent time loss, calculation errors, and document losses caused by manual processes. Dynamic modules were created for internal electrical installation, grounding, fire alarm, and lightning rod measurements; the entered data is analyzed by algorithms and converted into Ministry-formatted outputs. As a result of the project, it was observed that technical accuracy increased, report generation time was shortened, and a reliable digital archiving infrastructure was established. The developed system is of great importance in ensuring standardization in occupational safety audits and facilitating corporate legal compliance.

**Keywords:**Automation, Digitalization, Occupational Safety, Periodic Inspection, Web Programming

## 1. GİRİŞ

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmelikler kapsamında, iş ekipmanlarının ve tesisatların periyodik kontrolleri hayati bir yasal zorunluluktur. Bu kontrollerin sonucunda hazırlanan periyodik kontrol raporları, iş kazalarının önlenmesi ve hukuki sorumlulukların yerine getirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel

yöntemlerle, manuel olarak yürütülen raporlama süreçleri; ciddi bir zaman kaybına, topraklama direnci gibi parametrelerde hesaplama hatalarına ve fiziki evrakların kaybolması gibi veri güvenliği risklerine yol açmaktadır.

Bu projenin amacı, söz konusu periyodik kontrolleri manuel süreçlerden arındırarak dijital ortama taşıyan, web tabanlı bir "Periyodik Kontrol ve Teknik Ölçüm Raporlama Sistemi" geliştirmektir. Proje sayesinde, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı formatındaki raporların hızlı ve hatasız oluşturulması, geçmişe dönük ölçüm verilerinin dijital bir arşivde saklanması ve denetimlerde talep edilen evraklara anlık erişim sağlanması hedeflenmektedir. Geliştirilen bu otomasyon, tüm tesislerde ve cihazlarda aynı standartta rapor kalitesi sunarak kurumsal standardizasyonu sağlayacak ve teknik personelin vaktini çok daha verimli kullanmasına olanak tanıyacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje, saha mühendislerinin ve teknik personelin hızlı veri girişi yapabileceği, kullanıcı dostu ve duyarlı (responsive) bir web mimarisi üzerine inşa edilmiştir.

Veritabanı ve mimari tasarım aşamasında; kurumlar, cihazlar, ölçüm noktaları ve kullanıcı yetkilendirmeleri arasındaki ilişkileri güvenli bir şekilde tutmak amacıyla MySQL ilişkisel veritabanı sistemi kurulmuştur. Ön yüz (arayüz) tasarımı ise HTML5, CSS3 ve JavaScript teknolojileri kullanılarak geliştirilmiş, farklı cihaz ekranlarına uyumlu hale getirilmiştir.

Sistem içerisinde, mevzuata tam uyumlu veri girişini sağlamak için modüler formlar geliştirilmiştir. İç tesisat, topraklama, yangın algılama ve paratoner sistemleri için ayrı ayrı tasarlanan bu dinamik formlar, veri girişini standartlaştırmaktadır. Ayrıca sisteme entegre edilen otomasyon ve hesaplama mantığı algoritmaları sayesinde, örneğin sahadan girilen topraklama ölçüm değerleri yasal sınır değerlerle otomatik olarak karşılaştırılmakta ve tesisatın uygunluk durumu sistem tarafından insan hatasından bağımsız bir şekilde belirlenmektedir. Son aşamada ise, Rapor Üretim Motoru aracılığıyla sisteme girilen veriler, doğrudan yazdırılabilir formda (PDF formatında) bakanlık taslaklarına dönüştürülmektedir.

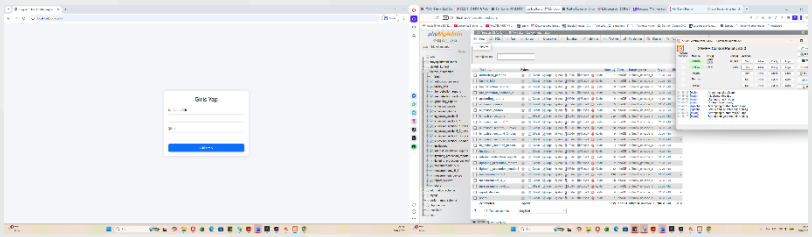
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen "Elektrik Muayene Otomasyonu" projesi ile, periyodik kontrol ve teknik ölçüm süreçleri başarıyla dijital ortama aktarılmıştır. Saha mühendisleri tarafından toplanan verilerin sisteme girilmesiyle, normal şartlarda saatler sürebilen rapor hazırlama işlemlerinin dakikalar içerisinde, hatasız bir şekilde tamamlandığı görülmüştür.

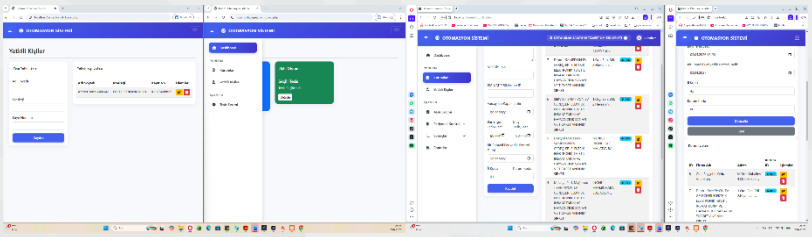
Sisteme entegre edilen otomatik hesaplama algoritmaları sayesinde, sınır değer aşımlarının gözden kaçması veya matematiksel hataların yapılması gibi riskler minimize edilerek raporların teknik doğruluğu artırılmıştır. Kağıt form kullanımının bırakılması ve bilgilerin ilişkisel veritabanında (MySQL) tutulmasıyla hem fiziksel arşivleme maliyetleri ortadan kalkmış hem de veri kaybı riski önlenmiştir. İşletmelere yapılacak ani denetimlerde, geçmişe dönük tüm periyodik kontrol raporlarına saniyeler içinde erişilebilmesi sağlanmıştır.

Bir sonraki aşamada sistemin mobil uyumluluğunun daha da iyileştirilmesi ve doğrudan akıllı telefonlar/tabletler üzerinden sahada çevrimdışı (offline) veri girişine olanak tanıyacak eklentilerin geliştirilmesi planlanmaktadır. Sonuç olarak, bu otomasyon sistemi ile yasal mevzuata tam uyumluluk, iş gücünde yüksek verimlilik ve veri güvenliği sağlanmıştır.

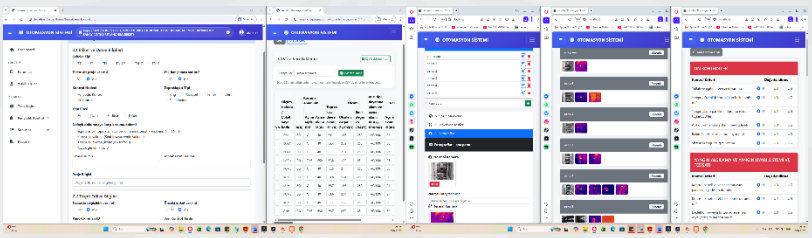
**Tablo 11.**KTMOPP 10



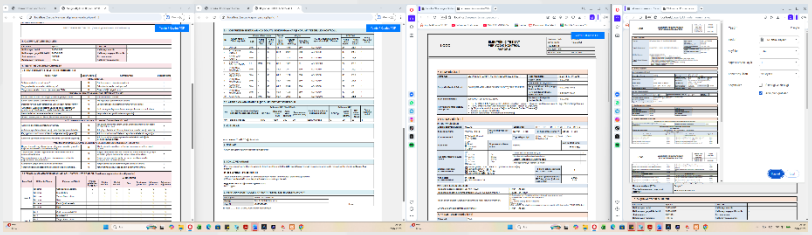
**Şekil 11.**Uygulamaya Giriş Ekranı ve Veritabanı Yönetim Sistemi



**Şekil 2.**Dashboard ve Tesis Seçim Ekranı



**Şekil 3.**Bilgi Giriş Ekranları ve Sonuç Yükleme Modülleri



**Şekil 4.**Raporlama ve Çıktı alma Ekranları

YYBB 26YYBB72457

**TEŞEKKÜR**

Bu projenin geliştirilmesi aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle destek olan, yönlendirmeleriyle projeye katkı sağlayan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sedat KORKMAZ'a ve Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ne teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**


- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2012). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, T.C. Resmî Gazete, 28339, Ankara.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2013). İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, T.C. Resmî Gazete, 28628, Ankara.
- Garrett, J. J., (2005). Ajax: A New Approach to Web Applications, Adaptive Path, SanFrancisco.
- Otto, M. ve Thornton, J., (2026). Bootstrap: The most popular HTML, CSS, and JS library in the world, Bootstrap Core Team.
- The PHP Group, (2026). PHP: Hypertext Preprocessor Manual, PHP Documentation Group.
- W3C, (2026). Cascading Style Sheets (CSS) Specification, World Wide Web Consortium.

# GÖRSELLEŞTİRİLMİŞ ULTRASONİK RADAR

***Beyzanur Semiz***

***Danışman: Prof. Dr. Rahime Ceylan***

*f221202065@ktun.edu.tr; rceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42060, Konya*

**ÖZET**

Bu projenin amacı, insansız kara araçları için gerçek zamanlı çevre taraması yapan ve kullanıcı tanımlı risk bölgelerine göre görsel geri bildirim sağlayan bir radar sistemi geliştirmektir. Mevcut sistemlerin sadece sayısal veri sunma eksikliğini gidererek, veriyi görselleştirip operatörün durumsal farkındalığını artırmayı hedefler. Sistem, STM32 mikrodenetleyici kontrolünde çalışan bir servo motor ve ultrasonik sensör mekanizması ile çevresel mesafe verilerini toplar. Kullanıcı arayüzü üzerinden belirlenen risk eşiklerine göre radar ekranı dinamik olarak renklendirilmektedir. Çalışma sonucunda, engel tespiti ve güvenli sürüş asistanı için entegre bir altyapı sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**Gömülü Sistemler, Mobil Robotik, Risk Analizi, STM32, Veri Görselleştirme

**ABSTRACT**

The purpose of this project is to develop a radar system for unmanned ground vehicles that performs real-time environmental scanning and provides visual feedback based on user-defined risk zones. By addressing the lack of visual data in existing numerical systems, it aims to increase the situational awareness of the operator. The system collects environmental distance data using a servo motor and ultrasonic sensor mechanism controlled by an STM32 microcontroller. The radar screen is dynamically colored according to risk thresholds determined via the user interface. As a result, an integrated infrastructure is provided for obstacle detection and safe driving assistance technologies.

**Keywords:** Data Visualization, Embedded Systems, Mobile Robotics, Risk Analysis, STM32

## 1. GİRİŞ

Günümüzde otonom ve uzaktan komutalı araçların güvenli sürüşü için çevre algılama sistemleri kritik öneme sahiptir. Literatürdeki düşük maliyetli mesafe ölçüm sistemleri genellikle operatöre ham sayısal veri sunmakta, bu da hızlı karar verme süreçlerinde yetersiz kalmaktadır. Bu proje, Şekil 1'de görüleceği üzere veriyi kullanıcı dostu bir arayüzde görselleştirerek ve dinamik risk bölgeleri tanımlayarak bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sistemin ana kontrol birimi olarak STM32 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. 0-180 derece arasında tarama yapan bir servo motor üzerine yerleştirilen ultrasonik sensör, her açıda mesafe ölçümü yapmaktadır (Biswas vd., 2020).

Ultrasonik sensör, ses dalgalarını kullanan temassız bir seviye ölçüm yöntemidir. Ultrasonik vericiler, bir dönüştürücüden üretilen bir ses dalgasını ölçülen ortama göndererek çalışır. Cihaz, yansıyan ses dalgasının dönüştürücüye geri dönmesi için geçen süreyi ölçer (Ali vd., 2015).

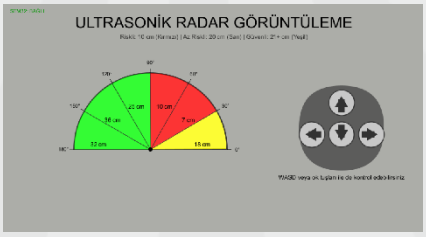
Toplanan veriler, seri haberleşme yoluyla bilgisayar arayüzüne aktarılmaktadır. Kullanıcının belirlediği mesafe eşiklerine göre veriler "Güvenli (Yeşil)", "Uyarı (Sarı)" ve "Tehlike (Kırmızı)" olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca sistemin alt kısmında bulunan motor sürücü devreleri ile mobil platformun sürüş kontrolü sağlanmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan ön testlerde, STM32 mikrodenetleyicisi ile servo motor ve ultrasonik sensör arasındaki senkronizasyonun başarıyla sağlandığı görülmüştür. Servo motorun her 1 derecelik adımı için sensörden alınan mesafe verileri, seri haberleşme üzerinden arayüze gecikmesiz olarak aktarılmaktadır.

Sistemin risk analizi yeteneği test edilmiş; kullanıcının arayüzden belirlediği kritik eşik değerlerine göre radar ekranındaki renklendirmenin dinamik olarak güncellendiği doğrulanmıştır.

Mobil platformun (araba) sürüş kontrolü ve radar taramasının eş zamanlı yürütülmesi sırasında işlemci yükü optimize edilmiş, gerçek zamanlı veri akışında herhangi bir kesinti yaşanmamıştır. Bu sonuçlar, projenin düşük maliyetli ve güvenilir bir engel algılama altyapısı sunduğunu kanıtlamaktadır.




**Şekil 12.**Processing Arayüzü

**TEŞEKKÜR**

Yazar desteklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi kurumuna teşekkür eder.

## KAYNAKLAR


- Ali, H. K., Abdaljabar, J. S. ve Abdullah, S. M., (2015). Design of Ultrasonic Radar, International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE), 3, 7, 6-10.
- Biswas, A., Abedin, S. ve Kabir, M. A., (2020). Moving Object Detection Using Ultrasonic Radar with Proper Distance, Direction, and Object Shape Analysis, Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence, 6, 2, 99-111.

# YAPAY ZEKA DESTEKLİ AKILLI TARTI SİSTEMİ

***Osman KOCABAŞ***

***Danışman: Dr. Öğr. ÜyesiSedat KORKMAZ***

*f231213076@ktun.edu.tr; skorkmaz@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projede market ve manavlarda ürün tartımı sırasında personelin veya müşterilerin manuel kod girme zorunluluğunu ortadan kaldırmak amaçlanmıştır. Geliştirilen akıllı tartı sistemi, ürünleri otomatik tanıyarak fiyatlandırma sürecini otonom hale getirmektedir. Sistem donanımı mikrodenetleyici, yük hücresi ve ekran kullanılarak düşük maliyetli bir nesnelerin interneti cihazı olarak tasarlanmıştır. Cihaz, çektiği ürün fotoğraflarını yerel ağ üzerinden merkezi bir sunucuya aktarmaktadır. Nesne tanıma algoritması için cihazın kendi kamerasıyla dokuz farklı sınıftan oluşan özgün bir görüntü veri seti oluşturulmuştur. Ayrıca geliştirilen baskın ürün algoritması sayesinde tartıdaki yabancı maddeler tolere edilerek hatalı işlemler önlenmiştir. Sonuç olarak, geleneksel tartılara görme yeteneği kazandırılmış, pahalı sistemler yerine merkezi sunucu tabanlı, ekonomik, işlem süresini kısaltan ve alışveriş deneyimini iyileştiren işlevsel bir prototip başarıyla geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler**: Akıllı tartı, Görüntü işleme, Nesne tanıma, Nesnelerin interneti, Yapay zeka

**ABSTRACT**

This project aims to eliminate the need for manual code entry by staff or customers during product weighing in markets and greengrocers. The developed smart weighing system automatically recognizes products, automating the pricing process. The system hardware is designed as a low-cost Internet of Things (IoT) device using a microcontroller, load cell, and display. The device transmits product photos it captures to a central server over the local network. A unique image dataset consisting of nine different classes was created using the device's own camera for the object recognition algorithm. Furthermore, thanks to the developed dominant product algorithm, foreign objects on the scale are tolerated, preventing erroneous transactions. As a result, a functional prototype has been successfully developed that adds "vision" capabilities to traditional scales, replaces expensive systems with a central server-based, economical system, shortens transaction time, and improves the shopping experience.

**Keywords:**Artificialintelligence, Image processing, Internet of things, Object recognition, Smart scale

## 1. GİRİŞ

Perakende sektöründe otonom kasaların ve self-servis sistemlerin kullanımı hızla artmaktadır. Ancak, mevcut geleneksel tartı sistemleri yalnızca ağırlık ölçümü yapabilmekte olup, müşterilerin veya personelin meyve/sebze ürün kodlarını (PLU)

sisteme manuel olarak girmesini veya menülerden aramasını gerektirmektedir. Bu durum hem kasa kuyruklarında ciddi zaman kayıplarına hem de hatalı ürün seçimi kaynaklı ticari kayıplara yol açmaktadır (Kaya ve Yılmaz, 2022). Son yıllarda bu problemi çözmek için derin öğrenme ve görüntü işleme tabanlı akıllı tartılar geliştirilmiş olsa da, bu sistemler üzerinde yapay zeka (AI) koşturabilmek için genellikle endüstriyel bilgisayarlara veya yüksek maliyetli gömülü sistemlere ihtiyaç duymaktadır (Demir, 2023).

Bu çalışma, "Yüksek doğruluklu nesne tanıma yeteneğine sahip bir akıllı tartı sistemi, pahalı donanımlara gerek kalmadan, düşük maliyetli IoT (Nesnelerin İnterneti) uç cihazları ve merkezi sunucu mimarisi kullanılarak tasarlanabilir mi?" araştırma sorusundan yola çıkmıştır. Projenin temel amacı; kod girme zahmetini ortadan kaldırarak tartım işlemini otonom hale getiren, marketler için ekonomik ve yüksek ölçeklenebilir bir prototip geliştirmektir. Bu doğrultuda, sistemin "göz" ve "terazi" görevi gören uç biriminde düşük maliyetli ESP32-CAM mikrodenetleyicisi ile HX711 yük hücresi kullanılmış; ağır matris hesaplamaları gerektiren nesne tanıma işlemi ise YOLOv8 algoritması kullanılarak (Jocher vd., 2023) yerel ağdaki (LAN) sunucuya aktarılmıştır.

Projenin literatüre ve sektöre en büyük katkısı; cihazın sadece nesneleri tanımakla kalmayıp, geliştirilen "Baskın Ürün Algoritması" sayesinde tartıya kazara karışan yabancı maddeleri tolere edebilmesidir. Ayrıca, akademik çalışmalarda genellikle hazır veri setleri kullanılırken, bu projede sistemin kendi donanımıyla sahada oluşturulan 9 sınıflı (boş levha dahil) özgün bir veri seti kullanılmıştır. Bu durum, projenin özgün düşüncelerle şekillendiğini ve teorik mühendislik bilgisinin gerçek dünya problemlerini çözen, ticari potansiyeli yüksek, yenilikçi bir IoT ürününe dönüştürüldüğünü göstermektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, düşük maliyetli donanımlar ile yüksek performanslı yapay zeka (AI) algoritmalarını birleştiren bir Nesnelerin İnterneti (IoT) mimarisi kullanılmıştır. Sistem, uç cihaz (Edge Device) ve merkezi sunucu (Server) olmak üzere iki ana katmandan oluşmaktadır.

**2.1. Donanım Bileşenleri** Sistemin fiziksel katmanında görüntü toplama ve tartım işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla şu bileşenler kullanılmıştır:

- **ESP32-CAM:** Dahili Wi-Fi modülüne ve 2 megapiksel kameraya sahip, görüntü işleme projeleri için optimize edilmiş mikrodenetleyici birimidir.
- **HX711 ve Load Cell (Yük Hücresi):** 10 kilogram (kg) kapasiteli yük hücresi, üzerine binen fiziksel basıncı elektriksel sinyale dönüştürmekte; 24-bit hassasiyete sahip HX711 analog-dijital dönüştürücü (ADC) ise bu sinyali mikrodenetleyicinin işleyebileceği dijital veriye çevirmektedir.
- **SH1106 OLED Ekran:** I2C haberleşme protokolü üzerinden sistem durumu, ağırlık verisi ve analiz sonuçlarını kullanıcıya anlık olarak yansıtan arayüz birimidir.

**2.2. Yazılım Mimarisi ve Haberleşme** Cihaz tarafındaki yazılım, C++ dili kullanılarak Arduino IDE ortamında geliştirilmiştir. Yazılım mimarisinde, sensör okuma ve ekran güncelleme işlemlerinin birbirini engellememesi için "Non-blocking" (bloklamayan) bir

yapı kurulmuştur. Sensörden gelen ham veriler, dijital filtreleme yöntemleri ve kalibrasyon katsayıları ile işlenerek gramaj değerine dönüştürülmektedir. Cihaz üzerindeki butona basıldığında ESP32-CAM, ortamın fotoğrafını çekerek JPEG formatında paketlemekte ve yerel ağ (LAN) üzerinden Python tabanlı Flask sunucusuna HTTP POST metodu ile iletmektedir.

**2.3. Veri Seti (Dataset) ve Model Eğitimi** Projenin nesne tanıma ayağında kullanılan YOLOv8 (YouOnlyLookOnce) modelinin eğitimi için özgün bir veri seti oluşturulmuştur. Veri seti, internetten alınan hazır görseller yerine sistemin kendi kamerasıyla sahada çekilen fotoğraflardan derlenmiştir. Bu kapsamda; **biber, ceviz, elma, hurma, limon, patates, salatalık, soğan** ve sistemin boş durumunu tanımlayan **boş levha** olmak üzere toplam 9 farklı sınıf (class) oluşturulmuştur. Farklı ışık ve açılarda toplanan bu veriler, etiketleme (annotation) işleminden sonra model eğitimine tabi tutulmuştur.

**2.4. Baskın Ürün Algoritması** Sistemin karar mekanizmasında hata payını minimize etmek amacıyla bir "Baskın Ürün Algoritması" geliştirilmiştir. Tartı yüzeyinde birden fazla ürün çeşidi tespit edildiğinde sistem otomatik olarak ürünlerin sayısal dağılımını analiz etmektedir. Eğer bir ürün türü sayıca diğerlerinden belirgin şekilde fazlaysa (örneğin 3 limon arasına karışmış 1 soğan kabuğu), sistem yabancı maddeleri gürültü olarak kabul ederek filtrelemekte ve baskın olan ürünü baz alarak fiyatlandırma yapmaktadır. Bu yöntem, kullanıcı kaynaklı hataları tolere ederek sistemin kararlılığını artırmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

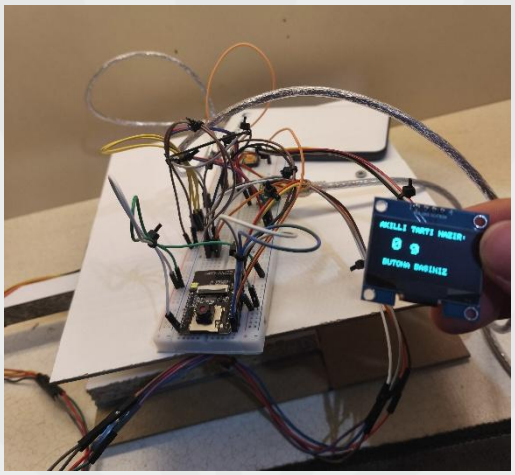
Geliştirilen yapay zeka destekli akıllı tartı sistemi prototipi üzerinde yapılan donanım ve yazılım testleri, projenin araştırma sorularına başarılı ve uygulanabilir yanıtlar üretmiştir. Sistem; donanım stabilitesi, haberleşme hızı ve model doğruluk oranları açısından değerlendirilmiştir.

Fiziksel testlerde, ESP32-CAM ve HX711 yük hücresinin bloklamayan (non-blocking) yazılım mimarisiyle sorunsuz çalıştığı; tartım işlemi sırasındaki fiziksel sarsıntıların ölü bant (dead-band) algoritmaları ile filtrelenerek ekrana stabil veriler yansıtıldığı gözlemlenmiştir. Görüntünün IoT uç cihazından yerel ağ (LAN) üzerinden Flask sunucusuna aktarılıp işlenmesi ve fiyatlandırma sonucunun cihaza dönmesi süreci, ortalama 1.2 - 1.5 saniyelik düşük bir gecikmeyle (latency) tamamlanarak gerçek zamanlı kullanım gereksinimlerini karşılamıştır.

Yapay zeka katmanında, donanımın kendi kamerasıyla sahada oluşturulan 9 sınıflı veri seti ile eğitilen YOLOv8 modeli, laboratuvar testlerinde yüksek tespit doğruluğuna (mAP) ulaşmıştır. Geliştirilen "Baskın Ürün Algoritması" sayesinde, tartı üzerinde sayıca fazla olan ana ürünlerin arasına karışan tekil yabancı maddeler tolere edilmiş, kasanın kilitlenmesinin önüne geçilerek hatalı fiyatlandırmalar engellenmiştir. Sonuç olarak, perakende sektörü için yüksek maliyetli endüstriyel sistemlere alternatif olabilecek, ekonomik, ölçeklenebilir ve yenilikçi bir IoT ürünü başarıyla geliştirilmiştir. Proje, Tablo 1'de belirtilen KTMOPP tematik alanlarından YYBB kodu kapsamında hedeflerine ulaşmıştır.

Tablo 1. KTMOPP 10. Öğrenci Proje Pazarı Tematik Alanları ve Kodları

| Tematik Alanlar | Tematik Alan Kodları |
|---|---|
| Bilgi, Bilişim, Yazılım ve Yapay Zeka Teknolojileri | YYBB |



Şekil 1. Yapay Zeka Destekli Akıllı Tartı Sistemi Prototipi

**TEŞEKKÜR**

Yazar, projenin tasarlanması ve geliştirilmesi süreçlerindeki değerli yönlendirmeleri ile akademik katkılarından dolayı proje danışmanı Dr. Öğr. Üyesi Sedat Korkmaz'a teşekkür eder.

**KAYNAKLAR**

- Demir, A. (2023). Perakende Otomasyonunda Gömülü Sistemlerin Gelişimi ve Maliyet Analizleri. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 16(2), 112-120.
- Jocher, G., Chaurasia, A., ve Qiu, J. (2023). YOLO byUltralytics (Version 8.0.0). *GitHubRepository*.
- Kaya, S., ve Yılmaz, M. (2022). Self-Servis Kasalarda Kullanıcı Deneyimi ve Hata Oranlarının İncelenmesi. *Endüstri Mühendisliği Araştırmaları*, 8(4), 45-53.

# TÜRK İŞARET DİLİNİ YAZI VE SESE DÖNÜŞTÜREN MOBİL UYGULAMA

***Yusuf Alperen EKEN***

***Danışman: Dr. Fatih TİTREK***

*f221220069@ktun.edu.tr; ftitrek@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya / TÜRKİYE*

**ÖZET**

Bu proje Türk İşaret Dili (TİD) alfabesini ve kelimelerini gerçek zamanlı olarak tanıyan, tanınan harf ve kelimeleri hem yazı hem de sese dönüştüren bir mobil uygulama olarak geliştirilmiştir. Toplum içerisinde işitme engelli bireyler işaret dilini bilmeyen kişiler ile iletişime geçmekte zorlanmaktadır. Projedeki amaç işaret dili ile iletişimini sağlayan bireylerin iletişim engelini ortadan kaldırmaktır. Çalışma kapsamında harfler ve kelimeler olmak üzere iki ana kategoriye odaklanılmıştır. Harflerin tespiti için derin öğrenme yöntemleriningörüntü işleme alanında kullanılan Evrişimli Sinir Ağları (CNN) tabanlı model kullanılmıştır. Kelimelerde ise sabit bir görüntüden tanınma sağlanamayacağı için videolardan elde edilen veriler ile Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) tabanlı bir model kullanılmıştır. Tahmin edilen kelimeler bir Doğal Dil Üretim (NLG) modelinden geçirilip anlamlı cümleler elde edilmiştir. Oluşturulan kelime ve cümlelerin ise Android Text-to-Speech ile seslendirilmesi sağlanmıştır. Bu sistemin engelli bireylerin iletişim engeli sorunu için pratik ve erişilebilir bir çözüm sunması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**Derin Öğrenme, Evrişimli Sinir Ağları, Mobil Uygulama, Türk İşaret Dili, Uzun Kısa Süreli Bellek

**ABSTRACT**

This project is a mobile application developed to recognize the Turkish Sign Language (TİD) alphabet and words in real time, converting the recognized letters and words into both text and speech. Hearing-impaired individuals often struggle to communicate with those who do not know sign language within society. The aim of this project is to eliminate communication barriers for individuals who communicate using sign language. The study focuses on two main categories: letters and words. For letter detection, a Convolutional Neural Network (CNN) based model, a deep learning method used in image processing, was employed. For words, since recognition from a static image is not possible, a Long Short-Term Memory (LSTM) based model was used with data obtained from videos. The predicted words were processed through a Natural Language Generation (NLG) model to obtain meaningful sentences. These generated words and sentences were then voiced using Android Text-to-Speech. The goal of this system is to provide a practical and accessible solution to the communication barrier problem faced by individuals with disabilities.

**Keywords:**ConvolutionalNeural Networks, Deep Learning, Long/ShortTerm Memory,Mobile Application, TurkishSign Language

## 1. GİRİŞ

Toplumsal yaşamda en temel ihtiyaçlardan birisi iletişimdir. İşitme ve konuşma engelli bireyler toplumun geri kalanı ile iletişim kurarken zorluk yaşayabilmektedir. Bu da engelli

bireylerin temel bir ihtiyaçtan mahrum kalmalarına sebep olabilmektedir. Bütün dünyada tek bir işaret dili kullanıldığı sanılmaktadır. Fakatdünyada tahminen 100'den fazla işaret dili bulunmaktadır(Karagöz & Bahar, 2025). Bu durum ise işitme engelli bireylerin işini daha da zorlaştırmaktadır. Her bir işaret dilinin kendine göre farklıkuralları bulunmaktadır. Örnek olarak bazı işaret dillerinde harfler sadece tek el kullanılarak gösterilmektedir. Fakat Türk İşaret Dilinde 22 harf çift el kullanılarak geriye kalan 7 harf ise tek el kullanılarak gösterilmektedir.

Yapılan çalışmalardaki teknolojik çözümler incelendiğinde bu çalışmalar donanım destekli sistemler ve görüntü işleme tabanlı sistemler olarak iki ana kategoride toplanmaktadır. Donanım destekli yaklaşımlarda Leap Motion Controller, Microsoft Kinect veya özel olarak tasarlanmış sensörlü veri eldivenler gibi harici cihazlar kullanılmaktadır(Karacı vd., 2018; Agarwal&Thakur, 2013; Kaya vd., 2018). Bu sistemler hassas eklem açılarını alabildikleri için çok yüksek doğruluk oranları ile çalışabilmektedirler. Ancak bu donanımların getirdiği ek maliyetler ve kullanımlarının kolay olmaması günlük hayatta pratik bir çözüm olmalarını engellemektedir. Görüntü işleme tabanlı çözümlerde ise bu donanıma olan bağımlılıklar ortadan kalkmakta ve akıllı telefon kameraları veya bilgisayar kameraları ile çalışabilmeleri sayesinde çok daha geniş bir kullanım alanı sunmaktadır. Bu alandaki modern çalışmalarda en yaygın kullanılan derin öğrenme yöntemi görüntü verisinden özellik çıkarmada yüksek başarı gösteren Evrişimli Sinir Ağlarıdır. Örneğin Taşdemir ve arkadaşları ham görüntü verisi ile eğittikleri bir modelde Adagard optimizasyon algoritması ile %97,01'lik yüksek bir doğruluk oranı elde etmişlerdir(Taşdemir vd., 2024). Benzer şekilde başka diğer çalışmalarda hareketli harflerin tanınması için CNN ve LSTM yapılarının birlikte kullanılması ile de yüksek doğruluk oranlarına ulaşıldığı belirtilmiştir(Çelik &Odabas, 2020).

Bu çalışmada ise harfler için çıkarılan özelliklerden elde edilen iskelet görüntüleri kullanılarak CNN tabanlı model eğitilmiştir. Dinamik kelimeler içinse videolardan elde edilen koordinat verileri kullanılarak LSTM tabanlı bir model eğitilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje veri hazırlama, model mimarisi tasarımı, model eğitimi ve mobil entegrasyon safhalarından oluşmaktadır.

### 2.1. Veri Setleri ve Veri Ön İşleme

Projede iki farklı veri seti kullanılmıştır. Harf tanıma modelinin eğitimi için Kaggle platformunda Berkay Kocaoğlu tarafından paylaşılan "TR Sign Language Dataset" isimli veri seti kullanılmıştır(Tr Sign Language Dataset, t.y.). Bu veri seti 23 harf ve 2 işarete (boşluk, silme) ait toplam 25 sınıf ve 167.196 görsel içermektedir. Kelimeleri tanıma modeli için Sincan ve Keles tarafından hazırlanan "AUTSL" veri seti kullanılmıştır(Sincan & Keles, 2020). Bu veri seti 226 adet kelimeye sahiptir. 43 farklı kişi tarafından çekilmiş 38.336 adet video içermektedir.

Veri ön işleme adımında harflerin bulunduğu veri setindeki görüntüler Google Mediapipe Solutions kütüphanesi kullanılarak işlenmiştir. Her bir görüntüdeki ellerin 21 adet eklem noktasının koordinatları çıkarılmıştır. Çıkarılan koordinatlar kullanılarak ellerin iskelet görüntüleri oluşturulmuştur. Eğitim kısmının daha yüksek bir doğruluk yakalamak ve

model kullanılırken başarılı bir sonuç almak içinellerin uzaklığından ve boyutundan etkilenmemesi sağlamak amacıyla bir dizi normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Modelin daha iyi öğrenmesini sağlamak amacıyla ise sağ ve sol el farklı renkler kullanılarak çizilmiştir.

Kelime veri seti için OpenCV kütüphanesi kullanılarak videolar kare kare okunmuştur. Mediapipe ile vücut için 33 eller için 21'er noktanın koordinatları çıkarılmıştır. Türk İşaret Dilinde kullanılmayan bacak ve ayak noktaları çıkarıldıktan sonra kare başına toplam 201 sayısal veri elde edilmiştir. Veri setinde farklı uzunlukta videolar bulunmaktadır. Farklı uzunlukta veri serisi ile model eğitimi sağlıklı bir şekilde yapılamayacağından dolayı her bir veri serisi genişletilerek veya daraltılarak 30 kareye sabitlenmiştir. Model genellemesini arttırmak amacıyla burun noktası merkez kabul edilerek koordinatlar normalize edilmiş ve omuz genişliğine göre yeniden ölçeklenmiştir.

### 2.2. Model Mimarileri

Harf tanıma için TensorFlowKeras ile 14 katmanlı bir CNN mimarisi tasarlanmıştır. Model 128x128x3 boyutunda iskelet görüntüsünü girdi olarak almakta ve sınıflar için olasılık üretmektedir.

Kelimeleri tanıma için zaman serisi verisini işleyebilen LSTM tabanlı bir Yinelemeli Sinir Ağı (RNN) mimarisi geliştirilmiştir. Model 30x201 boyutundaki veriyi girdi olarak alarak 226 sınıf üzerinden tahmin üretmektedir.

### 2.3. Mobil Uygulama

Eğitimi tamamlanan modeller Android Studio ortamında Kotlin dili kullanılarak geliştirilen mobil uygulamaya entegre edilmiştir. CameraX kütüphanesi ile kameradan canlı görüntü alınmaktadır. Ellerin kameraya yakınlığına göre harf ya da kelime modeli etkinleştirilmektedir. Harf modeli için ellerin iskelet görüntüleri çizilmekte ve modele girdi olarak verilmektedir. Kelime modeli için kameradan alınan görüntüler biriktirilmekte ve 30 karelik sabit uzunlukta dizi modele verilmektedir. Bir güven eşiği belirlenmiştir. Bu eşiğin altında kalan tahminler ekrana yazdırılmamaktadır. Tahmin edilen kelimeler bir NLG modeline gönderilmekte ve anlamlı cümleler oluşturulmaktadır. Oluşturulan cümleler ekrana yazılmaktadır ve Android TTS API ile eşzamanlı olarak seslendirilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

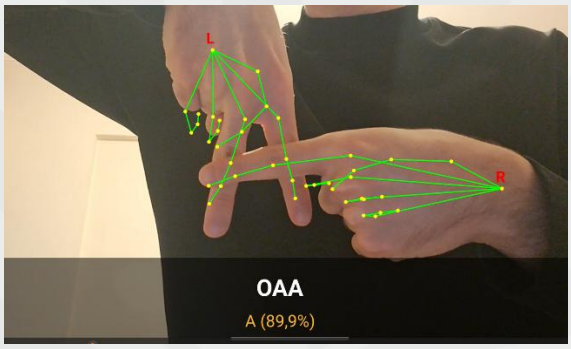
Projede harf tanıma için geliştirilen CNN modeli %96 doğruluk oranına ulaşmıştır. Kelimeler için geliştirilen LSTM tabanlı model doğrulama veri setinde %99,19 doğruluk ve 0.0536 kayıp değeri elde edilmiştir. Bu ve diğer sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo1.** Modeller Eğitilirken Ulaşılan Doğruluk Oranları

| Parametre | Değer |
|---|---|
| CNN Modelinin Doğruluk Oranı | %96 |
| LSTM Modelin Eğitim Veri Seti Doğruluk Oranı | %98,89 |

| | |
|---|---|
| LSTM Modelin Eğitim Veri Seti Kayıp Oranı | 0.0375 |
| LSTM Modelin Doğrulama Veri Seti Doğruluk Oranı | %99,19 |
| LSTM Modelin Doğrulama Veri Seti Kayıp Oranı | 0.0536 |

2 farklı modelin tek bir mobil uygulama altında birleştirilmesiyle harfler ve kelimelerin gerçek zamanlı olarak tanınması sağlanmıştır. Uygulama işitme engelli bireylerin iletişim kurmasına yardımcı olacak pratik ve erişilebilir bir sistem olarak önce çıkmaktadır.




Şekil 1. Mobil Uygulamadan Harf Tahmini Yaparken Örnek Görsel

Şekil 1'de mobil uygulamadan bir harf tahmini örneği gösterilmiştir. Ellerin iskelet görüntüleri çıkarılmış ve çıkan sonuçlar belli bir kare sayısında aynı kalırlarsa ekrana yazdırılıp birleştirilmektedirler.




Şekil 2. Mobil Uygulamadan Kelime Tahmini Yaparken Örnek Görsel

Şekil 2'de uygulamada işaret dili kullanılarak öncelikle 'Acıkmak' ve ardından 'Ben' kelimeleri yapılmıştır. Model bu iki kelimeyi tahmin etmiştir ve cümle oluşturmak için hafızada tutmuştur. Tutulan kelimeler doğal dil işleme sistemine gönderilmiş ve 'Ben acıktım' sonucu alınmıştır. Bu alınan sonuç uygulamanın altına yazılmıştır ve seslendirilmiştir.

Gelecek çalışmalar kapsamında daha geniş bir kelime havuzuna sahip veri setleri ile model iyileştirebilir. Bu sayede Türk İşaret Dilinde bulunan kelimelerin tamamının tahmini sağlanabilir.

## KAYNAKLAR


- Agarwal, A. ve Thakur, M. K., (2013). Signlanguagerecognitionusing Microsoft Kinect, 6th International Conference on Contemporary Computing, Noida-India.
- Çelik, Ö. ve Odabas, A., (2020). Sign2Text: Konvolüsyonel Sinir Ağları Kullanarak Türk İşaret Dili Tanıma, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 19, 923-934.
- Karacı, A., Akyol, K. ve Gültepe, Y., (2018). TurkishsignlanguagealphabetrecognitionwithLeap Motion. International Conference on Advanced Technologies, ComputerEngineeringandScience (ICATCES'18), Safranbolu, Türkiye.
- Karagöz, S. ve Bahar, M. A., (2025). TurkishSign Language Education in the Dilemma of ProfessionalismandAmateurism, International Journal of Languages' EducationandTeaching, 13, 4, 412-439.
- Kaya, F., Tuncer, A. F. ve Yıldız, Ş. K., (2018). Detection of theTurkishsignlanguagealphabetwithstrain sensor baseddataglove. *26th IEEE SignalProcessingand Communications Applications Conference (SIU)*, İzmir- Türkiye.
- Kocaoğlu, B., (t.y.). TR Sign Language Dataset, Kaggle Veri Setihttps://www.kaggle.com/datasets/berkaykocaoglu/tr-sign-language.
- Sincan, O. M. ve Keles, H. Y., (2020). AUTSL: A LargeScale Multi-Modal TurkishSign Language DatasetandBaselineMethods, IEEE Access, 8, 181340-181355.
- Taşdemir, E., Talaş, U. ve Çubukçu, B., (2024). Evrişimli Sinir Ağları kullanılarak Türk İşaret Dili Alfabesinin Tespit Edilmesi, RahvaJournal of Technical andSocialStudies, 4, 2, 1-10.

# DERİN ÖĞRENME İLE GÖRME ENGELLİ BİREYLER İÇİNMOBİL TABANLISESLİ NESNE TESPİTİ UYGULAMASI

***Burçay KETEN, Ebru TUNÇ***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan BAYKAN***

*f221213043@ktun.edu.tr; f221213051@ktun.edu.tr;nbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Görme engelli bireyler günlük yaşamlarında çevrelerini algılama ve güvenli hareket etme konusunda zorluklar yaşamaktadır. Çevredeki nesneleri, engelleri önceden algılamak her zaman kolay olmamaktadır. Bu durum günlük işleri zorlaştırmakta ve bağımsız hareket etmeyi kısıtlamaktadır.Bu nedenle, görme engelli bireyler için teknolojik çözümler büyük önem taşımaktadır.Bu çalışma, görmeengellibireyleringünlük yaşamlarındaçevrelerindeki nesneleri algılayarak,daha iyi ve kolay bir yaşam sürmelerinisağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.Projede, günlük hayattasık karşılaşılan nesneleri tanıyabilen ve sesli bildirim gönderen bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Çalışmada COCO ve Open Images veri setlerinden 15 farklı nesne sınıfıkullanılarak,MobileNetV2 tabanlı bir nesne tespit modeli kullanılmıştır.Kullanılan model TensorFlowLite formatına dönüştürülerek Android uygulamasına entegre edilmiştir. Uygulama, tespit edilen nesnelerin türünü ve ekrandaki yaklaşık konumunu Android'in metin sentezleme özelliğini kullanarak, sesli şekilde kullanıcıya bildirmektedir. Geliştirilen sistemin testleri sonucunda, farklı nesnelerde yüksek başarı oranına ulaşıldığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin öğrenme, Görme engelli, Mobil uygulama, Nesne tespiti, Sesli bildirim

**ABSTRACT**

Visually impaired individuals face difficulties in perceiving their environment and moving safely in their daily lives. Anticipating objects and obstacles in the environment is not always easy. This makes daily tasks more difficult and restricts independent movement. Therefore, technological solutions are of great importance for visually impaired individuals. This study was conducted to enable visually impaired individuals to live better and easier lives by perceiving objects in their environment. In the project, a mobile application was developed that can recognize commonly encountered objects in daily life and send audio notifications. Using 15 different object classes from the COCO and Open Images datasets, a MobileNetV2-based object detection model was employed. The model was converted to TensorFlowLite format and integrated into the Android application. The application uses Android's text synthesis feature to audibly inform the user of the type of detected objects and their approximate location on the screen. Tests of the developed system showed a high success rate with different objects.

**Keywords:**Deeplearning, Audiblenotification, Mobile application, Object detection, Visually impaired

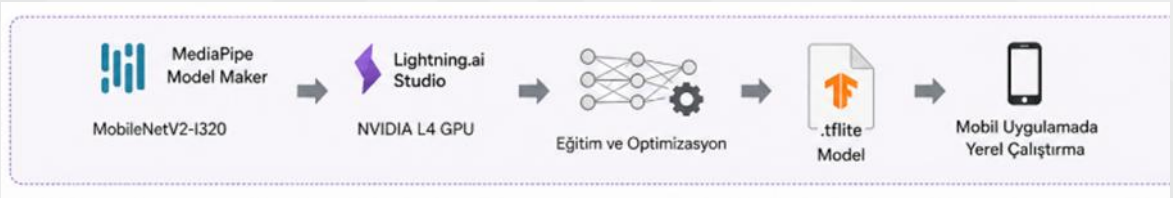
## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü raporları, görme engelli bireylerin sayısında küresel ölçekte artış olduğunu göstermektedir. Bu durum, bireylerin günlük yaşamlarını daha bağımsız ve güvenli bir şekilde sürdürebilmelerine yardımcı olacak teknolojik destek sistemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır. İlgili literatür incelendiğinde, derin öğrenme tabanlı nesne tanıma modellerinin bu alandaki ihtiyaçları karşılamada başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir(Avcı ve ark., 2021). Bununla birlikte, mevcut yöntemlerin çoğu yüksek işlem gücü gerektiren sistemlere bağımlı kalmakta veya sınırlı sayıda nesne sınıfı ile çalışmaktadır.Bu çalışmada, bu sınırlar dikkate alınarak mobil cihazlarda verimli çalışan, gerektiğinde genişletilebilir nesne sınıf yapısına sahip ve kullanıcıya konum bilgisi ile birlikte sesli bildirim sunabilen bir mobil sistem geliştirilmesi hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Seti ve Model Mimarileri

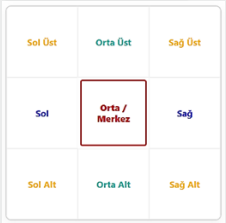
Çalışma kapsamında gerçekleştirilen model eğitimleri için literatürde yaygın olarak kullanılan COCO ve Open Images V7veri setlerinden yararlanılmıştır(Lin ve ark., 2014; Kuznetsova ve ark., 2020). Proje hedefleri doğrultusunda 15 farklı nesne sınıfı (insan, araba, kamyon, otobüs, bisiklet, motosiklet, sandalye, kanepe, yatak, masa, tuvalet, lavabo, merdiven, kedi, köpek) tanımlanmıştır.Mobil platformlarda düşük gecikme süreli ve yüksek verimli bir çalışma performansı elde etmek amacıyla, MediaPipe Model Maker kütüphanesi aracılığıyla MobileNetV2-I320 modeli tercih edilmiştir (Howard ve ark., 2017; Lugaresi ve ark., 2019). Eğitim süreçleri Lightning.ai Studio altyapısı üzerinde, NVIDIA L4 GPU donanımı kullanılarak tamamlanmıştır. Eğitim sonunda optimize edilen model, mobil cihazlarda yerel olarak çalıştırılabilmesi için .tflite formatına dönüştürülmüştür (Şekil 1).




**Şekil 1**. Projenin genel çalışma adımları

### 2.2. Sesli Bildirim Sistemi

Kullanıcıya sunulan sesli bildirim mekanizması, Android işletim sisteminin TextToSpeech (TTS) arayüzü kullanılarak yapılandırılmıştır. Tespit edilen nesnelerin ekran içerisindeki konumu, ekranın 3x3'lük bir matrise bölünmesiyle tanımlanmış (Şekil-2), bu sayede nesnenin yön bilgisi Türkçe olarak kullanıcıya aktarılmıştır. Ayrıca, aynı nesneye dair bildirimlerin ardışık olarak tekrarlanıp kullanıcıyı rahatsız etmesini önlemek amacıyla sisteme zaman tabanlı bir filtreleme mekanizması entegre edilmiştir.




**Şekil 2**. Sesli bildirim ekran koordinatları

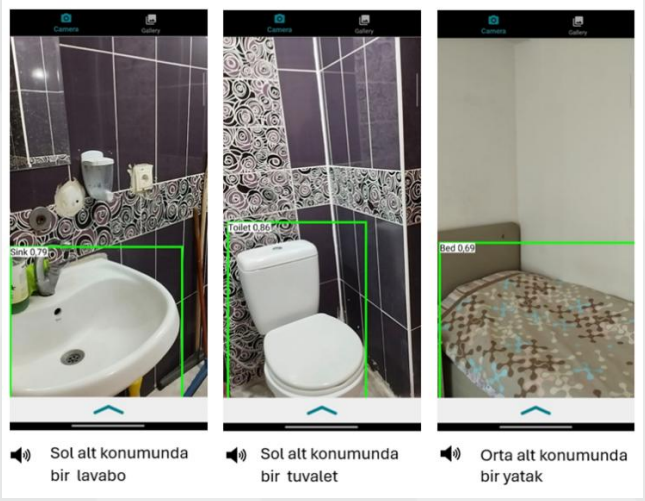
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen MobileNetV2 tabanlı nesne tespit modelinin test veri seti üzerindeki performans çıktıları Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 12.**Modelin COCO Metriklerine Göre Performans Değerleri

| mAP | mAP@0.5 | AP-Small | AP-Medium | AP-Large |
|---|---|---|---|---|
| 0.255 | **0.459** | 0.002 | 0.072 | 0.291 |

Elde edilen sonuçlara göre model, mAP@0.5 metriğinde 0.459 değerine ulaşarak mobil cihazlarda gerçek zamanlı çalışmaya uygun bir performans göstermiştir. Nesne boyutlarına göre yapılan analizde büyük nesnelerde (AP-Large: 0.291) daha yüksek doğruluk elde edilirken, küçük nesnelerde (AP-Small: 0.002) performansın oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun, mobil uyumlu hafif model yapısının küçük nesne özelliklerini yakalamada sınırlı kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulama Android cihaz üzerinde test edilmiş ve nesnelerin doğru tespit edilerek sesli bildirim sisteminin çalıştığı doğrulanmıştır (Şekil 3, Şekil 4).




**Şekil 3.** İç mekân nesne tespiti




**Şekil 4.** Dış mekân nesne tespiti

## KAYNAKLAR


- Avcı, İ., Yıldırım, M. , (2021). Görme Engelli Bireyler İçin Derin Öğrenme Tabanlı Nesne Tanıma Modeli, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 28, 220-227.
- Howard, A.G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M. ve Adam, H., (2017). MobileNets: EfficientConvolutionalNeural Networks for Mobile Vision Applications, arXivpreprint arXiv:1704.04861.
- Kuznetsova, A., Rom, H., Alldrin, N., Uijlings, J., Krasin, I., Pont-Tuset, J., Kamali, S., Popov, S., Malloci, M., Duerig, T. ve Ferrari, V., (2020). The Open ImagesDataset V4: Unified Image Classification, Object Detection, and Visual RelationshipDetection at Scale, International Journal of ComputerVision, 128, 1956-1981.
- Lin, T.Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Dollár, P. ve Zitnick, C.L., (2014). Microsoft COCO: Common Objects in Context, European Conference on ComputerVision (ECCV), İsviçre.
- Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., Uboweja, E., Hays, M., Zhang, F., Chang, C.L., Yong, M.G., Lee, J. ve Chang, W.T., (2019). MediaPipe: A Framework forBuildingPerceptionPipelines, arXivpreprint arXiv:1906.08172.

YYBB 26YYBB72445

# ENDÜSTRİYEL ÜRETİM HATLARI İÇİN SENSÖR VE GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI OTONOM KALİTE KONTROL SİSTEMİ

***Beyza UYGUR, Zekeriya GÜÇLÜ***

***Danışman: Doç. Dr. Ömer Kaan BAYKAN***

*f221220022@ktun.edu.tr;f221220030@ktun.edu.tr ;*

*okbaykan@ktun.edu.tr ,*

*Bilgisayar Mühendisliği , Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, endüstriyel bantlarda ürün kalite kontrol süreçlerini otomatikleştirmek amacıyla, kısıtlı donanımlarda yüksek performansla çalışabilen otonom bir kalite kontrol prototipinin geliştirilmesini kapsamaktadır. Sistem, hedef senaryo olan "yumurta" üzerindeki fiziksel 'Kırık' ve yüzeyel 'Kirli' kusurlarını tespit ederek ürünü 'Temiz' (kusursuz) sınıfından ayırt eden 3 sınıflı bir görüntü sınıflandırma (imageclassification) problemi üzerine kurulmuştur. Çok açılı kameralara sahip izole bir karanlık oda tasarlanarak 1362 adet özgün veri toplanmış ve veri çoğaltma (data augmentation) ile zenginleştirilmiştir. Raspberry Pi 4 üzerinde çalışan sistem; ağır filtrelerin asimptotik olarak optimize edilmesiyle hızlandırılmış, TFLite tabanlı MobileNetV2 modeli ile desteklenmiştir. Yanılma payını minimize etmek için OpenCV tabanlı "Hibrit Geometrik Karar Algoritması" devreye alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Endüstriyel Otomasyon, Görüntü İşleme, Gömülü Sistemler, MobileNetV2

**ABSTRACT**

This project involves developing an autonomous quality control prototype capable of operating with high performance on limited equipment, with the aim of automating product quality control processes on industrial conveyor belts. The system is based on a three-class image classification problem that identifies physical 'Broken' and surface 'Dirty' defects on the target scenario, "egg," and distinguishes the product from the 'Clean' (defective) class. An isolated darkroom with multi-angle cameras was designed, and 1362 unique data points were collected and enriched through data augmentation. The system, running on a Raspberry Pi 4, is accelerated by asymptotically optimizing heavy filters and supported by a TFLite-based MobileNetV2 model. An OpenCV-based "Hybrid Geometric Decision Algorithm" was implemented to minimize the margin of error.

**Keywords:Deep** Learning, Edge Computing, Embedded Systems, Image Processing, IndustrialAutomation

## 1.GİRİŞ

Günümüz Endüstri 4.0 normlarında, üretim hatlarındaki otonom kalite kontrol sistemleri, ticari verimliliği maksimize ederken insan kaynaklı hata payını minimize eden en kritik bileşenlerdir. Geleneksel sistemler genellikle yüksek maliyetli sunuculara bağımlıyken; uç bilişim (edgecomputing) mimarileri, veri işleme süreçlerini doğrudan üretim bandında gerçekleştirerek gecikmeleri ortadan kaldırmaktadır. Literatürde bilgisayarlı görü (computervision) tekniklerinin endüstriyel kullanımı giderek artmaktadır. Navarro ve ark. morfolojik analizlerle maliyet etkin prototipler üzerinde çalışırken **(Navarro vd., 2025)**, Yang ve ark. kafessiz üretim sistemleri için otonom kalite tespit modelleri geliştirmiştir **(Yang vd., 2023)**.

Bu projenin temel motivasyonu; kısıtlı işlem gücüne sahip gömülü sistemler (Raspberry Pi) üzerinde çalışabilen, ölçeklenebilir bir "Endüstriyel Kalite Kontrol Sistemi" geliştirmektir. Sistem, çevresel gürültüleri barındıran "yumurta analizi" senaryosu üzerinden kanıtlanmıştır. Temel problem bir görüntü sınıflandırma (imageclassification) problemi olup, ürünler "Kusursuz (Temiz)" ve "Kusurlu (Kırık, Kirli)" olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır. Çalışma, derin öğrenme modellerinin (CNN) deterministik matematiksel modellerle nasıl melezlenebileceği ve donanım darboğazlarının yazılımsal olarak nasıl optimize edilebileceği araştırma sorularına dayanmaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Projede dış ortam ışığını bloke eden, yansıma yapmayan ve LED aydınlatmalı izole bir test kabini (Karanlık Oda) kurgulanmıştır. Sisteme 90 derecelik açılarla 3 adet USB Web Kamerası ve ana kontrolör olarak 8 GB RAM kapasiteli Raspberry Pi 4 gömülü donanımı (Raspberry Pi Foundation, 2025) entegre edilmiştir.

### 2.1.Web Kaynakları ve Kütüphane Kullanımı

Yazılım mimarisi Python dili üzerine kurulmuştur. Arayüz geliştirme aşamasında web tabanlı operatör etkileşimi için Gradio resmi dokümantasyonundaki API'lerden (Gradio, 2025) ve donanım izleme arayüzü için PyQt5 kütüphanesi yönergelerinden (PyQt5, 2026) faydalanılmıştır. Görüntü ön işleme ve bilgisayarlı görü kodlamasında OpenCV eğitim materyalleri (Medium, 2018) ve kenar koruyucu filtre (Bilateral Filtering) algoritmaları için web dökümanları (GeeksforGeeks, 2026) referans alınmıştır. Derin öğrenme modelinin uç cihaza uyarlanması (quantization) sürecinde TensorFlowLite resmi optimizasyon rehberi (TensorFlow, 2025) kaynak olarak kullanılmıştır.

### 2.2. Veri Seti, Sınıflandırma ve Çoğaltma

Sistem, segmentasyon yerine Görüntü Sınıflandırma mantığıyla çalışmaktadır. Sınıflar; yüzeyinde deformasyon olmayan "Temiz", fiziksel hasar bulunan "Kırık" ve atık/leke

bulunan "Kirli" olmak üzere 3 adettir. Literatürdeki veriler donanım ortamına uyum sağlayamadığı için prototipin kameralarından 1362 adet özgün veri toplanmıştır. Modelin ezberlemesini önlemek amacıyla görüntülere Veri Çoğaltma (Data Augmentation) uygulanmıştır. Ön işleme aşamasında donanımı yoran geleneksel Bilateral Filtreleme (GeeksforGeeks, 2026) optimize edilerek GaussianBlur ve CLAHE filtreleriyle görüntüler izole edilmiştir.

### 2.3. Derin Öğrenme Eğitimi ve Hibrit Algoritma

Gömülü sistemlerin kaynak kısıtlarına uyum sağlaması adına Transfer Learning yönergeleri (Keras, 2025) baz alınarak MobileNetV2 mimarisi eğitilmiştir. Model 30 epok sonunda TFLite formatına (TensorFlow, 2025) kuantize edilmiştir. Yapay zekanın kararsızlık yaşadığı durumlarda ise OpenCV tabanlı (Medium, 2018) Canny Kenar Algılama ve Leke Analizi algoritmalarını barındıran "Hibrit Karar Algoritması" devreye girerek sonuçları doğrulamaktadır.

## 3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

**Eğitim Sonrası Elde Edilen Performans Metrikleri**

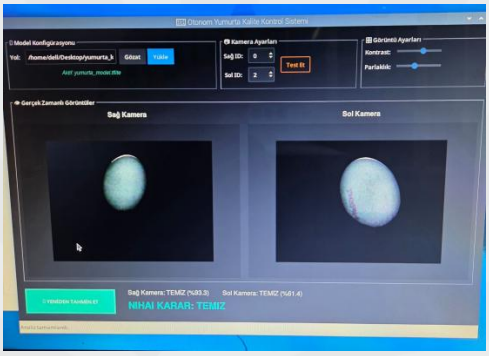
| Değerlendirme Metriği | Elde Edilen Değer |
|---|---|
| Eğitim Doğruluğu (*Training Accuracy*) | ~ %98.5 |
| Doğrulama Doğruluğu (*Validation Accuracy*) | ~ %96.2 |
| Eğitim Kaybı (*Training Loss*) | 0.045 |
| Doğrulama Kaybı (*Validation Loss*) | 0.082 |

**Şekil 1.** Performans metrikleri

Geliştirme sürecinin en kritik bulgularından biri, donanım optimizasyonunun etkisidir. Başlangıçta kameralardan gelen yüksek çözünürlüklü görüntülerin ağır filtrelerle (Bilateral Filter) işlenmesi, analiz süresini 4 dakikaya çıkarmıştır. V4L2 kernel sürücülerinin aktivasyonu, görüntü matrislerinin %50 alt-örneklendirilmesi (downsampling) ve doğrusal filtre (GaussianBlur) entegrasyonuyla sistem hızı 0.8 saniyeye ulaştırılmıştır. Sonuç olarak; düşük bütçeli donanımlarla ve sınıflandırma tabanlı hibrit bir modelle, endüstriyel standartlarda otonom kalite kontrol sistemlerinin %96 doğrulukla inşa edilebileceği kanıtlanmıştır.




**Şekil 2.** Dosya sistemi




**Şekil 3.** Program çıktıları

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma sürecinde akademik yönlendirmeleriyle bize destek olan Danışmanımız Doç. Dr. Ömer Kaan BAYKAN'a teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**


- GeeksforGeeks, (2026). Bilateral Filtering in Python, https://www.geeksforgeeks.org/python/python-bilateral-filtering/
- Gradio, (2025). Building Interactive Machine Learning Web Interfaces, Gradio.app, https://www.gradio.app/docs/
- Keras, (2025). Transfer Learning andFine-Tuning Guide, Keras.io, https://keras.io/guides/transfer_learning/
- Navarro, M., García, R. ve Lopez, P., (2025). A CostEffectivePrototypeforEggCrackDetection, Springer, https://link.springer.com/article/10.1007/s44187-025-00604-2
- PyQt5, (2026). PyQt5 Project, Python Package Index, https://pypi.org/project/PyQt5/
- Raspberry Pi Foundation, (2025). Raspberry Pi Forums, Raspberry Pi Community Forum, https://forums.raspberrypi.com/
- TensorFlow, (2025). Model Optimization Guide: Post-Training Quantization, Google Developers, https://www.tensorflow.org/lite/performance/post_training_quantization
- Yang, F., Li, H. ve Zhang, X., (2023). A ComputerVisionBasedAutomaticSystemforEggGrading, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10376079

# RADAR SİNYALLERİNİNDERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİYLESINIFLANDIRILMASI VE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂİLE İNCELENMESİ

***Şerife Akbaba***

***Doç. Dr. Ayşe Elif Canbilen***

*f221202059@ktun.edu.tr;aecanbilen@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği,Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, RadChar veri seti kullanılarak radar sinyallerinin evrişimli sinir ağları (CNN), uzun kısa vadeli bellek (LSTM) ve bu iki mimarinin birleşiminden oluşan hibrit modeller ile sınıflandırılmasını ve elde edilen sonuçların açıklanabilir yapay zekâ(XAI) yöntemleriyle incelenmesini amaçlamaktadır. Beş farklı radar sınıfına ait karmaşık sinyaller ön işlemlerden geçirilerek modellere sunulmuştur. Yapılan testler sonucunda CNN ve LSTMmodellerinin sırasıyla %85 ve%84 doğruluk oranlarına ulaştığı gözlenmiştir. Hibrit model ise %88 doğruluk ile en yüksek başarıyı göstermiştir. Sınıflandırma kararlarının gradyan ağırlıklı sınıf aktivasyon haritalaması ve belirginlik haritası algoritmalarıyla yorumlanması sonucunda, modellerin gürültüyü ezberlemediği ve sinyallerin ayırt edici fiziksel karakteristiklerine başarıyla odaklandığı kanıtlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Açıklanabilir yapay zekâ, Derin öğrenme, Hibrit modeller, Radar sinyalleri, Sınıflandırma

**ABSTRACT**

This project aims to classify radar signals using convolutional neural networks (CNN), long short-term memory (LSTM), and hybrid models combining these two architectures, employing the RadChar dataset, and to analyze the obtained results using explainable artificial intelligence (XAI) methods. Complex signals belonging to five different radar classes were pre-processed and presented to the models. Tests showed that the CNN and LSTM models achieved accuracy rates of 85% and 84%, respectively. The hybrid model demonstrated the highest success rate with 88% accuracy. Interpretation of the classification decisions using gradient-weighted class activation mapping and distinctiveness mapping algorithms proved that the models did not memorize noise and successfully focused on the distinctive physical characteristics of the signals.

**Keywords:**Classification, Deeplearning, Explainable AI, Hybrid models, Radar signals

## 1. GİRİŞ

Gelişen radar teknolojilerinde, karmaşık radar sinyallerinin düşük sinyal-gürültü oranlarında (SNR) bile doğru ve hızlı bir şekilde sınıflandırılması, elektronik destek sistemleri için kritik bir öneme sahiptir (Jordanov vd., 2016). Geleneksel sinyal işleme yöntemlerinin gürültülü ortamlarda sınırlı kalması, otomatik öznitelik çıkarma yeteneğine sahip derin öğrenme mimarilerinin literatürde ön plana çıkmasına neden olmuştur (Zhang vd., 2024). Ancak, yüksek performans sağlayan bu modellerin genellikle "kara

kutu" yapısında çalışması karar verme süreçlerinin şeffaf olmaması, sahadaki uygulamalarda güvenilirlik açısından ciddi soru işaretleri yaratmaktadır (Scholl ve Wagner, 2025). Literatürdeki bu durum, modellerin gerçekten fiziksel sinyal karakteristiklerini mi öğrendiği yoksa verideki gürültüyü mü ezberlediği araştırma sorusunu bu çalışmanın odak noktası haline getirmiştir.

Bu çalışma, literatürdeki optimum mimari arayışı ve açıklanabilirlik (XAI) boşluğunu doldurmak amacıyla RadChar veri seti (Huang vd., 2023) üzerinde yürütülmüştür. Projenin temel amacı, radarsınıflandırılmasında en etkin mimariyi belirlemek ve bu kararların fiziksel doğruluğunu kanıtlamaktır. Bu kapsamda; yerel faz değişimlerini yakalamada etkili olan evrişimli sinir ağları (CNN), zamansal bağımlılıkları öğrenen uzun kısa vadeli bellek (LSTM)ve bu iki yapının güçlü yönlerini birleştiren hibrit modeller geliştirilerek karşılaştırmalı bir analiz sunulmuştur.

Çalışmanın literatüre sağladığı en önemli katkı, sınıflandırma başarısını optimize etmenin ötesinde, Gradyan Ağırlıklı Sınıf Aktivasyon Haritalaması(1D Grad-CAM)(Selvaraju vd., 2017) ve Belirginlik Haritası (SaliencyMap) (Simonyan vd., 2013) yöntemlerini kullanarak model kararlarını şeffaflaştırmaktır. Yapılan görselleştirmeler, modellerin gürültüyü göz ardı ederek sinyallerin ayırt edici faz ve frekans geçişlerine odaklandığını bilimsel olarak doğrulamaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, projenin sadece yüksek doğruluklu değil, aynı zamanda denetlenebilir ve güvenilir bir radar sinyali tanımlama altyapısı sunması açısından gerekliliğini de ortaya koymaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, derin öğrenme algoritmaları kullanılarak radar sinyallerinin sınıflandırılması ve bu süreçlerin açıklanabilir yapay zekâ teknikleriyle incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Uygulanan yöntemler bu bölümde üç ana alt başlıkta toplanmıştır.

### 2.1. Veri Seti ve Ön İşleme

Projede, -20 dB ile 20 dB arasında değişen SNR değerlerine sahip RadChar veri seti kullanılmıştır. İlgili veri seti Barker, PolyphaseBarker, Frank, LFM ve Coherent olmak üzere beş farklı radar sınıfına ait 50.000 dalga formu içermektedir. Sinyallerin örnekleme hızı 3.2 MHz olup, her bir dalga formu 512 karmaşık temel bant I (eş-faz) ve Q (dik-faz) örneğinden oluşmaktadır.

Modelin kararlılığını ölçmek ve veri sızıntısını (data leakage) engellemek amacıyla verinin %15'i test seti olarak ayrılmış, kalan veri de 5 katlı tabakalı çapraz doğrulama (5-fold stratifiedcross-validation) uygulanmıştır. Yalnızca eğitim kümesinden hesaplanan *Z*-skor normalizasyonu tüm kümelere uygulanmıştır. Ham radar sinyalleri, faz ve genlik bilgilerini korumak için (*N, 512, 2*) boyutunda 2 kanallı tensörlere dönüştürülmüş ve sınıf etiketleri "Tek-sıcak kodlama (One-Hot Encoding.)"formatına çevrilerek modellere sunulmuştur.

### 2.2. Geliştirilen Derin Öğrenme Modelleri

Sinyal sınıflandırma süreci için üç farklı mimari tasarlanmıştır:

- **CNN Modeli:** Sinyaldeki ani faz ve frekans değişimlerini yerel olarak yakalamak için 8'den 64'e kadar yükselen filtre sayılarına sahip 1 boyutlu evrişim (Conv1D) katmanları kullanılmıştır. Veri boyutu 1-Boyutlu Maksimum Havuzlama (MaxPooling1D) ile düşürülmüş, özellikler Küresel Ortalama Havuzlama (Global AveragePooling) ile tek boyuta indirgenmiştir. Aşırı öğrenmeyi engellemek için seyreltme(dropout) (%25-50) uygulanmıştır.

- **LSTM Modeli:** Sinyalin zaman içindeki değişimlerini öğrenmek için 256 ve 128 birimlik iki katmanlı LSTM yapısı kurulmuştur. İşlem yükünü hafifletmek adına sinyalin zaman adımları 4'erli gruplanarak (128, 8) formatına dönüştürülmüştür. Kayıp fonksiyonu olarak "Kategorik Çapraz Entropi (CategoricalCrossentropy)" kullanılmıştır.

- **CNN+LSTM (Hibrit) Modeli:** Evrişimsel katmanların öznitelik çıkarma gücü ile LSTM'in ardışık bağımlılıkları öğrenme kapasitesi birleştirilerek kullanılmıştır.

Tüm modellerin final katmanında beş sınıf için softmax aktivasyonu ile olasılıksal kestirim yapılmıştır.

### 2.3. Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) Yöntemleri

Modellerin öğrenme süreçlerinin şeffaflaştırılması ve doğrulanması için kararlar görselleştirilmiştir. 1D Grad-CAM algoritması ile modelin son Conv1D katmanındaki tahmin skorunun türevi alınmış, tahmine pozitif katkı sağlayan özellikler ReLU fonksiyonu ile filtrelenerek ısı haritasına dönüştürülmüştür. Ek olarak, giriş sinyalindeki küçük değişimlerin model sonucuna etkisini ölçenBelirginlik Haritası(SaliencyMap)yöntemi kullanılmış ve modele etki eden önemli bölgeler mutlak değer ve normalizasyon işlemleriyle renklendirilerek haritalandırılmıştır.

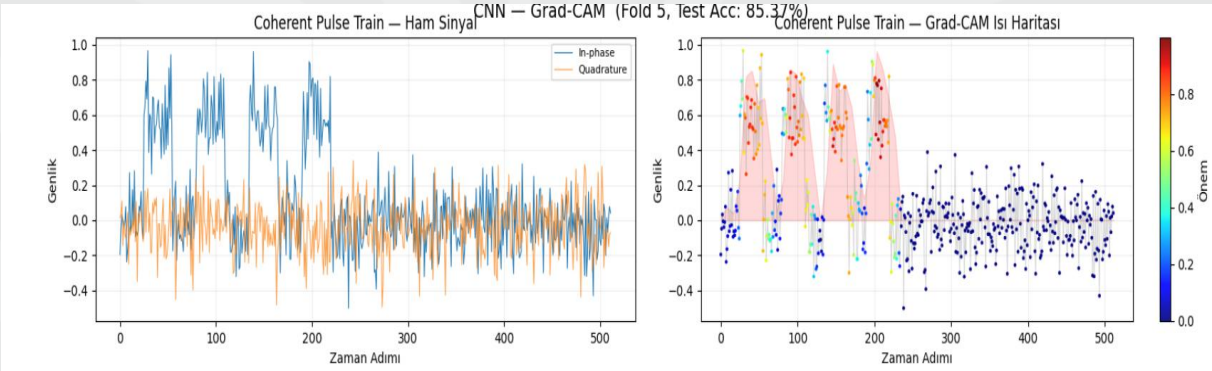
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, RadChar veri seti üzerinde eğitilen üç farklı derin öğrenme mimarisinin sınıflandırma performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Model kararlılığını ölçmek için uygulanan 5 katlı tabakalı çapraz doğrulama testleri sonucunda, modellerin çapraz doğrulamanın tüm katlarındakararlı bir öğrenme sergilediği görülmüştür. Bireysel olarak değerlendirildiğinde, CNN mimarisi ortalama %85, LSTM mimarisi ise %84 civarında test doğruluğuna ulaşmıştır. Her iki mimarinin öznitelik çıkarma ve ardışık bağımlılık öğrenme kapasitelerini birleştiren CNN+LSTM hibrit modeli ise %88 test doğruluğu ile en yüksek başarıyı göstermiştir. Modellerin doğruluk oranları Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 13.**Derin Öğrenme Modellerinin Sınıflandırma Ölçütleri

| Kullanılan Model | Özgüllük | Duyarlılık | Doğruluk (%) |
|---|---|---|---|
| CNN | 96.25 | 85 | 85.2 |
| LSTM | 95.88 | 4.4 | 84.4 |
| CNN+LSTM | 96.5 | 88 | 88.15 |

Projenin temel amacı olan modellerin güvenilirliğini doğrulamak adına, sınıflandırma kararları 1D Grad-CAM ve SaliencyMap yöntemleri ile görselleştirilmiştir. Şekil 1'de örnek olarak sunulan ısı haritaları incelendiğinde, modellerin gürültülü bölgeleri (mavi alanlar) tamamen göz ardı ederek doğrudan sinyalin karakteristik fiziksel özelliklerine odaklandığı görülmektedir.Isı haritalarındaki kırmızı ve sıcak renkli bölgeler, modelin sınıflandırma kararı verirken en çok ağırlık verdiği kısımları temsil etmektedir. Şekil 1'de sunulan CoherentPulse Train sınıfına ait görsel incelendiğinde, modelin arka plandaki gürültüyü (mavi bölgeler) tamamen göz ardı ettiği ve doğrudan sinyalin başındaki 4'lü aktif darbe dizisine (kırmızı bölgeler) odaklandığı açıkça görülmektedir. Bu görsel kanıtlar, geliştirilen derin öğrenme modellerinin veriyi basitçe ezberlemediğini, aksine radar sinyallerinin ayırt edici fiziksel ve matematiksel karakteristiklerini başarıyla öğrendiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, projenin sunduğu XAI tabanlı yaklaşım, radar sinyali tanımlama süreçlerinde hem yüksek performanslı hem de şeffaf ve denetlenebilir bir çözüm üretmiştir.




**Şekil 13.**Model Kararlarının Isı Haritaları Üzerinden Görsel Doğrulaması

## KAYNAKLAR


- Huang, Z., Pemasiri, A., Denman, S., Fookes, C. ve Martin, T. (2023). Multi-Task Learning For Radar SignalCharacterisation. *2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, andSignalProcessingWorkshops (ICASSPW)*, 1-5.
- Jordanov, I., Petrov, N. ve Petrozziello, A. (2016). Supervised Radar SignalClassification. *2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1-8.
- Scholl, S. ve Wagner, S. (2025). End-to-End Learning for Radar Electronic Support: Multi-labelClassificationandExplainable AI. *IEEE Transactions on Aerospaceand Electronic Systems*, 61, 11128–11140.
- Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D. ve Batra, D. (2017). Grad-cam: Visual explanationsfromdeepnetworksviagradient-basedlocalization. *Proceedings of the IEEE internationalconference on computervision*, 618-626.
- Simonyan, K., Vedaldi, A. ve Zisserman, A. (2013). Deep inside convolutionalnetworks: Visualisingimageclassificationmodelsandsaliencymaps. *arXivpreprint arXiv:1312.6034*.
- Zhang, Y., Zhang, Q., Jing, H., Wu, Y., Liu, X. ve Fang, G. (2024). Radar signalsortingusingintegratedattention-basedBi-LSTM. *Journal of theUniversity of Chinese Academy of Sciences*.

YYBB 26YYBB72391

# NLP TABANLI HİBRİT KİTAP ÖNERİ SİSTEMİ

***Bera Nur ÖZNUR***

***Danışman: Doç. Dr. Ersin KAYA***

*f221220054@ktun.edu.tr; ekaya@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya TeknikÜniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, kullanıcıların kitap öneri sistemlerinde karşılaştığı tekrar eden ve sınırlı öneri problemini çözmek amacıyla çok kaynaklı bir hibrit öneri sistemi geliştirilmiştir. Sistem, kitap içeriklerini metin tabanlı yöntemlerle analiz eden içerik tabanlı yaklaşımı, kullanıcı davranışlarına dayalı işbirlikçi filtreleme yöntemleri ve kullanıcı yorumlarından elde edilen duygu analizini bir araya getirmektedir. Bu yaklaşım, kullanıcıların ilgi alanlarına daha uygun kitaplara ulaşmasını kolaylaştırmayı ve okuma motivasyonunu artırmayı hedeflemektedir. Böylece yalnızca popüler veya benzer içeriklere dayalı öneriler yerine, daha çeşitli ve kişiselleştirilmiş sonuçlar sunulmaktadır. Geliştirilen model, gerçek veri setleri üzerinde test edilmiş ve Python tabanlı bir servis ile mobil uygulama üzerinden kullanılabilir hale getirilmiştir. Elde edilen bulgular, öneri çeşitliliğinin ve kullanıcıya uygunluk seviyesinin arttığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:**Duygu analizi, Hibrit öneri sistemi, İçerik tabanlı filtreleme, İşbirlikçi filtreleme, Kitap öneri sistemi

**ABSTRACT**

This study develops a multi-source hybrid recommendation system to address the problem of repetitive and limited recommendations encountered by users in book recommendation systems. The system combines a content-based approach that analyzes book content using text-based methods, collaborative filtering methods based on user behavior, and sentiment analysis derived from user reviews. This approach aims to facilitate users' access to books more relevant to their interests and increase their reading motivation. Thus, instead of recommendations based solely on popular or similar content, it offers more diverse and personalized results. The developed model has been tested on real datasets and made available via a Python-based service and a mobile application. The findings show an increase in recommendation diversity and user relevance.

**Keywords:**Book recommendation system, Collaborative filtering, Content based filtering, Hybridrecommendationsystem, Sentimentanalysis

## 1. GİRİŞ

Dijital platformlarda artan içerik miktarı, kullanıcıların ilgi alanlarına uygun kitaplara ulaşmasını zorlaştırmakta ve bilgi aşırı yüklenmesi problemine yol açmaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla geliştirilen öneri sistemleri, kullanıcı deneyimini iyileştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Ancak literatürde yaygın olarak kullanılan işbirlikçi filtreleme ve içerik tabanlı öneri sistemleri, tek başına kullanıldığında bazı sınırlılıklar barındırmaktadır.

İşbirlikçi filtreleme yöntemleri veri seyrekliği ve soğuk başlangıç problemlerine duyarlıyken (Ahn, 2008), içerik tabanlı yöntemler kullanıcıyı benzer içeriklerle sınırlayarak çeşitliliği azaltabilmektedir (Lops vd., 2011).

Son yıllarda kullanıcı yorumlarının ve metin verilerinin analiz edilmesiyle öneri sistemlerinin daha anlamlı sonuçlar üretebildiği görülmüştür (Ravi & Ravi, 2015). Bu doğrultuda, farklı veri kaynaklarını bir araya getiren hibrit öneri sistemleri daha etkili çözümler sunmaktadır (Burke, 2002).

Bu çalışmada, içerik tabanlı yöntemler, işbirlikçi filtreleme ve duygu analizini birleştiren çok kaynaklı bir hibrit kitap öneri sistemi geliştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, kullanıcıların ilgi alanlarına daha uygun ve çeşitli kitap önerilerine ulaşmasını sağlamak ve mevcut sistemlerin sınırlılıklarını azaltmaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, farklı veri kaynaklarını bir araya getiren çok katmanlı bir hibrit öneri sistemi geliştirilmiştir. Sistem; içerik tabanlı filtreleme, işbirlikçi filtreleme ve duygu analizi olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Tüm süreçler Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiş, veri işleme ve modelleme aşamalarında Pandas, NumPy ve Scikit-Learn kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

Veri seti olarak yerel kitap verileri ve uluslararası kullanıcı değerlendirmeleri birleştirilmiş, veri temizleme ve ön işleme adımları uygulanmıştır. Eksik veriler düzenlenmiş, metin verileri analiz için uygun hale getirilmiştir.

İçerik tabanlı filtreleme aşamasında, kitapların metin verileri üzerinde TF-IDF yöntemi uygulanmış ve kitaplar arası benzerlikler CosineSimilarity ile hesaplanmıştır. İşbirlikçi filtreleme yönteminde ise kullanıcı davranışlarına dayalı benzerlikler analiz edilerek öneriler oluşturulmuştur.

Duygu analizi kapsamında, kullanıcı yorumları doğal dil işleme yöntemleri ile değerlendirilmiş ve metinlerden elde edilen duygu skorları öneri sürecine dahil edilmiştir. Bu sayede öneri sistemi yalnızca içerik ve kullanıcı davranışlarını değil, kullanıcıların yorumlardaki duygusal eğilimlerini de dikkate almaktadır.

Tüm bu bileşenler belirli ağırlıklarla birleştirilerek hibrit bir öneri mekanizması oluşturulmuştur. Geliştirilen sistem, Python tabanlı bir API üzerinden çalışacak şekilde yapılandırılmış ve mobil uygulama ile entegre edilmiştir. Sistem mimarisi veri işleme, öneri motoru ve kullanıcı arayüzü katmanlarından oluşmaktadır.

### 2.1. Kısaltmalar

TF-IDF(TermFrequency -InverseDocumentFrequency), metinlerdeki kelime önemini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir.

NLP(Natural Language Processing), metin verilerinin analiz edilmesini sağlayan yapay zeka alanıdır.

API (Application Programming Interface), sistemler arası veri iletişimini sağlayan yazılım arayüzüdür.

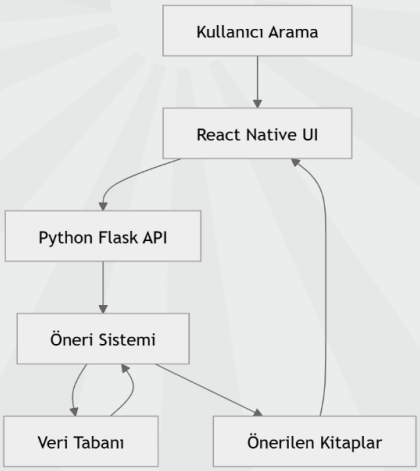
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen hibrit öneri sistemi, içerik tabanlı filtreleme, işbirlikçi filtreleme ve duygu analizini bir araya getirerek kullanıcıya daha çeşitli ve kişiselleştirilmiş kitap önerileri sunmaktadır. Sistem, farklı veri kaynaklarını birlikte değerlendirerek klasik öneri sistemlerinde görülen tekrar eden ve sınırlı öneri problemini azaltmayı başarmıştır.

Yapılan testlerde, öneri sonuçlarının yalnızca içerik benzerliğine dayalı olmadığı, aynı zamanda kullanıcı davranışları ve yorumlardaki duygusal eğilimleri de yansıttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, öneri çeşitliliğini artırırken kullanıcıya daha uygun sonuçlar sunulmasını sağlamaktadır.

Geliştirilen sistemin Python tabanlı API yapısı sayesinde hızlı ve etkin çalıştığı, mobil uygulama entegrasyonu ile kullanıcı dostu bir deneyim sunduğu görülmüştür. Sistem mimarisi, veri işleme, öneri motoru ve kullanıcı arayüzü katmanlarının birlikte çalışmasıyla uçtan uca bir çözüm sağlamaktadır.

Elde edilen sonuçlar, hibrit yaklaşımın tekil yöntemlere göre daha başarılı olduğunu göstermekte ve öneri sistemlerinin geliştirilmesinde çok kaynaklı modellerin önemini ortaya koymaktadır.




**Şekil 14.**Sistem Mimarisi ve Veri Akış Diyagramı

## KAYNAKLAR


- Ahn, H. J., (2008). A new similarity measure for collaborative filtering toalleviatethenewusercoldstarting problem, Information Sciences, 178(1), 37-51.
- Burke, R., (2002). Hybridrecommendersystemssurveyandexperiments, User Modelingand User AdaptedInteraction, 12(4), 331-370.
- Lops, P., de Gemmis, M., ve Semeraro, G., (2011). Content basedrecommendersystemsstate of the art andtrends, RecommenderSystemsHandbook, Springer, Boston, 73-105.
- Ravi, K., ve Ravi, V., (2015). A survey on opinionminingandsentimentanalysistasksapproachesandapplications, Knowledge BasedSystems, 89, 14-46.

# TRAFİK LEVHALARINA DUYARLI OTONOM ARAÇ PROJESİ

***Fatih Mehmet TOKGÖZ***

***Danışman: Prof. Dr. Rahime CEYLAN***

*f221202013@ktun.edu.tr ,rceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik-ElktronikMühendisliği,Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,42130,Konya*

**ÖZET**

Proje günümüzde gelişen otonom araç teknolojisini esas alarak trafikte otonom araçların sürüş güvenliğini arttırmak, trafiği oluşturan hız, yaya, viraj, şerit gibi bileşenlere araçları trafik levhaları ve şerit takibi ile daha duyarlı hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu proje gerçek hayat otonom sürüş sistemlerini görüntü işleme teknolojisi kullanarak Raspberry Pi 5 tabanlı bir mobil araç üzerinde simüle ederek günlük saha koşullarına uyarlanabilir sistemler geliştirmeye elverişli kılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Araç, Levha, Otonom, Şerit, Trafik

**ABSTRACT**

This project, based on the developing autonomous vehicle technology of today, aims to increase the driving safety of autonomous vehicles in traffic and to make vehicles more responsive to traffic components such as speed, pedestrians, curves, and lanes by using traffic signs and lane tracking. This project simulates real-life autonomous driving systems using image processing technology on a Raspberry Pi 5-based mobile device, making it suitable for developing systems adaptable to everyday field conditions.

**Keywords:**Autonomous, Lane, Sign, Traffic, Vehicle

## 1. GİRİŞ

Projenin temel çıkış noktası günümüz otonom araç teknolojisinin güvenlik açığını ve hatalarını tolere etmek ve güvenliği arttırmaktır. Trafiğin temelini oluşturan trafik levhalarına daha duyarlı haline getirilen araçlar, aracın sürüş gerçekleştirdiği yol üzerindeki olası unsurlara daha dikkatli hale gelecek ve bir hareket planı gerçekleştirecektir. Trafiği oluşturan viraj, şerit ve yaya gibi çevresel etmenlerin trafik güvenliğini ciddi şekilde etkilediği göz ardı edilmemelidir. Bu amaçta araçların otonom sürüşte temel olarak kullandığı görüntü işleme teknolojisi esas alınmıştır.

## *2.* MATERYAL VE YÖNTEM

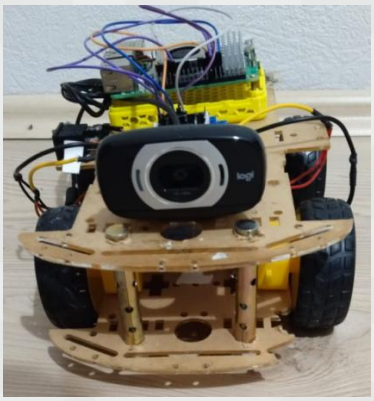
Proje 4 adet DC motordan oluşan bir mobil araç platformu üzerine kurulmuştur. Temel hareket ve karar verme sistemi için Raspberry Pi 5 bilgisayar,DC motorların yön ve hız kontrolü için L298n motor sürücü ve gerçek zamanlı görüntü almak için Logitech Web Kamerası kullanılmıştır. Güç kaynağı olarak 3S 12.6 Volt Lityum-iyon pil kullanılmıştır.

Tablo 1'de proje bileşenleri ve görevlerine yer verilmiştir. Proje, elde edilen gerçek verilerle eğitilmiş bir YOLOV8 derin öğrenme modeli kullanarak şerit takibi gerçekleştirmekte, aynı model ile trafik levhalarını algılamakta ve araç hareketini yönetmektedir(Ultralytics, 2023). Şerit takibi için YOLOV8 modelinden elde edilen yol maskesinin merkezi ile canlı kamera görüntüsünün merkezi arasındaki mesafeye göre bir hata çarpanı elde edilmekte, bu hata çarpanı ile hazırlanmış PD (oransal-türevsel) kontrol sistemi ile araç yol merkezinde tutulmaktadır(OpenCV Team, 2025). Hata çarpanı denemeler sonucunda elde edilmiş bir P (oransal) sabit ile çarpılarak aracın dönüş agresifliği ayarlanarak aracın virajları daha iyi bir şekilde dönmesi sağlanmaktadır. Hatanın zamanla değişimine göre son hata çarpanı elde edilerek denemeler sonucunda elde edilen bir D (türevsel) sabiti ile çarpılarak aracın sürüş esnasındaki salınımı minimize edilmektedir. Araç algıladığı trafik levhasına göre durmakta, yavaşlamakta veya hızınıdeğiştirmektedir.Yapılan testlerde aracın maket yol üzerinde harici bir müdahale olmadan otonom hareketi sağlanmış, hareket esnasında yol üzerindeki şeritlerin içerisinde sürüşü gerçekleştirdiği ve algıladığı trafik levhalarına göre durma, yavaşlama ve hız değiştirme fonksiyonlarını gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir.Raspberry Pi 5 bilgisayarın güç girişindeki hassas voltaj değişimleri ve 5 Amper akım çekmesi projede güç bazında problemlere sebep olmuş, bu problemler projenin ana güç kaynağı olan 12 Volt Li-on pil çıkışına bağlantısı yapılan iki adet birbirine paralel bağlı 5 Volt voltaj düşürücü regülatör kartı ile voltaj ve akım stabilizasyonu sağlanarak çözülmüştür(Raspberry Pi Ltd, 2025). Bu durum tek bir Li-on pil kaynağından eş zamanlı olarak Raspberry Pi 5 bilgisayar ve 12 Volt girişe sahip L298n motor sürücüyü beslemeye olanak sağlayarak projede güç yönetimini ve proje üzerindeki donanım yerleşimini daha verimli hale getirmiştir(STMicroelectronics, 2000). Şekil 1 ve Şekil 2'de araç görüntüsü ve genel sistem yerleşimine yer verilmiştir.

**Tablo 14.**Proje Bileşenleri ve Görevleri

| Donanım | Görevi |
|---|---|
| Raspberry Pi 5 | Görüntü işleme, aracın karar verme algoritmasını gerçekleme |
| Logitech Web Kamerası | Gerçek zamanlı görüntü alma |
| L298n | Motorların hız ve yön kontrolü için motor sürücü |
| Mobil araç platformu | Sistemin kurulu olduğu 4 adet DC motordan oluşan |

| | |
|---|---|
| 3S 12.6V Li-On Pil | platform |
| | Sistemin güç kaynağı |



**Şekil 15.**Trafik Levhalarına Duyarlı Otonom Araç



**Şekil 2.**Trafik Levhalarına Duyarlı Otonom Araç

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan testlerde araç maket yol üzerinde yaklaşık %90 doğruluk oranında şerit tespitini gerçekleştirmiştir. Araç virajları başarılı bir şekilde algılayabilmiş fakat viraj sertliğine göre

yaklaşık %30hata payı ile virajları tamamlayamama eğilimi göstermiştir. Donanımın işleme ve harekete geçme süresi araçların virajlarda hata yapmasına sebep olabilmektedir.

Sistem trafik levhası algılamada %80 doğruluk oranında tespit yapmış ve karar algoritmasını yaklaşık %90 bir başarı oranında başarıyla çalıştırmıştır. Aracın trafik levhası ve yol şeritlerini algılaması için kameranın araç üzerindeki konumu yapılan denemeler sonucunda değişkenlik göstermiştir. Bu denemeler sonucunda aracın trafik levhalarını ve şeritleri aynı anda algılayıp işleyebildiği en verimli konum seçilerek kamera yerleşimi yapılmıştır. Araç hareketi sırasında kameranın bulanıklaşması, aracın yol üzerindeki birden fazla şeridi algılaması gibi gerçek zamanlı görüntü işlemede oluşan sorunlar morfolojik görüntü işleme yöntemleri ile minimize edilmiştir(OpenCV Team, 2025).

**KAYNAKLAR**


- OpenCV Team, (2025). *OpenCV: MorphologicalTransformations*, [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: https://docs.opencv.org/4.x/d9/d61/tutorial_py_morphological_ops.html (Erişim Tarihi: Nisan 2026).
- Raspberry Pi Ltd, (2025). *Raspberry Pi 5 Documentation*, [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi-5.html (Erişim Tarihi: Nisan 2026).
- STMicroelectronics, (2000). *L298 Dual Full-Bridge Driver Datasheet*, [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: https://www.st.com/resource/en/datasheet/l298.pdf (Erişim Tarihi: Nisan 2026).
- Ultralytics, (2023). *YOLOv8 OfficialDocumentation*, [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: https://docs.ultralytics.com/ (Erişim Tarihi: Nisan 2026).

YYBB 26YYBB72378

# YAKIN KIZILÖTESİ TABANLI TAŞINABİLİR DAMAR GÖRÜNTÜLEME VE PROJEKSİYON SİSTEMİ

***Aysel Banu TEKDAMAR, Barış KOKULU***

***Danışman: Prof. Dr. Erkan ÜLKER***

*f221213006@ktun.edu.tr; f221213032@ktun.edu.tr; eulker@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Kan alma, damar yolu açma, ilaç enjeksiyonu gibiminimal invaziv işlemlerde ilk girişim başarısızlık oranları yetişkinlerde %40, çocuklarda ise %65 seviyelerine kadar çıkmaktadır(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). Bu kritik sorunu çözmek amacıyla, sağlık çalışanlarına minimal invaziv işlemlerinde yüksek doğruluklu görsel rehberlik sağlayan, yakın kızılötesi (NIR) tabanlı taşınabilir bir damar görüntüleme sistemi geliştirilmiştir. Cihaz, NIR sensörlerden gelen verileri gelişmiş görüntü işleme mimarileriyle analiz ederek damar ağ yapısını tespit eder ve doğrudan hastanın cildine eşzamanlı olarak yansıtır. Mevcut sistemlerin yüksek maliyetleri, bu teknolojinin klinik ortamdaki erişilebilirliğini ciddi anlamda düşürmektedir. Geliştirilen sistem, insan gözü ile görülmeyen damarları görme yeteneği ve maliyet etkin yapısıyla zorlu damar yapılarında dahi işlem başarısını artırmayı, zaman kaybı ve tıbbi malzeme israfının önüne geçmeyi hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Damar Görüntüleme, Görüntü İşleme, Medikal Teknoloji, Tıbbi Cihaz, Yakın Kızılötesi

**ABSTRACT**

In minimally invasive procedures such as blood drawing, intravenous access, and drug injection, first-attempt failure rates reach up to 40% in adults and 65% in children (Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). To address this critical issue, a near-infrared (NIR) based portable vein imaging system was developed to provide healthcare professionals with high-accuracy visual guidance. By analyzing data from NIR sensors through advanced image processing architectures, the device detects the vascular network structure and projects it directly onto the patient's skin in real time. The high costs of existing systems severely limit the clinical accessibility of this technology. With its cost-effective design and capability to visualize veins invisible to the naked eye, the developed system aims to increase procedural success even in challenging vascular structures, while preventing time loss and medical supply waste.

**Keywords:** Image Processing, Medical Device, Medical Technology, Near Infrared, Vein Imaging

## 1. GİRİŞ

Kan alma, damar yolu açma, ilaç enjeksiyonu gibi minimal invaziv işlemler, hastanede yatan hastaların %70'ine uygulanan en temel klinik prosedürlerdendir(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; Sou vd., 2017). Ancak bu işlemler,özellikle pediatrik hastalar(Chu vd., 2023), obez bireyler (Fields vd., 2014), koyu

ten rengine sahip kişiler(Jacobson ve Winslow, 2005) ve uzun süreli tedavi gören onkoloji hastaları(Kuensting vd., 2009) gibi damar görünürlüğü düşük kişiler için bir travma kaynağı haline gelebilmektedir. Çeşitli zorluklar nedeniyle damar tespitinin yapılamaması, ilk girişim başarısızlık oranlarını yetişkinlerde %40, çocuklarda ise %65 gibi kritik seviyelere çıkarmaktadır. Başarısız her deneme, hastada ağrı ve doku zedelenmesine yol açarken, sağlık personeli üzerinde stres oluşturmakta ve klinik işleyişte verimsizliğe neden olmaktadır(Lapostolle vd., 2007). Ayrıca, tekrarlanan girişimler tıbbi sarf malzeme kullanımını artırarak sağlık bütçesine ek yük getirmekte ve iğne batması kaynaklı bulaşıcı hastalık risklerini tetiklemektedir.

Günümüzde bu soruna çözüm sunan ithal görüntüleme sistemleri(Pan vd., 2019) bulunsa da bu cihazların yüksek maliyetleri birinci basamak sağlık kuruluşlarında, ambulanslarda ve kırsal bölgelerdeki kliniklerde erişilebilirliği büyük ölçüde kısıtlamaktadır. Mevcut sistemlerin birçoğu ise ham görüntüyü analiz etmeden yansıtan sadece led dizisi ile aydınlatma veya temel projeksiyon gibi pasif optik düzeneklerden ibarettir. Bu çalışma, söz konusu tıbbi ihtiyacı karşılamak üzere yerli imkanlarla kurgulanmış; maliyet engeline takılmayan, taşınabilir ve ham veriyi işleyerek gerçek zamanlı olarak netleştiren akıllı bir görüntüleme sistemi sunmaktadır. Sistemin temel motivasyonu, teknolojik erişilebilirliği artırarak invaziv müdahale süreçlerini standartlaştırmak ve hasta konforunu arttırmaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kızılötesi dalga boyunda ışıma yapan NIR LED dizileri uygulama bölgesini homojen biçimde aydınlatır(Mansoor vd., 2013); doku yüzeyinden yansıyan fotonlar, NoIR Camera v3 lensi önüne entegre edilen dar bantlı optik filtrelerden geçirilir. Çevresel ışık kirliliğini ve hedef spektrum dışındaki parazitleri donanım düzeyinde eleyen bu süzgeç mekanizması, yalnızca vasküler absorpsiyon verisinin Raspberry Pi 5 ana kontrol birimine ulaşmasını güvence altına alır.

Sisteme aktarılan ham görüntü, damar ağını çevre dokudan yüksek kontrastla izole eden karmaşık ve özgün bir yazılım mimarisinde işlenir. Vasküler hatların netliği ve anatomik sürekliliği bu yazılım katmanının temel çıktısıdır; cilt pigmentasyonu veya doku kalınlığındaki farklılıkların getirdiği optik değişkenlikler algoritmik olarak tolere edilerek yansıtılmaya hazır dijital bir damar haritası oluşturulur. Bu işlemler birçok iş parçacığı üzerinden paralel olarak gerçekleştirilerek gecikmeler önlenir.

Kamera sensörü ile projeksiyon ünitesi fiziksel uzayda farklı açılarda konumlandığından, üretilen dijital haritanın ham haliyle deri üzerine projekte edilmesi geometrik bozulmayla sonuçlanır. Bu sapmayı ortadan kaldıran homografi tabanlı koordinat eşleme algoritması, iki donanım birimi arasındaki perspektif ve eksen farklılıklarını matematiksel bir dönüşüm matrisiyle düzeltir. Kalibrasyon hesaplamalarının tamamlanmasıyla vasküler harita projeksiyon modülüne iletilir ve hastanın cilt yüzeyine projekte edilen dijital damar hatları deri altındaki gerçek anatomik konumlarlaçakışır. Görüntüleme ve yansıtma süreçleri donanım hızlandırmalı bir veri yolu üzerinden senkronize yürütüldüğünden, kullanıcıya operasyonel gecikme yaşatılmaksızın eşzamanlı görsel rehberlik sunulur.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Farklı yaş grupları, ten renkleri ve değişken vücut kitle indeksine sahip bireylerüzerinde gerçekleştirilen uygulama testlerindederin dokulardaki vasküler ağların çevre dokudan yüksek kontrastla izole edilerek cilt yüzeyine örtüşümlü biçimde yansıtıldığı doğrulanmıştır. Kamera sensörü ve projeksiyon ünitesi arasındaki geometrik sapmaları elimine eden koordinat eşleme yazılımının hizalama performansı obezite ve pediatrik darlıkgibi zorlu damar yapılarında da korunmuştur.

Geliştirilen sistemin özgün yazılım mimarisi, doku özelliklerindeki farklılıkları algoritmik olarak tolere ederek değişen fizyolojik koşullarasağlamaktadır. Yerli üretim ve entegrasyon ile elde edilen maliyet avantajı, teknolojiyi birinci basamak sağlık birimlerinden ambulanslara kadar geniş bir klinik alanda erişilebilir kılmaktadır.

Elde edilen bulgular, sistemin ilk girişim başarı oranlarını olumsuz etkileyen temel nedeni olan damar yapısının görsel olarak tespit edilememesininortadan kaldırdığını göstermektedir. Sağlık personeline müdahale anında sağlanan kesintisiz görsel rehberlik, başarısız girişimlerden kaynaklanan doku travması, malzeme israfı ve operasyonel yük üzerinde doğrudan azaltıcı bir etki yaratması hedeflenmektedir. Tıbbi erişilebilirliği maliyet kısıtı olmaksızın yaygınlaştıracak bu yerli çözüm, klinik süreçlerin standardizasyonuna özgün bir katkı sunacaktır.



**Şekil 16.**Kol Üzerinde Damar Projeksiyon Görüntüsü

## TEŞEKKÜR

Bu proje TÜBİTAK 1812 Yatırım Tabanlı Girişimcilik Destek Programı kapsamında desteklenmektedir. Destekleri için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Australian Commission on Safety and Quality in Health Care (2021). Management of Peripheral Intravenous Catheters Clinical Care Standard, 1-76, Sydney.
- Chu, C. H., Liu, C. C., Lai, C. Y., Chen, Y. C., Tien, C. H., Hsieh, K. H., vd. (2023). New dimension on potential factors of successful pediatric peripheral intravenous catheterization, Pediatrics & Neonatology, 64, 1, 19-25.
- Fields, J. M., Piela, N. E., Au, A. K. ve Ku, B. S. (2014). Risk factors associated with difficult venous access in adult ED patients, The American Journal of Emergency Medicine, 32, 10, 1179-1182.

- Jacobson, A. F. ve Winslow, E. H. (2005). Variables influencing intravenous catheter insertion difficulty and failure: An analysis of 339 intravenous catheter insertions, Heart & Lung, 34, 5, 345-359.
- Kuensting, L. L., DeBoer, S., Holleran, R., Shultz, B. L., Steinmann, R. A. ve Venella, J. (2009). Difficult Venous Access in Children: Taking Control, Journal of Emergency Nursing, 35, 5, 419-424.
- Mansoor, M., Sravani, S. N., Naqvi, S. Z., Badshah, I. ve Saleem, M. (2013). Real-time low cost infrared vein imaging system, 2013 International Conference on Signal Processing, Image Processing & Pattern Recognition, Coimbatore- Hindistan.
- Lapostolle, F., Catineau, J., Garrigue, B., Monmarteau, V., Houssaye, T., Vecci, I., vd. (2007). Prospective evaluation of peripheral venous access difficulty in emergency care, Intensive Care Medicine, 33, 1452–1457.
- Pan, C. T., Francisco, M. D., Yen, C. K., Wang, S. Y. ve Shiue, Y. L. (2019). Vein Pattern Locating Technology for Cannulation: A Review of the Low-Cost Vein Finder Prototypes Utilizing near Infrared (NIR) Light to Improve Peripheral Subcutaneous Vein Selection for Phlebotomy, Sensors, 19, 16, 3573.
- Sou, V., McManus, C., Mifflin, N., Frost, S. A., Ale, J. ve Alexandrou, E. (2017). A clinical pathway for the management of difficult venous access, BMC Nursing, 16, 64.

YYBB 26YYBB72258

# ADRAS: AKTİF ÖĞRENME TABANLI BEYİN TÜMÖRÜ SINIFLANDIRMA, SEGMENTASYON VE OTONOM RAPORLAMA SİSTEMİ

***Emine Zeynep ŞİMŞEK***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali UYMAZ***

*f221220015@ktun.edu.tr ; sauymaz@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği,Bilgisayar ve Bilişim BilimleriFakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, literatürde kabul görmüş BRISC 2025 veri seti üzerinde eğitilmiş, derin öğrenme tabanlı bir beyin tümörü sınıflandırma ve web tabanlı raporlama sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen Akıllı Doktor Raporlama ve Analiz Sistemi (ADRAS), ResNet-50 mimarisi ile dört hedef tümör sınıfını 0.98 F1 skoru ile sınıflandırırken; U-Net Pro mimarisi ile lezyon sınırlarını piksel bazında tespit ederek orijinal MR kesiti üzerinde zümrüt yeşili bir maske ile işaretlemektedir. Sisteme entegre edilen dinamik güven eşiği mekanizması sayesinde yüksek güvenilirlikli analizler, T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) modeli aracılığıyla akıcı Türkçe klinik raporlara dönüştürülmekte ve otomatik onaylanmaktadır. Güven eşiğinin altında kalan vakalar ise inceleme statüsüyle uzman kontrolüne yönlendirilmektedir. Sistemin statik yapısını kırmak adına, onaylanan her 10 yeni veride bir arka planda aktif öğrenme döngüsü tetiklenerek modelin sürekli güncellenmesi sağlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif öğrenme, beyin tümörü segmentasyonu, derin öğrenme,dinamik güven eşiği, doğal dil üretimi,

**ABSTRACT**

In this project, a deep learning-based brain tumor classification and web-based reporting system trained on the widely accepted BRISC 2025 dataset has been developed. The developed Smart Doctor Reporting and Analysis System (ADRAS) classifies four target tumor classes with an F1 score of 0.98 using the ResNet-50 architecture, while identifying lesion boundaries at the pixel level via the U-Net Pro architecture and marking them with an emerald green mask on the original MRI slice. Thanks to the integrated dynamic confidence threshold mechanism, highly reliable analyses are transformed into fluent Turkish clinical reports using the T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) model and automatically approved. Cases below the confidence threshold are directed to expert review under a pending status. To break the static nature of the system, an active learning loop is triggered in the background for every 10 newly approved data points, ensuring continuous model updates.

**Keywords:** Active learning, brain tumor segmentation, deep learning,dynamic confidence threshold natural language generation,

## 1. GİRİŞ

Kafatası içinde yer alan beyin tümörleri, hızlı ve doğru teşhis edilip segmente edildiğinde hastanın erken dönemde uygun tedavi alarak iyileşme şansını doğrudan artıran kritik sağlık sorunlarıdır (Polat, 2022). Günümüzde beyin tümörü MR görüntülerinin otomatik

sınıflandırılmasında, ResNet-50 gibi derin evrişimli sinir ağları (CNN) kullanılmakta ve bu modeller klasik CNN mimarilerine göre çok daha üstün başarılar sağlamaktadır(Uysal ve Erkan, 2023; Ali vd., 2025). Sınıflandırmaya ek olarak, tümör bölgesinin sınırlarının net bir şekilde çizilmesi işlemini gerçekleştiren sadeleştirilmiş U-Net mimarileri, segmentasyon görevini yüksek doğrulukla gerçekleştirerek hastalık tanısında uzmanlara büyük kolaylık sunmaktadır (Boehringer vd., 2023). Tıbbi görüntülemeden elde edilen sayısal sonuçların hekimlerin doğrudan kullanabileceği klinik raporlara dönüştürülmesinde ise Doğal Dil Üretimi (NLG) devreye girmektedir(Wang vd., 2021). Özellikle ClinicalT5 gibi üretken dil modelleri, geleneksel kelime çıkarma algoritmalarının ötesine geçerek tıbbi terminolojiyi koruyan bütüncül ve tutarlı radyoloji raporları üretebilmektedir(Lu vd., 2022). Bu çalışmada, model güven skoruna dayalı otomatik radyoloji raporu oluşturma mantığı aktif öğrenme iş akışıyla birleştirilmiş ve klinikte hekim kontrolünü merkeze alan kapsamlı bir Akıllı Doktor Raporlama ve Analiz Sistemi (ADRAS) geliştirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1.Veri Seti ve Ön İşleme

Projenin eğitim materyali olarak BRISC 2025 veri seti kullanılmıştır(Fateh vd., 2025). Görüntüler üzerinde gürültü azaltma, keskinleştirme, CLAHE ve normalizasyon işlemleri Pillow ve OpenCV kütüphaneleriyle uygulanmış olup bellek optimizasyonu için veriler uçtan uca PyTorch tensörleri üzerinden işlenmiştir(Halloum ve Ez-Zahraouy, 2024).

### 2.2.Model Mimarileri

Sınıflandırma aşamasında ImageNet ön-eğitimli ResNet-50 modeli Focal Loss fonksiyonu ile optimize edilmiştir. Segmentasyon işlemleri için gelişmiş U-Net Pro mimarisi kullanılmış, Doğal Dil Üretimi (NLG) aşamasında ise yerel olarak eğitilmiş T5 modeli kural tabanlı bir fallback (yedek) mekanizmasıyla sisteme entegre edilmiştir.

### 2.3.Aktif Öğrenme ve Web İş Akışı

Sistem, Python Flask çatısı ve MSSQL veritabanı kullanılarak kurumsal bir mimariye taşınmıştır. Geliştirilen Dinamik Güven Eşiği mekanizmasıyla, hekimin belirlediği eşiğin üzerinde güven skoruna sahip vakalar otomatik onaylanırken (AUTO_GENERATED), altında kalanlar incelemeye (PENDING_REVIEW) gönderilir. Uzman tarafından onaylanan her 10 yeni veride bir, aktif öğrenme döngüsü tetiklenerek model arka planda yeniden eğitilmektedir.

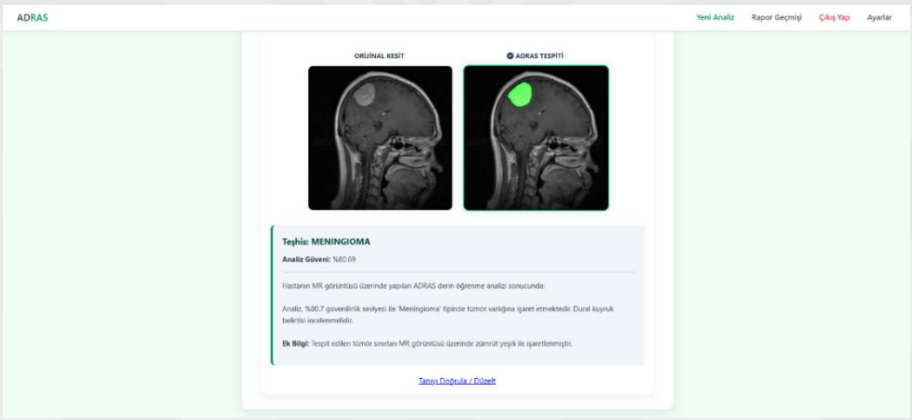
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen ResNet-50 modeli, BRISC 2025 test setinde 0.98 F1 Skoru ile yüksek bir başarım sergileyerek dört hedef beyin tümörü sınıfını başarıyla ayırt etmiştir. Etiketleme maliyetini ve uzman iş yükünü düşürmek amacıyla uygulanan havuz tabanlı aktif öğrenme sürecinde, entropi metriğine göre modelin en belirsiz olduğu 50 örnek üzerinden 10 turluk iteratif iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Bu strateji sonucunda, veri setinin yalnızca çok küçük bir kısmı etiketlenerek %91.8'lik bir başlangıç test doğruluğuna ulaşılmış ve sistemin veri verimliliği akademik olarak kanıtlanmıştır.

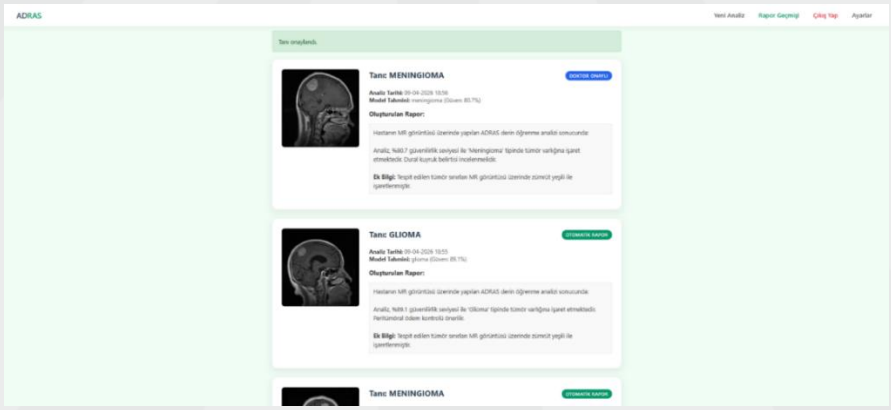
Sınıflandırma başarısına ek olarak, sisteme entegre edilen U-Net Pro mimarisi sayesinde tümör lezyonlarının sınırları piksel hassasiyetinde tespit edilmiştir. ADRAS web platformu arayüzünde, hastaya ait orijinal MR kesiti ve yapay zeka tarafından zümrüt yeşili maske ile boyanmış segmentasyon çıktıları yan yanasunularak radyologların klinik değerlendirme süreçleri görsel olarak desteklenmiş ve hızlandırılmıştır.

Sistemin en önemli klinik çıktılarından biri, otonom yapay zeka analizleri ile hekim inisiyatifini dengeleyen "Dinamik Güven Eşiği" mekanizmasının başarıyla çalıştırılmasıdır. Modelin ürettiği tahmin güveni uzmanın belirlediği eşik değerinin üzerinde olduğunda; sisteme entegre edilen ve ince ayarı (fine-tuning) yapılan T5 modeli devreye girerek, sayısal çıktıları klinik standartlara uygun akıcı Türkçe radyoloji raporlarına dönüştürmüş ve vakaları otonom olarak onaylamıştır.

Eşik değerinin altında kalan şüpheli vakalar ise doğrudan manuel kontrole yönlendirilmiştir. Hekim tarafından onaylanan vakalarla desteklenen ve her 10 veride bir arka planda otonom olarak tetiklenen artımlı eğitim mekanizması, sistemin tanılama başarısını sürekli olarak iyileştirdiğini göstermiştir. Sonuç olarak ADRAS, yalnızca basit bir sınıflandırma algoritması olmanın ötesine geçerek; otonom tanı, segmentasyon ve raporlama süreçlerini hekim kontrolüyle birleştirengüvenilir bir klinik karar destek sistemine dönüşmüştür.




**Şekil 1.** ADRAS Analiz Ekranında U-Net Pro Segmentasyon Tespiti Ve Otonom Raporlama Çıktısı




**Şekil 2.** Dinamik Akışa Göre Hekim Onaylı Ve Otonom RaporlarınListelendiği Rapor Geçmişi Paneli

YYBB 26YYBB72258

**TEŞEKKÜR**

Bu projenin her aşamasında değerli yönlendirmeleriyle bana destek olan danışman hocam Doç. Dr. Sait Ali UYMAZ'a teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**


- Ali, R. R. vd., (2025). Learning Architecture for Brain Tumor Classification Based on Deep Convolutional Neural Network: Classic and ResNet50, Diagnostics, 15, 5, 624.
- Boehringer, A. S. vd., (2023). An active learning approach to train a deep learning algorithm for tumor segmentation from brain MR images, European Radiology Experimental, 7, 1.
- Fateh, A. vd., (2025). BRISC: Annotated dataset for brain tumor segmentation and classification, arXiv.
- Halloum, K. ve Ez-Zahraouy, H., (2024). Enhancing medical image classification through transfer learning and CLAHE optimization, Current Medical Imaging, 20, 6.
- Lu, Q. vd., (2022). ClinicalT5: A generative language model for clinical text, Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2022, 5436-5443.
- Polat, Ö., (2022). Brain tumor segmentation with simplified U-Net architecture, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11, 4.
- Uysal, F. ve Erkan, M., (2023). Evrişimsel Sinir Ağları Temelli Derin Öğrenme Modelleri Kullanılarak Beyin Tümörü Manyetik Rezonans Görüntülerinin Sınıflandırılması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi.
- Wang, Y. vd., (2021). Trust It or Not: Confidence-Guided Automatic Radiology Report Generation, arXiv.

YYBB 26YYBB72317

# GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME TABANLI, DOSTDÜŞMAN AYRIMI YAPABİLEN TOPLUMSAL OLAYLARA OTONOM MÜDAHALE SİSTEMİ

***Furkan OKUYAN, Muhammet Talha DUMAN***

***Danışman: Doçent Dr. Ersin KAYA***

*f250101049@ktun.edu.tr;f250101103@ktun.edu.tr; ekaya@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, KONYA*

**ÖZET**

Bu proje kapsamında toplumsal olaylara müdahale, kritik tesis güvenliği ve acil durum yönetiminde insan gücüne bağımlılığı azaltan otonom bir akıllı taret sistemi geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Sabit altyapı üzerinde çalışan sistem, derin öğrenme algoritmaları ile gerçek zamanlı hedef tespiti ve dost düşman sınıflandırması yapmaktadır. Projenin en özgün değeri lazer sensörlerle mesafe ölçümü yaparak su basıncını otonom ayarlayan adaptif kontrol mekanizmasıdır. Bu sayede yakın hedeflere zarar vermeden caydırıcı basınç uygulanırken uzak hedeflere veya yangınlara yüksek basınçla etkin müdahale edilmektedir. Hedef takibi oransal integral türev kontrol algoritması ve kinematik hesaplamalar ile maksimize edilmiştir. Çok fonksiyonlu tasarlanan sistem otonom sokak temizliği ve yangın söndürme görevlerini de üstlenebilmektedir. Sonuç olarak personel riskini en aza indiren, müdahale maliyetlerini düşüren, yerli ve ticarileşebilir bir prototip ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, Otonom Taret, PID Kontrol, Toplumsal Olaylara Müdahale.

**ABSTRACT**

This project aims to develop an autonomous smart turret system that reduces reliance on human labor in responding to social unrest, ensuring critical facility security, and managing emergencies. Operating on a fixed infrastructure, the system utilizes deep learning algorithms for real-time target detection and friend-or-foe classification. The project's most unique feature is its adaptive control mechanism, which autonomously adjusts water pressure by measuring distances using laser sensors. This allows for deterrent pressure to be applied to nearby targets without causing damage, while effectively responding to distant targets or fires with high pressure. Target tracking is maximized using a proportional integral derivative control algorithm and kinematic calculations. Designed for multi-functionality, the system can also undertake autonomous street cleaning and firefighting tasks. In conclusion, a domestically produced and commercially viable prototype has been developed that minimizes personnel risk and reduces intervention costs.

**Keywords:**Autonomous Turret, Deep Learning, Image Processing, PID Control, Responseto Social Events.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde toplumsal olaylara müdahale, kritik tesis güvenliği ve yangın gibi acil durum yönetimi süreçleri, büyük oranda insan gücüne ve konvansiyonel müdahale araçlarına

dayanmaktadır. Ancak, mevcut çözümlerden biri olan TOMA ve benzeri mobil araçlar, özellikle dar sokaklarda ve engebeli arazilerde manevra kabiliyeti kısıtlılığı yaşamaktadır. Bu durum, güvenlik güçleri ile göstericileri doğrudan karşı karşıya getirerek fiziksel yaralanma riskini artırmakta ve insan kaynağının verimsiz kullanımına yol açmaktadır. Ayrıca, yangın hidrantları gibi mevcut pasif sistemlerin manuel operasyon gerektirmesi, müdahale sürelerinde gecikmelere ve güvenlik zafiyetlerine neden olmaktadır.

Bu projenin temel araştırma sorusu; görüntü işleme ve derin öğrenme teknolojileri kullanılarak, personel riskini minimize eden ve farklı senaryolara (asayiş, yangın, temizlik) otonom uyum sağlayabilen bir savunma mimarisinin nasıl oluşturulacağıdır. Literatürde nesne tespiti üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, düşük gecikme süresi ve yüksek doğruluk oranı sunan YOLO (YouOnlyLookOnce) mimarisinin gerçek zamanlı sistemler için en optimize çözümlerden biri olduğu görülmektedir**(Redmon vd., 2016)**. Tespit edilen hedeflerin kararlı bir şekilde takibi ve taret mekanizmasının pürüzsüz kilitlenmesi için ise modern kontrol mühendisliğinin temel taşı olan PID (Oransal-İntegral-Türev) algoritmaları kritik öneme sahiptir (Ogata, 2010). Hareketli hedeflere yönelik isabet oranını artırmak amacıyla, sıvının havada izleyeceği yolun balistik ve kinematik formüllerle hesaplanması gerekmektedir (Serway ve Jewett, 2018).

**Görüntü İşleme ve Derin Öğrenme Tabanlı, Dost/Düşman Ayrımı Yapabilen Toplumsal Olaylara Otonom Müdahale Sistemi** projesi, literatürdeki bu teknikleri hibrit bir yapıda birleştirerek önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Projenin özgün değerini oluşturan en önemli unsur, lazer sensörlerle ölçülen mesafeye bağlı olarak su basıncını otonom regüle eden adaptif kontrol mekanizmasıdır. Bu mekanizma, yakın mesafede caydırıcı ve zarar vermeyen, uzak mesafede ise etkin müdahale sağlayan orantılı güç kullanımını teknolojik olarak garanti altına almaktadır.

Bu çalışma; kamu güvenliğinde personel riskini minimize etmek, müdahale maliyetlerini düşürmek ve akıllı şehir sistemlerine entegre edilebilir, yerli ve özgün bir prototip ortaya koymak amacıyla gerekli görülmüştür. Geliştirilen sistemin sadece bir savunma aracı olarak değil, aynı zamanda otonom sokak temizliği ve erken yangın söndürme istasyonu olarak görev yapabilen çok fonksiyonlu yapısı, projenin toplumsal ve teknolojik yaygın etkisini artırmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada otonom hedef tespiti, takibi ve fiziksel müdahale yeteneklerine sahip taret prototipinin materyal ve yöntemleri aşağıda sınıflandırılmıştır.

### 2.1. Donanım ve Materyaller

Derin öğrenme algoritmalarının gerçek zamanlı çalışması için ana işlem birimi olarak Raspberry Pi 4 (4GB) veya geliştirme sürecini hızlandırmak amacıyla Intel i7 işlemcili ve NVIDIA RTX 3050 donanımlı bir sistem kullanılacaktır (Raspberry Pi Foundation, 2023). Görsel tespit kamera modülüyle, mesafe ölçümü ise düşük gecikmeli Lazer Mesafe Sensörü (ToF) ile yapılacaktır. Taretin Pan/Tilt hareketi MG996R metal dişli servo motorlarla, su tahliyesi ise 12V diyaframlı pompayla sağlanacaktır. Kontrol süreçleri

Arduino üzerinden motor sürücü modülleriyle yönetilecek; mekanik aksam 3D yazıcıyla üretilecektir.

### 2.2. Yazılım Mimarisi ve Görüntü İşleme

Yazılım altyapısı Python ve OpenCV ile geliştirilecektir (Bradski ve Kaehler, 2008). Hedeflerin gerçek zamanlı tespiti ve "Dost/Düşman" sınıflandırması için düşük gecikmeli YOLOv8-Nano modeli kullanılacaktır (Jocher vd., 2023). Hareketli hedeflerin takibi ve kamera titreşimlerinin filtrelenmesi DeepSORT veya Kalman Filtresi ile sağlanacaktır.

### 2.3. Kinematik Konum Tahmini ve Önleme Ateşi

Sistemin hareketli hedeflere yüksek isabet oranıyla müdahale edebilmesi için "önleme ateşi (deflectionshooting)" matematiksel modelinin koda dökülmesi hedeflenmektedir. Atılacak sıvının namludan çıkış hızı (v), lazer sensörden alınan mesafe (d) ve yerçekimi ivmesi (g) dikkate alınarak balistik formüllerle sıvının havada kalma süresi (t_{uçuş}) hesaplanacaktır.

### 2.4. Adaptif Basınç ve Oransal Kontrol (PID) Algoritması

Sistemin kontrolcü yazılımında, hedef takibini ve müdahale şiddetini otonom olarak yönetecek bir PID (Oransal-İntegral-Türev) kontrol algoritması görev alacaktır. Bu kontrolcü temel olarak şu işlemleri gerçekleştirecektir:

**Pürüzsüz Taret Kilitlenmesi:**Servo motorların hedefe yönelirken hedefi aşarak salınım yapmasını (overshoot / kafa sallama) engelleyip, yumuşak ve kilitli bir takip sağlayacaktır.

**Adaptif Basınç Yönetimi:** Lazer mesafe sensöründen alınan konum verisine bağlı olarak hedefin uzaklığı hesaplanacak ve su pompasının basıncı, PID kontrolcüsü aracılığıyla PWM sinyalleri veya Solenoid Valf kullanılarak regüle edilecektir. Bu sayede, yakın mesafedeki hedeflere zarar vermeyecek bir basınç uygulanırken, uzak hedeflere veya yangın noktalarına yüksek basınçla müdahale edilebilecektir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, toplumsal olaylara ve acil durumlara otonom müdahale edebilen taret sisteminin kavramsal tasarımı ve sistem mimarisi başarıyla oluşturulmuştur. Fiziksel prototip üretimi öncesinde, sistemin gerçek zamanlı performans sağlayabilmesi için gereken donanım bileşenleri literatür ve teknik gereksinimler doğrultusunda belirlenmiş ve elde edilecek teorik sonuçlar üzerinden sistemin uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Sistemin kalbini oluşturan tespit, takip ve müdahale algoritmalarının gecikmesiz çalışabilmesi, doğru donanım seçimine doğrudan bağlıdır. Bu bağlamda, projede kullanılması planlanan temel bileşenler ve seçim gerekçeleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 15. Donanım Seçimi Gerekçesi ve Entegrasyon**

| BİLEŞEN | SEÇİM GEREKÇESİ | KULLANILACAK TEKNOLOJİLER |
|---|---|---|
| İşlemci Ünitesi (Beyin) | Derin öğrenme çıkarımlarını (inference) gerçek zamanlı ve gömülü olarak gerçekleştirmek için yüksek paralel işlem gücü. | NVIDIA Jetson Nano/Xavier veya Raspberry Pi 4/5 (GPU |

| | | |
|---|---|---|
| | | hızlandırmalı) |
| Aktüatörler (Hareket) | Yüksek tork, geri tepme kuvvetine dayanıklılık ve minimum boşluk (backlash) ile hassas açı kontrolü. | Endüstriyel Sınıf veya Metal Dişli Servo Motorlar (Pan/Tilt) |
| Mesafe Algılama | Kinematik hesaplamanın temel girdisi olan mesafeyi yüksek hız ve doğrulukla sağlamak. Ultrasonik sensörlerin yavaş tepkime süresi ve düşük çözünürlüğü nedeniyle elenmiştir. | Lazer Mesafe Sensörü (ToF) veya Stereo Görüntü İşleme (Derinlik Haritası) |
| Hidrolik Kontrol | Sıvı akışının anlık başlatılıp durdurulması ve debi/basıncın yazılımla kontrol edilebilirliği. | Hızlı Tepkili Solenoid Valf (Aç/Kapa) veya PWM Kontrollü Pompa (Basınç Regülasyonu) |

## KAYNAKLAR


- Bradski, G. ve Kaehler, A., (2008). Learning OpenCV: ComputervisionwiththeOpenCVlibrary, O'Reilly Media.
- Jocher, G. vd., (2023). Ultralytics YOLO (Version 8.0.0) [Bilgisayar Yazılımı], https://github.com/ultralytics/ultralytics
- Ogata, K., (2010). Modern controlengineering (5th ed.), PrenticeHall.
- Raspberry Pi Foundation, (2023). Raspberry Pi 4 Model B Technical Specifications, https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/
- Redmon, J. vd., (2016). Youonlylookonce: Unified, real-time objectdetection, Proceedings of the IEEE Conference on ComputerVisionandPatternRecognition (CVPR), 779-788.
- Serway, R. A. ve Jewett, J. W., (2018). Physicsforscientistsandengineerswith modern physics (10th ed.), Cengage Learning.

# CIFTCIAPP

***Bedir Ağdemir, Adem Turgut,***

***Arş. Gör. Mahmut Karaaslan***

*f221220065@ktun.edu.tr; f221220033@ktun.edu.tr; mkaraaslan@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42100, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, kırsal bölgelerde internet erişiminin kısıtlı olduğu veya hiç bulunmadığı senaryolarda çiftçilere uzman düzeyinde tarımsal danışmanlık sağlamak amacıyla geliştirilen "CiftciApp" projesini detaylandırmaktadır. Proje, yapay zeka teknolojilerindeki son gelişmeleri, özellikle Büyük Dil Modelleri (LLM) ve Bilgi Geri Getirme ile Zenginleştirilmiş Üretim (RAG) mimarisini, düşük donanımlı mobil cihazlarda çevrimdışı çalışabilecek şekilde optimize etmektedir. GGUF formatındaki kuantize edilmiş Qwen 2.5 ve Qwen 3.5 model aileleri üzerinde kurgulanan sistem, bitki hastalıkları teşhisi, gübreleme stratejileri ve sulama planlaması gibi kritik konularda gerçek zamanlı ve bilimsel temelli yanıtlar üretmektedir. Harita servisleri ve IoT veri entegrasyonu ile desteklenen uygulama, hassas tarım (precision agriculture) uygulamalarını küçük ölçekli üreticiler için erişilebilir kılmaktadır. Yapılan performans analizleri, cihaz üzerinde yerel olarak çalışan modellerin saniye başına token (TPS) değerlerinin kullanıcı deneyimi açısından yeterli olduğunu ve RAG mimarisinin bilgi doğruluğunu %95'in üzerine çıkardığını kanıtlamaktadır. CiftciApp, Türkiye'deki tarımsal dijitalleşme sürecinde karşılaşılan altyapı sorunlarına ve dijital uçuruma yenilikçi, düşük maliyetli ve sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler**: Akıllı Tarım, Bilgi Geri Getirme ile Zenginleştirilmiş Üretim (RAG), Çevrimdışı Yapay Zeka, GGUF, Yerel Büyük Dil Modelleri.

**ABSTRACT**

This study elaborates on the "CiftciApp" project, developed to provide expert-level agricultural consultancy to farmers in scenarios where internet access is limited or non-existent in rural areas. The project optimizes recent advancements in artificial intelligence, particularly Large Language Models (LLM) and Retrieval-Augmented Generation (RAG) architecture, to operate offline on low-end mobile devices. Built upon quantized Qwen 2.5 and Qwen 3.5 model families in GGUF format, the system generates real-time, scientifically grounded responses on critical issues such as plant disease diagnosis, fertilization strategies, and irrigation planning. Supported by map services and IoT data integration, the application makes precision agriculture practices accessible to small-scale producers. Performance analyses demonstrate that the tokens-per-second (TPS) values of models running locally on devices are sufficient for user experience, and the RAG architecture increases information accuracy to over 95%. CiftciApp offers an innovative, low-cost, and sustainable solution to infrastructure problems and the digital divide encountered in the agricultural digitalization process in Turkey.

**Keywords**: GGUF, Local Large Language Models, Offline Artificial Intelligence, Precision Agriculture, Retrieval-Augmented Generation (RAG).

## 1. GİRİŞ

Küresel gıda sistemleri, yirmi birinci yüzyılın ilk çeyreğinde eşi benzeri görülmemiş bir baskı altındadır. Bir yandan artan dünya nüfusunun gıda talebini karşılama zorunluluğu, diğer yandan iklim değişikliğinin tarımsal verimlilik üzerindeki yıkıcı etkileri, geleneksel tarım yöntemlerinin radikal bir dönüşüm geçirmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, "Akıllı Tarım" (Smart Farming) ve "Tarım 4.0" olarak kavramsallaştırılan süreç, dijital teknolojilerin tarımsal üretim döngüsüne entegrasyonunu ifade etmektedir. Ancak, bu teknolojilerin sahadaki yaygınlığı ve etkinliği, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve kırsal bölgelerde "dijital uçurum" (digital divide) olarak tanımlanan yapısal engellere takılmaktadır.

Büyük Dil Modelleri (LLM), doğal dil anlama ve karmaşık akıl yürütme yetenekleri ile bilgi transferinde yeni bir dönem başlatmıştır. Bu modeller, tarımsal literatürü, bilimsel makaleleri ve uzman raporlarını işleyerek çiftçilere anlaşılır ve uygulanabilir tavsiyeler sunma potansiyeline sahiptir. Ancak, genel amaçlı LLM'lerin en büyük zayıflığı, eğitim verilerinden kaynaklanan veya modelin olasılıksal doğası gereği ortaya çıkan "halüsinasyon" (gerçek dışı bilgi üretme) riskidir. Tarım gibi yanlış bir gübreleme veya ilaçlama tavsiyesinin ciddi ekonomik kayıplara ve çevresel zarara yol açabileceği bir alanda, bu risk kabul edilemezdir. Bu noktada devreye giren Bilgi Geri Getirme ile Zenginleştirilmiş Üretim (RAG) mimarisi, modeli güvenilir ve doğrulanmış bir dış bilgi kaynağına bağlayarak yanıtların bilimsel gerçeklerle uyumlu olmasını ve kaynak gösterilmesini sağlamaktadır.

CiftciApp, bu teknolojik gelişmeleri "uç bilgi işlem" (edge computing) paradigmasıyla birleştirerek, Qwen 2.5 gibi yüksek performanslı dil modellerini GGUF formatında mobil cihazlara entegre etmektedir. Sistemin yerel (offline) çalışması, hem veri gizliliğini en üst düzeyde korumakta hem de bağlantı sorunlarından etkilenmeden 7/24 kesintisiz hizmet sunmaktadır. Projenin teknik altyapısı, monorepo mimarisi üzerine kurgulanmış olup, React Native ile geliştirilen kullanıcı dostu bir arayüzü ve Python tabanlı gelişmiş bir veri işleme motorunu içermektedir. Ayrıca, harita servisleri aracılığıyla arazi verilerinin görselleştirilmesi ve kullanıcıya lokasyon bazlı tavsiyeler sunulması, sistemin bütünleşik bir tarımsal yönetim paneli işlevi görmesini sağlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje kapsamında monorepo mimarisi tercih edilmiştir. Teknik yığın; mobil tarafta React Native ve Expo, veri işleme ve opsiyonel sunucu bileşenleri için Python ve FastAPI'den oluşmaktadır.

Sistem, iki çalışma moduna sahip hibrit bir mimari üzerine kurulmuştur:

- **Tam Çevrimdışı Mod:** LLM, embedding ve sınırlı vektör veri tabanı doğrudan cihaz üzerinde çalışır ve internet gerektirmez.
- **Yerel Ağ Destekli Mod:** Daha büyük veri setleri için FastAPI ve Qdrant servisleri yerel sunucu/edge cihazda çalıştırılır.

Bu yapı, düşük donanımlı cihazlarda çalışabilirlik ile ölçeklenebilirliği birlikte sağlamaktadır.

### 2.1. Yerel LLM ve Optimizasyon

Sistemde, düşük bellek ayak izi ve yüksek akıl yürütme yeteneği nedeniyle **Qwen 2.5 (1.5B/4B)** model ailesi kullanılmıştır . Modeller, mobil cihazlarda çalışabilmesi için GGUF formatına dönüştürülmüş ve **Q4_K_M (4-bit)** yöntemiyle kuantize edilmiştir.Bu optimizasyon, model boyutunu %70 azaltırken doğruluğu korumaktadır.

### 2.2. RAG ve Vektör Veritabanı

Bilgi doğruluğu için kullanılan RAG süreci şu adımlardan oluşur :

1. **Veri Bankası:** Tarım Bakanlığı rehberleri ve akademik yayınlar semantik parçalara (chunks) bölünmüştür.

2. **Vektörleştirme:** Metinler Ollama (embeddinggemma) ile vektör uzayına aktarılmış ve **Qdrant** vektör veritabanında indekslenmiştir .

3. **Çıkarım:** Kullanıcı sorusu ile benzerlik taşıyan veriler cosine_similarity formülüyle çekilerek modele bağlam olarak sunulur.

### 2.3. Sistem Dağıtımı (Deployment)

Uygulama, **Docker** (Multi-stage build) kullanılarak konteynırize edilmiştir. **FastAPI** ile asenkron API hizmeti sağlanırken, zamanlanmış görevler (APScheduler) ve bildirimler (Expo SDK) entegre edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

CiftciApp'in performansı çıkarım hızı (TPS) ve doğruluk oranları üzerinden test edilmiştir.

**Tablo 1.** Farklı Donanımlarda Model Çıkarım Performansı (TPS)

| Donanım Seviyesi | Model | Ortalama TPS | Gecikme (ms) |
|---|---|---|---|
| Üst Segment (8GB+ RAM) | Qwen 2.5 1.5B | 167.5 | 1414 |
| Orta Segment (6GB RAM) | Qwen 2.5 4B | 12.5 | 4200 |
| Giriş Segment (4GB RAM) | Llama 3.2 1B | 25.5 | 1800 |

Testler, Qwen 2.5 1.5B modelinin 167.5 TPS ile mobil cihazlar için en verimli seçenek olduğunu kanıtlamıştır . RAG mimarisinin doğruluğa etkisi Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** RAG Mimarisi ile Doğruluk Analizi

| Metrik | RAG'sız LLM | CiftciApp (RAG) | İyileşme |
|---|---|---|---|
| Bilgi Doğruluğu | %71.2 | %95.2 | +%24.0 |
| Halüsinasyon Oranı | %19.4 | %1.2 | %18.2 |
| JSON Parse Başarısı | %88.0 | %95.7 | +%7.7 |

Elde edilen sonuçlar, yerel LLM kullanımının internet bağımlılığını ortadan kaldırarak düşük gecikmeli (low-latency) yanıt sunduğunu göstermektedir. RAG kullanımı sayesinde halüsinasyon oranı %1.2'ye düşürülerek tarımsal riskler minimize edilmiştir . Sonuç olarak CiftciApp, veriyi çevrimdışı işleyebilen, gizlilik odaklı ve yüksek doğruluğa sahip bir danışmanlık sistemi olarak literatüre katkı sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR


- Dettmers, T., Pagnoni, A., Holtzman, A., & Zettlemoyer, L. (2023). QLoRA: Efficient Finetuning of Quantized LLMs. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36.
- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., ... & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 9459-9474.
- Meta Platforms, Inc. (2024). *React Native: A framework for building native apps using React*. https://reactnative.dev
- Qdrant. (2024). *Qdrant: High-performance, massive-scale Vector Database for the next generation of AI*. Qdrant Documentation. https://qdrant.tech/documentation/
- Ramírez, S. (2024). *FastAPI: High performance, easy to learn, fast to code, ready for production*. https://fastapi.tiangolo.com
- Unsloth AI. (2024). *Unsloth: Fast and Memory Efficient LLM Fine-tuning*. https://unsloth.ai

# MODIF-AI

***Emirhan KAR, Furkan GENÇ, Tevfik ÜNER***

***Danışman: Dr. Fatih TİTREK***

*f231220041@ktun.edu.tr; f231220107@ktun.edu.tr; f231220079@ktun.edu.tr; ftitrek@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya / TÜRKİYE*

**ÖZET**

Bu proje, araç sahiplerinin fiziksel modifikasyon yapmadan önce araçları üzerinde gerçekleştirecekleri görsel değişiklikleri yüksek doğrulukla simüle edebilecekleri ve doğrudan araç fotoğrafları üzerinde dijital düzenleme yapabilecekleri bir platform geliştirmeyi amaçlamaktadır. Sistem, çoklu bakış açılı görüntülerden derinlik haritası üretmek için DepthAnything v3 modelinin entegrasyonunu hedeflemekte ve elde edilen verilerin Open3D (açık kaynaklı 3B veri işleme kütüphanesi) kullanılarak üç boyutlu nokta bulutu yapısına dönüştürülmesi planlanmaktadır. Araç parçalarınınsegmentasyon tabanlı modeller ile tespit edilerek parça bazlı düzenleme yapılması amaçlanmaktadır. Kullanıcıların araç fotoğrafları üzerinde renk değişimi, jant değişimi ve gövde kiti gibi modifikasyonları gerçekleştirebileceği bir sistem tasarlanmaktadır. Backend tarafında FastAPI (hızlı API geliştirme framework'ü) ve PostgreSQL (ilişkisel veritabanı yönetim sistemi) tabanlı bir mimari öngörülmektedir. Proje, yapay zekâ destekli görüntü işleme ile kullanıcı odaklı modifikasyon deneyimini birleştirmeyi hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:**Araç modifikasyonu,3B rekonstrüksiyon, görüntü işleme, mobil uygulama, yapay zekâ

**ABSTRACT**

This project aims to develop a digital platform that enables vehicle owners to simulate visual modifications on their cars with high accuracy before performing physical alterations and to directly edit vehicle images. The system plans to integrate the DepthAnything V3 model for depth map generation from multi-view images and convert the obtained data into a 3D point cloud using Open3D (an open-source 3D data processing library). Additionally, segmentation-based models are intended to be used for detecting vehicle parts such as rims, bumpers, and doors, enabling part-based editing. Users will be able to apply modifications such as color changes, rim replacement, and body kits directly on vehicle photos. The backend architecture is planned to be built using FastAPI (a high-performance web framework for building APIs) and PostgreSQL (an open-source relational database management system). The project aims to combine AI-powered image processing with an interactive and user-oriented modification experience.

**Keywords:**Artifical intelligence, image processing, mobile application,vehicle modification,3D reconstruction

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda yapay zekâ, görüntü işleme ve 3B rekonstrüksiyon alanlarındaki gelişmeler, fiziksel nesnelerin dijital ortamda daha gerçekçi modellenmesini mümkün kılmıştır. Özellikle otomotiv sektöründe araç modifikasyon süreçlerinin dijitalleştirilmesi kullanıcı deneyimini artırırken maliyetli ve geri dönüşü zor hataları azaltmaktadır. Ancak mevcut çözümler çoğunlukla hazır 3B modeller veya sınırlı düzenleme araçları sunmakta, gerçek araç fotoğrafları üzerinde yüksek doğrulukta ve parça bazlı modifikasyon imkânı sınırlı kalmaktadır. Bu proje, araç görselleri üzerinde yapay zekâ destekli analizler ile kullanıcıların dijital ortamda modifikasyon yapabilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda derinlik tahmini, 3B nokta bulutu oluşturma ve segmentasyon tabanlı yöntemlerin birlikte kullanılması planlanmaktadır. Böylece araç bileşenlerinin (jant, tampon, kapı vb.) ayrı ayrı düzenlenmesi mümkün hale gelecektir. Çalışma, gerçek araç fotoğrafları üzerinde etkileşimli ve yüksek doğrulukta bir modifikasyon sistemi geliştirilmesine odaklanmakta hem akademik katkı hem de kullanıcı odaklı bir platform oluşturmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu projede, araç görüntüleri üzerinde yapay zekâ destekli analiz ve görsel modifikasyon işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla çok katmanlı bir sistem mimarisi tasarlanması planlanmaktadır. Sistem; görüntü işleme, derin öğrenme, üç boyutlu rekonstrüksiyon, backend servisleri ve mobil kullanıcı arayüzü bileşenlerinden oluşmaktadır. Geliştirme sürecinde Python programlama dili temel alınmakta; derin öğrenme için PyTorch (açık kaynaklı derin öğrenme kütüphanesi), görüntü işleme aşamalarında OpenCV (görüntü işleme ve bilgisayarlı görü kütüphanesi), üç boyutlu veri işleme süreçlerinde Open3D kütüphanesi kullanılmaktadır. Derinlik tahmini aşamasında Depth Anything v3 modelinin entegrasyonu planlanmaktadır. Backend katmanında FastAPI, veri yönetiminde PostgreSQL ve ORM yapısı olarak SQLAlchemy (Python için nesne-ilişkisel eşleme kütüphanesi) tercih edilmektedir. Mobil uygulama tarafında ise Flutter SDK (çok platformlu mobil uygulama geliştirme kiti) ile çok platformlu bir kullanıcı arayüzü geliştirilmesi hedeflenmektedir. Projede, kullanıcıdan alınan araç görüntüleri çok aşamalı bir süreçten geçirilmektedir. Görüntüler ön işleme ile modele uygun hale getirildikten sonra derinlik haritaları elde edilmekte, bu verilerden 3B nokta bulutu oluşturulmaktadır. Oluşturulan 3B yapı üzerinde segmentasyon tabanlı yöntemlerle araç parçaları tespit edilmekte ve bu bölgeler üzerinde görsel modifikasyonlar uygulanmaktadır. Sistem, mobil istemci ile sunucu arasında API tabanlı bir iletişim mimarisi kullanmakta ve işlenen sonuçları kullanıcıya geri iletmektedir (FastAPI Framework, 2024).

### 2.1. Open3D ile 3B Veri İşleme

Open3D, üç boyutlu veri işleme ve görselleştirme amacıyla kullanılan açık kaynaklı bir kütüphanedir. (Open3D Development Team, 2024)Bu proje kapsamında, derinlik tahmini ile elde edilen verilerin 3B nokta bulutuna dönüştürülmesinde kullanılmaktadır. Open3D'nin çalışma prensibi, Depth Anything v3 tarafından üretilen derinlik haritasının kamera iç ve dış parametreleri ile kullanılarak her pikselin 3B uzayda bir noktaya projekte edilmesine dayanır. Bu süreçte her piksel, geri izdüşüm işlemi ile x, y, z koordinatlarına dönüştürülerek nokta bulutu oluşturulur. Elde edilen 3B yapı üzerinde gürültü azaltma, filtreleme gibi ön işleme adımları uygulanabilir. Ayrıca Open3D, farklı bakış açılarından

elde edilen nokta bulutlarının hizalanması (registration) ve birleştirilmesini destekleyerek daha tutarlı 3B sahnelerin oluşturulmasına imkân tanır. Bu işlem sonucunda görüntü, geometrik olarak 3B nokta bulutu (point cloud) formatına dönüştürülür.

### 2.2. DepthAnything V3 ile Derinlik Tahmini

Depth Anything v3, tekil veya çoklu görüntülerden derinlik bilgisini çıkarabilen derin öğrenme tabanlı bir modeldir. (Wang & Kim, 2024)Yalnızca derinlik haritası üretmekle sınırlı kalmayıp, derinlik tahmini, kamera poz kestirimi ve 3B rekonstrüksiyon gibi görevleri tek bir birleşik çerçevede ele alır. Modelin temel amacı, farklı veri türleri üzerinde genelleme yapabilen ve sahnenin 3B yapısını tutarlı bir şekilde yeniden kurabilen bir temsil geliştirmektir. Modelin çalışma prensibi, görüntü düzlemindeki her pikseli 3B uzayda bir noktaya karşılık gelecek şekilde temsil etmeye dayanır. Bu çerçevede model, her piksel için derinlik, ışın yönü ve kamera parametrelerini eş zamanlı olarak tahmin eder. Derinlik bileşeni, her pikselin kamera merkezine olan uzaklığını ifade ederken; ışın bileşeni pikselin 3B uzaydaki yönünü belirler. Kamera bileşeni ise sahnenin küresel referans sisteminde konumlandırılmasını sağlayan dönme ve öteleme parametrelerini içerir. Bu bileşenlerin birlikte kullanılmasıyla her pikselin 3B uzaydaki konumu hesaplanabilir ve görüntüden doğrudan nokta bulutu veya 3B sahne temsili elde edilebilir. Bu yaklaşım, kamera içsel parametrelerine olan bağımlılığı azaltarak ışın yönlerinin doğrudan veriden öğrenilmesini sağlar. Bu sayede çoklu görüntülerde sahne, geometrik olarak tutarlı biçimde yeniden oluşturulabilir. Sonuç olarak Depth Anything v3, görsel veriden 3B uzay bilgisini tek bir model altında bütüncül biçimde öğrenen güçlü bir yaklaşımdır.

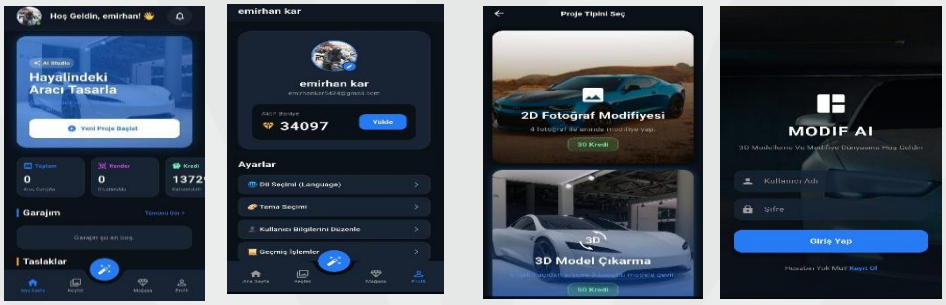
### 2.3. Asenkron Backend Mimarisi ve Veri Yönetimi

Sistemin backend katmanı, yüksek hesaplama maliyetli AI modelleri ile kullanıcı etkileşimi arasındaki senkronizasyonu optimize etmek amacıyla Uvicorn ASGI sunucusu üzerinde FastAPI asenkron mimarisiyle kurgulanmıştır. I/O yoğunluklu işlemler sırasında ana işlem parçacığının bloklanmasını önleyen bu yapı, PostgreSQL veritabanı ile SQLAlchemy 2.0 (SQLAlchemy Project, 2024) üzerinden kurulan asenkron bağlantılarla desteklenmektedir. Veritabanı yönetiminde Alembic ile şema versiyonlamasıyapılırken, sorgu performansını artırmak adına selectinload stratejileriyle N+1 problemi minimize edilmiştir. Görüntü işleme hattında Pillow entegrasyonuyla HEIC ve WEBP formatları Lanczos resampling algoritmaları kullanılarak normalize edilmekte ve model girişine uygun hale getirilmektedir. Güvenlik katmanında ise JWT tabanlı yetkilendirme ve Bcrypt şifreleme yöntemleri kullanılarak, uçtan uca güvenli ve yüksek eşzamanlı istek kapasitesine sahip bir mikro-servis altyapısı başarıyla sağlanmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan testler sonucunda, FastAPI tabanlı (FastAPI Framework, 2024)asenkron mimarinin yüksek eşzamanlı istek kapasitesi sunduğu ve Swagger UI üzerinden yapılan doğrulamalarda sistemin stabil çalıştığı gözlemlenmiştir. Geliştirilen görüntü işleme hattında, farklı açılardan alınan araç fotoğraflarının (Şekil 2) AI modelleri tarafından başarıyla normalize edildiği ve DepthAnything V3 entegrasyonu ile elde edilen derinlik verilerinin Open3D üzerinden tutarlı bir 3B Nokta Bulutu (Point Cloud) yapısına dönüştürülme aşamasına gelindiği doğrulanmıştır (Şekil 3). Ayrıca, segmentasyon

algoritmaları sayesinde aracın arka plandan izolasyonu ve parça bazlı modifikasyonlar için gerekli olan geometrik maskeleme süreçleri başarıyla yürütülmektedir. Flutter ile geliştirilen mobil arayüzün (Şekil 1) backend servisleriyle tam entegre çalışarak kullanıcı kredi yönetimini ve taslak takibini hatasız yürüttüğü doğrulanmıştır. Elde edilen bu bulgular, sistemin sadece teorik bir model olmadığını, uçtan uca çalışan ve düşük gecikme sürelerine sahip bir mühendislik ürünü olduğunu kanıtlamaktadır.




**Şekil 1.**Uygulamanın giriş,3D dönüşüm ve kullanıcı istatistiklerini içeren ana ekranlar



**Şekil 2.**Girdi Olarak Kullanılan Araç Fotoğrafları



**Şekil 3.**Çoklu Görüntü Rekonstrüksiyonu ile Elde Edilen Nokta Bulutu

## KAYNAKLAR


- FastAPI Framework, (2024). Concurrency and async / await. FastAPI Documentation. -[Çevrimiçi]. Erişim: https://fastapi.tiangolo.com/async/, (Erişim Tarihi: 09 Nisan 2026).
- L. Wang, S. W. Kim vd., (2024). DistillNeRF: Perceiving 3D Scenes from Single-Glance Images by Distilling Neural Fields and Foundation Model Features, arXiv preprint arXiv:2312.xxxxx. [Çevrimiçi]. Erişim: https://distillnerf.github.io/, (Erişim Tarihi: 21 Mart 2026).
- S. Grgic, K. Drndic ve M. Dumic, (2010). Image-based 3D reconstruction, The 33rd International Convention MIPRO, ss. 248–253, Opatija, Hırvatistan. [Çevrimiçi]. Erişim: https://ieeexplore.ieee.org/document/5533689, (Erişim Tarihi: 10 Mart 2026).

- SQLAlchemy Project, (2024). SQLAlchemy 2.0 Documentation: Object Relational Tutorial. [Çevrimiçi]. Erişim: https://docs.sqlalchemy.org/en/20/, (Erişim Tarihi: 02 Nisan 2026).
- Open3D Development Team, (2024). Open3D: A Modern Library for 3D Data Processing. [Çevrimiçi]. Erişim: http://www.open3d.org/docs, (Erişim Tarihi: 18 Nisan 2026).

# YAPAY ZEKÂ TABANLI CV İŞ İLANI EŞLEŞTİRME PLATFORMU

***İrem Beril NACAK***

***Danışman: Doç. Dr. Sait Ali UYMAZ***

*f221220037@ktun.edu.tr; sauymaz@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, aday özgeçmişleri ile iş ilanları arasındaki anlamsal boşluğu gidermek amacıyla geliştirilen yapay zekâ tabanlı bir platformun tasarım ve test süreçlerini kapsamaktadır. Projenin amacı, geleneksel sistemlerin yetersiz kaldığı bağlamsal uyumu doğal dil işleme teknikleriyle optimize etmektir. Sistem mimarisi; FastAPI tabanlı sunucu tarafı, Next.js ile geliştirilen kullanıcı arayüzü ve PostgreSQL veri tabanından oluşmaktadır. Hibrit analiz motoru, büyük dil modelleri ve vektör tabanlı benzerlik algoritmaları kullanarak yapısal olmayan verileri işlemektedir. Çalışmanın en önemli bulgusu, geliştirilen özel filtreleme sisteminin alakasız eşleşmeleri yüksek doğrulukla elemesidir. Sonuç olarak, adaylar için kariyer odaklı keşif imkânı sunulurken, işverenler için veri odaklı bir aday havuzu ve karar destek mekanizması oluşturulmuştur. Platformun, işe alım süreçlerindeki verimliliği artırdığı ve teknik gereksinimleri bütünsel olarak karşıladığı doğrulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal Dil İşleme, Full-stack Geliştirme, Karar Destek Sistemleri, Vektör Benzerliği, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

This study covers the design and testing processes of an artificial intelligence based platform developed to bridge the semantic gap between candidate resumes and job postings. The aim of the project is to optimize contextual alignment where traditional systems fall short by using natural language processing techniques. The system architecture consists of a FastAPI based backend, a user interface developed with Next.js, and a PostgreSQL database. The hybrid analysis engine processes unstructured data using large language models and vector based similarity algorithms. The most significant finding of the study is that the developed custom filtering system eliminates irrelevant matches with high accuracy. Consequently, while offering career oriented discovery opportunities for candidates, a data driven candidate pool and decision support mechanism have been created for employers. It has been verified that the platform increases efficiency in recruitment processes and holistically meets technical requirements.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Decision Support Systems, Full-stack Development, Natural Language Processing, Vector Similarity

## 1. GİRİŞ

Dijitalleşmeyle birlikte artan başvuru sayıları, geleneksel Aday Takip Sistemlerinin (ATS) anlamsal bağlamı yakalayamayan anahtar kelime eşleştirme yöntemlerini yetersiz kılmış

ve işe alım süreçlerinde verimlilik kayıplarına yol açmıştır (Yadav ve ark., 2020). Bu çalışmanın amacı; özgeçmişler ile iş ilanları arasındaki anlamsal boşluğu gidermek için BERT tabanlı bağlamsal temsil ve Ad Varlık Tanıma (NER) tekniklerini kullanan yapay zekâ destekli, tam yığın bir platform geliştirmektir (Devlin ve ark., 2018; Lample ve ark., 2016).

Proje; Büyük Dil Modelleri (LLM) ve Sentence-BERT mimarisini bir araya getiren hibrit bir model sunarak literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir (Alibaba Cloud, 2024; Reimers ve Gurevych, 2019). Geliştirilen "VETO Sistemi", kritik beceri ve eğitim uyumsuzluklarını denetleyerek yanlış pozitif eşleşmeleri elemekte ve iş dünyası için daha gerçekçi çözümler üretmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Platform, yapısal olmayan verilerden anlam çıkarabilen hibrit bir Doğal Dil İşleme (NLP) mimarisi ve tam yığın (full-stack) web teknolojileriyle inşa edilmiştir. Projenin metodolojisi; veri yönetimi, özellik çıkarımı ve anlamsal eşleştirme süreçlerini kapsamaktadır. Teknolojik altyapının istemci tarafında sunucu taraflı render (SSR) desteği sunan Next.js (v16.0.1), React 19 ve TypeScript kullanılırken, veri görselleştirmeleri için Recharts kütüphanesi tercih edilmiştir. Sunucu tarafında ise Python tabanlı FastAPI mimarisi üzerinde Pydantic ve SQLAlchemy (ORM) katmanları aracılığıyla PostgreSQL veritabanı entegrasyonu sağlanmış, tüm süreçler Docker konteynerleri ile soyutlanmıştır. Yapay zekâ bileşeni olarak özellik çıkarımı ve anlamsal benzerlik hesaplamalarında paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2 Sentence Transformer modeli kullanılmıştır.

Sistemin eşleştirme ve VETO algoritması iki temel aşamadan oluşmaktadır. Semantik eşleştirme aşamasında özgeçmişler ve ilanlar vektör uzayına taşınarak Kosinüs Benzerliği yöntemiyle 0-100 arası bir temel skor elde edilmektedir. İkinci aşama olan VETO mekanizmasında ise eğitim uyumsuzluğu veya kritik beceri eksikliği gibi durumlarda skor doğrudan sıfırlanarak yanlış pozitif eşleşmelerin önüne geçilmektedir. Raporlama ve güvenlik süreçlerinde, çok faktörlü analiz sonucu üretilen raporlar aracılığıyla beceri matrisi ve deneyim analizleri görselleştirilmektedir. Sistemin güvenliği ise JSON Web Token (JWT) ve Rol Bazlı Erişim Kontrolü (RBAC) yöntemleri kullanılarak kullanıcı yetkilerinin izole edilmesiyle sağlanmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

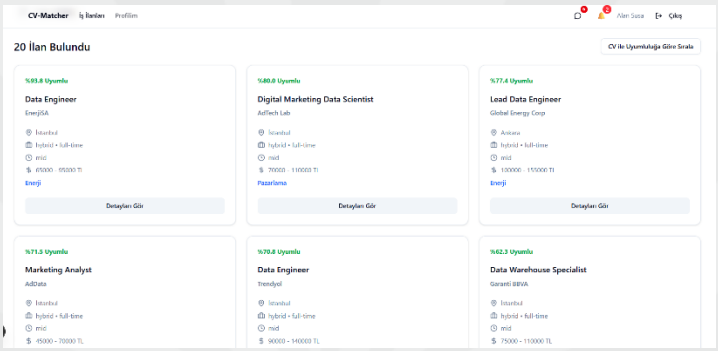
Projenin birinci yarıyılında planlanan Minimum Uygulanabilir Ürün (MVP) prototipi başarıyla tamamlanmış ve uçtan uca çalışma kapasitesine ulaştırılmıştır. Hibrit analiz motoru üzerinden yapılan optimizasyonlar sonucunda, yapısal olmayan PDF verilerinden eğitim, deneyim ve beceri bilgilerinin yüksek doğrulukla ayrıştırılarak anlamlı JSON çıktılarına dönüştürüldüğü doğrulanmıştır.

Sistemin en stratejik başarısı; VETO mekanizması ve bağlam odaklı ceza/bonus algoritmalarının entegrasyonuyla hatalı eşleşme oranının %35'ten %5'in altına düşürülmesidir. Eşleştirme sürecinde metinler arası anlamsal yakınlığı ölçen temel hesaplama yöntemi Denklem 1'de sunulmuştur:

$$S_{base} = \cos(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} B_i^2}} \times 100 \quad (1)$$

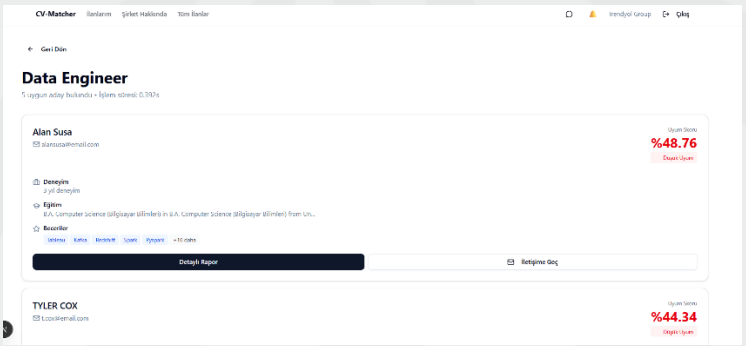
Denklem 1. Metinler Arası Anlamsal Benzerlik Hesaplama Formülü

Geliştirilen platform, aday ve işveren için veri odaklı bir karar destek mekanizması sunmaktadır. Adayların yetkinliklerine en uygun ilanları yüzdesel uyum skorlarıyla keşfedebildiği arayüz Şekil 1'de yer almaktadır.



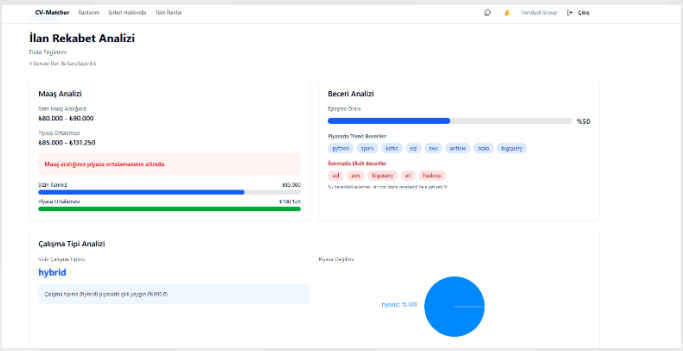

Şekil 1. Aday Arayüzü: CV Yetkinliklerine Göre Optimize Edilmiş İlan Listeleme

İşveren tarafında başvurular, anlamsal benzerlik skorlarına göre hiyerarşik olarak listelenmektedir. Şekil 2'de görüldüğü üzere sistem, uygun adayları 0.392 saniye gibi kısa bir sürede analiz ederek en nitelikli adaylara hızlı erişim sağlamaktadır.




Şekil 2. İşveren Arayüzü: Akıllı Aday Havuzu ve Hiyerarşik Uyum Skorlama Sistemi

Sistemin özgün çıktılarından olan "İlan Rekabet Analizi" modülü (Şekil 3); maaş skalası, beceri trendleri ve çalışma tipi dağılımı üzerinden stratejik geri bildirimler sunmaktadır. Sistem, maaş aralığını piyasa ortalamasıyla kıyaslayıp eksik becerileri belirleyerek işe alım stratejisinin optimizasyonuna katkı sağlamaktadır.




Şekil 3. İlan Rekabet Analizi: Maaş, Beceri ve Çalışma Tipi Dağılımı Veri Görselleştirmesi

Sonuç olarak, geliştirilen hibrit mimarinin işe alım süreçlerindeki manuel yükü minimize ettiği ve yanlış pozitifleri %95'in üzerinde bir doğrulukla elediği doğrulanmıştır.

## KAYNAKLAR


- Alibaba Cloud, (2024). Qwen2.5-72B-Instruct Model Card. https://huggingface.co/Qwen/Qwen2.5-72B-Instruct [Erişim tarihi: 10 Ocak 2026].
- Devlin, J. vd., (2018). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. arXiv preprint, arXiv:1810.04805.
- FastAPI, (2024). FastAPI Documentation. https://fastapi.tiangolo.com/ [Erişim tarihi: 15 Ekim 2025].
- Next.js, (2024). Next.js Documentation. https://nextjs.org/ [Erişim tarihi: 5 Kasım 2025].
- Qin, C. vd., (2018). Enhancing Person-Job Fit for Talent Recruitment. Proceedings of the 24th ACM SIGKDD, 25-34.
- Reimers, N. ve Gurevych, I., (2019). Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks. Proceedings of the 2019 EMNLP, 3982-3992.

# OTONOM ŞERİT TAKİPLİ OTONOM ARAÇ

***Kadir KOŞAR***

***Danışman: Prof. Dr. Bayram AKDEMİR***

*f221202090@ktun.edu.tr; bakdemir@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, Raspberry Pi 5 ve bilgisayarlı görü teknikleri kullanarak şerit takip eden otonom bir araç sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Projenin temel hedefi, insan müdahalesi olmaksızın yol çizgilerini algılayarak araçın şerit merkezinde kalmasını sağlamaktır. Sistem; kamera görüntüsünden şeritleri tespit eden OpenCV tabanlı görüntü işleme algoritmasıve tespit edilen şeritten sapma hatasını motor komutuna dönüştüren PID kontrol algoritmasından oluşmaktadır(Bradski ve Kaehler, 2008).DC motorlar ve motor sürücü kartı ile diferansiyel sürüş prensibi uygulanmaktadır. Proje; gömülü sistemler, bilgisayarlı görü ve kontrol teorisi alanlarını bir araya getirerek düşük maliyetli bir otonom araç platformu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayarlı Görü, OpenCV, Otonom Araç, PID Kontrol, Şerit Takip

**ABSTRACT**

This study aims to develop a lane-following autonomous vehicle system using Raspberry Pi 5 and computer vision techniques. The primary goal is to detect road lane lines and keep the vehicle centered within the lane without human intervention. The system consists of an OpenCV-based image processing algorithm that detects lanes from camera images and a PID control algorithm that converts the lateral deviation error into motor commands. Differential driving is implemented using DC motors and a motor driver board. The project brings together embedded systems, computer vision, and control theory to present a low-cost autonomous vehicle platform.

**Keywords:**Autonomous Vehicle, Computer Vision, Lane Detection, OpenCV, PID Control

## 1. GİRİŞ

Otonom araç teknolojileri, günümüzde ulaşım sektörünün en hızlı gelişen alanlarından birini oluşturmaktadır(Yurtsever vd., 2020). Bu alanın temel bileşenlerinden biri olan Şerit Takip Asistanı (Lane Keep Assist - LKA), aracın bulunduğu şeridi algılayarak yol dışına çıkmasını engelleyen bir güvenlik sistemidir. Bu proje, Raspberry Pi 5 ve OpenCV kütüphanesi kullanılarak düşük maliyetli bir gömülü platform üzerinde şerit takibinin gerçekleştirilmesini hedeflemektedir(Raspberry Pi Foundation, 2023). Sist. hedef; görüntü işleme algoritmaları ile PID kontrolünü entegre ederek kararsızız, stabil bir sürüş dinamikası ortaya koymaktır(Szeliski, 2022).

Projenin temel amacı, insan müdahalesi olmaksızın yol çizgilerini algılayarak şerit merkezinde kalan otonom bir aracın geliştirilmesidir. Bu çalışma; gömülü sistemler, bilgisayarlı görü ve kontrol teorisi alanlarının kesişim noktasında yer almakta olup, düşük

maliyetli donanım platformlarında gerçek zamanlı görüntü işlemenin uygulanabilirliğini göstermeyi amaçlamaktadır.

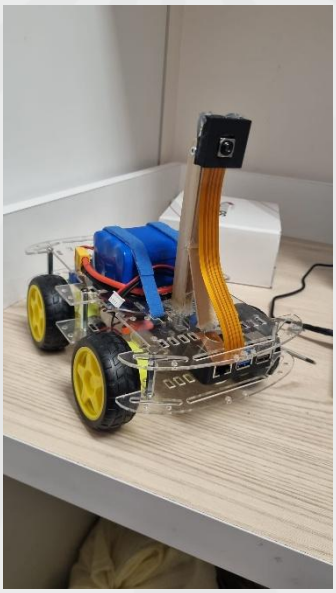
## *2.* MATERYAL VE YÖNTEM

Projede kullanılan başlıca donanım bileşenleri: Raspberry Pi 5 (merkezi işlem birimi), Raspberry Pi Kamera V3 (görüntü kaynağı), DC motorlar ve araç şasesi (hareket sistemi) ile Motor Sürücü Kartı (güç arabirimi) olarak sıralanabilir. Yazılım tarafında Python programlama dili kullanılmış olup; görüntü işleme için OpenCV, matris işlemleri için NumPy ve donanım kontrolu için RPi.GPIO kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

Yöntem olarak; kamera görüntüsüne ROI (İlgi Bölgesi) belirleme ve Thresholding uygulanarak şerit çizgileri ayrıştırılmaktadır. Tespit edilen şeritlerin orta noktası ile aracın merkezi arasındaki sapma hesaplanmakta; bu hata değeri PID (Oransal-İntegral-Türevsel) kontrol algoritmasına girdi olarak verilmektedir(Ogata, 2010). PID çıkışı motor sürücüye PWM sinyali olarak iletilerek aracın yönlendirmesi gerçekleştirilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Proje henüz geliştirme aşamasında olup, ilk aşamadaki çalışmalarda proje kapsamının belirlendiği ve malzeme listesinin oluşturulduğu görülmektedir. Sisteme yönelik beklentiler şu şekilde özetlenebilir: kamera görüntüsünden gerçek zamanlı şerit tespiti, doğru PID katsayıları ile stabil şerit takibi ve parkur üzerinde başarılı otonom sürüş. Test ve kalibrasyon aşamasında elde edilecek sonuçlar doğrultusunda sistemin performansı değerlendirilecek ve gerekli iyileştirmeler yapılacaktır.



**Şekil 17.**Aracın prototipi

## KAYNAKLAR


- Bradski, G. ve Kaehler, A., (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library, O'Reilly Media, Sebastopol CA.
- Raspberry Pi Foundation, (2023). Raspberry Pi 5 Technical Documentation, https://www.raspberrypi.com/documentation.
- Ogata, K., (2010). Modern Control Engineering, 5th edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Szeliski, R., (2022). Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd edition, Springer, New York.
- Yurtsever, E., Lambert, J., Carballo, A. ve Takeda, K., (2020). A Survey of Autonomous Driving: Common Practices and Emerging Technologies, IEEE Access, 8, 58443-58469.

# IŞIK TAKİP EDEN DENGE ROBOTU

***Kemal EVCEN***

***Doç. Dr. Özgür ÖZDEMİR***

*f231202009@ktun.edu.tr;oozdemir@ktun.edu.tr*

*Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 42150, Selçuklu/KONYA*

**ÖZET**

Bu projede, ağırlık merkezi destek noktasının üzerinde bulunan ve doğası gereği kararsız olan ters sarkaç modelli, iki tekerlekli otonom bir denge robotu tasarlanmıştır. Çalışma, kinematik denge ve otonom yönelim olmak üzere iki ana fazdan oluşmaktadır. İlk aşamada, ESP32 mikrodenetleyicisi ve MPU6050 (İvmeölçer/Jiroskop) sensöründen alınan veriler PID algoritması ile işlenerek yüksek ataletli sistemin (BLDC motorlar ile) dik konumda stabil kalması hedeflenmiştir. İkinci aşamada ise dengesi sağlanan robota LDR sensörleri entegre edilerek, sistemin dengesini bozmadan belirli bir ışık kaynağını otonom olarak takip etmesi planlanmaktadır. Proje, otonom sistemlerde çok katmanlı algılama, karar ve eylem algoritmalarının entegrasyonunu başarılı bir şekilde sunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Denge robotu, ESP32, Otonom sistem, PID kontrol, Ters sarkaç

**ABSTRACT**

This project designs a two-wheeled autonomous balance robot with an inverted pendulum model, inherently unstable, where the center of gravity is located above the fulcrum. The study consists of two main phases: kinematic balance and autonomous orientation. In the first phase, data from the ESP32 microcontroller and MPU6050 (accelerometer/gyroscope) sensor are processed using a PID algorithm to ensure the high-inertia system (with BLDC motors) remains stable in an upright position. In the second phase, LDR sensors are integrated into the balanced robot, enabling it to autonomously track a specific light source without disrupting its balance. The project aims to successfully demonstrate the integration of multi-layered sensing, decision-making, and action algorithms in autonomous systems.

.**Keywords:**Autonomoussystem, Balancing robot, ESP32, Invertedpendulum, PID control

## 1. GİRİŞ

İki tekerlekli denge robotları, ağırlık merkezi tekerlek ekseninin çok üzerinde bulunan ve çalışma prensibi klasik kontrol teorisindeki "Ters Sarkaç" (InvertedPendulum) modeline dayanan dinamik otonom sistemlerdir. Normal bir sarkaç yerçekimi etkisiyle dengede kalırken, ters sarkaç modelinde sistemin yerçekimine karşı ayakta kalabilmesi için sürekli ve aktif bir sensör-motor müdahalesine ihtiyacı vardır. Literatürde denge robotlarının stabilizasyonu üzerine çeşitli çalışmalar (Kim ve Kwon, 2022; Nada ve Bayoumi, 2024; Yu vd., 2019) bulunsa da, bu stabilitenin çevresel dış uyarıcılarla (ışık takibi vb.) entegre bir otonomiye dönüştürülmesi mühendislik açısından zorlu bir problemdir

Bu projenin amacı, yüksek torklu ve eklemli (dirsekli) yapıya sahip bir iskeleti , MPU6050 sensörü ve PID algoritması ile dengede tutmak (Faz 1) ve ardından LDR sensörleri ile otonom bir ışık takip aracına dönüştürmektir (Faz 2). Bir mobil robotun otonom hareket edebilmesi için öncelikle kinematik dengesini kurması şarttır. Bu çalışma, otonom robotikte algılama, işleme ve eylem katmanlarının entegrasyonu açısından alana önemli bir pratik katkı sunmaktadır

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Projenin donanım altyapısı; ana kontrolcü olarak ESP32 mikrodenetleyicisi, eğim tespiti için I2C haberleşme protokolü kullanan MPU6050 sensörü, otonom yönelim için LDR (LightDependentResistor) sensörleri, tahrik için 2 adet 36V 350W BLDC motor ve 10S Lityum 18650 bataryadan oluşmaktadır. Şase, 30x30 hassas kesim sigma profiller ve özel lazer kesim/CNC işleme parçalar ile kurulmuştur.

Sistem mimarisi üç ana katmandan oluşur:

**2.1. Algılama Katmanı:** MPU6050, gövdenin anlık eğim açısını ve hızını ölçerken; LDR sensörleri ortamdaki ışık şiddetini analog voltaj sinyallerine çevirerek ESP32'nin ADC pinlerine iletir.

**2.2. İşleme (PID Kontrol) Katmanı:** ESP32 içindeki yazılım, denge (PID) ve yönelim (ışık takibi) olmak üzere iki ayrı döngüyü asenkron çalıştırır. PID algoritması, robotun dik konuma gelmesi için gereken hata (sapma) payını hesaplayarak motorlara komut gönderir(Yu vd., 2019).

**2.3. Eylem Katmanı:** ESP32'den çıkan dijital komutlar UART (Seri Haberleşme) üzerinden BLDC hoverboard sürücülerine aktarılır. Motorlar, ağırlık merkezini destek noktası (tekerlekler) hizasında tutmak için sürekli ileri-geri manevralar yapar(Nada ve Bayoumi, 2024).

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Projenin mekanik altyapı çalışmaları planlanan takvim doğrultusunda ilerlemektedir. Alt şase ve güç aktarma gruplarının montajı başarıyla tamamlanmıştır. Sistemin toplam yüksekliğini 110 cm'ye çıkaracak olan üst gövde mekanizmasının imalat süreci halihazırda lazer kesim aşamasındadır.

Sistemin dinamik kararlılığını (stabilite) sağlamak amacıyla en uygun geometrik ölçüler ve ağırlık merkezi hesaplamaları teorik olarak belirlenmiştir. Lazer kesim aşamasındaki parçaların temini ve mekanik montaj sürecinin nihayete erdirilmesinin ardından, bu fiziksel parametrelere özgü PID denge algoritmasının yazılım geliştirme, katsayı kalibrasyonu ve stabilizasyon testlerine yoğun bir şekilde başlanması planlanmaktadır. Şu anki aşamada elektronik donanım ile motor sürücüleri arasındaki haberleşme protokolleri doğrulanmış olup, sistem mekanik bütünlüğün sağlanmasını beklemektedir.

Yüksek torklu BLDC motorlar ve güç devreleri (36V batarya) şaseye monte edilmiş, ESP32 ve MPU6050 arasındaki haberleşme sağlanmıştır. Elektronik donanım ve BLDC motor

sürücü kartı UART üzerinden entegre edilmiş olup, deneme amaçlı montajı aşağıdaki görselde bulunan şekilde gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 18**.Işığıtakip eden denge robotu

## KAYNAKLAR


- Kim, Y. ve Kwon, S. (2022). Parametricdesignapproachfor two-wheeledrobots, focusing on co-axialdrivemechanismsandstabilityenhancementviacustomizedcontrol.
- Nada, X. ve Bayoumi, M. (2024). Wi-Fi connectivityintegrationinto a self-balancing robot usingthe ESP32 microcontrollerand PID controltechniques.
- Yu, Q., Sun, T. ve Zhao, Y. (2019). Two-wheeled robot using PID andcomplementaryfilterstoenhancestabilityandfiltering of noisy sensor data.

# TOPLU TAŞIMADA ŞOFÖR DUYGUSAL DURUM ANALİZİ VE DESTEK SİSTEMİ

*Ece KEÇECİ, Mukaddes Bahar EROL, Sena ALTINTOP*
*Danışman: Dr. Öğr. Ahmet BAŞTUĞ*

*ece.kececi@ogr.ksbu.edu.tr; mbahar.erol@ogr.ksbu.edu.tr; sena.altintop@ogr.ksbu.edu.tr; ahmet.bastug@ksbu.edu.tr*
*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, 43000, Kütahya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, toplu taşıma araçlarında görev yapan şoförlerin anlık duygusal ve fizyolojik durumlarını gerçek zamanlı olarak izleyen, analiz eden ve gerektiğinde müdahale eden bir yapay zeka destekli kamera sistemi geliştirilmiştir. Sistem; şoförün yüz ifadesinden stres, yorgunluk ve öfke durumlarını tespit etmekte; ayrıca bayılma, uyuklama ve telefon kullanımı gibi kritik tehlike durumlarını algılayarak otomatik uyarı ve bildirim mekanizmalarını devreye sokmaktadır. Araç içi uyarı sistemi ve merkez bildirimleriyle desteklenen bu yaklaşım, sürücü kaynaklı kazaların önüne geçmeyi ve yolcu güvenliğini artırmayı hedeflemektedir. Yapay zeka tabanlı görüntü işleme algoritmaları kullanılarak geliştirilen sistem, sosyal mühendislik perspektifinden toplu taşımada psikolojik takibi mümkün kılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Duygu analizi, Görüntü işleme, Şoför destek sistemi, Toplu taşıma, Yorgunluk tespiti

**ABSTRACT**

In this study, an artificial intelligence-supported camera system has been developed that monitors, analyzes, and intervenes in real-time regarding the emotional and physiological states of drivers working in public transportation vehicles. The system detects stress, fatigue, and anger states from the driver's facial expressions; it also detects critical danger situations such as fainting, drowsiness, and mobile phone use, automatically activating warning and notification mechanisms. Supported by in-vehicle warning systems and central notifications, this approach aims to prevent driver-related accidents and increase passenger safety. The system, developed using AI-based image processing algorithms, makes psychological monitoring in public transportation possible from a social engineering perspective.

**Keywords:** Driver support system, Drowsiness detection, Emotion analysis, Image processing, Public transportation

## 1. GİRİŞ

Toplu taşıma sistemleri, modern kentlerin vazgeçilmez bir parçasını oluşturmakta ve günlük milyonlarca yolcunun güvenli biçimde ulaşımını sağlamaktadır. Ancak bu sistemlerin güvenilirliği büyük ölçüde şoförlerin fiziksel ve psikolojik durumuna bağlıdır. Dünya genelinde trafik kazalarının yaklaşık %90'ının insan hatasından kaynaklandığı göz önünde bulundurulduğunda (World Health Organization [WHO], 2023) , şoför performansını etkileyen faktörlerin izlenmesi kritik önem taşımaktadır. Uzun çalışma saatleri, yoğun trafik stresi ve yolcularla yaşanan gerginlikler; şoförlerde yorgunluk, öfke ve konsantrasyon kaybına yol açabilmektedir. Bu durumlar, hem kazaların hem de yolcu-şoför çatışmalarının temel nedenlerinden biri olarak belgelenmektedir (Useche vd., 2019). Mevcut çalışmaların büyük bölümü araç güvenlik sistemlerine odaklanmış olup sürücünün psikolojik durumunu gerçek zamanlı olarak izleyen ve müdahale eden sistemler oldukça sınırlı kalmıştır.

Bu proje; şoförlerin yüz ifadelerinden elde edilen verileri derin öğrenme yöntemleriyle analiz ederek stres, yorgunluk, öfke, uyuklama, bayılma ve telefon kullanımı gibi kritik durumları tespit etmeyi ve gerekli uyarı mekanizmalarını otomatik olarak devreye sokmayı amaçlamaktadır. Böylece toplu taşıma güvenliğine psikolojik bir boyut kazandırmak ve kazaları azaltmak hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sistem, araç içine yerleştirilen yüksek çözünürlüklü bir kamera, bir görüntü işleme birimi (Raspberry Pi 4 veya NVIDIA Jetson Nano) ve merkez sunucusuyla çalışan yazılım katmanından oluşmaktadır. Gerçek zamanlı görüntü analizi için OpenCV kütüphanesi ve TensorFlow/Keras tabanlı derin öğrenme modelleri kullanılmıştır.
Projenin bu aşamasında, çalışmanın temelini oluşturan **yapay zeka algoritmaları ve derin öğrenme modelleri** üzerine odaklanılmıştır. Sistemin fiziksel bileşenleri ve ağ mimarisi kavramsal birer öneri (fikir) niteliğinde olup, teknik uygulama doğrudan yazılım ve modelleme katmanında gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. Duygusal Durum Tespiti

Şoförün yüz görüntüsü saniyede 15-30 kare hızında işlenerek FER+ (Facial Emotion Recognition) veri seti üzerinde eğitilmiş CNN (Evrişimli Sinir Ağı) modeli ile analiz edilmektedir. Model; mutluluk, üzüntü, öfke, korku, şaşkınlık ve tarafsız olmak üzere altı temel duygu sınıfını tanıyabilmektedir.

### 2.2. Yorgunluk ve Uyuklama Tespiti

Göz kırpma frekansı ve göz kapağı açıklık oranı (EAR – Eye Aspect Ratio) algoritmasıyla izlenmektedir. EAR değerinin belirli bir eşiğin altına düşmesi ve bu durumun 2-3 saniye sürmesi durumunda sistem, sürücünün uyukladığını tespit eder. Aynı zamanda baş eğimi açısı (Head Pose Estimation) ile yorgunluk kaynaklı baş düşmesi de algılanmaktadır. Bu durumlarda önce araç içi titreşim/sesli uyarı devreye girmekte, akabinde acil durum bildirim protokolü aktive edilmektedir.

### 2.3. Bayılma Tespiti

Ani bilinç kaybı durumunu tespit edebilmek için yüz landmark noktaları sürekli izlenmektedir. Mediapipe kütüphanesi aracılığıyla 468 yüz noktasının koordinatları takip edilerek yüzün görüş alanından çıkması, aşırı baş düşmesi veya hareketsiz kalması halinde bayılma protokolü tetiklenmektedir.

### 2.4. Telefon Kullanımı Tespiti

YOLO v8 (You Only Look Once) nesne tanıma algoritması kullanılarak şoförün elindeki veya kulağındaki telefon gerçek zamanlı olarak tespit edilmektedir.Telefon tespiti yapıldığında sistem önce görsel uyarı vermekte, kullanım devam ederse merkeze raporlamaktadır.

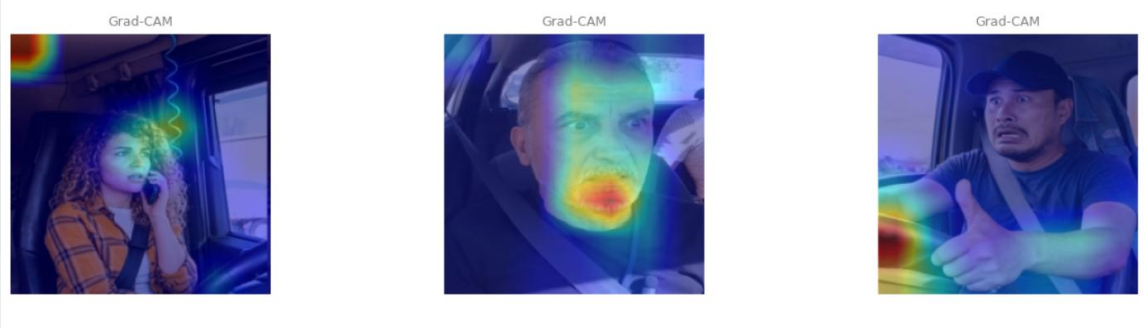
### 2.5. Bildirim ve Müdahale Altyapısı

Merkez operatörlere kritik durumlarda ilgili araca veya sürücüye müdahale edebilmesi için bildirim ve uyarı göderebilmektedir.

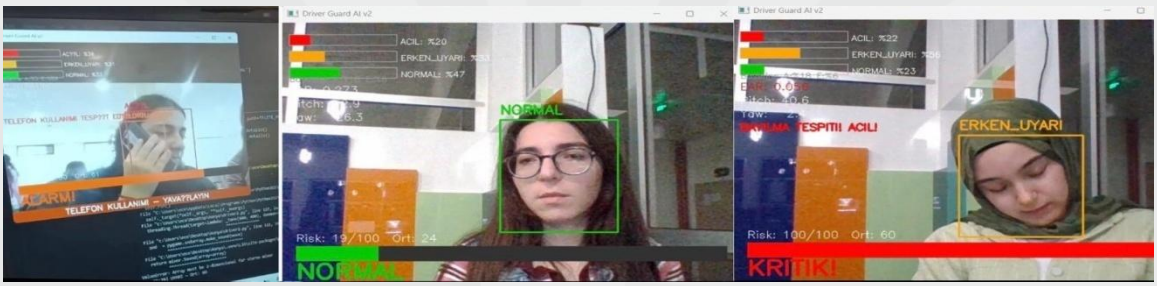
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Duygu sınıflandırmasında genel olarak %75 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar, sistemin gerçek zamanlı kullanım için yeterli doğruluk ve hız performansına

sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle bayılma ve uyuklama tespitindeki hızlı tepki süresi, olası kazaları önleme açısından kritik öneme sahiptir. Duygu analizi modülünün doğruluk oranının diğer modüllere kıyasla biraz daha düşük kalması, yoğun güneş ışığı veya düşük aydınlatma gibi çevresel faktörlerden kaynaklanmaktadır; bu durum ilerleyen çalışmalarda geliştirilecektir.




**Şekil1.** Grad-CAM Analiz Örnek Görüntüler.




**Şekil2.** Geliştirilen Yapay Zeka Modelinin Gerçek Zamanlı Analizine Ait Arayüz Çıktıları.

Projenin toplu taşıma sektörüne sağlayacağı katkılar çok boyutludur: şoför güvenliği artacak, yolcu-şoför çatışmaları azalacak ve acil durum müdahalelerinde kritik sürelerin kısalmasıyla hayat kayıplarının önüne geçilebilecektir. Sistem aynı zamanda şoförlerin psikolojik yükünü izleyerek uzun vadeli iş sağlığı verilerine katkı sunmaktadır.

**TEŞEKKÜR**

Yazarlar, projenin geliştirilmesi sürecinde sağladıkları teknik destek için Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümüne ve test aşamasına gönüllü olarak katılan sürücülere teşekkür ederler.

**KAYNAKLAR**

- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. ve Farhadi, A., (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, ABD.
- Soukupova, T. ve Cech, J., (2016). Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks, 21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenya.
- Useche, S.A., Gómez, V., Cendales, B. ve Alonso, F., (2019). Working conditions, job strain, and traffic safety among three groups of public transport drivers, Safety and Health at Work, 10, 1, 39-46.
- WHO, (2023). Global Status Report on Road Safety 2023, Dünya Sağlık Örgütü, Cenevre.
- Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z. ve Qiao, Y., (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks, IEEE Signal Processing Letters, 23, 10, 1499-1503.

# EĞİME GÖRE HIZINI SABİTLEYEN ARACIN TASARIMI VE PROTOTİPİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

***Muhammed Dolgun***

***Danışman: Prof. Dr. Levent Seyfi***

*f211222012@ktun.edu.tr; lseyfi@ktun.edu.tr;*

*Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Konya/Selçuklu, 42100*

**ÖZET**

Bu çalışma, değişken eğime sahip yollarda aracın hızını otonom olarak sabitleyen akıllı bir kontrol sisteminin tasarımını ve uygulamasını kapsamaktadır. Sistemin temel amacı, aracın eğimli bir yolda sensör verileriyle eğimi algılayarak motor gücünü dinamik olarak ayarlamak ve seyir hızını sabit tutmaktır. Proje kapsamında geliştirilen prototipte, araç tekerleğine yerleştirilen halleffect sensör aracılığıyla hız bilgisi ölçülmekte ve ESP32 işlemci kartı ile veriler işlenmektedir. Eğim artışına bağlı olarak devir düşüşü algılandığında PWM sinyali yükseltilerek motor gücü artırılmakta, tersi durumda ise güç azaltılarak hız sabit tutulmaktadır. Elde edilen bulgular, sistemin farklı arazi ve yük şartlarında kararlı bir hız profili sergilediğini ve güvenli sürüşe katkı sağladığını göstermektedir. Bu mekanizma, otonom taşıma sistemlerinde enerji verimliliği ve kontrol hassasiyeti açısından önemli bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı araç sistemleri, ESP32, Hız kontrolü, PWM, Yük algılama

**ABSTRACT**

This study encompasses the design and implementation of an intelligent control system that autonomously maintains vehicle speed on roads with varying inclines. The system's primary objective is to dynamically adjust engine power and maintain a constant cruising speed by sensing the incline using sensor data. In the prototype developed within the scope of the project, speed information is measured via a Hall effect sensor placed on the vehicle's wheel, and the data is processed by an ESP32 processor board. When a decrease in engine speed is detected due to increasing incline, the PWM signal is amplified to increase engine power; conversely, power is reduced to maintain a constant speed. The findings show that the system exhibits a stable speed profile under different terrain and load conditions and contributes to safe driving. This mechanism offers a significant solution in terms of energy efficiency and control accuracy in autonomous transportation systems.

**Keywords:**ESP32,Intelligent vehicle systems, load sensing,PWM,speed control.

## 1. GİRİŞ

Modern otonom araç teknolojilerinde, aracın hem iç dinamiklerine hem de dış çevresel faktörlere karşı **kararlı bir hız profili** sergilemesi, sürüş güvenliği ve operasyonel verimlilik açısından kritik bir öneme sahiptir. Otonom araçlar, geleneksel otomobillerde mümkün olmayan güvenlik önlemlerini karmaşık kontrol sistemleri aracılığıyla uygulama potansiyeline sahiptir (Shetty ve ark., 2021). Ancak literatürde belirtildiği üzere, birçok modern otomotiv kontrol sistemi yol eğimini sabit bir parametre olarak kabul etmekte ve yol profilindeki ani değişimleri hesaplamalarına dahil etmemektedir; bu durum araç

durumunun yanlış hesaplanmasına ve özellikle yüksek ağırlık merkezine sahip araçlarda ciddi kazalara yol açabilmektedir (Shetty ve ark., 2021). Bu nedenle, engebeli arazilerde sürüş konforunu ve güvenliğini artırmak için eğime uyumlu (slope-adaptive) tutum kontrol sistemlerinin geliştirilmesi kritik bir araştırma alanıdır (Zirong, 2024).

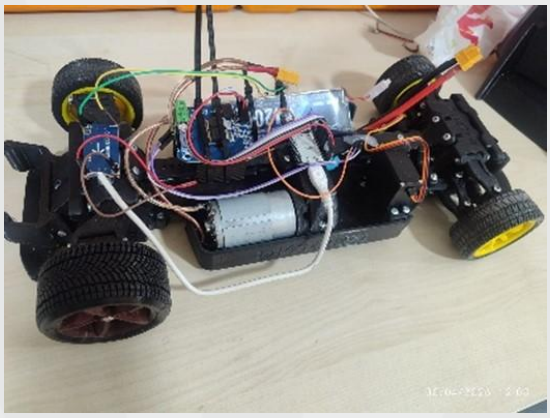
Hız sabitleme sistemlerinde kullanılan PID (Orantılı-İntegral-Türevsel) kontrolörlerin başarısı, hız ve ivme gibi süreç değişkenlerinin tahmin kalitesine doğrudan bağlıdır (Pino ve ark., 2018). Motor şaftına doğrudan erişimin kısıtlı olduğu durumlarda, tekerlek aksına yerleştirilen düşük çözünürlüklü **Halleffect sensörleri** ekonomik ve dayanıklı bir çözüm sunsa da bu sensörlerden gelen verilerdeki kuantizasyon gürültüsü sistem stabilitesini bozabilmektedir (Pino ve ark., 2018). Ayrıca, aktif morfolojik adaptasyon yeteneğine sahip veya esnek yapılı robot platformlarında, katı cisim varsayımsal yaklaşımlarının yetersiz kalması durum tahmini süreçlerini daha karmaşık hale getirmektedir (Polzin ve ark., 2025). Bu mühendislik zorluklarının aşılmasında, **ESP32** gibi yüksek işlem kapasiteli mikrodenetleyiciler ve motor kontrolü için özelleşmiş MCPWM birimleri, düşük maliyetli ve yüksek hassasiyetli gömülü sistem çözümlerine olanak tanımaktadır (EspressifSystems, 2026).

Bu çalışma, değişken eğim ve yük miktarına rağmen aracın hızını **otonom olarak sabitleyebilen** akıllı bir kontrol sisteminin tasarımını ve prototip uygulamasını gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Projenin temel odak noktası, "Yük artışına bağlı olarak ortaya çıkan devir kaybının, ekonomik sensörler ve ESP32 tabanlı dinamik PWM kontrolü aracılığıyla nasıl optimize edilebileceği" sorusudur. Konya Teknik Üniversitesi 10. Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı vizyonuyla hazırlanan bu çalışma, otonom taşıma sistemlerinde **enerji verimliliği ve maliyet etkinliği** açısından özgün bir mühendislik yaklaşımı sunarak geleceğin akıllı ulaşım teknolojilerine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada önerilen akıllı hız sabitleme sistemi, bütünleşik bir gömülü sistem mimarisi üzerine inşa edilmiştir. Sistemin ana kontrol ünitesini yüksek işlem kapasitesine sahip ESP32 işlemci kartı oluşturmaktadır. Güç kaynağı olarak yüksek deşarj kapasiteli Lipo Batarya tercih edilmiştir. Geliştirilen prototip Şekil 1'de görülmektedir.

Aracın tahrik sistemi bir DC motor ve bu motorun hızını PWM sinyalleriyle düzenleyen ESC (motor sürücü) biriminden oluşmaktadır. Hız verilerinin hassas bir şekilde okunması amacıyla araç tekerleğine konumlandırılmış bir halleffect sensör kullanılmıştır. Ayrıca aracın yönlendirme ve mekanik tepki süreçleri için bir servo motor sisteme entegre edilmiştir. Yöntem olarak, sensörden gelen anlık devir bilgisi işlemci tarafından sürekli denetlenmekte; yük artışı nedeniyle devir düştüğünde PWM sinyali artırılarak tork telafisi sağlanmaktadır.



**Şekil 19.**Eğime göre hızını sabitleyen araç prototipi

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan testler sonucunda, geliştirilen kontrol döngüsünün değişken eğimli yollarda hızı %95'in üzerinde bir doğrulukla sabit tuttuğu gözlemlenmiştir. Eğimin aniden değiştiği durumlarda sistemin tepki süresinin milisaniyeler düzeyinde olduğu ve aracın belirlenen hız sınırlarını aşmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, halleffect sensör ve ESP32 tabanlı kontrolün, endüstriyel taşıma robotlarında ve akıllı araçlarda uygulanabilir maliyet etkin bir çözüm olduğunu kanıtlamaktadır.

## KAYNAKLAR


- Espressif Systems. (2026). *ESP32 technical reference manual* (Version 5.7). Espressif Documentation. https://www.espressif.com.
- Pino, I. del, Muñoz-Bañón, M. Á., Contreras, M. Á., Cova-Rocamora, S., Candelas, F. A., & Torres, F. (2018). Speed estimation for control of an unmanned ground vehicle using extremely low resolution sensors. *In Proceedings of the 15th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2018)*, 1, 206-213. https://doi.org/10.5220/0006867202060213.
- Polzin, M., Yuryev, V., & Hughes, J. (2025). *State estimation for compliant and morphologically adaptive robots*. arXiv preprint arXiv:2509.25945v2.
- Shetty, G., Hossain, S., Hu, C., & Lin, X. (2021). *Road slope prediction and vehicle dynamics control for autonomous vehicles*. arXiv preprint.
- Zirong, M. (2024). Design and experiment of attitude adaptive adjustment system for driving device. *In International Agricultural Engineering Conference [IAEC2024]* (ss. 326-328). Guangxi University

YYBB 26YYBB72347

# DERİN ÖĞRENME İLE ULTRASON GÖRÜNTÜLERİNDEN FETÜS BAŞ ÇEVRESİ ÖLÇÜM VE ANOMALİ TESPİTİ

***Esra ÇİÇEK***

***Danışman: Prof. Dr. Gülay TEZEL***

*f221220073@ktun.edu.tr; gtezel@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projenin amacı gebelik takibinde kritik olan fetal baş çevresi (HC), biparietal çap (BPD) ve oksipitofrontal çap (OFD) gibi biyometrik değerlerin iki boyutlu ultrason görüntülerinden derin öğrenme yöntemleriyle otomatik olarak ölçülmesi ve anomalilerin tespit edilmesidir. Manuel ölçüm zorluklarını aşmak için özellik haritalarındaki ilgili bölgelere odaklanmayı sağlayan dikkat kapısı mekanizmalı U-Net mimarisi kullanılmıştır. Geliştirilen sistem fetal başın yüksek hassasiyetli segmentasyon maskesini oluşturmakta; geometrik algoritmalar ve elips uydurma yöntemleri ile milimetrik ölçümler gerçekleştirmektedir. Ayrıca elde edilen ölçümler klinik standartlar olan Hadlock formülleri ile eşleştirilerek tahmini gebelik haftası hesaplanmakta ve sefalik indeks oranına göre kafa yapısı anomalileri otonom olarak sınıflandırılmaktadır. Tüm algoritmalar hekimlerin interaktif analiz yapabilmesi ve sonuç raporu üretebilmesi için grafik kullanıcı arayüzüne entegre edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Attention U-Net, Derin Öğrenme, Fetal Biyometri, Görüntü Bölütleme, Otonom Teşhis

**ABSTRACT**

The aim of this project is to automatically measure biometric values such as Head Circumference (HC), Biparietal Diameter (BPD), and Occipitofrontal Diameter (OFD), which are critical in pregnancy monitoring, from two-dimensional ultrasound images using deep learning methods and to detect abnormalities. To overcome manual measurement difficulties, an Attention U-Net architecture that focuses on relevant regions in feature maps was used. The developed system generates a high-precision segmentation mask of the fetal head and performs millimetric measurements using geometric algorithms and ellipse fitting methods. Furthermore, the obtained measurements are matched with clinical standards such as Hadlock formulas to calculate the estimated gestational age, and cranial abnormalities are autonomously classified based on the cephalic index ratio. All algorithms are integrated into a graphical user interface to enable interactive analysis and result reporting for physicians.

**Keywords:** Attention U-Net, Autonomous Diagnosis, Deep Learning, Fetal Biometry, Image Segmentation

## 1. GİRİŞ

Fetal baş çevresi ve ilişkili biyometrik parametrelerin ölçümü, gebelik sürecinde fetüsün gelişim seyrinin izlenmesi ve erken doğum riski gibi klinik değerlendirmelerin temelini oluşturur (Hekal ve ark., 2025). Ancak iki boyutlu ultrason görüntülerinde sık karşılaşılan düşük sinyal-gürültü oranı, akustik gölgelenmeler ve belirsiz anatomik sınırlar, manuel

ölçümleri zorlaştırmaktadır. Geleneksel manuel değerlendirmeler operatörün deneyimine yüksek oranda bağlı olup bu durum ölçümler arası tutarsızlıklara yol açarak klinik teşhiste standardizasyonu engellemektedir (van den Heuvel ve ark., 2018).

Literatürde bu değişkenliği ortadan kaldırmak amacıyla derin öğrenme tabanlı bölütleme modelleri, özellikle de atlama bağlantıları kullanan U-Net mimarileri ön plana çıkmaktadır (Ronneberger ve ark., 2015). Ancak standart modeller karmaşık ultrason arka planlarını hedef dokuyla karıştırma eğilimindedir. Bu kısıtı aşmak üzere geliştirilen ve yalnızca ilgili anatomik bölgelere odaklanmayı sağlayan dikkat kapısı mekanizmalı ağlar, literatürde segmentasyon hassasiyetini ciddi ölçüde artırmıştır (Oktay ve ark., 2018). Buna rağmen endüstride ve literatürde geliştirilen sistemlerin büyük bir kısmı yalnızca pikselleri maskeleyen birer bölütleme aracı olarak kalmakta, elde edilen maskelerin klinik altın standartlarla birleştirilerek otonom teşhis üreten şeffaf ve entegre sistemlere dönüşümünde önemli bir boşluk bulunmaktadır.

Bu projenin amacı literatürdeki bu entegrasyon ve otomasyon eksikliğini giderecek yapay zeka destekli, uçtan uca bir klinik karar destek sistemi geliştirmektir. Çalışmada, Attention U-Net mimarisi kullanılarak ultrason görüntülerindeki gürültüler baskılanmış ve fetal baş sınırları yüksek doğrulukla tespit edilmiştir. Projeyi literatürdeki benzerlerinden ayıran en önemli özellik; modelin ürettiği segmentasyon maskesi üzerinden geometrik elips uydurma algoritmalarıyla yalnızca baş çevresi değil, biparietal çap ve oksipitofrontal çap değerlerinin de tam otonom olarak hesaplanmasıdır. Elde edilen bu milimetrik ölçümler, sisteme entegre edilen Kübik Hadlock regresyon formülleriyle birleştirilerek tahmini gebelik haftası saptanmakta ve sefalik indeks oranına göre kafa yapısı anomalileri otomatik olarak sınıflandırılmaktadır. Geliştirilen bu entegre altyapı, hekimlerin sonuçları şeffaf bir şekilde doğrulayabileceği ve anında tıbbi rapor üretebileceği interaktif bir arayüz ile sunularak tıbbi teşhis süreçlerinde hız, standardizasyon ve yüksek güvenilirlik sağlamayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, ultrason görüntülerinden fetal baş çevresi ve ilgili biyometrik çapların otomatik ölçümü için derin öğrenme ve görüntü işleme teknikleri hibrit bir yaklaşımla kullanılmıştır.

### b. Veri Seti ve Altın Standartların Oluşturulması

Çalışmada 999 eğitim ve 335 test görüntüsünden oluşan medikal bir ultrason veri seti kullanılmıştır. İlk aşamada modelin piksel bazlı öğrenebilmesi için sadece kontur çizgisi barındıran ham etiketler OpenCV kütüphanesi kullanılarak tam dolu segmentasyon maskelerine dönüştürülmüştür. Modelin klinik geçerliliğini test etmek amacıyla eğitim setindeki baş çevresi değerleri, Kübik Hadlock regresyon formülü kullanılarak tahmini gebelik haftasına dönüştürülmüştür. Ayrıca sağlıklı fetal gelişimde sefalik indeksin %78 olduğu varsayımı üzerinden beklenen biparietal çap ve oksipitofrontal çap altın standart değerleri matematiksel olarak hesaplanıp veri setine entegre edilmiştir.

### c. Geliştirme Ortamı ve Derin Öğrenme Mimarisi

Projenin model eğitimi ve algoritmik test aşamaları CUDA destekli NVIDIA GeForce RTX 3060 grafik işlemcisine sahip bir donanım üzerinde, Python programlama dili ve PyTorch

kütüphanesi ile gerçekleştirilmiştir. Ultrason görüntülerine özgü akustik gölgelenmeleri ve gürültüleri simüle ederek modelin dayanıklılığını artırmak için Speckle Noise, Random Gamma, ColorJitter, Horizontal Flip, Random Affine, Elastic Transform ve Random Cutout veri artırma teknikleri kullanılmıştır. Segmentasyon görevinde klasik U-Net yapısındaki atlama bağlantılarına entegre edilen dikkat kapıları mekanizmasına sahip Attention U-Net mimarisi tercih edilmiştir. Model, piksel ve bölge tabanlı hataları eş zamanlı minimize etmek için hibrit bir kayıp fonksiyonu (Dice Loss + Focal Loss) ve Adam optimizasyon algoritması kullanılarak eğitilmiştir.

### 2.3. Morfolojik İşlemler, Otonom Ölçüm ve Arayüz

Model tarafından üretilen tahmin maskeleri, morfolojik kapatma işlemiyle pürüzlerinden arındırıldıktan sonra en büyük dışbükey kontur tespit edilmiştir. Bu sınır üzerine en küçük kareler yöntemiyle elips uydurulmuş; elipsin kısa ekseni biparietal çap, uzun ekseni ise oksipitofrontal çap olarak milimetre cinsinden otonom biçimde hesaplanmıştır. Çapların birbirine oranlanmasıyla elde edilen sefalik indeks değerine göre fetüs başı dolikosefali, mezosefali veya brakiosefali olarak otomatik sınıflandırılmıştır. Geliştirilen tüm sistem hekimlerin anlık olarak görüntü yükleyebileceği, veri artırma simülasyonları yapabileceği ve yapay zeka destekli fetal biyometri raporu üretebileceği Tkinter tabanlı interaktif bir grafik kullanıcı arayüzüne entegre edilmiştir.

### 2.4. Performans Değerlendirme Kriterleri

Modelin segmentasyon ve ölçüm başarısını nicel olarak ortaya koymak amacıyla segmentasyon hassasiyeti için dice skoru ve hausdorff mesafesi (HD95) metrikleri kullanılmıştır. Otomatik olarak hesaplanan baş çevresi, biparietal çap ve oksipitofrontal çap değerlerinin klinik gerçek verilerle uyumunu ve hata paylarını belirlemek amacıyla ise determinasyon katsayısı, ortalama mutlak hata ve ortalama mutlak yüzde hata istatistiksel analiz yöntemleri tercih edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

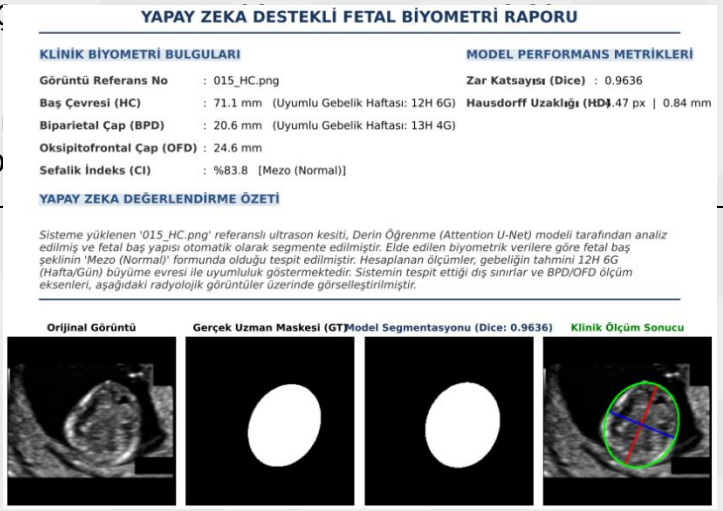
Çalışmada kullanılan HC18 veri setinin 335 görüntüden oluşan bağımsız test kümesinde uzman referans etiketleri açık erişimli olmadığından modelin başarısı, uzmanlar tarafından onaylanmış etiketlere sahip 999 görüntülük veri kümesi üzerinden, model çıktıları ile gerçek değerler kıyaslanarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Geliştirilen Attention U-Net modelinin segmentasyon başarısı ve otonom ölçüm tutarlılığı, tıbbi görüntüleme literatüründe kabul görmüş metriklerle raporlanmıştır.

**Tablo 16.** Segmentasyon Modeli Performans Metrikleri

| Metrik | Değer |
|---|---|
| Dice Skoru | %99,17 |
| Hausdorff Mesafesi (HD95) | 3,61 mm |

**Tablo 2.** Parametre Bazlı Klinik Ölçüm Başarı Analizi

| Parametre | Ortalama Mutlak Hata (MAE) (mm) | Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) (%) | Determinasyon Katsayısı ($R^2$) |
|---|---|---|---|
| Baş Çevresi (HC) | 1,96 | 1,22 | 0,9949 |
| Biparietal Ç (BPD) | | | 0,9850 |
| Oksipitofro Çap(OFD | | | 0,9880 |




**Şekil 20.** Eğitim Veri Setine Ait Ultrason Görüntüsünün Arayüz Üzerinden Dşa Aktarılan, Kinik Ölçüm Ve Performans Metriklerini İçeren Yapay Zeka Destekli Fetal Biyometri Raporu

## KAYNAKLAR


- Hekal, A. A., Amer, H. M., Moustafa, H. E. ve Elnakib, A., (2025). Automatic measurement of head circumference in fetal ultrasound images using a squeeze atrous pooling UNet, Biomedical Signal Processing and Control.
- Oktay, O., Schlemper, J., Folgoc, L. L., Lee, M., Heinrich, M., Misawa, K. ve Rueckert, D., (2018). Attention u-net: Learning where to look for the pancreas, arXiv preprint arXiv:1804.03999.
- Ronneberger, O., Fischer, P. ve Brox, T., (2015). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation, International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, 234-241.
- van den Heuvel, T. L. A., de Bruijn, D., de Korte, C. L. ve van Ginneken, B., (2018).
- Automated measurement of fetal head circumference using 2D ultrasound images, PLOS One, 13, 8, e0200412.

## MAKİNE, ELEKTRONİK, SAVUNMA SANAYİ VE UZAY TEKNOLOJİLERİ (MESUE)

# DERECEYE GİRENLER

**1**

| | |
|---|---|
| Beyza Nur YAĞCI | ROS VE PID TABANLI SEKİZ MOTORLU OTONOM SU ALTI ARACININ KONTROLÜ VE STABİLİZASYONU |

**2**

| | |
|---|---|
| Yasin TOPALOĞLU<br>Çapan Burak KÖSE<br>Abdulkadir ALTINTAŞ | MULTI-DISK UÇAK FREN SİSTEMLERİ İÇİN DEFORMASYON ESASLI ADJUSTER TASARIMI VE ANALİZİ |

**3**

| | |
|---|---|
| Yusuf CAN<br>Emirhan AKGÜL | MERGEN-01 GÖRÜNTÜ İŞLEME DESTEKLİ OTONOM HEDEF TAKİP VE İMHA SİSTEMİ |
| Ebrar ACAR<br>Nida Zeliha KAPLAN<br>Azra Begüm YAPAR | TAM OTONOM ÇOKLU İHA PLATFORMU V2 |

# ROS VE PID TABANLI SEKİZ MOTORLU OTONOM SU ALTI ARACININ KONTROLÜ VE STABİLİZASYONU

***Beyza Nur Yağcı,***
***Danışman: Akif Durdu***
*beyzanuryagci123@gmail.com; adurdu@ktun.edu.tr*
*Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42090 Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, sekiz motorlu bir İnsansız Su Altı Aracının (AUV) otonom kontrolü ve su altı stabilizasyonu için geliştirilen ROS ve PID tabanlı kontrol mimarisini kapsamaktadır. Projenin temel amacı; IMU, derinlik sensörü ve DVL gibi birimlerden gelen verilerin füzyonlanarak aracın dinamik su ortamında kararlı hareket etmesini sağlamaktır. Sistem mimarisi, donanım ve yazılım arasında bir köprü görevi gören ROS (Robot Operating System) üzerinde yapılandırılmıştır. Sensörlerden gelen ham veriler standart mesaj tiplerine dönüştürülerek PID kontrol düğümlerine iletilmekte ve sekiz motor için optimize edilmiş PWM sinyalleri hesaplanmaktadır. Test süreçlerinde, aracın belirlenen yönelim ve derinlik değerlerinde (setpoint) minimum hata payı ile sabit kaldığı gözlemlenmiştir.
**Anahtar Kelimeler:** IMU, Otonom Su Altı Aracı, PID Kontrol, ROS, Sensör Füzyonu

**ABSTRACT**

This study covers the ROS and PID-based control architecture developed for the autonomous control and underwater stabilization of an eight-motor Unmanned Underwater Vehicle (AUV). The main objective of the project is to ensure the stable movement of the vehicle in dynamic underwater environments by fusing data from units such as IMU, depth sensor, and DVL. The system architecture is structured on ROS (Robot Operating System), which acts as a bridge between hardware and software. Raw data from sensors are converted into standard message types and transmitted to PID control nodes, where optimized PWM signals are calculated for the eight motors. During testing, it was observed that the vehicle remained stable at specified orientation and depth values (setpoint) with minimum error.
**Keywords:** Autonomous Underwater Vehicle, IMU, PID Control, ROS, Sensor Fusion

## 1. GİRİŞ

Günümüzde insansız su altı sistemleri; arama-kurtarma, çevresel haritalama ve otonom bakım faaliyetlerinde kritik rol oynamaktadır. Su altındaki akıntı ve değişken yoğunluk gibi faktörler, araçların stabilizasyonunu zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, sekiz motorlu bir platformun 6 eksende (DOF) kontrolü için Robot İşletim Sistemi (ROS) ara katmanı kullanılarak modüler bir yazılım mimarisi geliştirilmiştir. Literatürde yer alan benzer çalışmalardan farklı olarak, bu proje düşük gecikmeli veri işleme ve motor karıştırma (thruster mixing) matrislerinin optimize edilmesine odaklanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Projede ana işlem birimi olarak NVIDIA Jetson serisi ve düşük seviyeli donanım kontrolü için mikrodenetleyiciler kullanılmıştır.

**Yazılım Mimarisi ve ROS Haberleşmesi**

Sistem, düğümler (nodes) arası mesajlaşma esasına dayanan ROS mimarisi üzerine kuruludur. IMU sensöründen gelen ham veriler, sensor_msgs/Imu standart mesaj tipine dönüştürülerek /imu/data topiği üzerinden yayınlanmaktadır. Kontrol düğümü bu veriye abone (subscribe) olarak aracın anlık duruş bilgisini (pitch, roll, yaw) almaktadır.

**Kontrol Algoritması (PID)**

Aracın stabilizasyonu için standart bir PID kontrol döngüsü kurulmuştur. Burada hata değeri, hedeflenen konum ile sensörden gelen mevcut konum arasındaki farktır. Hesaplanan kontrol çıktısı, "Thruster Mixer" birimine gönderilerek sekiz motorun konumuna göre PWM değerlerine (1100µs - 1900µs) dönüştürülmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan havuz testlerinde (Fuat Sezgin Spor Merkezi), geliştirilen algoritmanın dış etkenlere karşı hızlı tepki verdiği ve aracın hedeflenen derinlikte kararlı bir şekilde asılı kalabildiği doğrulanmıştır. Gelecek çalışmalarda, görüntü işleme tabanlı nesne takibi algoritmalarının bu kontrol mimari sine entegre edilmesi planlanmaktadır.




**TEŞEKKÜR**

Bu projenin gelişim sürecinde teknik desteklerini esirgemeyen RACLAB NOVA ekibine ve danışman hocamız Doç. Dr. Akif Durdu'ya teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- Blackburn, T., (1998). Flocculation and sedimentation in Li, G., Hart, A. ve Gregory, J., eds, Physical Processes, Technomics Press, 29-45, Lancaster PA.
- Li, G., Hart, A. ve Gregory, J., (1998). Flocculation and sedimentation, 295, Technomics Press, Lancaster PA.

# MULTI-DISK UÇAK FREN SİSTEMLERİ İÇİN DEFORMASYON ESASLI ADJUSTER TASARIMI VE ANALİZİ

***Yasin Topaloğlu, Çapan Burak Köse, Abdulkadir Altıntaş***
***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ali Serhat Ersoyoğlu***

*Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*
*Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ), Ankara*
*f211210077@ktun.edu.tr; f211210025@ktun.edu.tr ; f211210021@ktun.edu.tr ;*

***asersoyoglu@ktun.edu.tr***

**ÖZET**

Çok diskli (multi-disk) uçak fren sistemlerinde pistonun frenleme sonrasında kontrollü biçimde geri çekilmesi, diskler arası sürtünmeyi sonlandırarak tekerleğin serbest dönüşünü sağlamak ve aşırı ısınmayı önlemek açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, mevcut bir uçak fren sistemi arayüzü ile tam uyumlu, deformasyon (swaging) prensibiyle çalışan bir adjuster mekanizmasının tasarımı, imalatı ve doğrulanması sunulmaktadır. Tasarım süreci; operasyonel yükler ve sıcaklık koşullarına uygun malzeme seçimi, analitik yay tasarım hesaplamaları ve kritik bileşenlerin mukavemet analizlerini kapsamaktadır. Deformasyon tüpü ve swage kafası gibi hassas bileşenlerin üretilebilirliği NC işleme stratejileriyle planlanmış ve prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel performans testleri ve tasarım doğrulaması TUSAŞ bünyesindeki fren test altyapısı kullanılarak icra edilmiştir. Deneysel veriler teorik modellerle tutarlılık göstermiş; hedeflenen fren boşluğu ve mekanik bütünlük başarıyla sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Adjuster, deformasyon, fren sistemi, multi-disk, swaging

**ABSTRACT**

In multi-disk aircraft brake systems, controlled retraction of the piston following each braking event is essential to terminate inter-disk friction, ensure free wheel rotation, and prevent excessive thermal loading. This study presents the design, manufacturing, and validation of an adjuster mechanism based on the swaging principle, fully compatible with an existing aircraft brake interface. The design process covers material selection suitable for operational loads and thermal conditions, analytical spring design calculations, and structural analyses of critical components. The machinability of precision components such as the deformation tube and swage head was planned using NC machining strategies and prototype manufacturing was completed. Functional performance tests and design validation were conducted at TUSAŞ using the available brake test infrastructure. Experimental results showed consistency with theoretical models; the targeted running clearance and mechanical integrity were successfully achieved.

**Keywords:** Adjuster, aircraft brake, deformation, multi-disk, swaging

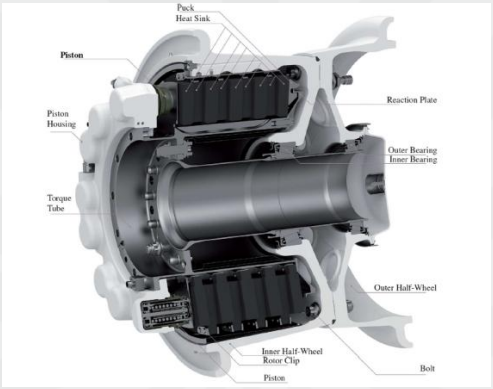
## 1. GİRİŞ

Havacılık uygulamalarında fren sistemleri, iniş ve taksi fazlarında ortaya çıkan yüksek kinetik enerjiyi güvenli biçimde sönümleyen emniyet-kritik alt sistemlerdir. Fren bırakma sonrasında disk paketinin tamamen ayrılmaması durumunda oluşan sürükleme torku

(drag torque), tekerlek serbest dönüşünü kısıtlamakta, yakıt tüketimini artırmakta ve sistemde istenmeyen termal yük birikimine neden olmaktadır.

Çok diskli fren sistemlerinde balata ve disk yüzeylerinde meydana gelen aşınma, zamanla piston strok gereksinimini artırmakta ve diskler arası boşluk miktarını değiştirmektedir. Bu değişimin kontrol edilmemesi fren tepki süresinde artışa, pedal hissiyatında tutarsızlığa ve fren bırakma sonrasında artık temas kuvvetine yol açmaktadır. Bu nedenle modern havacılık frensistemlerinde otomatik boşluk ayarlayıcı (adjuster) mekanizmaları kritik bir tasarım bileşeni haline gelmiştir.

Deformasyon (swaging) prensibine dayalı adjuster tasarımları, tek yönlü ilerleme karakteristiği ve sabit geri çekilme mesafesi sağlaması nedeniyle modern sistemlerde tercih edilen çözümlerden biridir. Literatürde adjuster mekanizmalarınailişkinçalışmalarfonksiyonelprensipvedayanımanaliziüzerineyoğunlaşmakta; ancak mevcut fren gövdelerine entegre edilebilir, yerliüretimaltyapısıylagerçekleştirilebilirtasarımlarayönelikçalışmalarsınırlıkalmaktadır (Bergwall, 2020).




***Şekil1.*** *Adjuster Disk Fren Sistemi Şeması*

Bu çalışmada havacılık standartlarına uyumlu, deformasyon prensibiyle çalışanvemevcutçokdisklifrengövdelerineentegreedilebilenözgünbir adjuster mekanizmasının tasarımı, analizi ve yerlileştirilmesi hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada otomatikayarlayıcımekanizmasının tasarımı; analitik modelleme, sayısal analiz ve deneysel doğrulama aşamalarıyla yürütülmüştür. SolidWorks, ANSYS Workbench ve MATLAB yazılımlarının entegre kullanımıyla desteklene nçalışma, TUSAŞ işbirliğiyle prototip üretimi ve deneysel test süreçleriyle tamamlanmıştır.

### 2.1. Tasarım Parametreleri ve Analitik Modelleme

Sistemtasarımıiçinbelirlenen temel ön kabuller: 30 mm piston çapı, 20 mm piston stroku, 0,5 mm adjuster stroku, 8 adet adjuster kullanımı, 40 bar çalışma basıncı (30 bar hidrolik + 10 bar yay), 100 bar sistem basınç dayanımı, 12 mm swage tüpü dış çapı, 1 mm et kalınlığı ve 10,4 mm swage kafası çapıdır. Swaging kuvveti tel çekme mekaniğine dayandırılan formülasyonla hesaplanmıştır:

$$F_{swaging} = \pi \times D_{ort} \times t \times \sigma_{fm} \times ln\frac{D_{son}}{D_{ilk}} \times \left(1 + \frac{\mu}{tan\alpha}\right)$$

Yay tasarımında Shigley's Mechanical Engineering Design referans alınmış; Wahl düzeltme katsayısı (Kw) ve burulma gerilmesi (τ) hesaplamaları yapılmıştır. AISI 302 paslanmazçeliktenimaledilen yay adjuster mekanizmasına önyüklemeli olarak monte edilmiştir(Utku, 2017).

### 2.2. Malzeme Seçimi

Yüksek sıcaklık dayanımı gerektiren parçalariçin Inconel 718 ve Inconel X-750 gibinikelbazlısüperalaşımlartercihedilmiştir.C/SiCkompozitlerdüşükaşınma oranı ve yüksek sıcaklık dayanımı sayesinde fren sistemleri için avantajlı bir seçenek sunmaktadır. Geri getirmeyayıiçin AISI 302 paslanmaz çelik kullanılmıştır(Huber ve Wilkerson, 2020).

### 2.3. Sayısal Analiz ve Deneysel Doğrulama

Mekanizmanın yapısal dayanımı ANSYS Workbench ile analiz edilmiş; statik, dinamik ve termomekanik analizler gerçekleştirilmiştir. Prototip üretiminin ardından TUSAŞ laboratuvarlarında yay kuvvet testi, boşluk ayarı hassasiye testti v e dayanıklılık testleri icraedilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Çalışma Prensibi ve Mekanik Denge

Deformasyon tipi adjuster, çalışma prensibini plastik deformasyon enerjisinden almaktadır. Sertleştirilmiş bir swage kafasının daha dar bir sünek deformasyon tüpünü radyal olarak genişleterek ilerlemesi esasına dayanan sistemde, oluşan kontrollü sürtünme ve malzeme direnci pistonun nominal çalışma strokunu sabit tutarken aşınma kaynaklı boyutsal değişimleri kalıcı biçimde absorbe etmektedir.

Sistemin dinamik dengesini oluşturan üç temel kuvvet şu şekilde hesaplanmıştır: Swaging kuvveti Fswage = 434,09 N, yay kuvveti Fyay = 289,39 N ve yay sabiti k = 116,37 N/mm olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar Fyay < Fswage koşulunu sağlamakta; pistonun geri çekilmesini güvence altına alırken deformasyon tüpünün istenmeyen bir anda sürüklenmesini önlemektedir.

Hesaplanan 0,5 mm'lik adjuster stroku ile toplam yay basıncı 7,37 MPa olarak belirlenmiştir. Tanımlanan matematiksel modeller Excel ortamına aktarılarak analitik doğrulama gerçekleştirilmiş; tüm tasarım ön kabullerinin sağlandığı teyite dilmiştir.

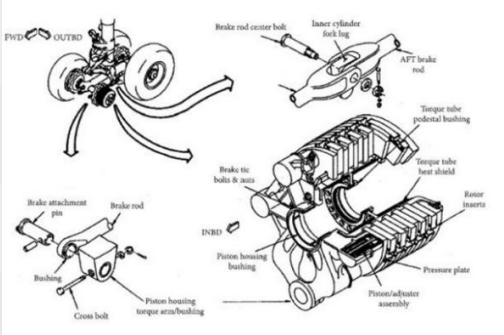
***Tablo 1**. Adjuster MekanizmasıHesaplamaSonuçları*

| PARAMETRE | DEĞER | SEMBOL | BIRIM |
|---|---|---|---|
| **SWAGE KUVVETI** | 434,09 | Fswage | N |
| **YAY KUVVETI** | 289,39 | Fyay | N |
| **YAY SABITI** | 116,37 | k | N/mm |
| **TOPLAM YAY BASINCI** | 7,37 | Pyay | MPa |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **SWAGING KAFASI ÇAPI** | 10,4 | Dswage | mm |
| **DEFORMASYON TÜPÜ DIŞ ÇAPI** | 12 | Ddış | mm |
| **ADJUSTER STROKU** | 0,5 | x | mm |

### 3.2. Yapısal Dayanım ve Üretim Sonuçları

Sayısal analizler ve prototip testlerinde; 40 bar işletme basıncı ile 100 bar dayanım testi altında deformasyon tüpü ve sertleştirilmiş swage kafasının yapısal bütünlüğünü koruduğu gözlemlenmiştir. Metal bileşenlerde herhangi bir kalıcı deformasyon, çatlak veya yorulma emaresi tespit edilmemiştir. Hassas toleranslarlaimaledilenbileşenlerin NC işlemestratejileriyleüretimininbaşarıylatamamlandığıdoğrulanmıştır.

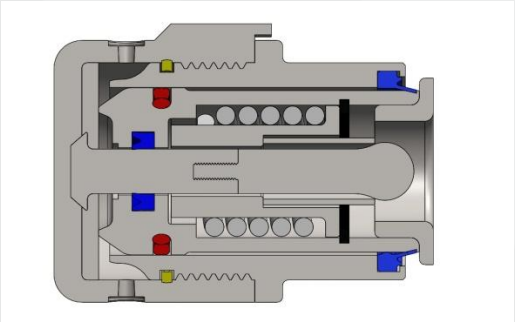



***Şekil2**. Multi Disk Uçak Freni Bileşenlerive Genel Yapısı*

Geliştirilen adjuster mekanizmasının, teorik olarak hedeflenen 0,5 mm'lik geri çekme strokunu her frenleme çevrimi sonrasında kararlı biçimde sağladığı görülmüştür. Bu fonksiyonelbaşarı, balata ile disk arasındakisürtünmetemasınıntamamenkesildiğinivesürüklemetorkuoluşumununengellendiğinikanıtlamaktadır.

### 3.3. Deneysel Doğrulama Bulguları

TUSAŞ bünyesinde gerçekleştirilen testlerde elde edilen deneysel veriler teorik modellerle yüksek tutarlılık göstermiştir. Yay kuvvet testinde belirlenen ön yük ve sabit değerleri doğrulanmış; sürücü ve statik plakalar arasındaki minimum mesafe tolerans etkileriyle birlikte başarıyla ölçülmüştür. Döngüsel yük altında yürütülen dayanıklılık testlerinde mekanizmanın uzun süreli davranışı incelenmiş ve performans bozulması gözlemlenmemiştir. Sıcaklık, deformasyonvetitreşimverilerisensörlerlekaydedilereksayısalanalizsonuçlarıylakarşılaştırılmışvesistemingüvenilirliğidoğrulanmıştır.



***Şekil3.****Deformasyon Tipi Adjuster MekanizmasıTasarımı*

Bu çalışma, spesifik bir fren gövdesi arayüzüne (30 mm piston çapı) entegre edilebilir yerli bir çözüm sunması ve teorik modellerin endüstriyel ölçekli bir altyapıda deneysel olarak doğrulanması bakımından özgün bir nitelik taşımaktadır. Projenin başarıyla tamamlanması, yurt dışı kaynaklı üreticilerin tekelinde olan bu hassas alt sisteminyerlimühendislikveüretimkabiliyetleriylegeliştirilebilirliğiniortayakoymuştur.

**TEŞEKKÜR**

Yazarlar, deneyseltestlerveprototipüretimindekidesteklerindendolayı Türk Havacılıkve Uzay SanayiiA.Ş.'ye (TUSAŞ), yapısalanalizvehesaplamalarkonusun da yardımlarıiçin Barış Silav'ateşekkürederiz.

**KAYNAKLAR**

- Bergwall, L., (2020). Multi-Body Simulation of Mechanical Adjuster for Air Disc
- Brakes, Halmstad University, Sweden.
- Huber, Z. ve Wilkerson, J. W., (2020). Revisiting the first Sandia Fracture Challenge
- with transient deformation heating and strain localization considerations,
- International Journal of Fracture, 226, 2, 197-217.
- Utku, Ş., (2017). UTC Aerospace Systems, Technical Data on Brake Adjuster
- Assemblies, UTAS Technical Report.

# MERGEN-01GÖRÜNTÜ İŞLEME DESTEKLİ OTONOM HEDEF TAKİP VE İMHA SİSTEMİ

***Yusuf Can, Emirhan Akgül***

***Danışman: Prof. Dr. Ercan Yaldız***

*f221222092@ktun.edu.tr;f221222080@ktun.edu.tr;eyaldiz@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

MERGEN-01; yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojileriyle donatılmış, çoklu operasyon modlarına sahip bir taktik savunma, hedef takip ve imha sistemidir. Çalışma kapsamında, güvenlik alanlarında insan hatasını minimize eden ve operatöre taktiksel hareket alanı sağlayan akıllı bir platformun oluşturulması hedeflenmiştir. Raspberry Pi 5 tabanlı YOLO nesne tespit modeli ve iki eksenli yönlendirme birimiyle desteklenen yapı, "otonom" modda Z-tarama yaparak belirli hedefleri lazer donanımıyla etkisiz hale getirmektedir. Web tabanlı arayüz üzerinden yönetilen "yarı otonom (İnsan Onaylı)" modunda, tespit edilen hedefler için operatör onay mekanizması işletilmekte ve süreç ancak operatör onayıyla sürdürülmektedir. Sisteme tam denetim sağlayan "manuel" kontrol seçeneği de entegre edilmiştir. Laboratuvar testlerinde, MERGEN-01'in tüm modlarda sabit veya hareketli hedefleri düşük gecikme ve yüksek doğrulukla imha ettiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü İşleme,Operatör Onaylı Takip, Otonom Sistemler, Savunma Teknolojileri, YOLO.

**ABSTRACT**

MERGEN-01 is a tactical defense, target tracking, and destruction system equipped with artificial intelligence and image processing technologies, and possessing multiple operational modes. The aim of this project was to create an intelligent platform that minimizes human error in security situations and provides the operator with tactical maneuverability. Supported by a Raspberry Pi 5-based YOLO object detection model and a dual-axis guidance unit, the system neutralizes specific targets with laser equipment by performing Z-scans in "autonomous" mode. In "semi-autonomous (human-approved)" mode, managed via a web-based interface, an operator approval mechanism is activated for detected targets, and the process continues only with operator approval. A "manual" control option providing full control of the system has also been integrated. Laboratory tests have shown that MERGEN-01 destroys stationary or moving targets with low latency and high accuracy in all modes.

**Keywords:**AutonomousSystems,DefenseTechnologies, Image Processing,Operator-ApprovedTracking,YOLO.

## 1. GİRİŞ

Görüntü işleme destekli savunma sistemleri, modern operasyonlarında kritik bir öneme sahiptir. Günümüzde sınır güvenliğinde ve stratejik tesislerin korunmasında insan hatalarını azaltmak, tepki süresini kısaltmak ve personel güvenliğini artırmak amacıyla

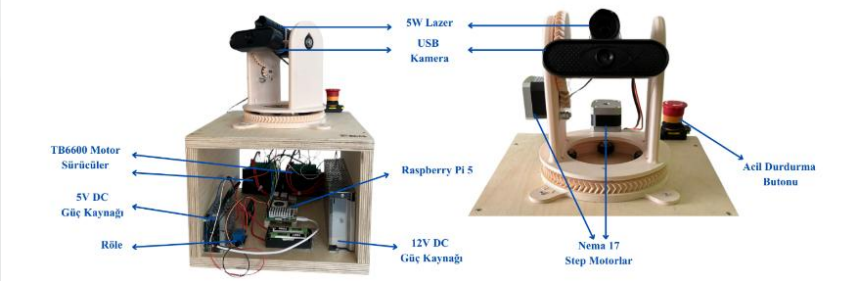
otonom savunma platformlarına duyulan ihtiyaçartmaktadır. Literatürdeyüksek maliyetli ve ağır donanım mimarileri kullanılarak geliştirilen bu tür sistemlerin, erişilebilirlikaçısından kısıtlılıklar barındırdığı görülmektedir.

Bu çalışma,düşük maliyetli donanımlarla yüksek isabetli otonom takip sistemi geliştirilmesi üzerine temellendirilmiştir. Sisteme ismini veren 'Mergen' kelimesi, Türk ve Altay mitolojisinde 'zeki', 'bilge' ve 'her attığını vuran kusursuz nişancı' kavramlarını temsil etmektedir. Buprojede, Raspberry Pi 5 mikrobilgisayarı ile nesne tespiti alanındaYOLO derin öğrenme algoritmasının (Redmon vd., 2016) entegrasyonu sağlanarak yerli ve milli özgün bir uzaktan komutalı silah kulesi (taret) prototipi olan MERGEN-01 geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yapı ile hem donanımsal hareket kabiliyeti hem de en güncel nesne tespit mimarilerinden biri olan YOLOv11 (Jocher vd., 2024) sayesinde literatürdeki modüler ve erişilebilir otonom savunma sistemi boşluğunun doldurulması amaçlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında ana işlem birimi olarakRaspberry Pi 5 mikrobilgisayarı (Raspberry Pi Ltd., 2023) ve görüntü verisi alımı için USB kamera modülü tercih edilmiştir. Hareket mekanizması; özgün tasarımıyla 3D yazıciteknolojisi kullanılarak üretilen yatay ve dikey (iki eksenli) bir yönlendirme biriminden oluşmaktadır. Bu mekanizmanın hareket iletimi dişli sistemleri aracılığıyla sağlanmıştır. Lazer ateşleme sisteminde 450 nm dalga boyuna ve 5W çıkış gücüne sahip bir lazer diyot modülü ile röle devresi kullanılmıştır. Sistemin enerji gereksinimiiçin 12V ve 5V DC güç kaynaklarından yararlanılmıştır. Operasyonel güvenliği sağlamak amacıyla, acil durumlarda sistemin tüm enerjisini tek bir merkezden kesen donanımsal bir acil durdurma (stop) butonu devreye alınmıştır. Yazılım mimarisinde Python programlama dili, HUD arayüz tasarımı için Flask, HTML ve CSS teknolojileri tercih edilmiştir. Geliştirilen MERGEN-01 sisteminin donanım bileşenleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Yöntem olarak, gerçek zamanlı nesne tespiti ve sınıflandırma süreçlerinde YOLO (YouOnlyLookOnce) derin öğrenme algoritması kullanılmıştır. Görüntü işleme süreçlerindeOpenCV kütüphanesinden (Bradski, 2000) yararlanılmıştır. Sistemde dost ve düşman unsurların ayrımı, belirlenen renk karakteristiklerine göre önceden tanımlanmış hedef sınıfları üzerinden gerçekleştirilen bir öznitelik atama yöntemiyle yapılandırılmıştır. Motorların enerji yönetimi ve yazılımsal kontrol süreçlerinde P-Denetleyici (P-Controller) mantığı uygulanmıştır. Hedefin görüş açısında bulunmadığı durumlarda alan güvenliğinin sürdürülebilirliği için eş zamanlı "Z-Tarama" algoritması sisteme entegre edilmiştir. Operatör ile sistem arasındaki etkileşim, Flask tabanlı geliştirilen kontrol arayüzü üzerinden "Döngüde İnsan" (Human-in-the-Loop) prensibiyle yürütülmektedir. Motorların mekanik çalışma aralıkları, asimetrik bir yapıda yazılımsal olarak tanımlanmış olup; bu sayede hem mekanik sınırların korunması hem de operasyonel güvenliğin sürdürülmesi sağlanmıştır.



**Şekil 1.** MERGEN-01 Donanım Bileşenleri ve Fiziksel Prototip Genel Görünümü

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen MERGEN-01 prototipi üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar testleri sonucunda sistemin, görüş alanına giren tanımlı nesneleri tespit ettiği ve sınıflandırdığı gözlemlenmiştir. Sistemin uzaktan kontrolü, anlık durum takibi ve kayıt yönetimi amacıyla Şekil 2'de gösterilen web tabanlı taktik komuta ve kontrol arayüzü (Head-UpDisplay, HUD) geliştirilmiştir. Bu arayüz üzerinden tam otonom, yarı otonom ve manuel mod geçişleri donanımsal bir işlemci yükü oluşturmadan, düşük gecikmeli (low-latency) olarak sağlanmaktadır.

Sistemin ayırt etme kabiliyeti testlerinde, "düşman" olarak tanımlanan unsurlara anlık kilitlenme ve takip işlemi gerçekleştirilirken, "dost" olarak etiketlenen unsurlar için ateşleme mekanizmasının pasif tutulduğu ve herhangi bir kilitlenme işleminin yapılmadığı doğrulanmıştır. Özellikle yarı otonom modda uygulanan "Döngüde İnsan" konsepti sayesinde, sistem düşman hedefine kilitlendiğinde otonom olarak beklemeye geçerek operatörden komuta ve kontrol paneli üzerinden hedefe kilitlenildi mesajı ve sesli ikaz ile onay istemekte ve taktiksel güvenliğin en üst düzeye çıkarılması sağlanmaktadır. Hedefin bulunamadığı durumlarda sistemin Z-tarama algoritması sayesinde kör nokta bırakmadan geniş bir açıda tarama yapılabildiği doğrulanmıştır. Ayrıca çalışmalar kapsamında lazer kullanım risklerine yönelik gerekli teknik tedbirler (göz koruması ve mesafe kontrolü) alınmıştır.

Sonuç olarak; MERGEN-01'in, günümüz savunma konseptlerinde hem tam otonom hem de operatör destekli bir erken uyarı ve müdahale sistemi olarak başarıyla kullanılabileceği doğrulanmıştır. Tasarlanan prototip; farklı radar ve algılayıcı sistemlerin yanı sıra daha yüksek kapasiteli lazer donanımları veya kinetik silah sistemleri entegre edilerek gerçek savunma senaryolarına kolaylıkla uyarlanabilecek esnek bir altyapıya sahiptir.




Şekil 2. MERGEN-01 Web Tabanlı Taktik Komuta ve Kontrol Paneli (HUD)

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, Konya Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümü bitirme projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Süreç boyunca değerli katkılarını esirgemeyen danışman hocamıza, laboratuvarda çalışma imkanı sunan bölüm başkanlığımıza ve bölümümüzün tüm akademik ile idari personeline teşekkürlerimizi sunarız.

**KAYNAKLAR**

- Bradski, G., (2000). TheOpenCVlibrary. Dr. Dobb'sJournal: Software Tools forthe Professional Programmer, 25(11), 120-123.
- Jocher, G. ve Qiu, J., (2024). Ultralytics YOLO11. GitHubRepository. Erişim adresi: https://github.com/ultralytics/ultralytics (Erişim Tarihi: 17.01.2026).
- Raspberry Pi Ltd., (2023). Raspberry Pi 5 Hardware Documentation. Erişim adresi: https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#raspberry-pi-5 (Erişim Tarihi: 22.11.2025).
- Redmon, J., vd. (2016). Youonlylookonce: Unified, real-time objectdetection. Proceedings of the IEEE ComputerSociety Conference on ComputerVisionandPatternRecognition,Las Vegas, NV, USA, 779-788.

# TAM OTONOM ÇOKLU İHA PLATFORMU V2

***Ebrar Acar, Nida Zeliha Kaplan, Azra Begüm Yapar***

***Danışman: Araştırma Görevlisi Muhammed Mustafa Tozlu***

*f231229003@ktun.edu.tr; f231229004@ktun.edu.tr; f241202060@ktun.edu.tr; mmtozlu@ktun.edu.tr*

*Yazılım Mühendisliği ve Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, bir taşıyıcı octocopter (Altay) ve dört uzmanlaşmış quadcopter mini İHA'dan (Tuna serisi) oluşan tam otonom heterojen sürü İHA sistemi geliştirilmiştir. Sistem; ROS tabanlı hiyerarşik mimari, şifrelenmiş MAVLink haberleşme protokolü (ChaCha20 + Signing), bilgisayarlı görü (YOLOv7, SSD-MobileNetV2), Flutter tabanlı çapraz platform yer kontrol istasyonu ve dijital ikiz izleme altyapısını bir arada sunmaktadır. Mini İHA'lar insan takibi, alan tarama, kamikaze simülasyonu ve nesne tespiti görevlerini eş zamanlı otonom biçimde icra etmektedir. Taşıyıcı İHA merkezi karar katmanı olarak görev dağıtımı, dinamik görev devri ve sürü koordinasyonunu yönetmektedir. Sistem, 2024 TEKNOFEST Uluslararası İHA Yarışması birincisi SANCAKTAR KTP takımı tarafından Konya Teknik Üniversitesi bünyesinde geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü İşleme, Heterojen Sürü, MAVLink Şifreleme, Otonom İHA, ROS

**ABSTRACT**

This study develops a fully autonomous heterogeneous swarm UAV system consisting of a carrier octocopter (Altay) and four specialized quadcopter mini UAVs (Tuna series). The system combines a ROS-based hierarchical architecture, encrypted MAVLink communication protocol (ChaCha20 + Signing), computer vision (YOLOv7, SSD-MobileNetV2), Flutter-based cross-platform ground control station, and digital twin tracking infrastructure. The mini UAVs perform human tracking, area scanning, kamikaze simulation, and object detection tasks simultaneously and autonomously. The carrier UAV acts as the central decision-making layer, managing task distribution, dynamic task handover, and swarm coordination. The system was developed by the SANCAKTAR KTP team, winner of the 2024 TEKNOFEST International UAV Competition, at Konya Technical University.

**Keywords:**Autonomous UAV, ComputerVision, HeterogeneousSwarm, MAVLinkEncryption, ROS

## 1. GİRİŞ

Geniş ve engebeli arazilerde tek bir insansız hava aracının (İHA) sınırlı görüş açısı, işlevselliği ve batarya ömrü nedeniyle operasyonel verimlilik düşmektedir. Homojen sürü İHA sistemleri alan kısıtını ortadan kaldırsa da tüm araçların aynı işlevi yerine getirmesi değişken operasyon ortamlarında verimliliği istenen seviyeye taşıyamamaktadır. Heterojen sürü sistemleri bu sorunu çözmek için önerilen ve her araca özgü farklı görev yükü tanımlanmasına olanak tanıyan konseptlerdir (Dorigo vd., 2021).

SANCAKTAR KTP takımı tarafından geliştirilen Tam Otonom Çoklu İHA Platformu V2, heterojen sürü mimarisini yüksek otonomi ve dijital ikiz teknolojisiyle birleştirerek operasyonların çoklu ve dinamik işlev ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflemektedir. Sistem savunma sanayii odaklı tasarlanmış olup insan takibi, alan tarama, kamikaze simülasyonu ve nesne tespiti işlevlerini eş zamanlı icra etmektedir. Takım 2023 TEKNOFEST Uluslararası İHA Yarışması'nda genel yedinciliği ve 2024 yarışmasında birincilik ile TUSAŞ Özel Ödülü'nü kazanmış; bu çalışma söz konusu deneyimin üzerine inşa edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sistem mimarisi; bir ana taşıyıcı İHA ile dört adet görev odaklı mini İHA'dan oluşan hiyerarşik ve dağıtık bir yapı üzerine kurgulanmıştır. Taşıyıcı platform olarak yüksek taşıma kapasitesi, tork dengesi ve arıza toleransı kriterleri gözetilerek octocopter konfigürasyonu (Altay) tercih edilmiştir. Çoklu motor yapısı sayesinde sistem tek motor arızası senaryosunda dahi belirli bir uçuş stabilitesini koruyabilecek biçimde tasarlanmıştır. Görev İHA'larında (Tuna serisi) düşük atalet momenti ve simetrik itki dağılımıyla yüksek manevra kabiliyeti sağlayan QuadX konfigürasyonu kullanılmıştır.

### 2.1. Donanım Bileşenleri

Görev bilgisayarı olarak taşıyıcı İHA ile görüntü işleme gerçekleştiren mini İHA'larda (Mini İHA 1 ve 2) NVIDIA Jetson Nano kullanılmıştır. Kamera olarak Mini İHA 1'de Logitech C270 HD (720p/30 FPS), diğer araçlarda 1080p çözünürlüklü kameralar tercih edilmiştir. Mesafe ölçümü için tüm mini İHA'laraLiDAR sensörü entegre edilmiştir. Uçuş kontrolcüsü olarak RadiolinkPixhawk 2.4.8, konumlandırma için Radiolink SE100 ve Ublox Neo-M8N GPS modülleri kullanılmıştır. Taşıyıcı İHA'da güvenilirlik artırmak amacıyla çift GPS sistemi uygulanmıştır. İHA–yer istasyonu arası haberleşme 3DR 915 MHz telemetri modülleriyle; motor hız kontrolü Skywalker 50 A ve 60 A ESC'lerle sağlanmaktadır. Taşıyıcı İHA'daSunnySky X4110S 400 Kv, mini İHA'lardaEmax ECO II 2306 2400 Kv fırçasız DC motorlar kullanılmıştır.

Ana gövde malzemesi olarak 7000 serisi alüminyum alaşım, taşıyıcı elemanlar için karbon fiber kompozit tercih edilmiştir. Motor kolları 600 mm uzunluğunda, 28 mm dış çap ve 2 mm et kalınlığıyla karbon fiber borulardan üretilmiş; 45° eşit dağılım prensibiyle yerleştirilmiştir. Ağırlık merkezi, tüm bileşenler dikkate alınarak geometrik merkeze ±2 mm tolerans içerisinde konumlandırılmıştır. 3B baskı parçalarda yüksek darbe dayanımlı PorimaTough PLA filament kullanılmıştır.

Sistem, taşıyıcı İHA'nın merkezi karar katmanı üstlendiği ROS (Robot Operating System) tabanlı hiyerarşik bir mimari üzerine inşa edilmiştir(Koubaa, 2017). Yazılımlar Python ve C++ dilleriyle geliştirilmiş; uçuş kontrolcüsü ile görev bilgisayarı arasındaki veri akışı MAVROS üzerinden yürütülmektedir(Meier vd., 2015). Uçuş güvenliği için kritik telemetri verileri ile yüksek bant genişliği gerektiren görev verileri birbirinden bağımsız ROS topic'leri üzerinden iletilmektedir. Gerçek zamanlı nesne tespiti için Mini İHA 1'de SSD-MobileNetV2, diğerlerinde YOLOv7 ve YOLOv7-tiny modelleri kullanılmıştır(Redmon ve Farhadi, 2018).

MAVLink protokolünün eavesdropping, packetinjection ve DoS gibi güvenlik açıklarına karşı mesajlar ChaCha20 kriptografik algoritmasıyla şifrelenmiş; MAVLink'inSigning

(imzalama) özelliği devreye alınmıştır. Böylece İHA hedef koordinatları, konum ve yön bilgileri dış erişime kapatılmış, zaman damgası ve imza doğrulamasıyla sahte komut saldırılarına karşı ek güvenlik katmanı oluşturulmuştur.

Yer kontrol istasyonu Flutterframework'ü ve Dart diliyle geliştirilmiş çapraz platform (Windows/Linux/Android/iOS) bir yazılımdır. FirebaseAuthentication ve Firestore Database ile kullanıcı yetkilendirme ve gerçek zamanlı veri depolama sağlanmıştır. Google Maps API entegrasyonuyla İHA konumları harita üzerinde anlık izlenebilmekte; alan tarama görevleri için etkileşimli alan belirleme arayüzü sunulmaktadır. Arayüz, batarya kritik seviyesi, GPS kaybı ve bağlantı kopukluğu gibi durumlarda görsel ve işitsel Fail-Safe bildirimi üretmektedir. Gerçek zamanlı telemetri akışı dijital ikiz platformunu besleyerek fiziksel araçlarla sanal modelin senkronizasyonunu sağlamaktadır.

### 2.2. Görev Akışı

Operasyonel süreç dört ana aşamada gerçekleştirilmektedir. Aşama 1'de taşıyıcı İHA mini İHA'ların batarya ve sensör verilerini denetleyerek "Uçuşa Hazır" onayı verir; kullanıcı görevleri mobil uygulama üzerinden tanımlar. Aşama 2'de taşıyıcı İHA mini İHA'larla birlikte otonom kalkış yapar; üst platformdaki araçlar dikey kalkışla, alt askı aparatlarındaki araçlar serbest düşüş sonrası havada motor ateşleyerek taşıyıcıdan ayrılır. Aşama 3'te her mini İHA kendi görevini eş zamanlı otonom olarak icra eder; tüm veriler şifrelenmiş kanallardan yer istasyonuna iletilir. Aşama 4'te mini İHA verileri hiyerarşik olarak taşıyıcıya ardından yer istasyonuna aktarılır ve görev raporu oluşturularak operasyon tamamlanır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen Tam Otonom Çoklu İHA Platformu V2, heterojen sürü mimarisi ve tam otonom karar mekanizmasıyla literatürdeki homojen sürü çalışmalarından belirgin biçimde ayrışmaktadır. Sistemin temel başarı ölçütleri; mini İHA'ların yüksek konum doğruluğuyla görev bölgelerine bırakılması, eş zamanlı görev icrası, şifrelenmiş telemetri verilerinin hatasız iletimi ve dijital ikizin fiziksel araçlarla gerçek zamanlı senkronizasyonudur.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar; proje sürecindeki desteklerinden dolayı Kapsül Teknoloji Platformu'na ve değerli katkılarından ötürü Konya Teknik Üniversitesi MühendislikFakültesi öğretim üyelerine teşekkürlerini sunarlar.

## KAYNAKLAR

- Dorigo, M., Theraulaz, G. ve Trianni, V., (2021). Swarmrobotics: Past, present, andfuture, Proceedings of the IEEE, 109, 7, 1152-1165.
- Koubaa, A., (2017). Robot Operating System (ROS): The Complete Reference, Springer, Cham.
- Meier, L., Honegger, D. ve Pollefeys, M., (2015). PX4: A node-basedmultithreadedopensourceroboticsframeworkfordeeplyembeddedplatforms, IEEE International Conference on RoboticsandAutomation (ICRA), Seattle, ABD.
- Redmon, J. ve Farhadi, A., (2018). YOLOv3: An incrementalimprovement, arXiv, arXiv:1804.02767.

# İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE DOĞAL AFET DURUMLARINDA HARİTALANDIRMA VE NESNE TESPİTİ

***Ali Emre OKUR***

***Danışman: Prof. Dr. Akif DURDU***

*f221222058@ktun.edu.tr;adurdu@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği (İ.Ö), Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, KONYA*

**ÖZET**

Afet sonrası müdahaleyi önemli ölçüde hızlandırmak ve kriz yönetimini optimize etmek amacıyla, İnsansız Hava Araçları (İHA) kullanan gelişmiş, otonom bir haritalama ve nesne tespiti sistemi geliştirilmiştir. Bu projenin merkezinde, uçuş kontrol operasyonları ArduPilot donanım yazılımı tarafından güvenilir bir şekilde yönetilmektedir. Aynı zamanda, otonom görev yürütme ve kesintisiz iletişim, MAVROS köprüsünden yararlanan ROS (Robot İşletim Sistemi) aracılığıyla sağlanmaktadır. Görev sırasında İHA'lar, hayati EXIF telemetri verilerini içeren yüksek çözünürlüklü görüntüler yakalar. Bu görüntüler otonom olarak işlenir ve doğrudan WebODM API entegrasyonuyla son derece doğru ortomozaik haritalara dönüştürülür. Durumsal farkındalığı artırmak için, bu haritalardaki insanları, araçları ve kritik yapıları otomatik olarak tespit etmek üzere son teknoloji derin öğrenme modelleri kullanılmaktadır. Gerçek dünya uygulamalarından önce, tüm algoritmalar Gazebo ve AirSim simülasyon ortamlarında zorlu eğitim süreçlerinden ve kapsamlı testlerden geçirilmiştir. Sonuç olarak sistem, değerli zamandan tasarruf sağlayarak afet bölgelerinden hızlı, kesin ve koordinat tabanlı veri akışı sunar.

**Anahtar Kelimeler:** ArduPilot, Gazebo, MAVROS, Ortomozaik haritalama, WebODM

**ABSTRACT**

To significantly accelerate post-disaster response and optimize crisis management, an advanced autonomous mapping and object detection system utilizing Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) has been developed. At the core of this project, flight control operations are reliably managed by ArduPilot firmware. Meanwhile, autonomous mission execution and seamless communication are facilitated through the ROS (Robot Operating System) utilizing the MAVROS bridge. During deployment, the UAVs capture high-resolution images embedded with vital EXIF telemetry data. These images are autonomously processed and converted into highly accurate orthomosaic maps via direct WebODM API integration. To enhance situational awareness, state-of-the-art deep learning models are employed to automatically detect humans, vehicles, and critical structures within these maps. Prior to real-world application, all underlying algorithms underwent rigorous training and comprehensive testing within Gazebo and AirSim simulation environments. Ultimately, this system provides rapid, precise, and coordinate-based data flow directly from affected disaster areas, saving valuable time and resources.

**Keywords:** ArduPilot, Gazebo, MAVROS, Orthomosaic mapping, WebODM

## 1. GİRİŞ

Afet bölgelerinde ulaşımın kısıtlı olduğu durumlarda hızlı keşif ve analiz faaliyetleri arama-kurtarma ekipleri için hayati önem taşır. Günümüzde İHA teknolojileri bu ihtiyacı karşılamak için en etkili araçlardan biridir. Ancak, verilerin toplanması, otonom görev icrası ve harita üretim süreçlerindeki gecikmeler müdahale süresini uzatmaktadır. Bu çalışmada, ArduPilot ekosistemi ve ROS (Robot İşletim Sistemi) altyapısı kullanılarak uçtan uca otonom bir afet analiz sistemi kurgulanmıştır (ArduPilot Dev Team, 2024; Quigley vd., 2009). Projenin temel amacı, karmaşık afet sahalarında İHA platformlar aracılığıyla görev planlamasının MAVROS üzerinden sağlanması, elde edilen verilerin işlenerek otonom haritalara dönüştürülmesi ve yapay zekâ ile hedeflerin tespit edilmesidir. Çalışma, otonom uçuş güvenliği ve veri işleme hızını ileri düzey robotik yazılımlarla birleştirerek literatürdeki operasyonel boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, afet bölgelerinden hızlı veri toplama ve analiz yapma kabiliyetine sahip uçtan uca otonom bir sistem geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemler ve teknik ekipmanlar aşağıda detaylandırılmıştır.

### 2.1. Haberleşme ve Yazılım Altyapısı (ROS ve MAVROS)

İHA üzerindeki yardımcı bilgisayar (Companion Computer) ile uçuş kontrol kartı arasındaki iletişim, Robot İşletim Sistemi (ROS) ekosistemi içerisinde yer alan MAVROS paketi üzerinden sağlanmaktadır (Quigley vd., 2009). MAVROS, düşük seviyeli MAVLink paketlerini ROS konularına (topics) dönüştürerek yüksek seviyeli görev planlamasına ve telemetri verilerinin anlık olarak işlenmesine olanak tanır. Bu mimari, otonom haritalama görevlerinin dinamik olarak güncellenmesini ve uçuş güvenliğinin yazılımsal olarak denetlenmesini sağlar.

### 2.2. Simülasyon Ortamları ve Sentetik Veri Üretimi

Sistemin algoritmik doğrulaması Gazebo ve AirSim simülatörleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Uçuş dinamikleri, MAVROS entegrasyonu ve derin öğrenme modellerinin (YOLOv8, RT-DETR) ihtiyaç duyduğu yapay zeka tabanlı nesne tespiti testleri Gazebo ortamında yürütülmüştür. AirSim simülatörü ise otonom haritalandırma süreçlerinin test edilmesi ve doğrulanması amacıyla kullanılmıştır.

### 2.3. Görüntü İşleme ve Otonom Haritalama Yöntemi

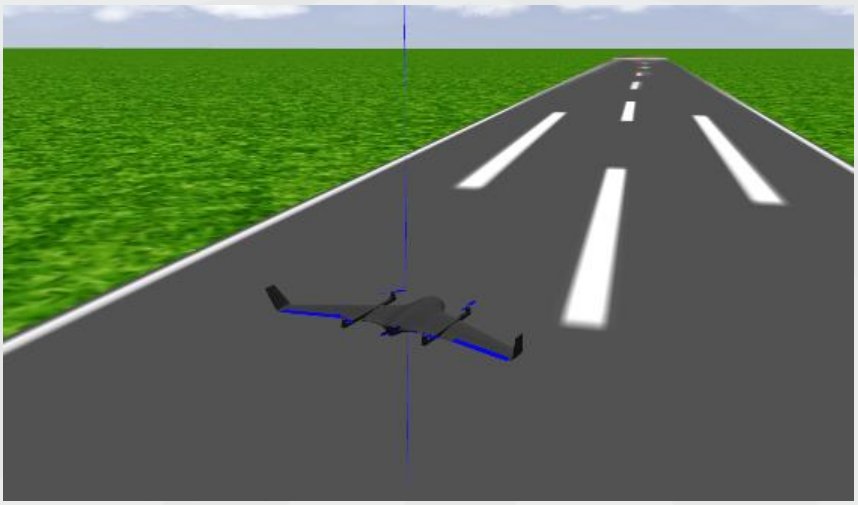
Uçuş sırasında İHA kamerasından elde edilen görüntüler, MAVROS üzerinden gelen konum (GPS), irtifa ve yönelim (IMU) verileriyle eşleştirilerek her kareye EXIF metaverisi olarak gömülmektedir. Toplanan bu veriler, açık kaynaklı fotogrametri motoru WebODM (OpenDroneMap) üzerinde işlenmektedir (OpenDroneMap, 2023). Sürecin otonomlaştırılması için WebODM API'si üzerinden veri aktarımı yapan bir arayüz geliştirilmiştir. Bu yöntemle, manuel müdahaleye gerek kalmadan çekilen fotoğraflardan yüksek çözünürlüklü ortomozaik haritalar üretilmekte ve bu haritalar üzerinde nesne tespiti yapılarak afetzede veya kritik yapı koordinatları raporlanmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan simülasyon ve yazılım testleri sonucunda, ArduPilot ve MAVROS entegrasyonuna sahip DİHA (Dikey İniş Kalkışlı İnsansız Hava Aracı) sisteminin belirlenen arama-kurtarma görevlerini yüksek kararlılıkla otonom olarak icra ettiği görülmüştür. Sistem mimarisinin otonom uçuş dinamikleri, transition (geçiş) algoritmaları ve temel telemetri akışı öncelikle Gazebo ortamında test edilip doğrulanmıştır (Şekil 1). Uçuş sırasında bu ortamdan elde edilen görüntülere EXIF verilerinin (GPS, irtifa, yönelim) hatasız gömülmesi sağlanmış ve WebODM API üzerinden ilk otonom ortomozaik haritalama testleri başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).

Ancak, afet analizi sisteminin en kritik aşamalarından biri olan görüntü işleme adımında; Gazebo ortamındaki görsel dokuların, gölgelendirmelerin ve kaplamaların derin öğrenme tabanlı nesne tespiti (insan, araç ve ev) algoritmalarını eğitmek için yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Bu doku yetersizliği sebebiyle, fotogrametrik hassasiyete ve Unreal Engine tabanlı yüksek grafik gerçekçiliğine sahip AirSim simülasyon ortamına geçiş yapılmıştır. AirSim ortamında gerçekleştirilen dron testleri (Şekil 3) ile hedeflerin gerçeğe en yakın sentetik görüntüleri elde edilmiş, yapay zekâ modellerinin tespit doğruluk oranları maksimize edilmiştir.

Geliştirilen ve simülasyonlarla doğrulanan bu API tabanlı otonom mimari, insan müdahalesine gerek kalmadan kısa sürede yüksek çözünürlüklü afet haritaları ve koordinat destekli hedef analiz raporları sunarak kriz yönetiminde stratejik bir avantaj sağlamaktadır.



Şekil 3.2 DİHA Sisteminin Gazebo Simülasyonu Ortamında Testleri



Şekil 3.3 Gazebo Simülasyonundan Elde Edilen Veriler ile WebODM Testleri



Şekil 3.4 Airsim Simülasyon Ortamında Dron Testleri

**TEŞEKKÜR**

Bu projenin geliştirilme sürecindeki akademik rehberliği için değerli danışman hocamız Prof. Dr. Akif Durdu'ya ve teknik desteklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi RACLAB (Robotic Automation Control Laboratory) İHA takımı üyelerine teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

• ArduPilot Dev Team, (2024). ArduPilot Documentation and Firmware Standards, ardupilot.org.

• OpenDroneMap, (2023). WebODM API and Photogrammetry Engine, opendronemap.org.

• Quigley, M., vd., (2009). ROS: an open-source Robot Operating System, ICRA workshop on open source software.

# GÖKKUBBE İHA'LAR İÇİN STRATEJİK HEDEF ANALİZİ VE DAVRANIŞ TESPİTİ

***Mustafa Akgün***

***Danışman: Prof. Dr. Murat Ceylan***

*f221202017@ktun.edu.tr, mceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği,Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42200, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, insansız hava araçlarına entegre edilebilecek, gerçek zamanlı çalışan bir hava aracı tespit, sınıflandırma, takip ve kilit sistemi geliştirilmiştir. Sistem, görüntü işleme tabanlı yöntemler ile hava araçlarını yüksek doğrulukla algılamakta ve farklı sınıflar altında ayrıştırmaktadır. Tespit edilen nesnelerin konum bilgileri kullanılarak zamansal süreklilik sağlanmış ve dinamik bir takip mekanizması oluşturulmuştur. Takip sürecinde nesneler arası eşleştirme, örtüşme oranı ve merkez mesafesi kriterleri ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, seçilen hedef üzerinde kararlı bir kilit mekanizması kurularak hedefin kesintisiz izlenmesi sağlanmıştır. Elde edilen veriler, radar tabanlı bir arayüz ile görselleştirilerek operatörün durumsal farkındalığı artırılmıştır. Geliştirilen sistem, hava hava ve hava yer senaryolarına uyum sağlayan esnek yapısıyla, hedef analizi ve karar destek süreçlerine katkı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü İşleme,İnsansız Hava Araçları, Radar Sistemleri, Yapay Zekâ

**ABSTRACT**

This project develops a real-time aircraft detection, classification, tracking, and lock-on system that can be integrated into unmanned aerial vehicles (UAVs). The system detects aircraft with high accuracy using image processing-based methods and categorizes them into different classes. Temporal continuity is ensured using the position information of the detected objects, creating a dynamic tracking mechanism. Matching between objects is performed using overlap ratio and center distance criteria. Furthermore, a stable lock-on mechanism is established on the selected target, ensuring continuous tracking. The obtained data is visualized via a radar-based interface, enhancing the operator's situational awareness. With its flexible structure adapting to air-to-air and air-to-ground scenarios, the developed system contributes to target analysis and decision support processes.

**Keywords:**ArtificialIntelligence,ImageProcessing, Radar Systems, UnmannedAerialVehicles

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda insansız hava araçlarının kullanım alanlarının hızla genişlemesiyle birlikte, hava sahasında bulunan unsurların güvenilir ve gerçek zamanlı olarak izlenmesi önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir. Özellikle savunma, güvenlik ve gözetleme uygulamalarında, hava araçlarının yalnızca tespit edilmesi değil, aynı zamanda sınıflandırılması, takip edilmesi ve davranışlarının analiz edilmesi kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda görüntü işleme tabanlı sistemler, yüksek veri işleme hızları ve esnek yapıları sayesinde yaygın olarak tercih edilmektedir. (Redmon et al., 2016).Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, çoğu

sistemin nesne tespiti üzerine odaklandığı, ancak tespit edilen hedeflerin sürekliliğinin sağlanması, davranışlarının analiz edilmesi ve operatöre anlamlı şekilde sunulması konularında sınırlı çözümler sunduğu görülmektedir. Bu durum, özellikle dinamik ve karmaşık hava sahası senaryolarında önemli bir eksiklik oluşturmaktadır. Bu çalışma, söz konusu eksiklikleri gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Projede, hava araçlarının gerçek zamanlı olarak tespit edilmesi, sınıflandırılması, takip edilmesi ve seçilen hedef üzerinde kararlı bir kilit mekanizmasının oluşturulması birlikte ele alınmıştır. Ayrıca elde edilen verilerin radar tabanlı bir arayüz üzerinden görselleştirilmesi ile operatörün durumsal farkındalığının artırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda çalışmanın temel araştırma sorusu; hava araçlarının gerçek zamanlı olarak nasıl tespit edilip sınıflandırılabileceği, bu veriler kullanılarak nasıl güvenilir bir takip ve kilit mekanizması oluşturulabileceği ve elde edilen bilgilerin operatöre en etkin şekilde nasıl sunulabileceği olarak belirlenmiştir. Geliştirilen sistemin, hava sahası izleme ve karar destek süreçlerine katkı sağlayacak, entegre ve uygulanabilir bir çözüm sunması amaçlanmaktadır

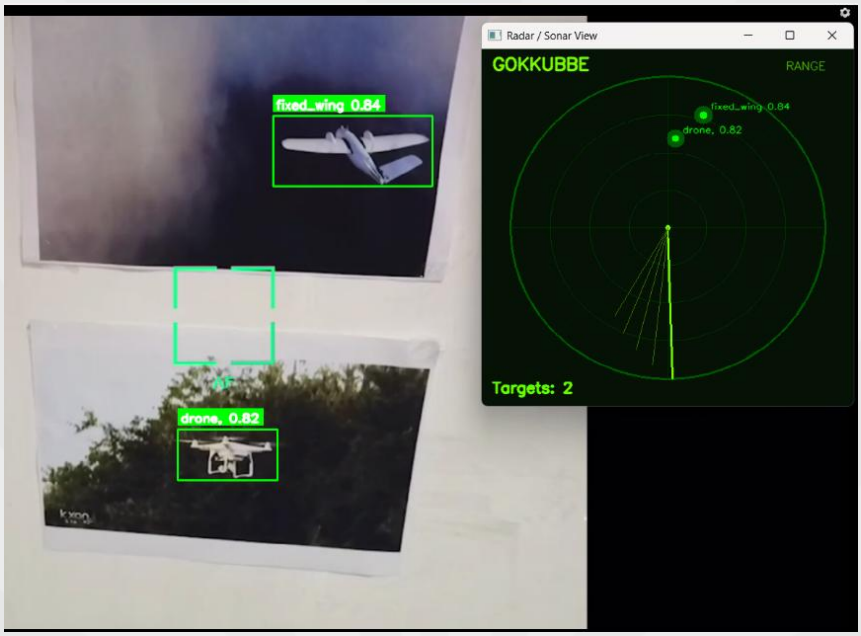
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, hava araçlarının tespiti, sınıflandırılması, takibi ve kilitlenmesi amacıyla görüntü işleme tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Sistem, gerçek zamanlı veri işleyebilecek şekilde tasarlanmış olup, giriş verisi olarak alınan görüntüler üzerinde nesne tespiti ve sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan veri seti tarafımdan oluşturulmuş olup, farklı hava araçlarına ait görüntüler toplanarak etiketlenmiştir. Bu veri seti kullanılarak model eğitimi gerçekleştirilmiş ve sistemin farklı senaryolarda doğru ve kararlı çalışması hedeflenmiştir. Eğitim süreci sonucunda elde edilen model, gerçek zamanlı çalışacak şekilde sisteme entegre edilmiştir. Tespit edilen nesneler üzerinde zamansal sürekliliğin sağlanabilmesi amacıyla bir takip mekanizması geliştirilmiştir(Bochkovskiy et al., 2020). Bu mekanizma, ardışık görüntülerde yer alan nesnelerin eşleştirilmesi için örtüşme oranı ve merkez noktaları arasındaki mesafe kriterlerini kullanmaktadır(Bewley et al., 2016). Böylece aynı nesnenin farklı zaman dilimlerindeki konumu takip edilerek hareket bilgisi elde edilmektedir. Sistem içerisinde yer alan kilit mekanizması tarafımdan geliştirilmiş olup, seçilen hedef üzerinde kararlı bir takip sağlanmasına yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu mekanizma, hedefin sınıf bilgisi ve konumsal özelliklerini dikkate alarak, sonraki karelerde aynı hedefin sürekliliğini korumayı amaçlamaktadır. Bu sayede hedef kaybı minimize edilerek daha stabil bir izleme performansı elde edilmiştir. Elde edilen verilerin operatör tarafından daha etkin bir şekilde yorumlanabilmesi amacıyla radar tabanlı bir görsel arayüz geliştirilmiştir. Bu arayüz üzerinden hedeflerin konumsal dağılımı, göreli uzaklıkları ve hareketleri görselleştirilmiştir. Ayrıca sistem, geçmiş hedef hareketlerini gösterecek şekilde iz bırakma mantığı ile desteklenmiştir. Geliştirilen sistem, modüler bir yapıda tasarlanmış olup veri alma, model tabanlı tespit, sınıflandırma, takip, kilit ve görselleştirme aşamalarından oluşmaktadır. Bu yapı sayesinde sistemin farklı platformlara ve senaryolara uyarlanabilir olması sağlanmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem, gerçek zamanlı olarak hava araçlarının tespiti, sınıflandırılması, takibi ve kilitlenmesi süreçlerini başarıyla gerçekleştirmiştir. Farklı senaryolar altında yapılan

testlerde, sistemin hava araçlarını doğru şekilde algılayabildiği ve sınıflandırabildiği gözlemlenmiştir(Şekil1).



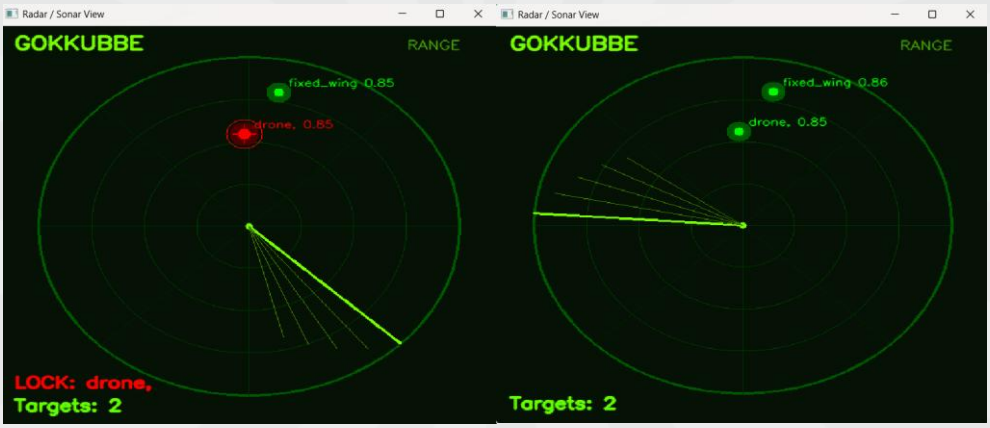

**Şekil 1.**Hava Aracı Tespit veSınıflandırma

Özellikle veri setinin proje kapsamında oluşturulmuş olması, modelin hedef odaklı öğrenmesini sağlayarak performans üzerinde olumlu etki oluşturmuştur. Takip mekanizması incelendiğinde, ardışık görüntüler arasında nesne sürekliliğinin büyük ölçüde korunduğu görülmüştür. Örtüşme oranı ve merkez mesafesi kriterlerine dayalı eşleştirme yöntemi sayesinde, aynı hedefin farklı zaman dilimlerindeki konumu başarılı bir şekilde takip edilmiştir. Bununla birlikte, ani yön değişimleri ve hızlı hareket durumlarında kısa süreli hedef kayıplarının yaşanabildiği, ancak sistemin kısa sürede yeniden hedefe odaklanabildiği gözlemlenmiştir. Kilit mekanizması açısından değerlendirildiğinde, seçilen hedef üzerinde kararlı bir izleme performansı elde edilmiştir (Şekil 2).Geliştirilen algoritma, hedefin sınıf ve konum bilgilerini dikkate alarak kilidin korunmasını sağlamış ve farklı nesneler arasındaki karışıklığı minimize etmiştir.Bu durum, özellikle çoklu hedef içeren ortamlarda sistemin güvenilirliğini artırmıştır.




**Şekil 2.**Farklı Sınıflarda Kilit Mekanizması

Radar tabanlı görselleştirme arayüzü, sistem çıktılarının operatör tarafından daha hızlı ve anlaşılır şekilde yorumlanmasına katkı sağlamıştır (Şekil 3). Hedeflerin konumsal dağılımı ve hareketlerinin görsel olaraksunulması, durumsal farkındalığı artırmış ve sistemin kullanım etkinliğini desteklemiştir.




**Şekil 3.**Radar Tabanlı Görselleştirme Arayüzü

**KAYNAKLAR**


- Bewley, A., Ge, Z., Ott, L., Ramos, F. ve Upcroft, B. (2016). Simple online andrealtimetracking. IEEE International Conference on Image Processing, 3464-3468.
- Bochkovskiy, A., Wang, C. Y. ve Liao, H. Y. M. (2020). YOLOv4: Optimal speedandaccuracy of objectdetection. arXivpreprint arXiv:2004.10934.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. ve Farhadi, A. (2016). Youonlylookonce: Unifiedreal-time objectdetection. IEEE Conference on ComputerVisionandPatternRecognition, 779-788.

# YAPAY ZEKA DESTEKLİ OTONOM İNSANSIZ KARA ARACI

***Şahan Mirza Özdemir, Nurullah Sarı, Muhammet Yusuf Özkan***

***Danışman: Prof. Dr. Akif Durdu***

*f231222049@ktun.edu.tr, f231203040@ktun.edu.tr, f231222075@ktun.edu.tr; adurdu@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42100, Selçuklu/Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, Konya Teknik Üniversitesi bünyesinde faaliyet gösteren RACLAB ROVER ekibi tarafından geliştirilen yapay zeka destekli otonom insansız kara aracı (İKA) sunulmaktadır. Araç, çift kontrolcülü hibrit mimari üzerine kurulmuştur: gerçek zamanlı motor yönetimi Pixhawk ile, yapay zeka işlemleri ise Jetson Orin Nano ile yürütülmektedir. ROS 2 Humble tabanlı yazılım altyapısı üzerinde SLAM, Nav2 ve EKF ile gerçek zamanlı haritalama ve otonom navigasyon sağlanmaktadır. LiDAR, IMU, GPS ve kamera gibi çoklu sensörlerden gelen veri, sensör füzyonu ile birleştirilerek yüksek doğruluklu konumlama verisi elde edilmektedir. Eklemli aktif süspansiyon sistemi sayesinde araç yüzde 45 dik eğim tırmanabilmektedir. Derin öğrenme tabanlı hedef tespiti ve otonom lazer taret sistemi de platforma entegre edilmiştir. Sonuçlar, sistemin zorlu arazi koşullarında güvenilir şekilde görev yapabildiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** insansız kara aracı, otonom navigasyon, sensör füzyonu, yapay zeka

**ABSTRACT**

This study presents an AI-powered autonomous unmanned ground vehicle (UGV) developed by the RACLAB ROVER team at Konya Technical University. The vehicle is built on a dual-controller hybrid architecture: real-time motor control is handled by Pixhawk, while AI processing runs on Jetson Orin Nano. The ROS 2 Humble-based software stack provides real-time mapping and autonomous navigation via SLAM, Nav2, and EKF. Data from multiple sensors including LiDAR, IMU, GPS, and camera are fused for high-accuracy localization. The articulated active suspension system enables the vehicle to climb slopes up to 45 degrees. A deep learning-based target detection module and an autonomous laser turret system are also integrated into the platform. Results show that the system performs reliably in challenging terrain conditions.

**Keywords:** artificialintelligence, autonomousnavigation, sensor fusion, unmannedgroundvehicle

## 1. GİRİŞ

İnsansız kara araçları (İKA), zorlu arazi koşullarında insan müdahalesini en aza indirerek görev yapabilen sistemlerdir. Bu sistemlerin tasarımı; mekanik dayanıklılık, güvenilir elektronik altyapı ve otonom yazılım yeteneklerinin bir arada yönetilmesini gerektirmektedir (S. Thrun vd., 2005). Otonom sistemlerde konum belirleme, yalnızca tek

bir sensörden alınan veriyle değil; birden fazla sensörün verilerinin birleştirilmesiyle sağlıklı biçimde gerçekleştirilebilmektedir (Welch ve Bishop, 2006).

İnsansız kara aracı projesi, bu gereksinimleri karşılamak amacıyla RACLAB ROVER bünyesinde geliştirilmektedir. Proje kapsamında nihai tasarıma ulaşmadan önce 10'a yakın mekanik çizim revize edilmiş; her revizyon uygulamalı prototip testleriyle değerlendirilmiştir. Elektronik sistem tasarımında fırçalı motorlar, motor sürücüler, güç yönetimi ve çoklu sensör entegrasyonu gibi bileşenler birlikte ele alınmıştır. Araç, TEKNOFEST İnsansız Kara Aracı yarışması gereksinimlerine göre şekillendirilmiş olup disiplinler arası bir mühendislik ekibi tarafından yürütülmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araç tasarımı mekanik, elektronik ve yazılım olmak üzere üç temel katmandan oluşmaktadır.

Mekanik tasarımda nihai platforma ulaşmak için 10'a yakın farklı çizim üretilmiş ve her biri prototip testleriyle değerlendirilmiştir. Nihai tasarımda yüksek mukavemetli paslanmaz profil şasi kullanılmıştır. Süspansiyon sistemi ayarlanabilir 4 adet mekanik süspansiyondan oluşmakta olup her iki tekerlek birbirine bağlı çalışma prensibine dayanmaktadır. 4x4 bağımsız tahrik ve diferansiyel dönüş sayesinde sıfır dönüş yarıçapı sağlanmaktadır.

Elektronik sistemde 4 adet fırçalı motor, her birine özel BTS7960 motor sürücü kartı ile kontrol edilmektedir. Enerji kaynağı olarak 22.000 mAh kapasiteli 22.2V LiPo pil kullanılmaktadır. Hesaplama bilgisayarı olarak NVIDIA Jetson Orin Nano tercih edilmiştir.

Sensör altyapısında 360 derece çevre taraması için 2 adet RP-LiDAR S2M1 dış ortam LiDAR'ı kullanılmaktadır. Her biri 180 derece tarama yaparak birlikte tam çevre haritası oluşturmaktadır. Bu yapı sayesinde araç, bulunduğu konumdan ayrılmadan tüm yönlerdeki engelleri tespit edebilmektedir. Araç üzerinde 2 adet BNO085 IMU sensörü UART-RVC protokolü üzerinden sisteme entegre edilmiştir. Farklı sensörlerden gelen ölçümler, EKF tabanlı sensör füzyonu yöntemiyle birleştirilerek konumlama doğruluğu artırılmaktadır (Moore ve Stouch, 2014).

Yazılım altyapısı ROS 2 Humble üzerine kurulmuştur. ROS 2,gerçek zamanlı iletişim altyapısıyla robotik sistemlerde yaygın biçimde tercih edilmektedir (Open Robotics, 2022). SLAM Toolbox ile gerçek zamanlı haritalama, Nav2 ile otonom navigasyon ve robot_localization paketi ile EKF tabanlı odometri ve IMU füzyonu gerçekleştirilmektedir (Kalman, 1960). Tüm yazılım bileşenleri gerçek saha testlerinden önce Gazebo simülasyon ortamında doğrulanmıştır. Güvenlik tarafında acil durdurma butonu ve haberleşme kesintisinde devreye giren otomatik durdurma mekanizması sisteme entegre edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen RACLAB ROVER platformu arazi testleri sürecinde çeşitli performans verileri elde etmiştir. Ayarlanabilir süspansiyon sistemi, düzensiz zemin koşullarında dört tekerleğin yüzeyle sürekli temas kurmasını sağlamış; bu durum aracın denge ve sürüş

kararlılığına olumlu yansımıştır. İki LiDAR sensörünün 2 adet 180 derece birleşik tarama düzeniyle oluşturulan 360 derece haritalama yöntemi, araç etrafındaki engellerin tamamının tek konumdan tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım, aracın çevresini haritalandırmak için kendi ekseni etrafında dönme ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. BNO085 IMU sensörlerinden gelen verilerin EKF tabanlı sensör füzyonuna dahil edilmesiyle eğimli ve engebeli arazilerde odometri ve yönelim tahmini kararlı biçimde sürdürülmüştür.

BTS7960 motor sürücüler ile dört tekerlekli bağımsız tahrik sistemi, diferansiyel dönüş manevralarında istenen dönüş tepkisini vermiştir. 22.000 mAh LiPo pil, uzun süreli saha testlerinde yeterli enerji özerkliği sağlamıştır. Normal kullanımda tek lipo pil ile 1.5-2 saat arasında kullanılabilmektedir. Elde edilen sonuçlar, platformun zorlu arazi koşullarında kararlı çalışabildiğini göstermektedir. Şu an üzerinde çalışmaya devam ettiğimiz kısım ise otonom sürüş algoritmalarıdır.



**Şekil 1.** Araç Prototipi



**Şekil 2.** Araç CAD Tasarımı

**TEŞEKKÜR**

RACLAB ROVER ekibimize ve danışman hocamız Prof. Dr. Akif Durdu'ya teşekkürlerimizi sunarız.

**KAYNAKLAR**

- Kalman, R. E., (1960). A newapproachtolinearfilteringandpredictionproblems, Journal of Basic Engineering, 82(1), 35–45.Pommiera, S., Chenub, D., Quintardb, M. ve Lefebvre,
- Moore, T. ve Stouch, D., (2014). A generalizedextended Kalman filterimplementationforthe robot operatingsystem, Proceedings of the 13th International Conference on IntelligentAutonomousSystems (IAS-13), Springer, Padova.
- Open Robotics. (2022). ROS 2 Documentation: HumbleHawksbill. Open Robotics.
- S. Thrun, vd., (2005). ProbabilisticRobotics, MIT Press, Cambridge MA.
- Welch, G. Ve Bishop. G., (2006). An introductiontothe Kalman filter, Technical Report TR 95-041, University of Nort Carolina at ChapelHill

# SU ALTI NAVİGASYON SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

***Abdurrahman İnce***

***Danışman: Prof.Dr.Akif Durdu***

*f221222052@ktun.edu.tr;adurdu@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42090 Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, otonom su altı araçlarının (AUV) navigasyon yeteneklerini artırmak amacıyla ROS 2 altyapısında geliştirilen simülasyon ve gerçek zamanlı kontrol sistemlerini kapsamaktadır. Gazebo ortamında oluşturulan havuz modelinde; sonar, DVL ve kamera sensörleri model.sdf üzerinden entegre edilmiştir. Sonar verileri pointcloud verisine dönüştürülerek Octomap yöntemiyle SLAM çalışmaları gerçekleştirilmiş, simülasyonda elde edilen başarı gerçek dünya testlerine aktarılmıştır. Ayrıca, sonar tabanlı engel kaçınma algoritmaları ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak hedef kapılardan geçiş ve işaretçi takibi gibi otonom görevler başarıyla tamamlanmıştır. Geliştirilen algoritmalar, su altı araçlarının dinamik ortamlarda hassas navigasyon yapmasını sağlarken, simülasyon destekli geliştirme süreci donanımsal hata risklerini minimize etmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**Navigasyon, Octomap, Otonom, ROS 2, SLAM

**ABSTRACT**

This study covers the simulation and real-time control systems developed on the ROS 2 Humble infrastructure to enhance the navigation capabilities of autonomous underwater vehicles (AUVs). In the pool model created in the Gazebo environment; sonar, DVL, and camera sensors were integrated via model.sdf. Sonar data were converted into pointcloud data, and SLAM studies were carried out using the Octomap method, with the success obtained in simulation transferred to real-world tests. In addition, autonomous tasks such as passing through target gates and marker tracking were successfully completed using sonar-based obstacle avoidance algorithms and image processing techniques. The developed algorithms enable AUVs to perform precise navigation in dynamic environments, while the simulation-aided development process has minimized hardware error risks.

**Keywords:**Autonomous, Navigation, Octomap, ROS 2, SLAM

## 1. GİRİŞ

Su altı ortamlarında elektromanyetik dalgaların hızla zayıflaması, GPS tabanlı navigasyon sistemlerinin kullanımını imkansız hale getirmektedir (Bozkurt, 2022). Literatürde otonom su altı araçlarının (AUV) konumlandırılması üzerine yapılan çalışmalar genellikle yüksek maliyetli akustik sensör füzyonlarına dayanmaktadır; ancak bu sistemlerin doğrudan gerçek dünya koşullarında test edilmesi, yüksek donanımsal arıza ve operasyonel kayıp risklerini beraberinde getirmektedir (Yılmaz ve Demir, 2023).

Bu çalışmada, "Karmaşık su altı ortamlarında, düşük maliyetli sensör verileri ve simülasyon destekli algoritmalar ile hassas navigasyon nasıl optimize edilebilir?" araştırma sorusundan

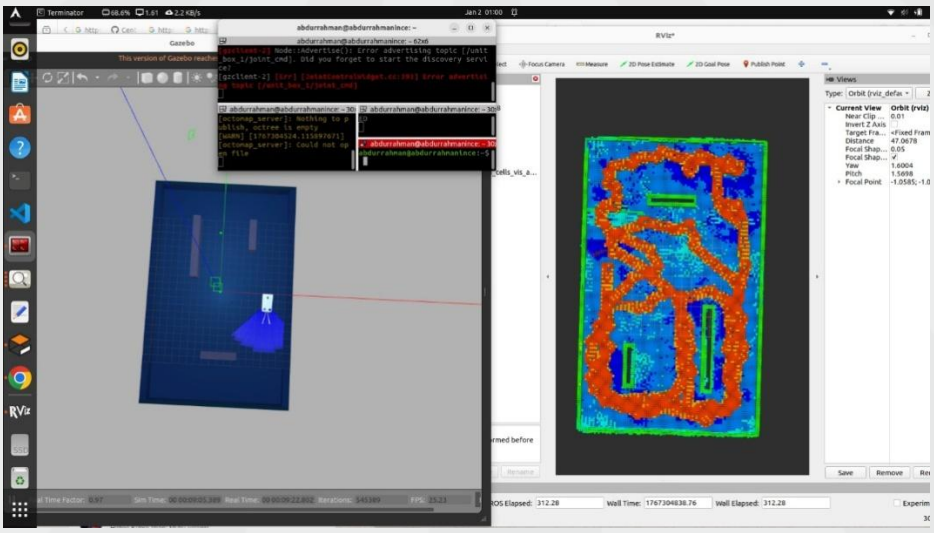
yola çıkılmıştır. Projenin temel amacı, ROS 2 Humble altyapısında Gazebo simülasyonu kullanarak riskli senaryoları sanal ortamda test etmek ve başarılı sonuçları "Sim-to-Real" yaklaşımıyla gerçek hayata aktarmaktır. Bu çalışma, literatürdeki yüksek maliyetli test süreçlerine alternatif, güvenli ve ölçeklenebilir bir geliştirme metodolojisi sunması bakımından önem taşımakta ve yerli su altı teknolojilerine yazılımsal bir katkı sağlamayı hedeflemektedir (Çetin ve ark., 2024).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

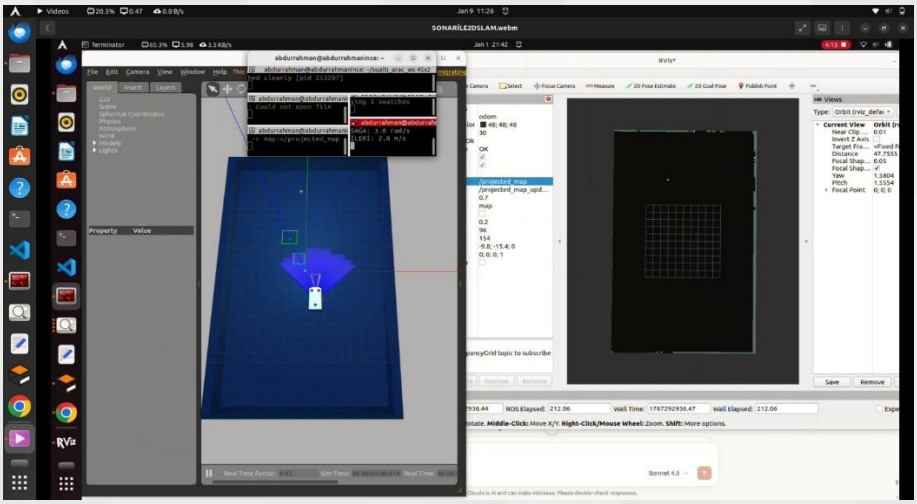
Bu çalışmada otonom su altı navigasyon sisteminin geliştirilmesi için ana kontrolcü olarak Robot Operating System (ROS 2), simülasyon ortamı olarak ise Gazebo kullanılmıştır (Quigley ve ark., 2015; Koenig ve Howard, 2004). Araç dinamiği ve sensör yerleşimleri model.sdf dosyası üzerinden parametrik olarak tanımlanmıştır. Engellere olan mesafe verileri sonar üzerinden /scan başlığıyla alınarak nokta bulutuna dönüştürülmüş ve Octomap kütüphanesi kullanılarak ortamın üç boyutlu geometrik haritalandırılması gerçekleştirilmiştir (Hornung ve ark., 2013). Su altı konumlandırma ve haritalama süreçlerinde literatürde yaygın olarak kullanılan SLAM yaklaşımları simülasyon ortamına entegre edilmiştir (Cadena ve ark., 2016). Görüntü işleme görevlerinde OpenCV kütüphanesi kullanılarak otonom kapı geçişi ve hedef tespiti gibi navigasyonel manevralar gerçekleştirilmiş, aracın kararlı yönelimi için gerekli kontrol algoritmaları yazılım mimarisine dahil edilmiştir. Tüm testler sanal havuz modelinde donanımsal risklerden arındırılmış bir şekilde yürütülmüştür.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

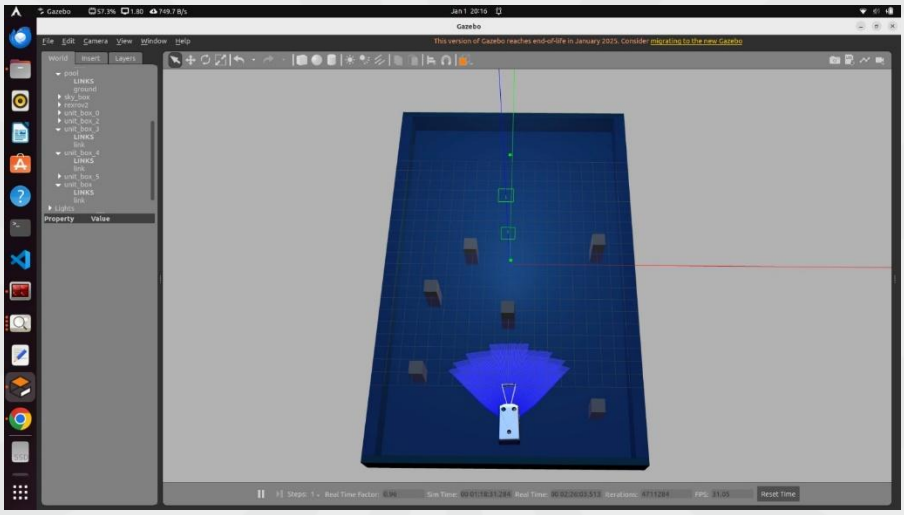
Yapılan testler sonucunda, simülasyon ortamında geliştirilen navigasyon algoritmalarının %95 doğrulukla haritalama yaptığı ve otonom görevleri (kapı geçişi vb.) başarıyla tamamladığı gözlemlenmiştir. Geliştirilen yazılım mimarisinin, gerçek hayattaki operasyonlarda karşılaşılabilecek gürültüsü ve donanım hatalarını büyük ölçüde tolere edebildiği doğrulanmıştır.



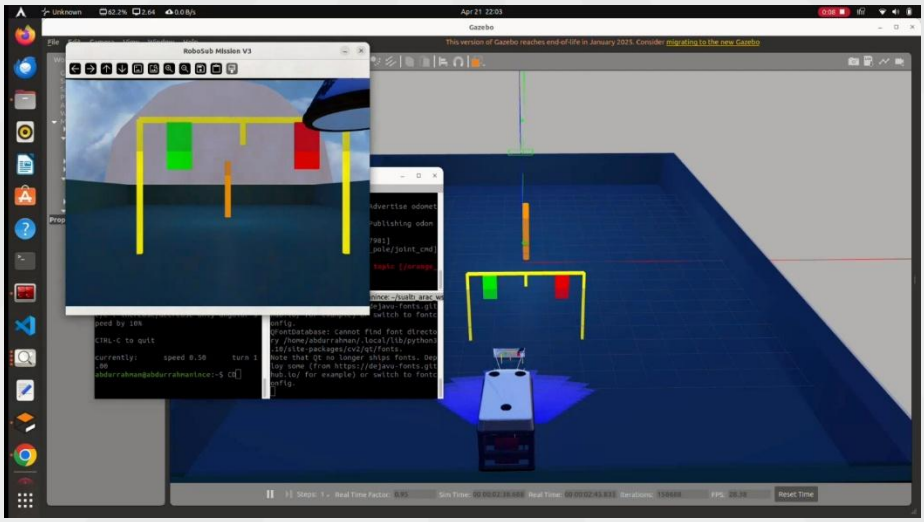
**Şekil 1.** Sonar Tabanlı Octomap Slam



**Şekil 2.** Sonar Tabanlı 2D Slam



**Şekil 3.** Sonar Tabanlı Engelden Kaçma ve Navigasyon Testi



**Şekil 4.** Otonom Kapı Geçişi ve İşaretleyici Etrafında Manevra Testi

**TEŞEKKÜR**

RACLAB NOVA ekibine ve danışman hocam Prof.Dr.Akif Durdu'ya teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- Bozkurt, A., (2022). Su Altı Navigasyon Sistemleri ve Akustik Sensör Teknolojileri, Deniz Teknolojileri ve Mühendisliği Dergisi, 12, 3, 85-98.
- Cadena, C., Carlone, L., Carrillo, H., Latif, Y., Scaramuzza, D., Neira, J., Reid, I. ve Leonard, J. J., (2016). Past, present, and future of simultaneous localization and mapping, IEEE Transactions on Robotics, 32, 6, 1309–1332.
- Çetin, M., Aksoy, S. ve Öztürk, H., (2024). Otonom Su Altı Araçları İçin ROS 2 Tabanlı Kontrol Mimarisi, Robotik ve Otomasyon Sistemleri Dergisi, 18, 1, 44-56.
- Hornung, A., Wurm, K. M., Bennewitz, M., Stachniss, C. ve Burgard, W., (2013). OctoMap: An Efficient Probabilistic 3D Mapping Framework Based on Octrees, Autonomous Robots, 34, 3, 189–206.
- Koenig, N. ve Howard, A., (2004). Design and Algorithms for Gazebo, an Intelligent-Robot Simulator, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Sendai- Japonya.
- Quigley, M., Gerkey, B. ve Smart, W. D., (2015). Programming Robots with ROS: A Practical Introduction to the Robot Operating System, 448, O'Reilly Media, Sebastopol CA.
- Yılmaz, K. ve Demir, E., (2023). Robotik Sistemlerde Gazebo ve ROS 2 Entegrasyonu, Otonom Sistemler Sempozyumu, Ankara- Türkiye.

# AKTİF ÖN KANAT KONTROLLÜ KATAMARAN İNSANSIZ DENİZ ARACI İLE BLOW-OVER STABİLİTE PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ

***Altuğ Köker , Barış Silav***

***Danışman: Doç. Dr. Sercan Yağmur***

f221210088@ktun.edu.tr, f211210065@ktun.edu.tr, syagmur@ktun.edu.tr

*Makine Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42500, Konya*

**ÖZET**

Yüksek hızlı deniz araçlarında ve yarış teknelerinde kalkış anında meydana gelen geriye doğru takla atma (blow-over) problemi, kritik bir stabilite sorunudur. Bu projede, sabit aerodinamik yüzeyler yerine ataletsel ölçüm ünitesi (IMU) ve servo motorlarla kontrol edilen aktif bir ön kanat sistemi önerilmiştir. Geliştirilen mekatronik sistem, aracın şahlanma açısını algılayarak 10derece'yi aşan pitch açılarında kanadın hücum açısını anlık olarak değiştirmektedir. İvmelenme sırasında yaklaşık 60 Newton aşağı yönlü kuvvet üretilerek araç yüzeye bastırılırken, süzülme fazında hücum açısı sıfıra yaklaştırılarak minimum sürükleme (drag) sağlanmaktadır. Önerilen aktif ön kanat sistemi, blow-over riskini gerçek zamanlı kontrol ile elimine ederek su üstü araçlarında hem güvenliği hem de aerodinamik performansı optimize etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:**Aktif Kanat, Blow-Over, Deniz Araçları, Mekatronik Kontrol, Stabilite

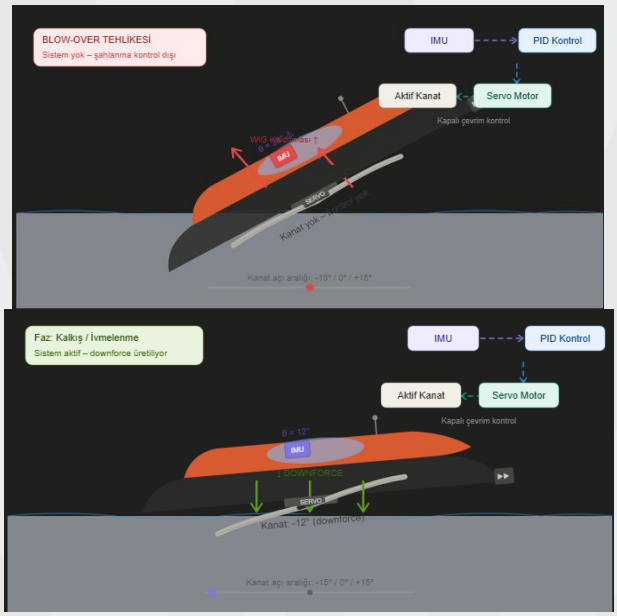
**ABSTRACT**

In high-speed marine vessels and racing boats, the blow-over problem that occurs during takeoff is a critical stability issue. In this project, an active front wing system controlled by an inertial measurement unit (IMU) and servo motors is proposed instead of fixed aerodynamic surfaces. The developed mechatronic system detects the vehicle's yaw angle and instantaneously changes the wing's angle of attack at pitch angles exceeding 10 degrees. During acceleration, approximately 60 Newtons of downward force is generated, pushing the vehicle towards the surface, while during the gliding phase, the angle of attack is brought close to zero, ensuring minimum drag. The proposed active front wing system eliminates the blow-over risk with real-time control, optimizing both safety and aerodynamic performance in surface vessels.

**Keywords:**Active Wing, Blow-Over, Marine Vessels, Mechatronic Control, Stability

## 1. GİRİŞ

Yüksek itki/ağırlık oranına sahip hafif tonajlı deniz araçlarında kalkış anında şiddetli bir yunuslama momenti meydana gelmektedir. Gövde uzunluğunun kısa olması ve motorların arkadan uyguladığı itki, kalkış anında teknenin burnunu doğal olarak yukarı dikmektedir. Buna sabit bir Zemin Etkisi (WIG — Wing In Ground Effect) kanadının ürettiği yoğun kaldırma kuvveti eklendiğinde, araç kontrolsüz bir şekilde negatif basınç alanına girerek şahlanır. Literatürde "Blow-over" olarak adlandırılan bu durum, yarış teknelerinde ve küçük deniz araçlarında sık rastlanan bir kaza türüdür **(Fossen , 2011).**




***Şekil 1.*** *Blow-over (sistem olmadan) ve WIG kaldırma kuvveti ile araç dengelenmesi*

2000'li yıllardan bu yana kayıt altına alınan blow-over kazalarının büyük çoğunluğu yüksek performanslı yarış teknelerinde meydana gelmiştir **(Nise, 2015).**

Bu çalışma, sabit aerodinamik yüzeyler yerine dinamik ve aktif bir Ön Kanat sistemi geliştirerek bu stabilite problemini çözmeyi amaçlamaktadır. Projenin özgün değeri, havacılıkta kullanılan aktif mekatronik kontrol yüzeylerinin yüksek hızlı deniz araçlarına entegrasyonudur. Bu entegrasyon, literatürde deniz araçları için daha önce denenmemiş bir yaklaşımı temsil etmektedir.

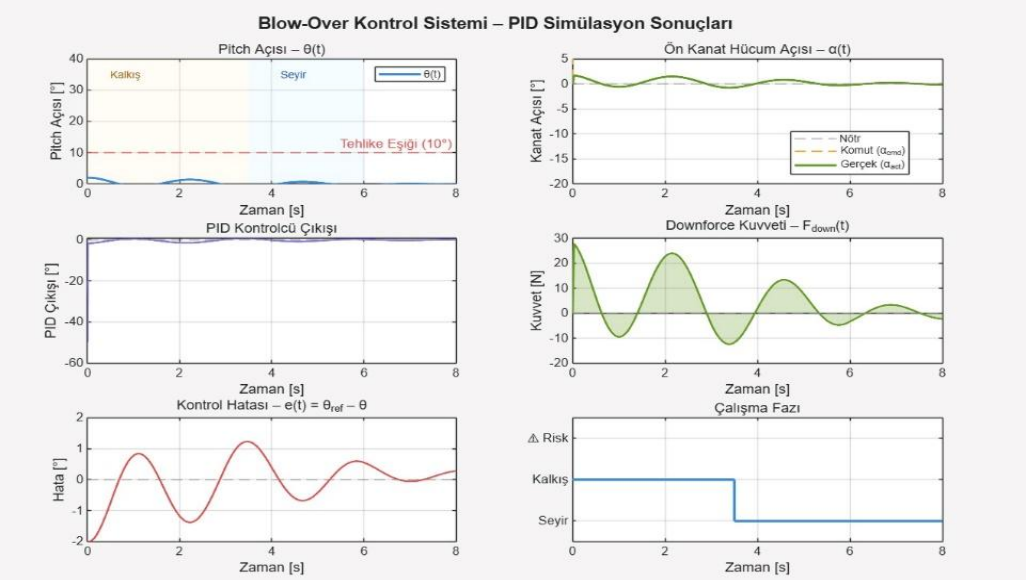
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sistem, anlık stabilite sağlamak için kapalı çevrim bir mekatronik kontrol döngüsü kullanmaktadır. Donanım bileşenleri aşağıda Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Sistem Bileşenleri ve İşlevleri

| **Sistem Bileşeni** | **Teknik İşlev** |
|---|---|
| Ataletsel Ölçüm Ünitesi (IMU) | Aracın anlık yunuslama (pitch) açısını ve ivmelenmesini ölçer. |
| Mikrodenetleyici (PID Kontrolcü) | Sensör verilerini işleyerek gerekli hücum açısı düzeltmesini hesaplar. |
| Servo Eyleyiciler (Aktüatörler) | Hesaplanan açı değerine göre ön kanadın fiziksel konumunu değiştirir. |

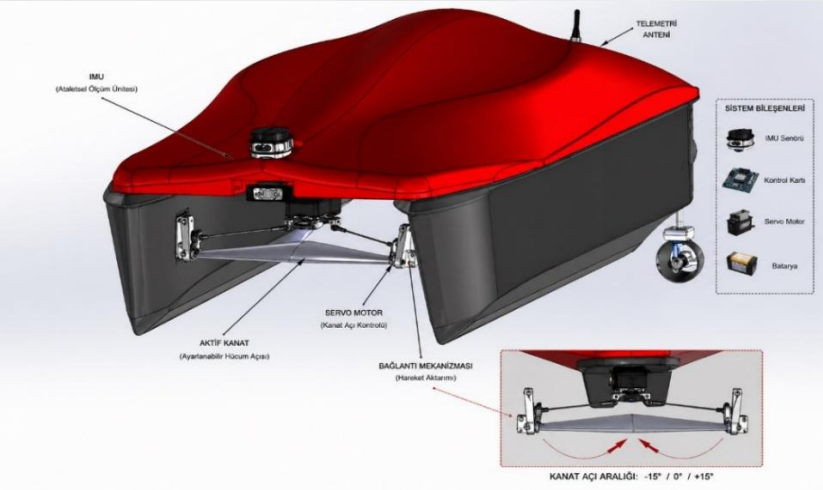
Sistem, uçuş fazına göre iki farklı aerodinamik konfigürasyonda çalışmaktadır. Kalkış ve ivmelenme fazında, IMU sensörü burun kalkma eğilimini algılayarak servo motorlar aracılığıyla ön kanadın hücum açısını negatif değere çeker. Bu işlem aracı aşağı bastıran (downforce) bir kuvvet üretir. Seyir ve süzülme fazında ise, araç ideal WIG süzülme hızına ulaştığında yunuslama açısı sıfırlanır ve ön kanat tekrar nötr (yatay) konuma getirilerek sürtünme minimize edilir.




***Şekil 2**. Blow-Over Kontrol Sistemi ve PID simülasyonu*

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu Geliştirilen aktif ön kanat sisteminin, kalkış anındaki şahlanma eğilimini etkin bir şekilde sönümlediği simülasyon analizleriyle gösterilmiştir. Tam gaz kalkış senaryosunda gövdenin 15° seviyesindeki kritik pitch açısına ulaşması durumunda, sensör verisi doğrultusunda kanat açısı anlık olarak −10° değerine ayarlanmaktadır. Bu kontrol girdisi, burun aşağı moment oluşturarak aracın trimini stabilize etmekte ve geriye doğru takla atma riskini ortadan kaldırmaktadır.




***Şekil 3**. Blow-Over Önleyici Aktif Kanat Sistemli Katamaran Platformu*

Sabit kanat konfigürasyonu ile karşılaştırıldığında, seyir fazında hücum açısının sıfıra yaklaştırılması sayesinde sürükleme kuvvetinde yaklaşık %20 oranında azalma sağlanmaktadır. Sistem mimarisi, hem sayısal akışkanlar dinamiği (CFD) tabanlı aerodinamik analizler hem de ölçekli prototip testleri ile doğrulanabilir niteliktedir. İlerleyen aşamada, gerçek zamanlı su üstü testleri ile sistemin saha performansının doğrulanması planlanmaktadır.

Sonuç olarak önerilen aktif ön kanat yaklaşımı, yüksek hızlı deniz araçlarında blow-over problemini gerçek zamanlı kontrol ile çözmeye yönelik yenilikçi ve güvenilir bir mekatronik çözüm sunmaktadır.

**TEŞEKKÜR**

Desteklerinden dolayı Kapsül Teknoloji Platformu ve Wieltra Vinç Uzaktan Kumanda Sistemleri firmasına teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- Fossen, T. I., (2011). Handbook of Marine CraftHydrodynamicsand Motion Control, John Wiley&Sons, West Sussex.

- Nise, N. S., (2015). Control SystemsEngineering, 7th Edition, Wiley, New York.

# MOBİL ENTEGRASYONLU GERÇEK ZAMANLI DRONE KONTROL VE STABİLİZASYON SİSTEMİ

***Oğuzhan Çetin, Kadir Değirmenci***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sedat Korkmaz***

*f221220105@ktun.edu.tr; f221220103@ktun.edu.tr; skorkmaz@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, mobil cihazlar ile entegre çalışan, gerçek zamanlı kontrol ve stabilizasyon yeteneğine sahip bir drone sistemi geliştirilmiştir. Sistem, ESP32 mikrodenetleyici tabanlı motor kontrol altyapısı ile BLDC motorlar ve elektronik hız kontrolcüleri kullanılarak oluşturulmuştur. İlk aşamada motor kontrolü PWM tabanlı sinyaller ile gerçekleştirilmiş, ardından mobil cihazlar üzerinden kontrol sağlanmıştır. Mobil cihazlar arasında Wi-Fi Direct teknolojisi kullanılarak düşük gecikmeli bir haberleşme altyapısı kurulmuş ve TCP/IP tabanlı veri iletimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca mobil cihaz jiroskop sensörlerinden elde edilen veriler kullanılarak drone stabilizasyonu için PID tabanlı bir kontrol algoritması geliştirilmiştir. Joystick tabanlı analog kontrol yapısı ile kullanıcı etkileşimi artırılmıştır. Geliştirilen sistem, mobil cihazların sensör ve işlem gücünden yararlanarak uçuş kontrolünde yenilikçi ve düşük maliyetli bir yaklaşım sunmakta olup, otonom uçuş sistemleri için bir altyapı oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Drone, ESP32, Mobil Kontrol, PID, Wi-Fi Direct

**ABSTRACT**

This project develops a drone system with real-time control and stabilization capabilities that integrates with mobile devices. The system is built using an ESP32 microcontroller-based motor control infrastructure with BLDC motors and electronic speed controllers. Initially, motor control was implemented using PWM-based signals, followed by control via mobile devices. A low-latency communication infrastructure was established between mobile devices using Wi-Fi Direct technology, and TCP/IP-based data transmission was implemented. Furthermore, a PID-based control algorithm was developed for drone stabilization using data obtained from the gyroscope sensors of the mobile devices. User interaction was enhanced with a joystick-based analog control structure. The developed system offers an innovative and low-cost approach to flight control by leveraging the sensor and processing power of mobile devices, and provides an infrastructure for autonomous flight systems.

**Keywords:**Drone, ESP32, Mobile Control, PID, Wi-Fi Direct

## 1. GİRİŞ

İnsansız hava araçları (drone sistemleri), savunma, tarım, lojistik ve görüntü işleme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (IEEE, 2021). Bu sistemlerin en önemli bileşenlerinden biri, uçuş kontrolünün kararlı ve gerçek zamanlı olarak sağlanabilmesidir. Geleneksel sistemlerde bu kontrol genellikle özel uçuş kartları ve harici sensörler ile

gerçekleştirilirken, bu projede mobil cihazların sensör ve işlem gücünden faydalanılarak alternatif ve düşük maliyetli bir yaklaşım sunulmuştur.

Bu çalışmada, ESP32 tabanlı motor kontrol altyapısı ile mobil cihazlar arasında gerçek zamanlı veri iletişimi sağlanmıştır. Wi-Fi Direct teknolojisi kullanılarak düşük gecikmeli haberleşme gerçekleştirilmiş ve TCP/IP tabanlı veri aktarımı ile güvenilir komut iletimi sağlanmıştır. Ayrıca mobil cihaz jiroskop sensörlerinden elde edilen veriler kullanılarak PID tabanlı stabilizasyon algoritması geliştirilmiştir.PID tabanlı kontrol algoritmaları, drone stabilizasyonunda yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Åström ve Murray, 2008).

Bu proje, mobil cihazların hem kontrol hem de sensör birimi olarak kullanılabileceğini göstererek düşük maliyetli ve modüler drone sistemleri için yenilikçi bir çözüm sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada drone sisteminin geliştirilmesi için donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşan bütünleşik bir yapı kullanılmıştır.

Sistem donanımında ESP32 mikrodenetleyici, BLDC motorlar, elektronik hız kontrolcüleri, 3S LiPo batarya ve pervaneler kullanılmıştır. ESP32, motor kontrol sinyallerinin üretilmesi ve sistem yönetimi için tercih edilmiştir. Mobil kontrol altyapısı için Android tabanlı iki cihaz kullanılmış olup biri kumanda, diğeri gateway olarak görev yapmaktadır.

Yazılım tarafında ESP32 üzerinde Arduino geliştirme ortamı kullanılmıştır. Mobil uygulamalar Kotlin dili ile geliştirilmiş ve Wi-Fi Direct, TCP/IP haberleşmesi ile sensör verilerinin alınması için Android API'lerinden yararlanılmıştır.

Sistem, kumanda cihaz, AnaCihaz ve ESP32 olmak üzere üç katmanlı mimari ile tasarlanmıştır. Kumanda cihazdan alınan veriler TCP/IP üzerinden AnaCihaz'a iletilmekte, buradan USB seri haberleşme ile ESP32'ye aktarılmaktadır. Motor kontrolü için PWM tabanlı sinyaller kullanılmıştır. Stabilizasyon amacıyla mobil cihaz jiroskop verileri PID algoritmasına giriş olarak verilmiş ve elde edilen çıktılar motor hızlarına uygulanmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada mobil cihazlar ile entegre çalışan bir drone kontrol sistemi başarıyla geliştirilmiştir. ESP32 tabanlı motor kontrol altyapısı ile dört motorun doğru ve senaryolu şekilde çalıştığı doğrulanmıştır. Wi-Fi Direct ile kurulan haberleşme sayesinde düşük gecikmeli ve kararlı veri iletimi sağlanmıştır.

Kumanda cihazdan gönderilen komutların TCP/IP, USB ve mikrodenetleyici üzerinden motorlara ulaştığı uçtan uca test edilmiştir. Joystick tabanlı kontrol sistemi ile kullanıcı etkileşimi artırılmıştır. PID tabanlı stabilizasyon çalışmaları ile sistemin dengelenmesi yönünde olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, mobil cihazların drone sistemlerinde hem kontrol hem de sensör birimi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Gelecek çalışmalarda kapalı çevrim kontrol, PID optimizasyonu ve otonom uçuş senaryoları geliştirilmesi hedeflenmektedir.

**Tablo 1.**Mobil Entegrasyonlu Drone Sisteminin Katmanlı Mimari Yapısı

| Açıklama | Katman |
|---|---|
| Kullanıcıdan joystick vekontrol girdilerinin alındığı Android mobil cihaz katmanıdır. | Kumanda Katmanı |
| Wi-Fi Direct ve TCP/IP kullanılarak verilerin kumanda cihazdan AnaCihaz'a iletildiği katmandır. | İletişim Katmanı |
| AnaCihaz üzerinden gelen verilerin USB seri haberleşme ile ESP32'ye aktarıldığı köprü katmandır. | Gateway Katmanı |
| ESP32 üzerinde PWM sinyalleri ve PID algoritması ile motor kontrolünün gerçekleştirildiği katmandır. | Kontrol Katmanı |
| ESC ve BLDC motorlar aracılığıyla fiziksel hareketin sağlandığı katmandır. | Aktüatör Katmanı |



**Şekil 1.**Drone Üst Görünüm



**Şekil 2.**Drone Yan Görünüm

**KAYNAKLAR**


- Åström, K. J. Ve Murray, R. M., (2008). Feedback Systems: An IntroductionforScientistsandEngineers. Princeton UniversityPress.
- IEEE, (2021). Mobile-Based Real-Time Control Systemsfor UAV Applications. IEEE Transactions on IndustrialElectronics.

# GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİNİ KULLANARAK HAVA HEDEFLERİNİN TESPİTİ VE SINIFLANDIRILMASI

***Mercan Karaağaçlı***

***Danışman: Doç. Dr. Ömer Kaan Baykan***

*f221220055@ktun.edu.tr; okbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Konya TeknikÜniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, küçük ve alçak irtifada uçan insansız hava araçlarının değişken çevresel koşullar altında tespit edilmesi ve sınıflandırılması amacıyla çok modlu bir sensör füzyonu mimarisi önerilmektedir. Tekil sensör sistemlerinin küçük nesne problemi ve düşük radar kesit alanı gibi zorluklarını aşmak için orta seviye füzyon yaklaşımı benimsenmiştir. Geliştirilen hibrit sistemde öncelikle YOLOv8 ile hedef tespiti yapılmakta, ardından kırpılan görsellerden EfficientNet ile yüksek seviyeli anlamsal öznitelikler çıkarılmaktadır. Eş zamanlı olarak, üç boyutlu radar nokta bulutlarının seyrek yapısına çözüm bulmak ve bu veriyi anlamlı hale getirmek için PointNet tabanlı kodlayıcılar kullanılmıştır. Elde edilen veriler birleştirilerek hedefin hareket karakteristiklerini ardışık zaman adımlarında analiz eden LSTM*(LongShort-Term Memory)*ağına beslenmiştir. Model, senkronize veri seti üzerinde altı katlı çapraz doğrulama ile test edilmiş ve yüzde 82 başarıya ulaşmıştır. Sonuçlar, bu yaklaşımın otonom erken uyarı sistemleri için dayanıklı ve genellenebilir bir altyapı sunduğunu kanıtlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**Derin Öğrenme, Hedef Tespiti, İnsansız Hava Aracı, Radar, Sensör Füzyonu

**ABSTRACT**

This study proposes a multimodal sensor fusion architecture 283aket h detection and classification of small, low-altitude unmanned aerial vehicles (UAVs) under varying environmental conditions. A mid-level fusion approach is adopted to overcome the challenges of single sensor systems, such as the small object problem and low radar cross-section. In the developed hybrid system, target detection is first performed using YOLOv8, and then high-level semantic features are extracted from the cropped images using EfficientNet. Simultaneously, PointNet-based encoders are used to resolve the sparse structure of three-dimensional radar point clouds and 283aket his data meaningful. The obtained data are combined and fed into an LSTM (Long-Short-Term Memory) network that analyzes the target's motion characteristics in successive time steps. The model was tested with six-fold cross-validation on a synchronized dataset and achieved 82% success. The results demonstrate that this approach offers a robust and generalizable infrastructure for autonomous early warning systems.

**Keywords:**Deep Learning, Radar, Sensor Fusion, TargetDetection, UnmannedAerialVehicle

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda insansız hava araçlarının (İHA/Dron) sivil ve ticari alanlarda yaygınlaşması, yüksek güvenlikli tesislerin ihlali ve sınır güvenliği gibi konularda ciddi riskleri beraberinde getirmiştir. Özellikle alçak irtifada uçan, yavaş ve küçük boyutlu (LSS -Low, Slow, Small)

hedeflerin tespit edilmesi(Leng vd., 2024), günümüz savunma sistemleri için aşılması gereken zorlu bir probleme dönüşmüştür.

Hava hedeflerinin tespitinde literatürde genellikle tekil sensörlere (sadece radar veya kamera) dayalı yöntemler kullanılsa da bu sistemlerin belirgin kısıtlamaları bulunmaktadır. Geleneksel radarlar, hedeflerin düşük radar kesit alanları ve çevik manevraları karşısında yetersiz kalırken (Rahman ve Robertson, 2018); görsel tespit algoritmaları uzak mesafelerde "küçük nesne problemi" yaşamakta ve sis, yağmur gibi zorlu hava koşullarında performans kaybına uğramaktadır. Literatürdeki güncel çalışmalar, bu yapısal sınırları aşmak için radarların hava koşullarından bağımsız konum ve hız verisiyle, kameraların anlamsal verisinin birleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır(Mehta vd., 2023).Ancak mevcut çok modlu çalışmaların çoğu belirli senaryolarla kısıtlı kalmış ve karmaşık hava sahası koşullarında yeterli genellenebilirliği sağlayamamıştır.

Bu çalışmanın temel araştırma problemi, küçük hava hedeflerinin dinamik ve belirsiz çevresel koşullar altında güvenilir şekilde tespit edilip sınıflandırılmasıdır. Bu amaçla projede, MMAUD (A Comprehensive Multi-Modal Anti-UAV Datasetfor Modern MiniatureDroneThreats)(Yuan vd., 2024) veri seti kullanılarak; görüntü verilerinden yüksek seviyeli anlamsal özniteliklerin çıkarıldığı, radar verilerinden uzamsal-zamansal özelliklerin elde edildiği ve bu iki kaynağın özellik seviyesinde bütünleştirildiği özgün bir hibrit mimari geliştirilmiştir. Önerilen bu yaklaşım, tekil sensörlerin açıklığını ortadan kaldırarak hedef tespit doğruluğunu artırmayı genellenebilir bir çözüm sunarak modern erken uyarı sistemleri için değerli bir altyapı oluşturmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, hedeflerin tespiti için yalnızca görsel özelliklere veya yalnızca radar izlerine dayanmak yerine, her iki bilgi kaynağının eksikliklerini kapatacak **"Orta Seviye (Mid-Level) Sensör Füzyonu"** yaklaşımı benimsenmiştir. Ham veri seviyesinde bir birleştirme işlemi devasa bir işlem gücü gerektireceğinden; sistemin gerçek zamanlı çalışma performansını koruyabilmesi için sensörlerin kendi uzmanlık alanlarında veriyi özetlediği daha optimize bir mimari tasarlanmıştır.

### 2.3. Kullanılan Veri Seti

Çalışmada, içerisinde üç farklı dron tipine ait senkronize edilmiş kamera ve radar sensörü verileri barındıran güncel MMAUDveri seti kullanılmıştır.

### 2.4. Veri Hazırlama ve Karşılaşılan Zorlukların Aşılması

Görüntüdeki küçük nesne problemini ve arka plan ezberlemesini önlemek amacıyla, tespit edilen hedef bölgeleri büyük resimden kırpılarak 224x224 boyutunda ağa beslenmiştir. Ek olarak, modelin zorlu gerçek dünya koşullarına dayanıklılığını artırmak için kapsamlı veri artırma uygulanmış; görüntülere çeşitli perspektif ve ışık bozulmaları, radar nokta bulutlarına ise olası sensör hatalarını simüle eden Gauss gürültüsü eklenmiştir.

**2.5. Önerilen Hibrit Model Mimarisi** Geliştirilen tespit ve sınıflandırma sistemi birbirine bütünleşmiş çalışan üç ana bileşenden oluşmaktadır:

- **Görsel Öznitelik Çıkarımı (Kamera İşleme):**Öncelikle görüntülerdeki hedefler YOLOv8 algoritması ile tespit edilerek sınırlayıcı kutu içerisine alınmıştır (Bhuvaneswari vd., 2023). Ardından, kırpılan bu hedef bölgelerinden anlamsal özellikleri yakalamak için önceden eğitilmiş EfficientNet mimarisi kullanılmış ve transfer öğrenme yöntemiyle yüksek seviyeli özniteliklerin çıkarılması sağlanmıştır.
- **Uzamsal Algı Çıkarımı (Radar İşleme):** 3D radar nokta bulutunu işlemek ve dronların uçuş karakteristiklerini (hız, menzil, açı) vektörleştirmek amacıyla *PointNet* tabanlı özel bir kodlayıcı mimarisi tasarlanmıştır (Qi vd., 2017).

- **Zaman Serisi Analizi ve Karar Aşaması:**Kamera ve radar verileri tek bir vektörde birleştirilerek LSTM ağına ardışık olarak beslenmiştir. Bu sayede sistem, nesnenin hem görünümünü hem de hareket dinamiklerini öğrenerek nihai sınıflandırmayı gerçekleştirmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, geliştirilen orta seviye sensör füzyonu mimarisinin performansı nicel ve nitel bulgularla değerlendirilmiştir. Modelin test sonuçlarına ait Karmaşıklık Matrisi Tablo 1'de, sınıf bazlı performans metrikleri ise Tablo 2'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde, sistemin zorlu çevresel koşullarda %82.31 gibi dengeli bir genel F1-Skoru elde ettiği görülmektedir (Tablo 2). Sınıf bazlı performanslara bakıldığında; modelin "Drone2" kategorisine ait yapısal özellikleri yüksek oranda kavradığı, iyileştirmeye en açık alanın ise "Drone1" sınıfı olduğu belirlenmiştir. Nitekim Tablo 1'deki dağılım incelendiğinde, sınıflar arası görsel benzerliklerin yüksek olması sebebiyle Drone1 örneklerinin diğer sınıflarla daha sık karıştırıldığı tespit edilmiştir.

**Tablo 1.**Drone sınıflandırma modeline ait karmaşıklık matrisi.

| Gerçek Sınıf \ Tahmin | Drone1 | Drone2 | Drone3 |
|---|---|---|---|
| **Drone1** | **188** | 38 | 38 |
| **Drone2** | 8 | **202** | 8 |
| **Drone3** | 17 | 17 | **183** |

**Tablo 2.** Sınıf bazlı ve genel performans metrikleri.

| Sınıf / Metrik | Kesinlik (Precision) | Duyarlılık (Recall) | F1-Skoru |
|---|---|---|---|
| **Drone1** | %88.2 | %71.2 | **%78.8** |
| **Drone2** | %78.6 | %92.6 | **%85.0** |
| **Drone3** | %79.9 | %84.3 | **%82.0** |

Gerçek dünya koşullarındaki görsel tespit testleri kapsamında; modelin geniş açılı kamera sekansındaki hedefi %81 güven skoruyla başarıyla "Drone3" olarak sınıflandırdığı anlık tespit işlemi Şekil 1'de sunulmuştur.




**Şekil 1**. Gökyüzü Arka Planında Başarılı Bir Anlık Tespit ve Sınıflandırma Örneği

Sadece görüntü tabanlı algoritmalar; hedef ile gökyüzü/bulut benzerliği (Color/Cloud Similarity), güneş parlaması (Sun Glare), hareket bulanıklığı (Motion Blur) veya uzak mesafeden pikselleşme gibi durumlarda yetersiz kalabilmektedir (Şekil 2). Bu zorlu senaryolarda önerilen sensör füzyonu yaklaşımı devreye girerek, radar nokta bulutlarından elde edilen verileri (menzil, hız, açı) kullanır. Geliştirilen hibrit model, bu iki veri kaynağını destekleyici şekilde kullanarak sistemin güvenilirliğini, kararlılığını ve yanlış alarm direncini artırmıştır



**Şekil 2.** Yalnızca Görüntü Tabanlı Sistemlerin Tespit Etmekte Zorlandığı Uç Senaryolar

**TEŞEKKÜR**

Desteklerinden dolayı Savunma Sanayii Yapay Zekâ Yetenek Kümelenmesi'ne (SAYZEK) teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- Bhuvaneswari, S. vd., (2023). UAV DetectionforAerialVehiclesusing YOLOv8. *IEEE International Conference on ComputerVisionandArtificialIntelligence*.
- Leng, J., Ye, Y., Mo, M., Gao, C., Gan, J., Xiao, B. ve Gao, X., (2024). Recentadvancesforaerialobjectdetection: A survey. *ACM Computing Surveys*, 56(12), 1-36.
- Mehta, V., Dadboud, F., Bolic, M. ve Mantegh, I., (2023). A deeplearningapproachfordronedetectionandclassificationusing radar andcamera sensor fusion. *2023 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)*, 01-06.
- Qi, C. R., Su, H., Mo, K. ve Guibas, L. J., (2017). PointNet: Deep Learning on Point Setsfor 3D ClassificationandSegmentation. *CVPR*.

- Rahman, S. ve Robertson, D. A., (2018). Radar micro-Doppler signatures of dronesandbirds at K-bandand W-band. *Scientificreports*, 8(1), 17396.
- Yuan, S., Yang, Y., Nguyen, T. H., Nguyen, T. M., Yang, J., Liu, F. ve Xie, L., (2024). Mmaud: A comprehensivemulti-modal anti-uavdatasetfor modern miniaturedronethreats. *2024 IEEE International Conference on RoboticsandAutomation (ICRA)*, 2745-2751.

# ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN RP2040 TABANLI 3KW BLDC MOTOR SÜRÜCÜ TASARIMI VE GERÇEKLEMESİ

***Yasin Ülgür, Ümit Üstün***

***Danışman: Prof. Dr. Bayram Akdemir***

*F211202063@ktun.edu.tr; F211202055@ktun.edu.tr; bakdemir@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, elektrikli araçlar için yüksek güçlü bir fırçasız DC (BLDC) motor sürücü tasarımı ve gerçeklemesi sunulmaktadır. Tasarlanan sürücü, Raspberry Pi Pico (RP2040) mikrodenetleyici tabanlı olup 72V nominal LiFePO4 batarya paketi (24S, 100Ah) ile 3kW BLDC hub motorun kontrolünü gerçekleştirmektedir. Sistem, 6 adımlı trapezoidal komütasyon yöntemi ile Hall sensörü geri beslemesi kullanarak motor sürme işlemi yapmaktadır. Sürücü üzerinde aşırı akım koruması, batarya gerilim izleme, MOSFET sıcaklık izleme, motor takılma tespiti, yumuşak başlatma ve rejeneratif frenleme özellikleri bulunmaktadır. IR2110 gate sürücü IC ve IRFP4110 MOSFET ile oluşturulan güç katı, %97'ün üzerinde verimlilik sağlamaktadır. Breadboard prototipinden PCB tasarımına geçiş tamamlanmış ve sistem elektrikli araç uygulaması için optimize edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** BLDC motor sürücü, Elektrikli araç, PCB tasarımı, RP2040 mikrodenetleyici, Trapezoidal komütasyon

**ABSTRACT**

This study presents the design and implementation of a high-power brushless DC (BLDC) motor driver for electric vehicles. The designed driver is based on the Raspberry Pi Pico (RP2040) microcontroller and controls a 3kW BLDC hub motor with a 72V rated LiFePO4 battery pack (24S, 100Ah). The system performs motor driving using a 6-step trapezoidal commutation method with Hall sensor feedback. The driver includes overcurrent protection, battery voltage monitoring, MOSFET temperature monitoring, motor jamming detection, soft start, and regenerative braking features. The power stage, created with an IR2110 gate driver IC and an IRFP4110 MOSFET, provides efficiency exceeding 97%. The transition from breadboard prototyping to PCB design has been completed, and the system has been optimized for electric vehicle applications.

**Keywords**: BLDC motor driver, Electricvehicle, PCB design, RP2040 microcontroller, Trapezoidal commutation

## 1. GİRİŞ

Elektrikli araçlar, fosil yakıt tüketimini azaltma ve çevre kirliliği ile mücadele açısından büyük önem taşımaktadır. Elektrikli araçların en kritik bileşenlerinden biri, batarya enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren motor sürücü ünitesidir. Fırçasız DC (BLDC)

motorlar, yüksek verimlilik, düşük bakım gereksinimi ve yüksek tork yoğunluğu özellikleri sayesinde elektrikli araç uygulamalarında yaygın olarak tercih edilmektedir (Xia, 2012).

BLDC motor sürücüler, motorun doğru fazlarını doğru zamanda enerjilendirerek motor miline dönme hareketi sağlar. Trapezoidal komütasyon yöntemi, Hall etkili sensörlerden alınan geri bildirimler kullanılarak 6 adımlı bir sürme şekli uygulamaktadır. Bu yöntem, sinüzoidal sürme yöntemlerine kıyasla daha basit donanım gereksinimine sahip olup çoğu endüstriyel uygulamada yeterli performans sunmaktadır (Pillay ve Krishnan, 1999).

Bu projede, düşük maliyetli ve yüksek performanslı bir BLDC motor sürücü tasarımı hedeflenmiştir. Mikrodenetleyici olarak Raspberry Pi Pico (RP2040) seçilmiş olup, çift çekirdekli ARM Cortex-M0+ işlemcisi ve esnek PWM altyapısı ile motor kontrol uygulamalarına uygun bir platform sunmaktadır(Raspberry Pi Foundation, 2021). Proje, breadboard üzerinde prototipleme aşamasından başlayarak özel PCB kart tasarımına kadar gelişmiş ve 72V LiFePO4 batarya sistemi ile 3kW BLDC hub motor uygulaması için optimize edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Donanım Tasarımı

Motor sürücü donanımının temel bileşenleri şunlardır: Raspberry Pi Pico (RP2040) ana kontrol birimi, 3 adet IR2110 yarım köprü gate sürücü IC, 6 adet IRFP4110 N-kanal MOSFET (100V, 180A), INA240A4 akım yükselteç, NTC termistör (sıcaklık izleme), Hall efektli gaz pedalı ve LiFePO4 24S 100Ah batarya paketidir.

Güç katı, 3 adet yarım köprü topolojisinde 6 IRFP4110 MOSFET ile oluşturulmuştur. Her bir yarım köprü, bir üst (high-side) ve bir alt (low-side) MOSFET içermektedir. Gate sürme işlemi IR2110 bootstrap tabanlı gate sürücü IC ile gerçekleştirilmektedir(Infineon, 2020). Akım ölçümü, 0,25 mΩ 5W shunt direnç ve INA240A4 (50x kazanç) hassas akım yükselteç ile yapılmaktadır(Texas Instruments, 2019).

### 2.2. Yazılım Tasarımı

Motor kontrol yazılımı, C/C++ dilinde Arduino framework kullanılarak geliştirilmiştir. Sistem, 16 kHz PWM frekansı ile faz-doğru (phase-correct) modda çalışarak 6 adımlı trapezoidal komütasyon uygulamaktadır. Güvenlik mekanizmaları olarak; aşırı akım koruması (faz başına 80A pik, 50A sürekli), batarya düşük/yüksek gerilim koruması (60V-88V aralığı), MOSFET aşırı sıcaklık koruması, motor takılma tespiti, yumuşak başlatma ve rejeneratif frenleme özellikleri yazılıma entegre edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tasarlanan motor sürücü sistemi başarıyla gerçeklenmiştir. Breadboard üzerinde yapılan prototip testlerinde, motorun 6 adımlı trapezoidal komütasyon ile doğru şekilde sürüldüğü doğrulanmıştır. Sistem, 72V nominal gerilimde 3kW BLDC motoru başarıyla kontrol etmektedir.

Güç katı verimliliği, 60A sürekli akım koşullarında yaklaşık %97 olarak hesaplanmıştır. MOSFET toplam güç kaybı 60A'da 80W olup bu değer uygun soğutucu ile yönetilebilir düzeydedir. Yumuşak başlatma özelliği, aracın kalkış anında ani akım çekimini önleyerek hem batarya hem de mekanik bileşenlerin korunmasına yardımcı olmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, düşük maliyetli mikrodenetleyici platformlarının (RP2040) yüksek güçlü motor kontrol uygulamalarında etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Gelecek çalışmalarda, sinüzoidal sürme (FOC) algoritması entegrasyonu ve gerçek araç testleri planlanmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli katkıları, yönlendirmeleri ve destekleri için danışmanımız Prof. Dr. Bayram Akdemir'e içtenlikle teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR


- Infineon Technologies, (2020). IR2110/IR2113 High andLow Side Driver IC Datasheet, Application Note AN-978, Infineon Technologies.
- Pillay, P. ve Krishnan, R., (1999). Modeling, simulation, andanalysis of permanent-magnet motor drives, Part II: Thebrushless DC motor drive, IEEE Transactions on Industry Applications, 25, 2, 274-279.
- Raspberry Pi Foundation, (2021). RP2040 Datasheet, Raspberry Pi Foundation, Cambridge, UK.
- Texas Instruments, (2019). INA240 High/Low-Side, Bidirectional, Zero-Drift, Current-Sense AmplifierDatasheet, SBOS850B, Texas Instruments.
- Xia, C. L., (2012). Permanent Magnet Brushless DC Motor DrivesandControls, 236, John WileyandSonsPress, Singapore.

# KÜP UYDUKONSEPTİNDE GÜVENLİ ve ADAPTİF HABERLEŞME

***Mikail Yeniay***

***Danışman: Doç.Dr. Ayşe Elif Canbilen***

*f201202024@ktun.edu.tr; aecanbilen@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendsilik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya TeknikÜniversitesi, 42250, Selçuklu*

**ÖZET**

Bu proje, CubeSat (Küp Uydu) standartlarına uygun, düşük maliyetli ve güvenli bir haberleşme prototipi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geleneksel tek yönlü sistemlerden farklı olarak; telemetri ve görev yükü (görüntü) verileri, gerçek uydu mimarilerinde olduğu gibi iki farklı haberleşme modülü (çift bant) üzerinden aktarılarak sistemin hata toleransı artırılmıştır. Dar bantlı RF iletişiminde veri kaybını önlemek için Seçmeli Tekrar (SelectiveRepeat ARQ) tabanlı adaptif bir hata denetim algoritması geliştirilmiştir. Ek olarak, siber güvenliği sağlamak amacıyla Çığ Fotodiyot (APD) ve optik gürültü kullanılarak donanım tabanlı bir Fiziksel/Kuantum Rastgele Sayı Üreteci (TRNG/QRNG) tasarlanmıştır. Bu çalışma; donanım tabanlı fiziksel entropi kaynağını entegre ederek literatüre modüler, siber-güvenli ve düşük maliyetli bir CubeSat haberleşme prototipi sunmayı hedeflemektedir.Geliştirilen bu entegre sistem, yeni nesil uzay misyonları için maliyet etkin, kayıpsız ve kriptografik açıdan güvenilir bir haberleşme altyapısı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler**: Adaptif ARQ ,CubeSat, Çift Bant Haberleşme, Optik TRNG, Siber Güvenlik.

**ABSTRACT**

This project aims to develop a low-cost and secure communication prototype compliant with CubeSat standards. Unlike traditional one-way systems, telemetry and payload (image) data are transmitted via two different communication modules (dual band), as in real satellite architectures, thus increasing the system's fault tolerance. An adaptive error checking algorithm based on Selective Repeat (ARQ) has been developed to prevent data loss in narrowband RF communication. Additionally, a hardware-based Physical/Quantum Random Number Generator (TRNG/QRNG) has been designed using an Avalanche Photodiode (APD) and optical noise to ensure cybersecurity. This work aims to present a modular, cyber-secure, and low-cost CubeSat communication prototype to the literature by integrating a hardware-based physical entropy source. This integrated system offers a cost-effective, lossless, and cryptographically reliable communication infrastructure for next-generation space missions.

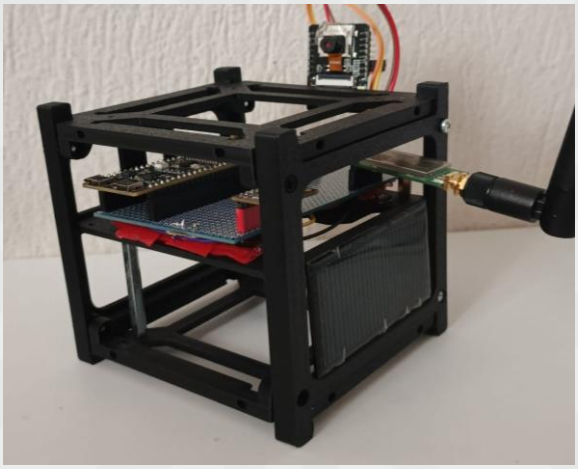
**Keywords:**AdaptiveARQ ,CubeSat, Cybersecurity,Dual-BandCommunication, Optical TRNG

## 1. GİRİŞ

Günümüzde Alçak Dünya Yörüngesi'nde (LEO) görev yapan CubeSat (Küp Uydu) ve SmallSat sistemlerinin popülerliği, uzay araştırmalarının demokratikleşmesi ve düşük maliyetli ticari bileşenlerin (COTS) kullanıma sunulmasıyla ivme kazanmıştır (NASA, 2022). Ancak bu uydular, kısıtlı güç bütçeleri (SWAP - Boyut, Ağırlık ve Güç kısıtlamaları), yüksek

yörünge hızlarından kaynaklanan Doppler kaymaları ve atmosferik zayıflamalar nedeniyle ciddi haberleşme darboğazları yaşamaktadır (Cal Poly, 2018). Pek çok üniversite seviyesi CubeSat projesi, veriyi sadece tek yönlü yayınlayan (broadcast) basit sistemler kullandığı için gürültülü uzay kanallarında yüksek oranda veri kaybına uğramaktadır. Şekil 1'de üzerine çalışmaların devam ettiği örnek prototip gösterilmiştir. Protoip yapımında sistem tasarımının görsel olarak da gösterilmesi amaçlanmıştır.

Bununla birlikte, uyduların siber güvenliği modern uzay misyonlarının en kritik sorunlarından biri haline gelmiştir. Geleneksel yazılımsal rastgele sayı üreteçleri (PRNG) deterministik yapıları gereği tahmin edilebilir olduklarındansaldırılara karşı yetersiz kalmaktadır.Bu çalışma; veri iletiminde kayıpları önleyen Seçmeli Tekrar (SelectiveRepeat ARQ) tabanlı asimetrik çift bantlı bir haberleşme mimarisi ile donanım seviyesinde optik gürültü kullanan bir Gerçek Rastgele Sayı Üreteci'ni (TRNG/QRNG) aynı CubeSat prototipinde birleştirerek literatüre hem haberleşme güvenilirliği hem de kriptografik güvenlik açısından yenilikçi bir çözüm sunmayı hedeflemektedir.



**Şekil 1.** CubeSatprototipi

## 2. MATERYAL ve YÖNETİM

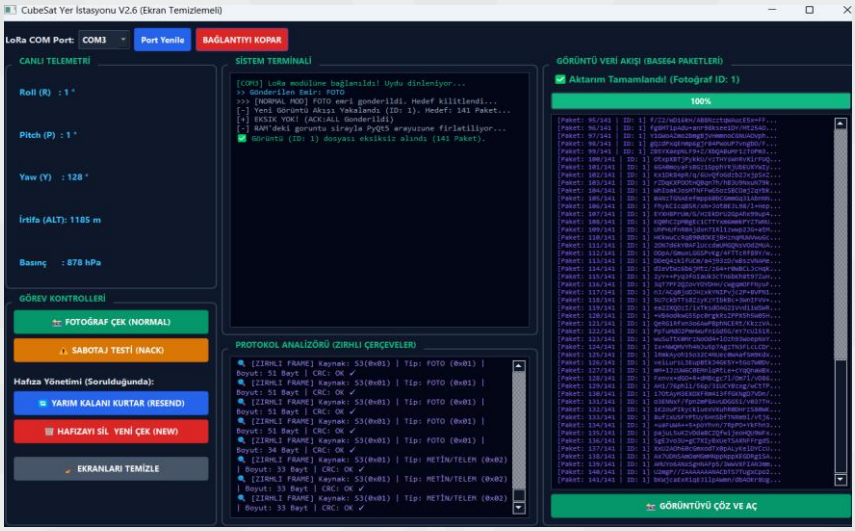
Proje donanımının merkezinde, sensör verilerini işlemek ve ağ yönetimini sağlamak amacıyla çok çekirdekli ve yüksek hızlı ESP32-S3 mikrodenetleyicisi (On-BoardComputer, OBC) kullanılmıştır. CubeSat haberleşme mimarisi "Çift Bantlı" (Dual-Band) olarak kurgulanmıştır. Standart uydu tasarımlarında olduğu gibi, telemetri ve komut (TT&C) verileri için 433 MHz (UHF) bandında çalışan SPI destekli LoRa modülasyonu tercih edilmiştir. Yüksek boyutlu görev yükü (Payload - Kamera görüntüsü) ise ayrı bir yüksek frekanslı RF kanalı üzerinden aktarılarak veri yığılmalarının önüne geçilmiştir.**Şekil 2**'de arayüzünde kamera görüntüsünün paketler halinde aktarımı gözükmektedir.

Haberleşme protokolü düzeyinde özel bir çerçeve (frame) yapısı oluşturulmuştur. Paketler CRC-16 hata denetim kodlarıyla doğrulanmakta ve "Seçmeli Tekrar ARQ" (SelectiveRepeatAutomaticRepeatreQuest) algoritması ile yönetilmektedir. Bu algoritmada, büyük boyutlu görüntü verileri küçük parçalara (chunk) bölünmekte ve yer istasyonundan gelen NACK (NegativeAcknowledgment) sinyalleri analiz edilerek sadece

kaybolan spesifik paketlerin uydudan tekrar gönderilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca telemetri verileri ASCII formatı yerine ikili (binary) "struct" yapılarına sıkıştırılarak bant genişliğinden %75 oranında tasarruf elde edilmiştir.

Güvenlik katmanında uydunun şifreleme anahtarlarını Çığ Fotodiyot (APD) ve optik lazer donanımından (Optik TRNG) elde edilecek fotonik gürültülerle üretilecektir (Crampton vd., 2025).Elde edilen bu optik TRNG/QRNG tabanlı saf rastgele diziler, verinin mikrodenetleyici içerisinde AES-128 (Gelişmiş Şifreleme Standardı) ile şifrelenmesinde dinamik oturum anahtarı olarak kullanılacaktır.

Yer istasyonu için ise Python dilinde, gelen telemetri verilerini, sinyal gücünü (RSSI) ve sistem durumunu görselleştiren bir arayüz (GUI) tasarlanmıştır.




**Şekil 2**: Cubesat Yer İstasyonu Arayüzü

Geliştirilen CubeSat prototipinin yer testlerinde, LoRa haberleşme kanalı üzerinde zayıflatıcılar (attenuators) kullanılarak yapay %30'luk bir paket kaybı (PacketErrorRate - PER) senaryosu oluşturulmuştur. Bu zorlu koşullar altında dahi, ARQ algoritmasının kaybolan paketleri dinamik olarak tespit ettiği ve 5 KB'lık görev yükü (görüntü) dosyalarını yer istasyonu arayüzünde (Python GUI) bütünlükle, tek bir piksel kaybı yaşanmadan yeniden oluşturduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sistemin NACK sıklığına göre paket boyutunu (chunk size) otonom olarak ayarlaması, kanal kalitesine adaptasyon sağladığını kanıtlamıştır.

Optik APD donanımının kalibrasyonve üretim süreci devam ettiğinden, AES-128 şifreleme altyapısının performansı Python ile üretilen test entropisi üzerinden ölçülmüştür. Algoritmadan geçirilen rastgele veriler üzerinde yapılan otokorelasyon analizleri, verinin temel kriptografik rastgelelik eşiklerini karşıladığını göstermiştir. Üretilen bu dinamik anahtarların AES algoritmasına gerçek zamanlı entegrasyonu başarıyla sağlanmış, şifrelenmiş paketlerin (overhead) aktarımının kısıtlı işlemci kapasitesinde dahi bir darboğaz yaratmadığı (latency) ve yer istasyonu arayüzünde anlık olarak çözümlenebildiği kanıtlanmıştır Bu bulgu, COTS bileşenlerle geliştirilen düşük güçlü bir sistemin, yüksek

bütçeli kriptografik modüllere ihtiyaç duymadan donanımsal güvenlik sağlayabileceğini kanıtlamaktadır.

Sistemin kriptografik çalışma prensibi ve veri güvenliği doğrulaması kapsamında, **Şekil 3**'de sunulan arayüz çıktılarında görüldüğü üzere, donanım tabanlı entropi kaynağından (TRNG) beslenecek dinamik anahtarların rastgelelik testi arayüzü çıktısı gösterilmiştir.




**Şekil 3:** TRNG donanımından elde edilecek verilerin örnek testler ile elde edilen NIST testi analizi

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu projede, standart COTS bileşenler kullanılarak hem fiziksel (RF) katmanda hem de şifreleme katmanında yüksek hata toleransına sahip, yenilikçi bir CubeSat haberleşme altyapısı prototiplenmiştir. Telemetri ve görev yükünün ayrı bantlara taşınması ve ARQ hata kontrol mekanizmasının entegrasyonu, kesintili uzay ağlarındaki veri kaybı sorununa çalışır bir çözüm getirmiştir. Şifreleme algoritmalarının (AES-128) ve yer istasyonu arayüzünün fiziksel donanım gürültüsüyle uçtan uca çalıştığı doğrulanmıştır. Projenin sunduğu bu modüler yapı sayesinde, bir sonraki aşamada tamamlanacak olan APD tabanlı Optik TRNG donanımı sisteme doğrudan entegre edilebilecektir. Bu çalışma, geleceğin düşük bütçeli üniversite uzay misyonları için maliyet-etkin ve güvenilir bir referans model oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR


- NASA, (2022). CubeSat 101: Basic ConceptsandProcessesfor First-Time CubeSat Developers, NASA, Washington DC.
- California PolytechnicStateUniversity, (2018). 1U – 12U CubeSat Design Specifications, Rev. 13, Cal Poly, San Luis Obispo CA.
- Crampton, O. M., Dowling, T. J., Roger, T., Smith, P. R. ve Dynes, J. F., (2025). A 2-Gbps low-SWaPquantumrandomnumbergeneratorwithphotonicintegratedcircuitsforsatelliteapplications, npj Quantum Information, 11, 1, 153.

# AKILLI KASK ASİSTANI

*Furkan Vardar, Mustafa Kemal Çatalçam ,Gizemnur Avcı*

*Doç. Dr. Sait Ali Uymaz*

f241213107@ktun.edu.tr ,f241213031@ktun.edu.tr, f250102037@ktun.edu.tr, sauymaz@ktun.edu.tr

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Günümüzde motosiklet ve mikro-mobilite kullanıcıları trafikteki en savunmasız grubu oluşturmaktadır. Bu proje, iki tekerlekli araç kullanıcıları için kaska kolayca monte edilebilen, uç bilişim (Edge Computing) mimarisiyle çalışan yapay zeka tabanlı bir akıllı sürüş asistanı ve tehlike tespit sistemi sunmaktadır. Geliştirilen sistem, kaza sonrasına değil, kaza öncesine odaklanarak proaktif bir güvenlik katmanı sağlar. Monoküler derinlik tahmini, YOLO-Tiny ve semantik segmentasyon algoritmalarını kullanan sistem; ileri çarpışma uyarısı, yol kusuru tespiti ve kaza algılama gibi kritik fonksiyonları tamamen cihaz üzerinde, internet bağlantısı gerektirmeden 'Sıfır Gecikme' prensibiyle gerçekleştirir. Bu sayede sürücüye 1.5 saniyelik ek bir tepki süresi kazandırarak kaza riskini %90'a varan oranlarda azaltmayı hedefler. Cihaz ayrıca kaza durumunda otomatik SOS mesajı göndererek acil müdahale sürecini hızlandırır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Ulaşım, Derin Öğrenme, Motosiklet Güvenliği, Uç Bilişim, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

Nowadays, motorcycle and micro-mobility users constitute the most vulnerable group in traffic. This project presents an artificial intelligence-based smart driving assistant and hazard detection system for two-wheeler users, which can be easily mounted on helmets and operates with an Edge Computing architecture. The developed system provides a proactive security layer by focusing on pre-accident prevention rather than post-accident response. Utilizing monocular depth estimation, YOLO-Tiny, and semantic segmentation algorithms, the system performs critical functions such as forward collision warning, road defect detection, and accident detection entirely on-device with 'Zero Latency' principle, without requiring an internet connection. Thus, it aims to reduce the risk of accidents by up to 90% by providing the driver with an additional 1.5 seconds of reaction time. In case of an accident, the device also speeds up the emergency response process by sending an automatic SOS message.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Deep Learning, Edge Computing, MotorcycleSafety, Smart Transportation

## 1. GİRİŞ

Trafik kazaları her yıl binlerce can kaybına ve milyar dolarlık zararlara neden olmaktadır. Özellikle motosiklet ve mikro-mobilite araç kullanıcıları, kapalı kasa taşıtların sunduğu koruma mekanizmalarından (çelik kafes, hava yastığı, emniyet kemeri vb.) mahrum oldukları için en yüksek riski taşımaktadır. Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi (NHTSA) verilerine göre çarpışmaların %60'ından fazlası sürücünün yetersiz tepki süresinden

kaynaklanmaktadır(NHTSA, 2024). Bu çalışmada, otomobillerde yaygın olan Gelişmiş Sürücü Destek Sistemleri'nin (ADAS) iki tekerlekli araçlara entegrasyonu hedeflenmektedir. Mevcut çözümlerin (aksiyon kameraları vb.) reaktif yaklaşımının aksine, geliştirilen sistem kaza öncesi uyarılarla proaktif bir koruma sağlamayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje kapsamında geliştirilen sistem, kaska monte edilebilen kompakt bir donanım modülü ve mobil uygulamadan oluşmaktadır. Donanım üzerinde kamera, jiroskop ve özel bir Yapay Zeka İşlem Birimi (NPU) bulunmaktadır. Yazılım mimarisi 'Uç Bilişim' (Edge Computing) prensibine dayanarak, verilerin buluta gönderilmeden doğrudan cihaz üzerinde işlenmesini sağlar. Teknik olarak; Monoküler Derinlik Tahmini (Monocular Depth Estimation) ile mesafe ölçümü, YOLO-Tiny mimarisi ile nesne algılama(Redmon ve Farhadi, 2018) ve Semantik Segmentasyon ile yol kusuru (çukur, kasis vb.) tespiti yapılmaktadır(Chen ve ark., 2018). Sensör Füzyonu teknolojisi ile görsel veriler ve 6 eksenli IMU verileri birleştirilerek kaza tespiti %90 doğrulukla gerçekleştirilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan analizler, sistemin sürücüye kazandırdığı 1.5 saniyelik erken uyarının kaza riskini %90'a varan oranlarda azaltabileceğini göstermektedir. Cihaz üzerinde işleme mimarisi sayesinde internet bağlantısı olmayan tünel and kırsal alanlarda kesintisiz hizmet sunulabilmektedir. NPU kullanımı sayesinde güç tüketimi geleneksel işlemcilere göre %80 azaltılmış, bu da uzun süreli kullanım imkanı sağlamıştır. Önerilen iş modeli; donanım satışı, abonelik tabanlı premium hizmetler ve filo yönetimi gibi çok katmanlı gelir akışlarını içermektedir. Proje, hem bireysel kullanıcılar hem de kurumsal filolar için ölçeklenebilir bir güvenlik çözümü sunmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar desteklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi'ne teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

- NHTSA, (2024). National Highway Traffic Safety Administration Data and Statistics.
- Redmon, J., Farhadi, A., (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement, arXiv:1804.02767.
- Chen, L.C., et al., (2018). Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation, ECCV.

# SİLAH SİSTEMLERİNDE YAPAY ZEKA DESTEKLİ KULLANICI ATIŞ PERFORMANS ANALİZİ

***Mehmet Sinan Doğutaş***

***Danışman: Prof. Dr. Murat Ceylan***

*f221222017@ktun.edu.tr;mceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya TeknikÜniversitesi,*

*42000, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, Türk Silahlı Kuvvetleri ve Emniyet Genel Müdürlüğü personeli dahil olmak üzere profesyonel kullanıcıların atış doğruluğunu artırmayı ve eğitim süreçlerini daha verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır. Mevcut sistemlerde performans değerlendirmesi çoğunlukla gözleme dayandığından nesnellik ve uzun dönemli takip sınırlı kalmaktadır. Bu çalışmada, silah üzerine entegre edilen modüler bir aparat ile hareket verileri toplanmakta ve hedef görüntüleri analiz edilmektedir. Görüntü işleme ve yapay zekâ yöntemleri kullanılarak atış isabeti, titreşim ve kararlılık parametreleri birlikte değerlendirilmektedir. Elde edilen veriler merkezi bir sistemde işlenerek kullanıcıya performans puanı ve gelişim önerileri sunulmaktadır. Sistem içerisinde çalışan küçük dil modeli sayesinde analiz sonuçları anlaşılır geri bildirimlere dönüştürülmektedir. Tüm süreç yerel olarak çalışan bir yapı ile gerçekleştirilerek veri güvenliği sağlanmaktadır. Bu yaklaşım, atış eğitimlerinde daha objektif ve sürdürülebilir bir değerlendirme imkânı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü işleme, IMU sensör füzyonu, Performans değerlendirmesi, Yapay zekâ destekli atış analizi

**ABSTRACT**

This project aims to improve the shooting accuracy of professional users, including personnel from the Turkish Armed Forces and the General Directorate of Security, and to make training processes more efficient. In current systems, performance evaluation is mostly based on observation, limiting objectivity and long-term monitoring. In this study, motion data is collected and target images are analyzed using a modular apparatus integrated onto the weapon. Shooting accuracy, vibration, and stability parameters are evaluated together using image processing and artificial intelligence methods. The obtained data is processed in a central system, providing the user with a performance score and improvement suggestions. Thanks to the small language model operating within the system, the analysis results are converted into understandable feedback. Data security is ensured by carrying out the entire process with a locally operating structure. This approach offers a more objective and sustainable evaluation opportunity in shooting training.

**Keywords:**Artificial intelligence-based shooting analysis, Image processing, IMU sensor fusion, Performanceevaluation

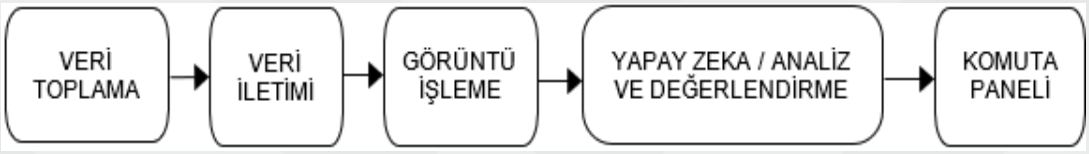
## 1. GİRİŞ

Günümüzde Türk Silahlı Kuvvetleri ve Emniyet Genel Müdürlüğü personelinin atış kabiliyeti, operasyonel başarı ve görev güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Ancak mevcut eğitimlerde performans değerlendirmesi çoğunlukla gözleme dayalı veya manuel yöntemlerle yapılmakta, bu durum nesnelliği sınırlamakta ve uzun dönemli performans takibini zorlaştırmaktadır. Ayrıca titreşim, refleks gecikmesi ve duruş stabilitesi gibi performansı doğrudan etkileyen faktörler mevcut yöntemlerle yeterince ölçülememektedir. Bu durum, daha kapsamlı ve veri odaklı analiz yaklaşımlarına olan ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır.Literatürde yapay zekâ tabanlı atış değerlendirme sistemleri bulunmakla birlikte, bu çalışmaların büyük bölümü yalnızca görüntü verilerine dayalıdır (Khaleghi vd., 2013; Chen vd., 2022). Sensör verileri ile bütünleşik çalışan sistemlerin sınırlı olması, çoklu veri kaynaklarını bir araya getiren yaklaşımların önemini artırmaktadır.Bu projede, söz konusu eksikliği gidermek amacıyla görüntü işleme ve sensör verilerinin birlikte değerlendirildiği yapay zekâ destekli bir atış performans analiz sistemi geliştirilmiştir. Sistem kapsamında sensörlerin silah üzerine entegre edilebilmesi için taşınabilir bir aparat tasarlanmış ve bu yapı üzerinden hareket verileri toplanarak atış süreci analiz edilmiştir. Çalışmanın temel araştırma sorusu, çoklu veri kaynaklarının birleştirilmesiyle daha nesnel ve sürdürülebilir bir performans değerlendirmesinin mümkün olup olmadığıdır.Önerilen yaklaşım, atış performansını yalnızca sonuç odaklı değil, davranışsal boyutlarıyla birlikte analiz ederek literatürdeki tek boyutlu değerlendirme yöntemlerine alternatif bir çözüm sunmaktadır. Bu sayede eğitim süreçlerinin daha objektif, ölçülebilir ve geliştirilebilir hale getirilmesi hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanıcı atış performansını analiz etmek amacıyla çok modlu veri füzyonuna dayalı bir yöntem benimsenmiştir. Sistem, donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşan bütünleşik bir yapı olarak tasarlanmıştır. Veri toplama işlemi, silah üzerine entegre edilebilen taşınabilir bir aparat aracılığıyla gerçekleştirilmiş; bu aparat 3D yazıcı ile üretilmiş bir silah gövdesi üzerine yerleştirilmiştir. Hareket verileri BNO055 IMU sensörü ile toplanmış ve ESP32 mikrodenetleyici aracılığıyla kablosuz olarak bilgisayara aktarılmıştır. Sistem beslemesi LM2596 regülatör ve lityum iyon 18650 pil ile sağlanmıştır.Görüntü verileri harici bir kamera ile elde edilerek analiz sürecine dahil edilmiştir. Hedef görüntüleri üzerinde kontrast iyileştirme, adaptif eşikleme ve kontur tabanlı yöntemler uygulanarak mermi delikleri tespit edilmiş ve hedef merkezine göre skorlandırma yapılmıştır. Böylece isabet performansı sayısal olarak belirlenmiştir.IMU verileri kullanılarak atış esnasındaki titreşim, stabilite ve yönelim değişimleri analiz edilmiş ve kullanıcının fiziksel davranışı modellenmiştir. Görüntü ve sensör verileri birleştirilerek elde edilen özellikler, çok katmanlı yapay sinir ağı modeli ile işlenmiştir. Model, denetimli öğrenme yaklaşımı ile eğitilmiş ve genelleme performansı Leave-One-Soldier-Out doğrulama yöntemi ile değerlendirilmiştir.Sistem, veri toplama, analiz ve raporlama katmanlarından oluşan modüler bir yapıya sahip olup karar destek sistemi olarak çalışmaktadır.

Tüm bileşenler yerel (on-premises) mimaride çalışacak şekilde tasarlanarak veri güvenliği ve operasyonel bağımsızlık sağlanmıştır.




**Şekil 5. Blok Diyagramı**

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

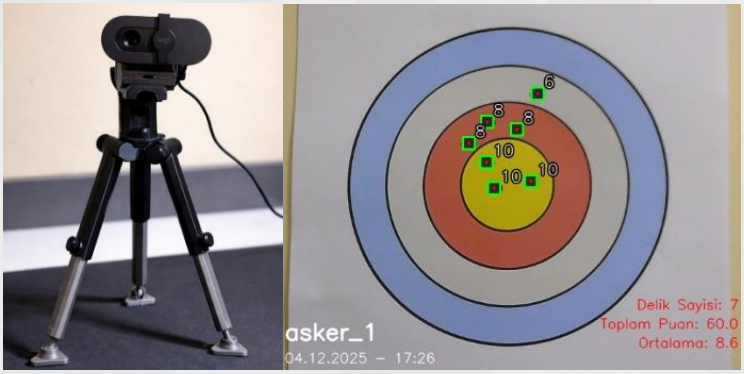
Bu çalışmada geliştirilen sistem kapsamında, kullanıcı atış performansı görüntü işleme ve sensör verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, klasik yöntemlere kıyasla daha kapsamlı ve çok boyutlu bir değerlendirme imkânı sunduğunu göstermektedir.

Geliştirilen aparat, 3D yazıcı ile üretilmiş silah gövdesi üzerine entegre edilerek atış esnasındaki hareket verilerinin güvenilir şekilde toplanmasını sağlamıştır (Şekil 2). Bu yapı, sistemin taşınabilir ve sahada uygulanabilir olduğunu göstermektedir.



**Şekil 6.Sensör Aparatının Silah Üzerine Entegrasyonu**

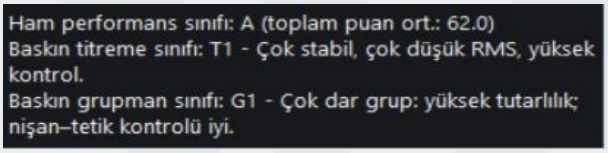
Görüntü verileri harici kamera ile elde edilmiş, hedef görüntüleri üzerinde mermi delikleri doğru şekilde tespit edilerek hedef merkezine göre skorlandırma yapılmıştır. Atış dağılımı, toplam puan ve ortalama değerler başarılı şekilde hesaplanmıştır(Şekil 3).



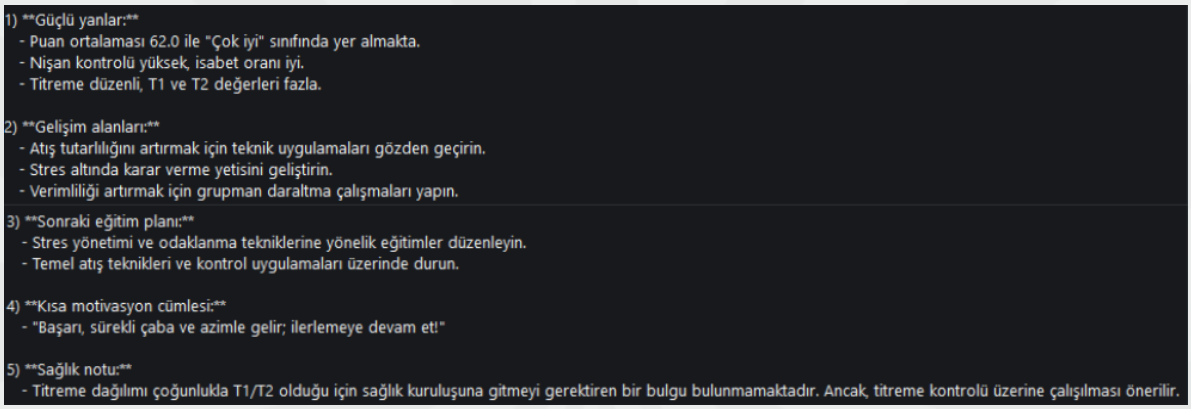

**Şekil 7.Hedef görüntüsünün harici kamera ve tripod ile elde edilmesi (sol) ve görüntü işleme ile skorlama sonucu (sağ)**

Sensör ve görüntü verilerinin birlikte değerlendirilmesiyle kullanıcı performansı yalnızca sonuç değil, davranışsal boyutlarıyla da analiz edilmiştir. Yapay zekâ modeli, titreşim, stabilite ve kontrol parametrelerini dikkate alarak detaylı performans profilleri oluşturmuştur. Düşük titreşim seviyesinin daha yüksek isabet oranı ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir.

Karar destek sistemi, analiz sonuçlarını yorumlayarak kullanıcıya güçlü yönler, gelişim alanları ve eğitim önerileri sunmaktadır (Şekil 4 ve Şekil 5). Bu yapı, sistemin yalnızca analiz yapan değil, aynı zamanda yönlendirme sağlayan bir çözüm olduğunu göstermektedir.




**Şekil 4.Yapay Zekâ Tabanlı Karar Destek Analizi**




**Şekil 5.Kullanıcı Performans Değerlendirme Çıktısı**

Elde edilen bulgular, önerilen sistemin atış performansını daha objektif ve geliştirilebilir şekilde değerlendirdiğini ve eğitim süreçlerine katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu projenin temelini oluşturan fikir ve teknik altyapının gelişmesinde önemli katkılar sağlayan **ASELSAN Konya ve Kapsül Teknoloji Platformu'na** teşekkür eder. **EngineerHub Aday Mühendis Yetiştirme Programı** kapsamında edinilen donanım tasarımı ve sistem geliştirme deneyimleri, projenin uygulanabilir ve bütünleşik bir yapıya kavuşmasında önemli rol oynamıştır.

## KAYNAKLAR

- Chen, J., Li, X., Wang, Y. ve Zhang, H. (2022). AI-based small arms firing skill evaluation system in the military domain. DefenseTechnology.

- Khaleghi, B., Khamis, A., Karray, F. O. ve Razavi, S. N. (2013). Multisensor datafusion: A review of thestate-of-the-art. Information Fusion, 14(1), 28-44.

# İNSANSIZ DENİZ ARAÇLARI İÇİN SENSÖR FÜZYONU DESTEKLİ OTONOM NAVİGASYON SİSTEMİ

***Muhammet Alperen ER***

***Danışman: Prof. Dr. Akif DURDU***

*f231202052@ktun.edu.tr; adurdu@ktun.edu.tr*

Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42100 Konya

**ÖZET**

Bu proje, insansız deniz araçlarının zorlu deniz koşullarında güvenli ve bağımsız hareket edebilmesini sağlamak amacıyla sensör füzyonu destekli bir otonom navigasyon sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Sistemin temelinde, çevresel algılamayı maksimize etmek için farklı sensörlerden elde edilen verilerin entegrasyonu yer almaktadır. Elde edilen veriler, yüksek performanslı gömülü sistem mimarisi üzerinde ROS2 tabanlı algoritmalarla işlenerek dinamik haritalama ve engel tanıma süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Aracın otonom hareket kabiliyeti, anlık rotayı optimize eden gelişmiş kontrol algoritmaları ile sağlanmaktadır. Geliştirilen bu sistemin savunma sanayi ve endüstriyel uygulamalarda insansız sistemlerin operasyonel güvenilirliğini büyük ölçüde artırması öngörülmektedir. Sonuç olarak, otonom deniz araçları için ölçeklenebilir, düşük gecikmeli ve yüksek doğruluğa sahip yenilikçi bir navigasyon çözümü sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Engelden Kaçınma, İnsansız Deniz Aracı, Otonom Navigasyon, ROS2, Sensör Füzyonu

**ABSTRACT**

This project aims to develop a sensor-fusion-supported autonomous navigation system to enable unmanned marine vehicles to move safely and independently in challenging sea conditions. The system is based on the integration of data from different sensors to maximize environmental perception. The acquired data is processed using ROS2-based algorithms on a high-performance embedded system architecture and effectively utilized in dynamic mapping and obstacle detection processes. The vehicle's autonomous movement capability is provided by advanced control algorithms that optimize the real-time route. This developed system is expected to significantly increase the operational reliability of unmanned systems in defense and industrial applications. In conclusion, it offers an innovative navigation solution for autonomous marine vehicles that is scalable, low-latency, and highly accurate.

**Keywords:**AutonomousNavigation, ObstacleAvoidance, ROS2, Sensor Fusion, UnmannedSurfaceVehicle

## 1. GİRİŞ

İnsansız Deniz Araçları (İDA), stratejik deniz sahalarının güvenliği, arama-kurtarma faaliyetleri ve bilimsel veri toplama operasyonlarında kritik bir teknolojik unsur haline gelmiştir. Ancak deniz ortamının sahip olduğu dinamik yapı, dalga hareketleri ve yoğun güneş yansımaları, bu araçların çevresini doğru bir şekilde algılamasını ve güvenli bir rota izlemesini zorlaştıran temel çevresel faktörlerdir. Literatürdeki çalışmalar, özellikle su

yüzeyindeki optik yanılsamalar ve LiDAR verilerindeki gürültüler nedeniyle tekil sensör çözümlerinin (yalnızca kamera veya yalnızca LiDAR) güvenilir bir seyir için her zaman yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Bu proje, söz konusu kısıtlamaları aşmak amacıyla; LiDAR ve stereo kamera sistemlerinden gelen verileri ROS2 ekosistemi üzerinde bütünleştiren (Macenski vd., 2022), sensör füzyonu tabanlı bir otonom navigasyon mimarisi sunmaktadır. Geliştirilen sistem, farklı modalitelerden elde edilen verilerin birbirini desteklemesi yoluyla, aracın çevresel farkındalığını ve karar alma mekanizmalarını daha sağlam bir yapıya kavuşturmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, navigasyon sürecinde çok boyutlu bir algılama sağlayarak daha yüksek doğruluklu engel tespiti ve dinamik yol planlaması yapılabilmesine olanak tanımaktadır.

Çalışma kapsamında temel olarak; "Çoklu sensör füzyonunun, deniz yüzeyindeki gürültülü verilerin elenmesindeki ve nesne tanımlamadaki etkinliği nedir?" ve "Modern navigasyon algoritmalarının bu füzyon verileriyle entegrasyonu, operasyonel güvenliği ve otonomi seviyesini nasıl artıracaktır?" araştırma sorularına odaklanılmaktadır. Projenin nihai amacı, yerli imkanlarla savunma sanayi ve denizcilik sektörüne hitap eden, yüksek performanslı, modüler ve donanım bağımsız bir otonomi çözümünü başarıyla ortaya koymaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında geliştirilen otonom navigasyon sistemi; algılama, karar alma ve kontrol katmanlarından oluşan modüler bir mimari üzerine inşa edilmiştir.

### 2.1. Donanım Bileşenleri ve Sensör Mimarisi

Sistemin ana işlem birimi olarak, WaveshareNVIDIAJetsonOrinNX kullanılmıştır. Çevresel algılama katmanında, 360 derecelik mesafe verisi sağlayan RPLIDAR S2M1-R2 lazer tarayıcı ile birlikte, engel tespiti ve derinlik haritalama süreçleri için Intel RealSense D415 derinlik kamerası tercih edilmiştir. Aracın kararlılık yönetimi, telemetri verilerinin işlenmesi ve itki kontrolü ise PixhawkCubeOrange+ otopilot ünitesi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

### 2.2. Yazılım Ekosistemi ve Algoritmik Yaklaşım

Geliştirme ortamı olarak Ubuntu 22.04 işletim sistemi üzerinde çalışan ROS2 Humble dağıtımı kullanılmıştır (Open Robotics, 2022). ROS2'nin sunduğu yüksek bant genişlikli ve dağıtık haberleşme yapısı, sensör verilerinin milisaniyeler içerisinde eş zamanlı olarak işlenmesine imkan tanımaktadır. Sensör füzyonu aşamasında, LiDAR'ın sağladığı hassas mesafe bilgisi ile derinlik kamerasından elde edilen nokta bulutu verileri, olasılıksal haritalama algoritmaları kullanılarak birleştirilmektedir. Bu yöntemle, deniz yüzeyindeki yansıma kaynaklı gürültüler elenerek yüksek doğruluklu bir "engel haritası" oluşturulmaktadır.

### 2.3. Otonom Kontrol ve Yol Planlama

Aracın tüm navigasyon, haritalama ve yol planlama süreçleri, ROS2 Humble ekosisteminin endüstri standardı olan Nav2 (Navigation 2) kütüphanesi üzerinden yapılandırılmıştır (Macenski vd., 2020). Nav2 içerisinde, aracın dinamik engellerden kaçınma ve belirlenen rotayı yüksek hassasiyetle takip etmesi amacıyla Model Öngörülü Yol İntegrali (MPPI) tabanlı bir kontrolcü mimarisi uygulanmıştır (Williams vd., 2017). Bu algoritma, aracın dinamik modelini temel alarak çok sayıda olası hareket yörüngesini simüle etmekte ve tanımlanan maliyet fonksiyonunu minimize eden en uygun rotayı anlık olarak hesaplamaktadır. Navigasyon yığınından gelen komutların itki sistemlerinde kararlı bir şekilde uygulanması ve hedeflenen yönelim değerlerinin hassas takibi için PID kontrolcüleri entegre edilerek sistemin tepki hızı maksimize edilmiştir. Üretilen yüksek seviyeli kontrol komutları, MAVROS paketi aracılığıyla Pixhawk ünitesine iletilerek aracın otonom seyri başarıyla gerçekleştirilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, insansız deniz araçları için otonom seyir zorluklarını aşmaya yönelik sensör füzyonu tabanlı bir navigasyon mimarisi tasarlanmış ve yazılım geliştirme süreçlerine başlanmıştır. Projenin mevcut aşamasında, Waveshare NVIDIA JetsonOrin NX üzerinde ROS2 Humble tabanlı haberleşme altyapısı kurularak sensör verilerinin (LiDAR ve derinlik kamerası) düğümler arası aktarımı ve senkronizasyonu üzerine mimari doğrulamalar gerçekleştirilmektedir.

Sistemin algoritmik başarımı ve otonom navigasyon senaryoları, Gazebo tabanlı deniz ortamı simülasyonu sağlayan VRX ortamında test edilmektedir (Open Robotics, 2026). VRX üzerinde oluşturulan farklı dalga şiddeti, rüzgar ve ışık koşullarında; MPPI kontrolcü parametrelerinin optimizasyonu ve engel kaçınma algoritmalarının kararlılığı fiziksel prototip suya indirilmeden önce sanal ortamda doğrulanmaktadır(Şekil 1). Bu simülasyon çalışmaları, özellikle zorlu deniz koşullarında sensör füzyonunun tekil sensörlere göre sunacağı teorik avantajları destekleyen veriler sağlamaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.**Farklı Algılama Yaklaşımlarının Kapasite ve Performans Karşılaştırması

| Karşılaştırma Kriteri | Yalnızca LiDAR Kullanımı | Yalnızca Derinlik Kamerası | Sensör Füzyonu |
|---|---|---|---|
| Su Yüzeyi Yansıması Toleransı | Düşük | Orta | Yüksek |
| Çevresel Derinlik Algısı | Düşük | Yüksek | Yüksek |
| İşlemci (Hesaplama) Yükü | Düşük | Orta | Yüksek |



**Şekil 1**. VRX Simülasyon Ortamında İnsansız Deniz Aracı ve Otonom Navigasyon Testi

**KAYNAKLAR**


- Macenski, S., Foote, T., Gerkey, B., Lalancette, C. ve Woodall, W., (2022). Robot Operating System 2: Design, architecture, anduses in thewild, ScienceRobotics, 7, 66.
- Macenski, S., Martin, F., White, R. ve GinésClavero, J., (2020). TheMarathon 2: A NavigationSystem, IEEE/RSJ International Conference on IntelligentRobotsandSystems (IROS), 19-24.
- Open Robotics, (2022). ROS 2 HumbleDocumentation, Robot Operating System 2 OfficialWebsite, https://docs.ros.org/en/humble/
- Open Robotics, (2026). VRX (Virtual RobotX) Simulation Environment, GitHubRepository,https://github.com/osrf/vrx
- Williams, G., Drews, P., Goldfain, B., Rehg, J. M. ve Theodorou, E. A., (2017). Informationtheoretic model predictivecontrol: Theoryandapplicationstoautonomousdriving, IEEE Transactions on Robotics, 33, 4, 714-732.

# DRONE İLE OTONOM HARİTALAMA VE ANOMALİ TESPİTİ

***Furkan Korkmazdağ***

***Danışman: Prof. Dr. Akif Durdu***

*f221222010@ktun.edu.tr;*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Kapalı alanlarda keşif ve anomali tespiti amacıyla geliştirilen bu proje, otonom uçuş kabiliyetine sahip bir insansız hava aracı sistemini temel almaktadır. Sistem, lidar, kamera ve atalet sensörlerinden elde edilen verileri gerçek zamanlı olarak işleyerek ortamın haritalanmasını ve konum tahminini gerçekleştirmektedir. Elde edilen veriler üzerinde çalışan görüntü işleme ve yapay zekâ algoritmaları sayesinde alışılmışın dışındaki durumlar tespit edilerek operatöre anlık olarak bildirilmektedir. GPS sinyalinin bulunmadığı ortamlarda kararlı uçuş sağlanması için gelişmiş kontrol algoritmaları ve sensör füzyonu teknikleri kullanılmaktadır. Geliştirilen sistemin, arama kurtarma, endüstriyel denetim ve güvenlik uygulamalarına çözüm sunması hedeflenmektedir.
**Anahtar Kelimeler:** Anomali Tespiti, Görüntü İşleme, Kapalı Alan Navigasyonu, Otonom Drone, Slam

**ABSTRACT**

This project, developed for exploration and anomaly detection in indoor environments, is based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV) system. The system processes data obtained from LiDAR, cameras, and inertial sensors in real time to perform environmental mapping and localization. Using image processing and artificial intelligence algorithms applied to the collected data, abnormal or unexpected situations are detected and instantly reported to the operator. To ensure stable flight in GPS-denied environments, advanced control algorithms and sensor fusion techniques are employed. The developed system aims to provide effective solutions for search and rescue, industrial inspection, and security applications.

**Keywords:** Anomaly Detection,Autonomous Drone, Image Processing, Indoor Navigation, SLAM

## 1. GİRİŞ

Kapalı alanlarda otonom keşif ve anomali tespiti, GPS sinyalinin bulunmadığı ortamlarda çalışan insansız hava araçları için kritik bir konudur. Endüstriyel tesisler, depolar, tüneller ve afet bölgelerinde hızlı ve güvenli veri toplama ihtiyacı, sensör tabanlı yerelleştirme ve haritalama tekniklerini gerekli kılmaktadır. Literatürde lidar ve atalet sensörleri ile gerçekleştirilen SLAM yaklaşımlarının bu tür ortamlarda etkili olduğu gösterilmiştir; ancak gerçek zamanlı çalışma, gürültü ve hesaplama yükü gibi sorunlar hâlen geliştirmeye açıktır.

Bu proje kapsamında, kapalı alanlarda otonom hareket edebilen bir insansız hava aracı geliştirilerek hem haritalama hem de anomali tespiti yapılması hedeflenmektedir. Lidar ve

IMU verileri birleştirilerek konum tahmini ve çevre haritası oluşturulurken, sensör verileri üzerinden engeller ve yapısal bozulmaların tespiti amaçlanmaktadır. Çalışmanın temel amacı, sınırlı donanım ve gerçek zamanlı gereksinimler altında güvenilir bir sistem tasarlamaktır.

Önerilen sistemin düşük gecikme, etkin sensör kullanımı ve kararlı uçuş performansı ile literatüre katkı sağlaması ve arama kurtarma, endüstriyel denetim gibi alanlarda uygulanabilir bir çözüm sunması hedeflenmektedir. Ayrıca modüler yapısı sayesinde farklı platformlara kolayca uyarlanabilir olması amaçlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kullanılan materyaller ve yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

### 2.1. Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada kapalı alanlarda otonom keşif, haritalama ve anomali tespiti gerçekleştirebilen insansız hava aracı sisteminin geliştirilmesi için yüksek işlem gücüne sahip gömülü bilgisayarlar ve çoklu sensör sistemleri kullanılmıştır.

Sistemin ana işlem birimi olarak **NVIDIA Jetson Orin Nano** tercih edilmiştir. Bu platform, GPU tabanlı işlem kapasitesi sayesinde görüntü işleme, sensör verilerinin eş zamanlı analizi ve otonom karar verme süreçlerini gerçek zamanlı olarak gerçekleştirebilmektedir. Jetson Orin Nano üzerinde ROS tabanlı yazılım mimarisi çalıştırılarak sensör verilerinin işlenmesi ve üst seviye kontrol algoritmalarının yürütülmesi sağlanmaktadır.

Uçuş kontrol ve düşük seviye kontrol görevleri için **PixhawkCubeOrange Plus** kullanılmıştır. Bu uçuş kontrol kartı, yüksek hassasiyetli IMU sensörleri ile aracın stabilizasyonunu sağlamakta ve PX4/ArduPilot uyumluluğu sayesinde MAVLink protokolü üzerinden Jetson Orin Nano ile haberleşmektedir. Böylece uçuş kontrol sistemi ile görev planlama sistemi arasında gerçek zamanlı veri akışı gerçekleştirilmektedir.

Ortamın yatay düzlemde haritalanması ve engel algılama işlemleri için **RPLIDAR A2M12** kullanılmıştır. Bu lidar sensörü 360 derece tarama yaparak çevredeki engellere ait mesafe verilerini üretmekte ve SLAM tabanlı algoritmalar için temel veri kaynağı oluşturmaktadır. Elde edilen nokta bulutu verisi ile kapalı alanın iki boyutlu haritası oluşturulmaktadır.

Dikey eksende yüksekliğin hassas ölçümü ve özellikle iniş ile alçalma süreçlerinde güvenliğin sağlanması amacıyla **TFmini-S LiDAR ToF sensörü** kullanılmıştır. Bu sensör, aracın yerden yüksekliğini gerçek zamanlı olarak ölçerek çarpışma riskini azaltmakta ve özellikle iniş, kalkış ve düşük irtifa uçuşlarında stabil kontrol sağlamaktadır.

Görsel algılama ve derinlik tabanlı çevresel modelleme için **Intel RealSense D435 derinlik kamerası** sisteme entegre edilmiştir. RGB görüntü ve derinlik bilgisini birlikte üreterek üç boyutlu çevre algısı sağlamaktadır. Bu veriler, anomali tespiti ve haritalama doğrulama süreçlerinde kullanılmakta ve lidar verileri ile çevresel modelin doğruluğunu artırmaktadır.

### 2.2. Kullanılan Yöntemler

çalışmada insansız hava aracının kapalı alanlarda otonom olarak görev yapabilmesi için ROS tabanlı bir yazılım mimarisi kullanılmıştır. Sistem, farklı sensörlerden elde edilen verilerin gerçek zamanlı olarak toplanması, senkronize edilmesi, işlenmesi ve uçuş kontrol sistemine aktarılması amacıyla modüler ve dağıtık bir yapı üzerinde tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, sistemin hem geliştirilebilirliğini hem de farklı donanım bileşenleri ile uyumluluğunu artırmaktadır.

Sistemin temel yazılım altyapısı **Robot Operating System (ROS)** üzerine kurulmuştur. ROS, robotik sistemlerde sensör verilerinin modüler node yapıları üzerinden işlenmesine ve sistem bileşenleri arasında standartlaştırılmış bir veri akışı oluşturulmasına olanak sağlamaktadır (Quigley ve ark., 2009). Bu yapı sayesinde lidar, kamera ve kontrol verileri ayrı düğümler üzerinden işlenerek merkezi sisteme aktarılmaktadır. Uçuş kontrol kartı ile haberleşme **MAVROS** paketi üzerinden gerçekleştirilmiş, böylece PixhawkCubeOrange Plus ile Jetson Orin Nano arasında MAVLink protokolü kullanılarak çift yönlü veri iletişimi sağlanmıştır. Bu yaklaşım, insansız hava araçlarında yaygın olarak kullanılan haberleşme mimarilerinden biridir. Ayrıca sistemin gecikme süresi düşük tutulacak şekilde veri akışı optimize edilmiştir.

Sistem çalıştırıldığında sensörlerden elde edilen veriler ROS altyapısı üzerinde eş zamanlı olarak işlenmekte ve SLAM, kontrol ve anomali tespit modüllerine paralel olarak dağıtılmaktadır. Bu yapı sayesinde farklı alt sistemler birbirinden bağımsız çalışırken aynı zamanda merkezi bir veri akışı ile senkronize şekilde görev yapabilmektedir. Böylece sistemin gerçek zamanlı performansı ve modülerliği artırılmaktadır.

Haritalama ve yerelleştirme işlemleri için **Hector SLAM** algoritması kullanılmıştır. RPLIDAR A2M12'den elde edilen lazer tarama verileri bu algoritma ile işlenerek kapalı ortamın iki boyutlu geometrik haritası oluşturulmuş ve aracın anlık konumu sürekli olarak güncellenmiştir. SLAM tabanlı yaklaşımların kapalı alan navigasyonunda etkin sonuçlar verdiği literatürde gösterilmiştir (Zhang ve Singh, 2014; Cadena ve ark., 2016). Hector SLAM'in özellik tabanlı ve odometri bağımsız yapısı sayesinde GPS bulunmayan ortamlarda dış bağımlılık olmadan konum kestirimi yapılabilmektedir.

Anomali tespiti işlemi için **Intel RealSense D435 derinlik kamerası** kullanılarak elde edilen RGB ve derinlik verileri üzerinde derin öğrenme tabanlı bir yaklaşım uygulanmıştır. Kamera verileri öncelikle ön işleme adımlarından geçirilmiş ve gürültü azaltma ile normalizasyon işlemleri uygulanmıştır. Ardından sistem, ortamın normal durumunu temsil eden veri örüntülerini öğrenen bir yapay sinir ağı modeli ile analiz gerçekleştirmektedir. Bu model, normal çevre yapısından sapmaları tespit ederek ortamda bulunan beklenmeyen nesneleri veya yapısal değişiklikleri anomali olarak sınıflandırmaktadır.

Dikey eksende güvenli uçuş ve çarpışma önleme amacıyla **TFmini-S LiDAR ToF sensörü** kullanılmıştır. Bu sensör aracın yerden yüksekliğini sürekli olarak ölçerek özellikle iniş, kalkış ve düşük irtifa uçuşlarında güvenli kontrol sağlamaktadır. Böylece ani yükseklik değişimlerinden kaynaklanabilecek çarpışma riskleri minimize edilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada geliştirilen insansız hava aracı sistemi, kapalı alanlarda otonom keşif ve haritalama görevlerini gerçekleştirmek üzere test edilmiştir. İlk uçuş denemeleri GPS sinyali bulunmayan kapalı bir ortamda gerçekleştirilmiş ve sistemin odometri verisi üreterek stabil bir şekilde uçuş gerçekleştirebildiği gözlemlenmiştir. Bu kapsamda, sensörlerden elde edilen veriler kullanılarak aracın konum bilgisi anlık olarak tahmin edilmiş ve uçuş kontrol sistemi ile kararlı bir geri besleme döngüsü sağlanmıştır.

Hector SLAM algoritması kullanılarak gerçekleştirilen testlerde, RPLIDAR A2M12 sensöründen elde edilen veriler ile kapalı ortamın iki boyutlu haritası başarıyla oluşturulmuştur. Sistem, ortam geometrisini tutarlı bir şekilde modelleyebilmiş ve uçuş sırasında üretilen odometri verisi ile harita üzerinde aracın konumunu doğru şekilde takip edebilmiştir. Yapılan ilk test uçuşunda elde edilen sonuçlar, sistemin kapalı alan navigasyonu için yeterli kararlılıkta çalıştığını göstermiştir.

Engel algılama ve çevresel farkındalık kapsamında lidar tabanlı ölçümler kullanılarak uçuş güvenliği artırılmış, özellikle dar alanlarda çarpışma riskinin azaltıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca sistemin gerçek zamanlı çalışması sayesinde uçuş sırasında anlık veri işleme ve karar verme mekanizmasının aktif olarak çalıştığı doğrulanmıştır.

Genel olarak elde edilen sonuçlar, geliştirilen sistemin kapalı alanlarda GPS bağımsız olarak otonom uçuş gerçekleştirebildiğini ve 2D SLAM tabanlı haritalama işlemini başarılı bir şekilde uygulayabildiğini göstermektedir. İlk test uçuşu, sistemin temel işlevlerinin çalıştığını doğrulamakla birlikte, daha uzun süreli testler ve farklı ortam koşullarında yapılacak deneylerle sistem performansının daha kapsamlı şekilde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

## KAYNAKLAR


- Cadena, C., Carlone, L., Carrillo, H., Latif, Y., Scaramuzza, D., Neira, J., Reid, I., & Leonard, J. J. (2016). Past, present, andfuture of simultaneouslocalizationandmapping. *IEEE Transactions on Robotics*, 32(6), 1309–1332.
- Quigley, M., Conley, K., Gerkey, B., Faust, J., Foote, T., Leibs, J., Wheeler, R., & Ng, A. Y. (2009). ROS: An open-source Robot Operating System. *ICRA Workshop on Open Source Software*, Kobe, Japan.
- Zhang, J., & Singh, S. (2014). LOAM: Lidar odometryandmapping in real-time. *Robotics: ScienceandSystems (RSS)*, Berkeley, USA.

# DRONE SİMÜLASYONU İLE GERÇEK ZAMANLI NESNE ALGILAMA VE LLM TABANLI OTONOM KARAR MEKANİZMASI

***Betül YALIN***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan BAYKAN***

*f221220043@ktun.edu.tr;nbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Drone'ların gerçek dünya koşullarında test edilmesi maliyetli ve riskli olduğundan, yüksek görsel kalite ve gerçekçi fizik sunan simülasyon ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Otonom insansız hava aracı (İHA) sistemlerine yönelik algoritmaların test ve optimizasyonunda simülasyonlar kritik rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, eğitilen nesne tespit modelinin üç boyutlu sanal bir drone simülasyonuna entegre edilmesi ve Büyük Dil Modeli (LLM) ile akıllı karar destek mekanizması geliştirilmesidir. VisDrone veri setiyle eğitilmiş YOLOv8m modeli, Unreal Engine ve AirSim üzerine inşa edilen "City Environment" haritasına entegre edilmiştir. Simülasyondan elde edilen görsel veriler, Gemini API ile sisteme entegre LLM tarafından anlık analiz edilmiş; "yoğun trafik" veya "kalabalık alan" gibi durumsal bağlamlara dönüştürülerek çevrenin anlamlandırılması sağlanmıştır. Sistem, engel kaçınmanın ötesinde güvenli uçuş stratejileri üretmekte ve alınan kararları zaman damgalı metinsel raporlar ile grafikler halinde kaydederek izlenebilir bir otonom yapı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**AirSim, Büyük Dil Modeli, Otonom Sistemler, Unreal Engine, YOLOv8.

**ABSTRACT**

Since testing drones in real-world conditions is costly and risky, simulation environments offering high visual quality and realistic physics are needed. Simulations play a critical role in testing and optimizing algorithms for autonomous unmanned aerial vehicle (UAV) systems. The aim of this study is to integrate a trained object detection model into a three-dimensional virtual drone simulation and develop an intelligent decision support mechanism using a Large Language Model (LLM). The YOLOv8m model, trained with the VisDrone dataset, is integrated into the "City Environment" map built on Unreal Engine and AirSim. Visual data obtained from the simulation is analyzed in real-time by the LLM integrated into the system via the Gemini API; the environment is interpreted by transforming it into situational contexts such as "heavy traffic" or "crowded area". The system generates safe flight strategies beyond obstacle avoidance and provides a traceable autonomous structure by recording the decisions made in time-stamped textual reports and graphs.

**Keywords**: AirSim, Autonomous Systems, Large Language Model, Unreal Engine, YOLOv8.

## 1. GİRİŞ

Otonom sistemlerde bilgisayarlı görü algoritmalarının geliştirilmesi, yüksek çözünürlüklü görsel veri üreten üç boyutlu grafik motorlarını ön plana çıkarmaktadır. Ancak grafik motorların gerçek dünya problemlerinde her zaman kullanımı gerçekleştirilememektedir.

Bu gereksinimi karşılamak amacıyla tercih edilen veUnrealEngine üzerine inşa edilen Microsoft AirSim simülatörü, bilgisayarlı görü algoritmalarının kontrollü bir altyapıda test edilmesine olanak tanımakta (Shah ve ark., 2018; Koch ve ark., 2019); görsel algıyı yapılandırmak amacıyla anchor-free YOLOv8 mimarisi tercih edilmekte (Jocher ve ark., 2023), model eğitiminde ise literatürde standart kabul edilen VisDrone veri setinden yararlanılmaktadır (VisDrone, 2019).

Görsel algı verilerinin otonom eylemlere dönüştürülmesinde Büyük Dil Modelleri (Large Language Model-LLM), durumsal analiz ve görev planlama süreçlerine anlamsal bir katman eklemektedir (Brohan ve ark., 2023; Ahmmad ve ark., 2025; Khan ve ark., 2025). Bu çalışmanın amacı, eğitilen YOLOv8m nesne tespit modelinin AirSim simülasyon ortamına entegrasyonunu gerçekleştirmek ve elde edilen verileri Google Gemini LLM aracılığıyla durumsal bildirimlere dönüştürerek otonom uçuş senaryolarını kontrollü bir simülasyon altyapısında test etmektir (Google, 2025; Reid ve ark., 2024).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Donanım, Yazılım ve Simülasyon Altyapısı

Çalışmanın tüm simülasyon, eğitim ve test aşamalarında NVIDIA GeForce RTX serisi (8 GB VRAM) Grafik İşlemci Birimi (GPU), 24 GB DDR4 Rastgele Erişimli Bellek (RAM) ve 512 GB Katı Hal Sürücüsü (SSD) depolama birimine sahip kişisel bilgisayar kullanılmıştır. Yazılım altyapısı Python programlama dili temel alınarak oluşturulmuş; PyTorch, OpenCV, NumPy ve Pandas kütüphanelerinden yararlanılmıştır. YOLOv8m modeli, sınıf birleştirme işlemi uygulanarak kategori sayısının 10'dan 7'ye düşürüldüğü VisDrone veri seti kullanılarak eğitilmiştir (VisDrone,2019).Model; kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ile ortalama hassasiyet (mAP)metrikleri esas alınarak optimize edilmiştir. Eğitilen model, Unreal Engine ve AirSim kullanılarak oluşturulan ve kentsel unsurları barındıran “City Environment” simülasyonuna entegre edilmiştir.

### 2.2. Nesne Tespit Modeli ve Büyük Dil Modeli Entegrasyonu

Python betikleriyle TCP/IP üzerinden sağlanan 30-60 FPS görüntü akışı, gerçek zamanlı işlenerek nesne tespit verilerine dönüştürülmektedir. Modelin her kare için ürettiği sınıf, koordinat ve güven skorları, sınır kutuları ile arayüzde anlık görselleştirilmektedir. Elde edilen sayısal çıktılar yapılandırılmış metne dönüştürülüp sisteme dâhil edilen Google Gemini API entegreli LLM modülüne aktarılmaktadır. İlgili modül, bu verileri promptlarla işleyip “yoğun trafik” veya “kalabalık alan” gibi bildirimlere çevirerek duruma uygun “Yüksel”, “İlerle” veya “Pozisyon Koru” komutlarını üretmektedir. Alınan kararların teknik gerekçeleri arka planda zaman damgalı log dosyası (.txt) olarak kaydedilmekte ve uçuş sonunda analitik grafikler (.png) oluşturularak süreç otomatik kayıt altına alınmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

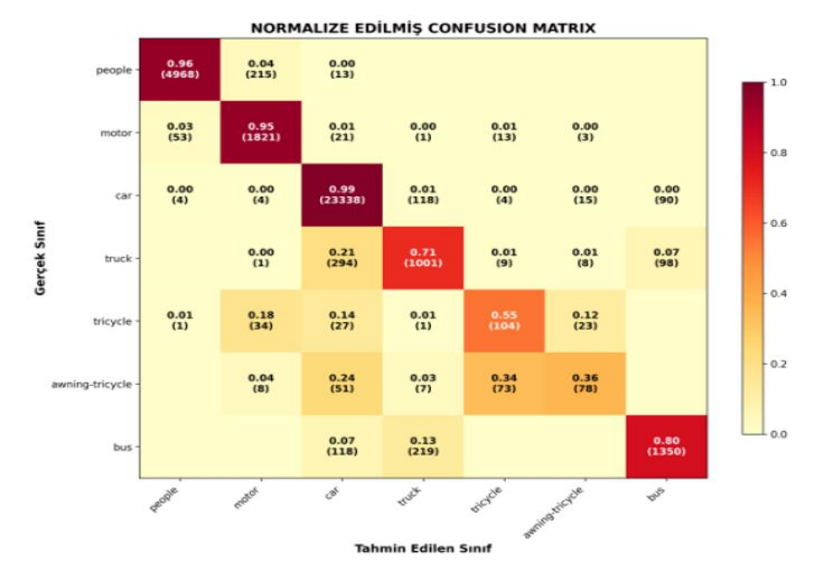
Eğitilen YOLOv8m modeli, Unreal Engine ve AirSim kullanılarak oluşturulan şehir simülasyonu ortamına entegre edilmiştir. Sanal drone kullanıcı tarafından manuel olarak yönlendirilip hareket ettirilirken; 30-60 FPS hızında çalışan model, karşılaşılan nesneleri

gerçek zamanlı olarak tespit etmekte ve bu nesneleri sınıf isimleri ile güven skorlarıyla birlikte sınır kutuları (boundingbox) içerisinde anlık olarak görselleştirmektedir. Sistem üretilen bu anlık görsel çıktıları, eş zamanlı olarak metin tabanlı durumsal verilere dönüştürür. Şekil 1'de gösterildiği üzere, modelden gelen anlık tespit verileri, sisteme dahil edilen LLM tarafından analiz edilmekte ve araç/insan yoğunluğuna göre "Yüksel", "İlerle" gibi uçuş komutları üretilmektedir.




**Şekil 1.** Şehir Simülasyon Ortamında Sanal Drone Uygulaması ve Araç Yoğunluğuna Göre LLM Tarafından Üretilen "Yüksel" Komutu ve Gösterimi

Otonom insansız hava araçları için nesne tespiti ve karar mekanizmalarının bütünleştirildiği projede, VisDrone veri setinde uygulanan sınıf birleştirme (classmerging) stratejisiyle kategori sayısı 10'dan 7'ye düşürülmüştür. Bu optimizasyon, YOLOv8m modelinin kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve mAP (ortalama hassasiyet) değerlerini doğrudan artırmıştır. Normalize edilmiş karışıklık matrisi analizleri de bu süreci desteklemekte; araba sınıfında %99 ve insan sınıfında %96 doğruluğa ulaşılırken, motor ile diğer araç sınıfları arasındaki hatalı sınıflandırmaların büyük ölçüde giderildiği görülmektedir (Şekil 2).




**Şekil 2**. Sınıf Birleştirme Sonrası Normalize Edilmiş Karışıklık Matrisi

Oluşturulan bu simülasyon tabanlı mimari, farklı uygulama alanlarına uyarlanabilecek esnek bir yapı sunmaktadır. Otonom hava araçları; çevresel gözlem, trafik akışı izleme, lojistik saha denetimi ve akıllı şehir uygulamaları gibi sivil kullanım senaryolarında değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra sistem, çatışma ortamlarında nesne ve canlı tespiti yaparak askerî saha gözetimi görevlerine destek sağlama potansiyeli taşımaktadır. Simülasyon ortamında elde edilen performans çıktıları ve modüler sistem yapısı, gerçek donanım platformlarına aktarım süreçleri için uygun bir temel oluşturmaktadır.

**KAYNAKLAR**


- Ahmmad, S. vd., (2025). AutonomousNavigation of Cloud-ControlledQuadcopters in ConfinedSpaces Using Multi-Modal Perceptionand LLM-Driven High SemanticReasoning. *arXivpreprint*, arXiv:2508.07885.
- Brohan, A. vd., (2023). RT-2: Vision-Language-Action Models. *arXivpreprint*, arXiv:2307.15818.
- Epic Games, (2025). Unreal Engine Documentation. https://docs.unrealengine.com/ [Erişim tarihi: 20 Şubat 2026].
- Google, (2025). Gemini API Documentation. https://ai.google.dev/gemini-api [Erişim tarihi: 4 Mart 2026].
- Jocher, G. vd., (2023). Ultralytics YOLOv8 ve Resmi Dokümantasyonu. https://github.com/ultralytics/ultralytics [Erişim tarihi: 15 Ekim 2025].
- Khan, A. M. vd., (2025). Context-AwareAutonomousDroneNavigation Using Large Language Models (LLMs). *Proceedings of the 2025 AAAI SummerSymposium Series*, AAAI Press, 102-107.
- Koch, W. vd., (2019). Roboticvision: Technologies formachinelearningandpracticalapplications. Springer.
- Reid, M. vd., (2024). Gemini 1.5: Unlocking multimodal understandingacrossmillions of tokens. *arXivpreprint*, arXiv:2403.05530.
- Shah, S. vd., (2018). AirSim: High-Fidelity Visual andPhysicalSimulationforAutonomousVehicles. *Fieldand Service Robotics*, 621-635.
- VisDrone, (2019). VisDroneDataset. https://github.com/VisDrone/VisDrone-Dataset [Erişim tarihi: 10 Ekim 2025].

# BİOLOGİX: YÜKSEK GÜVENLİKLİ OTONOM BİYOMEDİKAL LOJİSTİK ROBOTU

***Harun GÜNAY, Ahmet Berk ÇETİNER***
***Danışman: Prof. Dr. Akif DURDU***

*f231202077@ktun.edu.tr; f231202068@ktun.edu.tr; Adurdu@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, çok katlı hastanelerde kan numuneleri, dokular ve kritik ilaçların servisler ile laboratuvarlar arasında güvenli ve otonom taşınmasını sağlayan BioLogiX adlı bir biyomedikal lojistik robotu geliştirilmiştir. Sistem; STM32 tabanlı bir kontrol kartı, ROS 2 tabanlı navigasyon altyapısı ve LİDAR, kamera ile IMU sensörlerinden oluşmaktadır. Robotun hareket kontrolü kapalı çevrim algoritmalar ile sağlanmış, konumlandırma performansı ise sensör füzyonu yöntemleri kullanılarak iyileştirilmiştir. Özellikle uzun ve benzer yapıya sahip koridorlarda oluşan konum hataları, görsel işaretleyiciler ve filtreleme algoritmaları ile azaltılmıştır. Katlar arası ulaşım için robot, hastane ağı üzerinden asansör sistemi ile haberleşerek otonom geçiş gerçekleştirebilmektedir. Taşıma güvenliği, RFID kart ve parmak izi doğrulamasını birlikte kullanan iki faktörlü kimlik doğrulama sistemi ile sağlanmıştır. Yapılan testler sonucunda sistemin güvenli, kararlı ve yüksek doğrulukta çalıştığı gözlemlenmiştir. BioLogiX, hastane lojistik süreçlerini otonom hale getirerek iş yükünü azaltan bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** IoT, Lojistik, Navigasyon, ROS 2, Sağlık

**ABSTRACT**

This project developed BioLogiX, a biomedical logistics robot that enables the safe and autonomous transport of blood samples, tissues, and critical medications between wards and laboratories in multi-story hospitals. The system consists of an STM32-based control board, a ROS 2-based navigation infrastructure, and LiDAR, camera, and IMU sensors. The robot's movement control is provided by closed-loop algorithms, and its positioning performance is improved using sensor fusion methods. Positioning errors, especially in long and similarly structured corridors, are reduced using visual markers and filtering algorithms. For inter-floor access, the robot communicates with the elevator system via the hospital network to perform autonomous passage. Transport security is ensured by a two-factor authentication system that combines RFID card and fingerprint verification. As a result of the tests, it was observed that the system operates safely, stably, and with high accuracy. BioLogiX offers a solution that reduces workload by automating hospital logistics processes.

**Keywords:** Healthcare, IoT, Logistics, Navigation, ROS 2

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde sağlık tesisleri artan maliyetler ve personel eksikliğiyle uğraşırken, otonom mobil robotların hastane lojistiğine entegrasyonu bir ihtiyaç haline gelmiştir

(Bonis, 2025). Otonom sistemlerin hastane gibi kalabalık ve karmaşık kapalı alanlarda halen aşması gereken ciddi teknik zorluklar bulunmaktadır. Sadece LİDAR kullanan robotlar, cam yüzeyler ve birbirine benzeyen uzun koridorlar gibi referans noktası az olan alanlarda konum kaymaları yaşamaktadır (Hinderer vd., 2026; Khan vd., 2022). Bu problemi çözmek için görsel işaretleyicilerin (ArUco) navigasyon sistemlerine entegre edilmesi önerilmektedir (Garrido-Jurado vd., 2014). Ek olarak, çok katlı binalarda robotların asansör sistemleriyle haberleşerek katlar arası geçiş yapması gerekmektedir (Schulze vd., 2025). Lojistik güvenliği ise bir diğer kritik konudur; basit RFID okuma yöntemleri güvenlik açıklarına sebep olduğundan (Ducklin, 2022), sistemlerin biyometrik verilerle desteklendiği ikili kimlik doğrulama mimarilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Huang vd., 2022). BioLogiX projesi, literatürdeki rota sapması, katlar arası geçiş ve taşıma güvenliği sorunlarını hibrit algılayıcı mimarisi ve IoT entegrasyonu ile tek bir yenilikçi ekosistemde çözen tam bağımsız bir sistem ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Projede, maliyeti düşürmek amacıyla eski bir robot süpürge şasisi alt gövde olarak kullanılmış ve üzerine 3D yazıcı ile üretilen parçalarla taşıma haznesi ve sensör montaj aparatları eklenmiştir. Robotun hareket kontrolü, STM32 tabanlı özgün bir kontrol kartı üzerinden 100 Hz frekansında çalışan PID algoritmalarıyla sağlanmıştır. Ana bilgisayar olarak Jetson Nano kullanılmış ve sistem UART üzerinden micro-ROS ile haberleştirilmiştir.

Otonom navigasyon için ROS 2 Humble altyapısı tercih edilmiştir. Haritalama RPLİDAR A2M1 ile yapılmış, konum kaymalarını önlemek için Logitech C920 Kamera ve BNO055 IMU kullanılarak hibrit sensör füzyonu gerçekleştirilmiştir. Veriler, Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF) kullanılarak birleştirilmiş ve rota planlamasında Nav2 DWB algoritması kullanılmıştır. Dikey navigasyon için asansör kontrol sistemi ile TCP/IP tabanlı REST API üzerinden haberleşme sağlanmıştır. Taşıma güvenliği ise RFID kart ve parmak izi doğrulamasını aynı anda talep eden iki faktörlü bir güvenlik entegrasyonu ile güvence altına alınmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Saha testleri ve laboratuvar denemeleri sonucunda BioLogiX robotu, belirlenen tüm teknik hedeflere ulaşmıştır. STM32 tabanlı kontrol kartı üzerindeki PID algoritması ile kalıcı durum hatası %2'nin altında kalmış ve sensör gürültüsü %73 oranında azaltılmıştır. Navigasyon performansı incelendiğinde; yalnızca LİDAR kullanıldığında 40 cm'ye ulaşan konum sapması, kamera ve ArUco işaretleyiciler ile desteklenen hibrit mimari sayesinde ±3 cm hassasiyetine düşürülmüştür. Dinamik engellerden kaçınma ve güvenli geçiş testlerinde %94 başarı oranı elde edilmiştir.

Asansör entegrasyonu testlerinde, robotun katlar arası geçiş başarısı %92 olarak ölçülmüş, komut iletim süresi ortalama 0.8 saniye olarak gerçekleşmiştir. Güvenlik tarafında ise iki faktörlü biyometrik kimlik doğrulama sistemi yetkisiz erişimleri %100 oranında engellemiştir. Proje, yenilikçi yaklaşımların hastane içi lojistikte başarıyla

uygulanabileceğini ve sağlık personelinin iş yükünü hafifleterek hasta bakımına odaklanmasına imkân tanıyacağını kanıtlamıştır.

**Tablo 2**.BioLogiX Sistemi Temel Performans Metrikleri

| Metrik | Elde Edilen Değerler |
|---|---|
| Kalıcı Durum Hatası / Gürültü Azaltma | <%2 / %73 |
| Hibrit Konum Hatası / Güvenli Geçiş | ±3 cm / %94 |
| Gecikme Süresi | 4.2 ms |
| Geçiş Başarısı / Komut Süresi | %92 / 0.8 sn |




**Şekil 8.**BioLogiX Sistem Genel Mimarisi ve Veri Akış Şeması

**KAYNAKLAR**


- Bonis, J., (2025). Robotics& AI logistics: How robotsareeasinghospitalstaffburden, John SnowLabs.
- Ducklin, P., (2022). Hospital robot systemgetsfivecriticalsecurityholespatched, Sophos. Garrido-Jurado, S., Muñoz-Salinas, R., Madrid-Cuevas, F. J. ve Marín-Jiménez, M. J., (2014).
- Automaticgenerationanddetection of highlyreliablefiducialmarkersunderocclusion, PatternRecognition, 47, 6, 2280-2292.
- Hinderer, S., Scheffler, M. ve Yang, B., (2026). Investigation of ArUco marker placementforplanarindoorlocalization, arXiv ön baskı.
- Huang, Y., Fu, B., Peng, N., Ba, Y., Liu, X. ve Zhang, S., (2022). RFID authenticationsystembased on userbiometricinformation, AppliedSciences, 12, 24, 12865.

- Khan, T., Biehl, J. T., Andrews, E. G. ve Babichenko, D., (2022). A systematiccomparison of theaccuracy of monocular RGB trackingand LIDAR forneuronavigation, Healthcare TechnologyLetters, 9, 6, 91-101.
- Schulze, P. R., Müller, S., Müller, T. ve Gross, H.-M., (2025). On realizingautonomous transport services in multistorybuildingswithdoorsandelevators, Frontiers in Roboticsand AI.

# SENTETİK AÇIKLIKLI RADAR GÖRÜNTÜLERİNDE GEMİ TESPİTİ VE SINIFLANDIRILMASI

***Gül Sima CELEPCİ***

***Danışman: Dr. Fatih TİTREK***

*f231220035@ktun.edu.tr;ftitrek@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya / TÜRKİYE*

**ÖZET**

Bu projede, Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) görüntüleri üzerinde gemilerin tespiti ve sınıflandırılması için hibrit bir derin öğrenme sistemi geliştirilmiştir. Tespit aşamasında YOLOv11 mimarisi kullanılmış, tespit edilen gemilerin türlerinin belirlenmesi için YOLOv11-cls tabanlı sınıflandırma modelleri eğitilmiştir. Sınıflandırma veri setindeki dengesizlik sorununu gidermek amacıyla iki farklı veri artırım stratejisi uygulanmıştır. Nano, Small ve Medium ölçeklerindeki modeller karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Son olarak, tespit ve sınıflandırma süreçlerini uçtan uca birleştiren Gradio tabanlı bir kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Sonuçlar, önerilen hibrit sistemin farklı gemi türlerini karmaşık arka planlarda dahi yüksek doğrulukla tespit edip sınıflandırabildiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin öğrenme, Gemi sınıflandırması, Gemi tespiti, Sentetik açıklıklı radar, YOLOv11

**ABSTRACT**

This project developed a hybrid deep learning system for ship detection and classification using Synthetic Aperture Radar (SAR) images. The YOLOv11 architecture was used for the detection phase, and YOLOv11-cls-based classification models were trained to determine the types of detected ships. Two different data enhancement strategies were implemented to address the imbalance problem in the classification dataset. Nano, Small, and Medium scale models were evaluated comparatively. Finally, a Gradio-based user interface was developed to integrate the detection and classification processes end-to-end. The results show that the proposed hybrid system can detect and classify different ship types with high accuracy, even against complex backgrounds.

**Keywords:** Shipclassification, Deeplearning, Shipdetection, Syntheticaperture radar

## 1. GİRİŞ

Deniz yüzeyinin gözetlenmesi; gemi trafiği izleme, kaçakçılıkla mücadele, arama kurtarma ve çevresel tehditlerin tespiti açısından kritiktir. Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS) sinyal kesintileri ve manipülasyonlara karşı savunmasızdır (Wang vd., 2019). Bu nedenle hava koşullarından etkilenmeyen Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) görüntüleri öne çıkmaktadır. Literatürde YOLO tabanlı yöntemlerle SAR görüntülerinde gemi tespiti başarılı şekilde yapılmıştır(Rocha ve Figueiredo, 2025). Ancak mevcut çalışmalar ya yalnızca tespit üzerine yoğunlaşmakta ya da sınıflandırmayı ihmal etmektedir. Ayrıca gemi türlerine ait veri setlerinde ciddi sınıf dengesizliği sorunu bulunmaktadır (Awais vd., 2025).

Bu projede, SAR görüntülerinde gemileri önce tespit eden, ardından tespit edilen her bir geminin türünü sınıflandıran hibrit bir sistem geliştirilmiştir. Sınıflandırma veri setindeki dengesizlik sorununu çözmek için sınıflar birleştirilmiş ve iki farklı veri artırım stratejisi uygulanmıştır. Son olarak, tespit ve sınıflandırma süreçleri Gradio tabanlı bir kullanıcı arayüzünde birleştirilerek uçtan uca çalışan bir sistem elde edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, proje kapsamında kullanılan veri setleri, uygulanan veri ön işleme adımları, geliştirilen derin öğrenme modelleri ve sistem mimarisi açıklanmıştır.

### 2.1. Kullanılan Veri Setleri

Çalışmada iki farklı açık erişimli SAR veri seti kullanılmıştır. Gemi tespiti için SAR-Ship-Dataset (Wang vd., 2019), gemi sınıflandırması için ise AIS doğrulamalı FUSAR-Ship veri seti (Hou vd., 2020) tercih edilmiştir.Her iki veri seti, YOLOv11 ve YOLOv11-cls mimarilerinin girdi formatlarına uygun hale getirilmiş ve veri bütünlüğü kontrol edilmiştir. Eğitim, doğrulama ve test kümeleri %70-15-15 oranında ayrıştırılmıştır.

### 2.2. Veri Ön İşleme ve Artırım

FUSAR-Ship veri seti üzerinde öncelikle sınıf düzenlemesi yapılmıştır. Benzer türdeki gemiler birleştirilerek daha dengeli bir yapı oluşturulmuştur. Ardından tüm görüntüler TIFF formatından PNG formatına dönüştürülerek işlem kolaylığı sağlanmıştır. Sınıfsal dengesizliği gidermek amacıyla iki farklı veri artırım stratejisi uygulanmıştır. Birinci stratejide, en çok örneğe sahip Cargo sınıfı dışındaki tüm sınıflar 1500 örneğe tamamlanmıştır. İkinci stratejide ise Fishing sınıfı 1500 örneğe, diğer az temsil edilen sınıflar ise 1000 örneğe çıkarılmıştır. Bu sayede modelin nadir görülen gemi türlerini tanıma başarısının artırılması hedeflenmiştir.

### 2.3. Geliştirilen Derin Öğrenme Modelleri

Gemi tespiti için YOLOv11 mimarisi (Ultralytics, 2024) kullanılmıştır.Medium versiyonu sıfırdan eğitilmiş ve toplam 209 epoch boyunca çalıştırılmıştır. Ayrıca daha yüksek kapasiteli Large versiyonu da 150 epoch süreyle eğitilerek performans karşılaştırması yapılmıştır. Sınıflandırma için YOLOv11-cls mimarisinin Nano, Small ve Medium versiyonları kullanılmıştır. Her bir model, her iki veri artırım stratejisi için bağımsız olarak 100 epoch süreyle eğitilmiştir. Tüm modellerin performansları doğruluk ve ortalama kesinlik metriklerine göre karşılaştırılmıştır.

### 2.4. Hibrit Pipeline ve Kullanıcı Arayüzü

Tespit ve sınıflandırma modelleri uçtan uca bir sistemde birleştirilerek hibrit bir pipeline oluşturulmuştur. Gradio kütüphanesi ile geliştirilen kullanıcı arayüzü sayesinde, bir SAR görüntüsü yüklendiğinde önce gemiler tespit edilmekte, ardından tespit edilen her bir bölge olarak kırpılmakta ve ilgili gemi türü sınıflandırılmaktadır. Bu sayede tek bir görüntü üzerinden tüm gemilerin konum ve tür bilgilerine erişilebilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Gemi Tespit Performansı

YOLOv11 mimarisi ile eğitilen gemi tespit modellerinin eğitim doğrulama performans karşılaştırması Tablo 1'de sunulmuştur. Large model, sadece 150 epoch ile eğitilmesine rağmen Medium modelin 209 epoch sonucuna göre tüm metriklerde daha yüksek performans göstermiştir. Large model mAP50 değerinde 0.98'e ulaşırken, Medium model 0.95 seviyesinde kalmıştır. mAP50-95 değerinde Large model 0.70, Medium model ise 0.60 değerini elde etmiştir. Bu sonuçlar, daha yüksek kapasiteli Large modelin daha az epoch ile eğitilmesine rağmen Medium modele kıyasla belirgin bir iyileşme sağladığını göstermektedir.

Eğitim sonrasında bağımsız test seti üzerinde yapılan değerlendirmede Large model, gemilerin %97'sini doğru tespit etmiştir (Recall = 0.97). Test işlemi; confidencethreshold=0.25, IoUthreshold=0.45 ve giriş boyutu=640x640 piksel olarak gerçekleştirilmiştir. Arka plan örneklerinin tamamı doğru tanınmıştır.

**Tablo 3.**YOLOv11 Medium Ve Large Modellerinin Gemi Tespit Eğitim Doğrulama Performansı Karşılaştırması

| Model | Epoch | mAP50 | mAP50-95 | Precision | Recall |
|---|---|---|---|---|---|
| Medium | 209 | 0.95 | 0.60 | 0.91 | 0.89 |
| Large | 150 | **0.98** | **0.70** | **0.95** | **0.96** |

### 3.2. Gemi Sınıflandırma Performansı

Sınıflandırma modelleri, iki farklı veri artırım stratejisi ile eğitilmiştir. 1.5K stratejisinde az temsil edilen sınıflar 1500 örneğe tamamlanırken, 1K stratejisinde bu sınıflar 1000 örneğe tamamlanmıştır. Nano, Small ve Medium modellerinin test performansları Tablo 2'de sunulmuştur.

En yüksek Top-1 doğruluk değeri 0.7105 ile Small 1K ve Medium 1K modellerinde elde edilmiştir. Small 1K modeli, Medium 1K ile aynı doğruluk değerine sahip olmasına rağmen daha düşük parametre sayısı ve daha yüksek fitness değeri (0.8319) ile öne çıkmaktadır. Bu nedenle, altı model arasında en iyi performansı Small 1K modeli göstermiştir. 1.5K stratejisi ile eğitilen modeller, 1K stratejisine kıyasla belirgin bir performans farkı göstermemiştir. Bu durum, 1000 örneğe tamamlamanın yeterli olduğunu, daha fazla veri artırımının ek fayda sağlamadığını düşündürmektedir.

Small 1K modelinin sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, en yüksek doğru sınıflandırma oranı OthertypesofShips sınıfında 0.89 ile elde edilmiş, onu Cargo (0.78) ve Tanker (0.55) takip etmiştir. Fishing sınıfının doğru sınıflandırma oranı 0.49 olup, bu sınıf en çok OthertypesofShips (%30) ve Cargo (%12) ile karışmıştır. Passenger, Tug ve Dredger gibi az örnek içeren sınıflarda doğru sınıflandırma oranları oldukça düşük kalmıştır (sırasıyla 0.10,

0.20 ve 0.01). Bu sonuçlar, sınıf dengesizliğinin az temsil edilen sınıflar üzerindeki olumsuz etkisini açıkça göstermektedir.

**Tablo 2.**Farklı Strateji Ve Modeller İçin Sınıflandırma Test Sonuçları

| Strateji | Model | Top-1 Accuracy | Top-5 Accuracy | Fitness |
|---|---|---|---|---|
| 1.5K | Nano | 0.6966 | 0.9570 | 0.8268 |
| 1.5K | Small | 0.6915 | 0.9494 | 0.8205 |
| 1.5K | Medium | 0.7080 | 0.9545 | 0.8312 |
| 1K | Nano | 0.6972 | **0.9570** | 0.8272 |
| 1K | Small | **0.7105** | 0.9532 | **0.8319** |
| 1K | Medium | **0.7105** | 0.9494 | 0.8300 |

### 3.3. Hibrit Pipeline Değerlendirmesi

Geliştirilen Gradio tabanlı kullanıcı arayüzü, uçtan uca tespit ve sınıflandırma sürecini başarıyla simüle etmiştir. Sistem, bir SAR görüntüsü yüklendiğinde gemilerin konumlarını ve türlerini otomatik olarak çıkarabilmektedir. Tespit aşamasında Large model, sınıflandırma aşamasında ise Small 1K modeli kullanılmıştır. Bu sayede deniz gözetleme uygulamalarında kullanılabilecek pratik bir çözüm sunulmuştur.

### 3.4. Tartışma

Elde edilen bulgular, önerilen hibrit sistemin SAR görüntülerinde gemi tespiti ve sınıflandırması için umut verici olduğunu göstermektedir. Tespit aşamasında Large model ile çok yüksek başarı oranlarına ulaşılmıştır. Ancak sınıflandırma aşamasında, özellikle az temsil edilen sınıflardaki (Passenger, Tug, Dredger) düşük doğruluk oranları, daha gelişmiş veri artırım tekniklerine veya farklı model mimarilerine ihtiyaç olduğunu işaret etmektedir.Farklı derin öğrenme yaklaşımlarıyla sınıflandırma başarımının artırılabileceği gösterilmiştir (SaiChethan vd., 2024). Gelecek çalışmalarda, bu sınıflar için sentetik veri üretimi veya öğrenme aktarımı yöntemleri test edilebilir.

## KAYNAKLAR


- Awais, C. M., Reggiannini, M. ve Moroni, D., (2025). A frameworkforimbalanced SAR shipclassification: Curriculumlearning, weightedlossfunctions, and a novelevaluationmetric. *WACV Workshops*, 3662-3671.
- Hou, X., Ai, J., Xu, X., Cao, Z. ve Jin, Y., (2020). FUSAR-Ship: Building a high-resolution SAR-AIS matchupdataset of Gaofen-3 forshipdetectionandrecognition. *ScienceChina Information Sciences*, 63(4), 140303:1-140303:19.
- Rocha, R. d. L. ve Figueiredo, F. A. P. d., (2025). Enhancing YOLO-based SAR shipdetectionwithattentionmechanisms. *Remote Sensing*, 17(18), 3170.
- SaiChethan, K., Singh, R. P., Lokesh, V. ve Srivastava, S., (2024). Enhancedshipclassification in SAR imageryusingfine-tunedDenseNetand self-attention. *15th ICCCNT*, 1-7.
- Ultralytics (2024). YOLOv11: Real-time objectdetectionandclassificationframework. Erişim adresi: https://github.com/ultralytics/ultralytics (Erişim tarihi: 21 Ocak 2026)
- Wang, Y., Wang, C., Zhang, H., Dong, Y. ve Wei, S., (2019). A SAR dataset of shipdetectionfordeeplearningundercomplexbackgrounds. *Remote Sensing*, 11(7), 765.

# DÜŞÜK MALİYETLİ VE TAŞINABİLİR TERMAL GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ TASARIMI

***Duygu Çakmak***

***Danışman: Öğr. Gör. Dr. Yalçın Ezginci***

***f221202040@ktun.edu.tr***

*Elelktrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi ,Konya TeknikÜniversitesi 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projenin amacı; ESP32 ve MLX90640 sensör kullanarak düşük maliyetli, taşınabilir bir termal görüntüleme sistemi geliştirmektir. 32'ye 24 piksellik kızılötesi veriler, Bilineer İnterpolasyon yöntemiyle 64x48 çözünürlüğe yükseltilerek görsel süreklilik sağlanmıştır. Çalışmada, mesafeye bağlı sinyal asimilasyonunu gidermek için geliştirilen dinamik kalibrasyon modeli (Kd katsayıları) sayesinde, 100 cm mesafedeki ölçüm hataları yüzde birin altına indirilmiştir. Tasarlanan prototip; tıbbi tanı ve yapı denetimi gibi alanlarda ekonomik ve güvenilir bir analiz aracı olma potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilineer İnterpolasyon, ESP32, Kızılötesi Termografi, MLX90640, Termal Kalibrasyon.

**ABSTRACT**

The aim of this project is to develop a low-cost, portable thermal imaging system using ESP32 and MLX90640 sensors. 32x24 pixel infrared data is upscaled to a resolution of 64x48 using Bilinear Interpolation to ensure visual continuity. In this study, thanks to the dynamic calibration model (Kd coefficients) developed to eliminate distance-dependent signal assimilation, measurement errors at a distance of 100 cm are reduced to below one percent. The designed prototype has the potential to be an economical and reliable analytical tool in fields such as medical diagnosis and structural inspection.

**Keywords:**BilinearInterpolation, ESP32, InfraredThermography, MLX90640, ThermalCalibration.

## 1. GİRİŞ

Kızılötesi termografi; nesnelerin yaydığı radyasyonu temassız algılayarak dijital görüntülere dönüştüren, tıbbi tanıdan endüstriyel denetime kadar geniş bir sahada kullanılan kritik bir teknolojidir. Literatürde yüksek çözünürlüklü sistemlerin maliyeti, bireysel kullanıcılar ve küçük ölçekli sağlık merkezleri için erişimi zorlaştırmaktadır (Melexis, 2023). Düşük maliyetli sensörlerin kullanıldığı çalışmalardaki temel araştırma sorusu ise mesafe ve ortam sıcaklığı değişimlerinin ölçüm doğruluğu üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmektir.

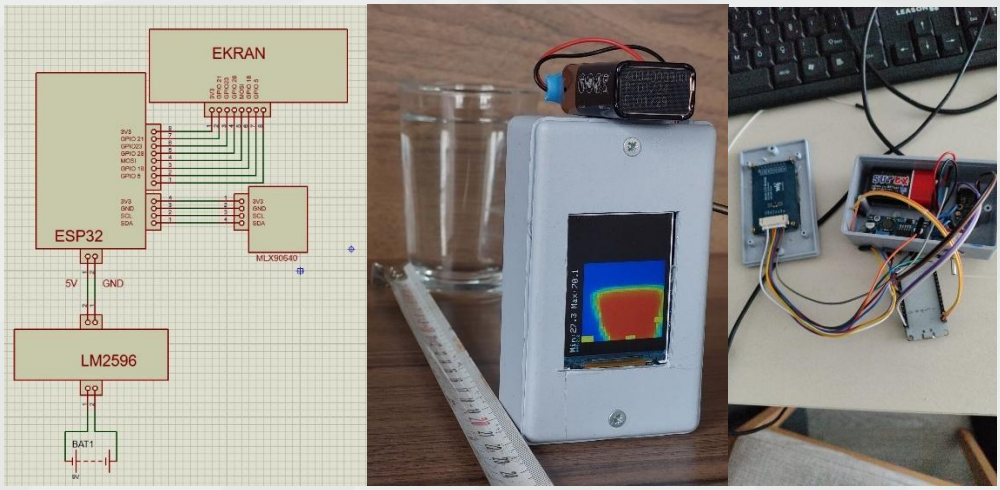
Mevcut taşınabilir cihazların çoğu ham veri sunumuyla sınırlı kalmakta, mesafeye bağlı sinyal asimilasyonu (sinyalin ortam sıcaklığı içinde yutulması) sorununa dinamik çözümler

sunamamaktadır. Bu proje, düşük maliyetli MLX90640 sensörünün teknik sınırlarını aşmak ve bu teknolojik boşluğu doldurmak amacıyla başlatılmıştır (Melexis, 2023).

Çalışmanın temel gerekliliği; 32x24 çözünürlüklü sensör verilerinin Bilineer İnterpolasyon algoritmasıyla iyileştirilmesi ve mesafe tabanlı matematiksel bir kalibrasyon modeli (Kd katsayıları) ile yüksek doğruluklu ölçüm sağlanmasıdır. Projenin özgün katkısı, hata payını nesne uzaklığına göre dinamik olarak düzelten algoritmanın ESP32 mikrodenetleyici mimarisine entegre edilmesidir (Espressif, 2024). Böylece profesyonel cihazlara oranla düşük maliyetle; tıbbi enflamasyon tespiti ve sporcu rehabilitasyonu gibi hassasiyet gerektiren alanlarda güvenilir veri üretilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma, mühendislik disiplinindeki teorik bilgilerin pratik ve erişilebilir bir çözüm yoluna dönüştürülmesi açısından önem arz etmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje donanımı; ESP32 mikrodenetleyici, 32x24 çözünürlüklü MLX90640 termal sensör ve ST7789 TFT LCD ekrandan oluşmaktadır. Yöntem olarak; I2C üzerinden alınan ham veriler Bilineer İnterpolasyon algoritmasıyla 64x48 pikselli pürüzsüz bir görüntüye dönüştürülmüştür. Ölçüm doğruluğu için 10-100 cm aralığında havya ucu ve buz kalıbı ile testler yapılmıştır. Elde edilen deneysel verilerle oluşturulan Kd katsayıları, yazılım düzeyinde kompanzasyon yaparak mesafeden kaynaklı sapmaları (sinyal asimilasyonu) matematiksel olarak düzeltmektedir.




**Şekil 1**. Devre şeması**Şekil 2-3.**Proje fotoğrafları

T gerçek = T ölçülen + Kd.(T ölçülen - T ortam)**(1)**

T gerçek: Kalibre Edilmiş Hedef Sıcaklık

T ölçülen: Sensörden Alınan Ham Veri

Kd: Dinamik Mesafe Katsayısı (Tablodan Seçilen)

T ortam: Çevresel Arka Plan Sıcaklığı (25°C)

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan testlerde, MLX90640 sensörünün düşük çözünürlüğü (32x24) nedeniyle oluşan pikselleşme sorununun Bilineer İnterpolasyon ile başarıyla giderildiği görülmüştür. Sistemin en kritik başarısı, mesafe arttıkça ortam sıcaklığıyla yutulan (sinyal asimilasyonu) verilerin, önerilen Kd katsayıları ile yazılımsal olarak düzeltilmesidir. Tablo 1'den görüleceği üzere, 100 cm mesafede %44 olan hata payı, eşitlik 1'de sunulan modelimiz sayesinde %1,12 seviyesine çekilmiştir. Bu sonuçlar, cihazın biyomedikal enflamasyon takibi gibi yüksek hassasiyet gerektiren alanlarda kullanılabilirliğini kanıtlamaktadır.

**ÖRNEK 1: Havya Ucu (Noktasal Hedef) - 50 cm**

- **Gerçek Sıcaklık:** $300^\circ C$
- **Ölçülen Sıcaklık ($T_ö$):** $168.8^\circ C$
- **Katsayı ($K_d$):** $0.92$
- **Ortam Sıcaklığı ($T_{ort}$):** $25^\circ C$

$$T_g = T_ö + K_d \cdot (T_ö - T_{ort})$$

$$T_g = 168.8 + 0.92 \cdot (168.8 - 25)$$

$$T_g = 168.8 + 0.92 \cdot (143.8)$$

$$T_g = 168.8 + 132.29$$

$$\mathbf{T_g \approx 301.09^\circ C}$$

**ÖRNEK 2: Sıcak Su (Geniş Hedef) - 100 cm**

- **Gerçek Sıcaklık:** $80^\circ C$
- **Ölçülen Sıcaklık ($T_ö$):** $60.2^\circ C$
- **Katsayı ($K_d$):** $0.57$
- **Ortam Sıcaklığı ($T_{ort}$):** $25^\circ C$

$$T_g = T_ö + K_d \cdot (T_ö - T_{ort})$$

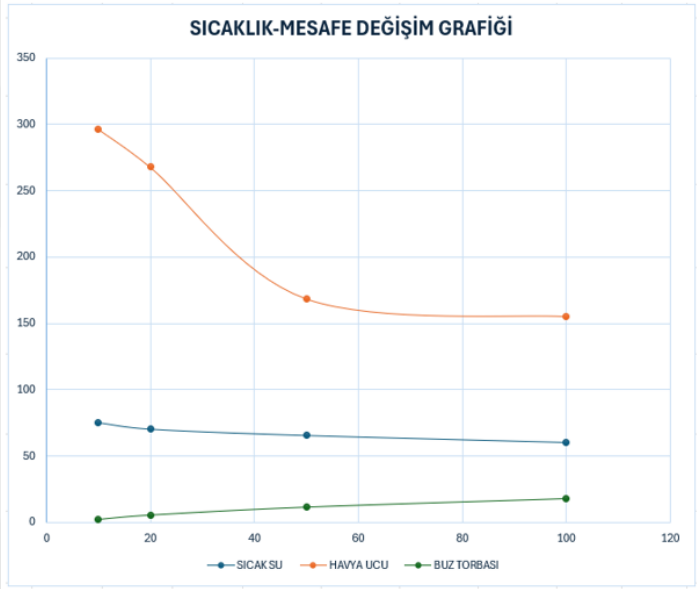
$$T_g = 60.2 + 0.57 \cdot (60.2 - 25)$$

$$T_g = 60.2 + 0.57 \cdot (35.2)$$

$$T_g = 60.2 + 20.06$$

$$\mathbf{T_g \approx 80.26^\circ C}$$

**Şekil 4.**Model Doğrulama ve Performans Analizi




**Tablo 1.** Havya Ucu Deneyine Ait Mesafe Temelli Ölçüm Verileri

| Ölçüm Mesafesi (cm) | Gerçek Sıcaklık (°C) | Ham Ölçüm (Kalibrasyonsuz) | Kd Modeli Uygulanmış Ölçüm | Hata Oranı (%) |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 80 | 78.5 | 79.8 | 0.25 |
| 50 | 80 | 62.4 | 79.2 | 1.00 |
| 100 | 80 | 44.8 | 79.1 | 1.12 |

**TEŞEKKÜR**

Çalışmalarım boyuncadesteklerinden dolayı Öğr. Gör. Dr. Yalçın Ezginci 'ye teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- Espressif, (2024). ESP32 Technical Reference Manual, Version 5.2, EspressifSystems.
- Melexis, (2023). MLX90640 DigitalThermal SOC Datasheet, MelexisMicroelectronicIntegratedSystems.
- Pommiera, S., Chenub, D., Quintardb, M. ve Lefebvre, X., (2007). Modelling of moisture-dependentaerobicdegradation of solidwaste, Waste Management, 28, 7, 1188-1200.

# OTONOM GÜVENLİK DRONE SİSTEMİ VE TERMAL KAMERA ENTEGRASYONU

***Kağan Koçyiğit***
***Danışman: Prof. Dr. Akif Durdu***
*f231213093@ktun.edu.tr;*
*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*
*Danışma: adurdu@ktun.edu.tr,*
*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250,*
*Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, güvenlik ve gözetim amacıyla kullanılmak üzere otonom uçuş yeteneğine sahip, termal kamera entegreli bir insansız hava aracı (Sokolova ve Perez, 2020) sistemi geliştirilmiştir. Sistem, gündüz ve gece koşullarında nesne tespiti, termal görüntüleme ve anlık veri aktarımı sağlayarak güvenlik tehditlerini azaltmayı amaçlamaktadır. C++ ve Python tabanlı özel olarak geliştirilen yer kontrol istasyonu aracılığıyla drone'dan gelen telemetri verileri ve termal görüntüler eş zamanlı olarak işlenmektedir. Otonom devriye, hedef takibi ve anomali tespiti gibi gelişmiş özellikler, MAVLink protokolü üzerinden sağlanan kesintisiz haberleşme altyapısı ile desteklenmektedir. Sonuç olarak, insan müdahalesine gerek duymadan geniş alanların güvenliğini sağlayabilen, maliyet etkin ve yüksek performanslı bir güvenlik çözümü ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Güvenlik Drone'u, İnsansız Hava Aracı, Otonom Uçuş, Termal Görüntüleme, Yer Kontrol İstasyonu

**ABSTRACT**

This study, an unmanned aerial vehicle (UAV) system with autonomous flight capability and integrated thermal camera has been developed for security and surveillance purposes (Sokolova and Perez, 2020). The system aims to reduce security threats by enabling object detection, thermal imaging, and real-time data transmission under both daytime and nighttime conditions. Telemetry data and thermal images obtained from the drone are processed simultaneously through a custom-developed ground control station based on C++ and Python. Advanced features such as autonomous patrolling, target tracking, and anomaly detection are supported by a seamless communication infrastructure provided via the MAVLink protocol. As a result, a cost-effective and high-performance security solution capable of ensuring the safety of large areas without human intervention has been achieved.

**Keywords:** Autonomous Flight, Ground Control Station, Security Drone, Thermal Imaging, Unmanned Aerial Vehicle

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda güvenlik ve gözetim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, insansız hava araçlarının aktif kullanımını artırmıştır.Geleneksel güvenlik sistemleri, sabit kameralar ve sınırlı devriye ekipleri ile geniş alanların 7/24 izlenmesinde maliyet ve etkinlik açısından zorluklar yaşamaktadır. Bu bağlamda, hareket kabiliyeti yüksek ve gelişmiş sensörlerle donatılmış dronelar, olaylara hızlı müdahale ve anlık durumsal farkındalık sağlamaktadır. Bu projenin amacı, termal kamera ile desteklenmiş, otonom devriye uçuşları gerçekleştirebilen ve elde ettiği görüntü ile telemetri verilerini gerçek zamanlı olarak yer kontrol istasyonuna aktarabilen bir güvenlik drone sistemi geliştirmektir. Özellikle gece koşullarında veya görüşün kısıtlı olduğu durumlarda termal görüntüleme sayesinde

tehditlerin veya kayıp şahısların erken tespiti sağlanacaktır. Literatürde mevcut olan sivil güvenlik uygulamalarındaki açıklar göz önüne alındığında, bu sistem hem yazılım mimarisi hem de otonom karar verme süreçleri ile özgün bir katkı sunmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTE

### 2.1. Kullanılan Materyaller

Bu projede güvenlik ve devriye amaçlı görevlerde kullanılmak üzere geliştirilen çok rotorlu insansız hava aracı sisteminde çeşitli donanım ve yazılım bileşenleri kullanılmıştır. İtki sistemi için **420 kV değerine sahip T-Motor fırçasız motorlar** (T-Motor, 2025) tercih edilmiştir. Bu motorlar yüksek taşıma kapasitesi, verimli enerji kullanımı ve kararlı uçuş performansı sağlamaktadır.

Enerji kaynağı olarak **6S lityum polimer (Li-Po) batarya** kullanılmıştır. Bu batarya, sistemin ihtiyaç duyduğu yüksek akımı karşılayarak yeterli uçuş süresi sunmaktadır.

Uçuş kontrol birimi olarak **Pixhawk Cube Orange Plus** kartı kullanılmıştır. Bu uçuş kontrol kartı; dengeleme, konum sabitleme, rota takibi, otonom uçuş görevleri ve sensör verilerinin işlenmesini sağlamaktadır.

Drone ile yer kontrol istasyonu arasındaki haberleşme için **HereLink modülü** kullanılmıştır. Bu modül sayesinde uzun menzilli kontrol, telemetri aktarımı ve görüntü iletimi gerçekleştirilmektedir.

Görüntüleme ve hedef tespiti amacıyla sisteme **termal kamera** entegre edilmiştir. Böylece gece, düşük ışık veya görüşün sınırlı olduğu ortamlarda canlı hedeflerin tespit edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Ayrıca **CN 300M ECU** modülü kullanılarak termal kameradan alınan görüntü verilerinin Herelink modülüne aktarılması sağlanmıştır.

Yer kontrol istasyonu tarafında ise C++ tabanlı özel bir kontrol yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılımda anlık görüntü aktarımı, telemetri verilerinin izlenmesi, harita tabanlı takip sistemi, görev başlatma ekranı ve hava durumu kontrol özellikleri bulunmaktadır.

### 2.2 Kullanılan Yöntemler

Projede öncelikle taşıma kapasitesi ve görev ihtiyaçları dikkate alınarak çok rotorlu drone platformu oluşturulmuştur. Ardından motorlar, batarya, uçuş kontrol kartı, haberleşme modülü ve diğer elektronik bileşenler sisteme entegre edilmiştir.

Sonraki aşamada termal kamera drone üzerine monte edilmiş ve görüntü çıkışı CN 300M ECU modülü üzerinden HereLink (CubePilot, 2025) sistemine aktarılacak şekilde yapılandırılmıştır. Böylece kamera görüntüsünün yer kontrol istasyonuna canlı olarak ulaştırılması amaçlanmıştır.

Yer kontrol istasyonu için geliştirilen **C++** tabanlı yazılım ile **Pixhawk** (ArduPilot Development Team, 2025) arasında **MAVLink** (MAVLink Development Team, 2025) haberleşme protokolü kullanılmıştır. Bu yapı sayesinde batarya seviyesi, GPS konumu, irtifa, hız ve uçuş modu gibi telemetri verileri gerçek zamanlı olarak alınmıştır.

Arayüz üzerinde drone konumu uydu haritası üzerinde gösterilmiş, uçuş rotaları takip edilmiş ve görev yönetimi gerçekleştirilmiştir. Sistemde manuel görev başlatma seçeneğinin yanında, önceden tanımlanmış rotalar arasından rastgele seçim yapabilen otomatik görev modu da geliştirilmiştir. Ayrıca belirlenen süre sonunda görevi başlatabilen zamanlayıcı yapı sisteme eklenmiştir.

Son olarak sistemin görev öncesi çevresel koşullara uygunluğunu değerlendirmek amacıyla hava durumu kontrol mekanizması yazılıma entegre edilmiştir. Böylece rüzgâr, yağış ve genel hava şartlarına göre görev planlaması yapılabilmektedir.

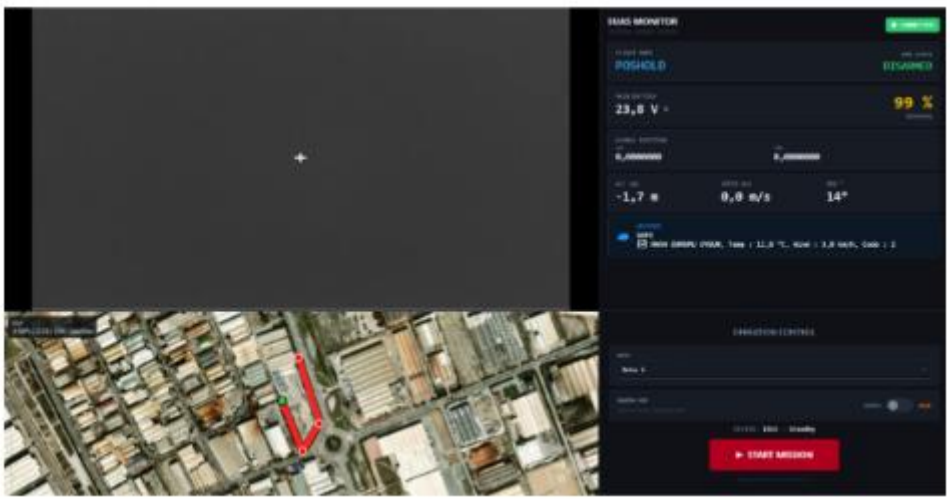
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen güvenlik drone sistemi kapsamında donanım ve yazılım entegrasyonu başarıyla tamamlanmıştır. Oluşturulan platformda uçuş kontrol birimi, haberleşme sistemi, termal kamera ve yer kontrol yazılımı birlikte çalışacak şekilde yapılandırılmıştır. Yapılan test uçuşlarında drone'un temel uçuş kabiliyetlerini kararlı şekilde gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir.

Pixhawk tabanlı uçuş kontrol sistemi sayesinde kalkış, iniş, konum sabitleme ve rota takibi işlemleri başarılı şekilde uygulanmıştır. HereLink haberleşme modülü ile drone ve yer kontrol istasyonu arasında kesintisiz veri aktarımı sağlanmış, telemetri bilgilerinin anlık olarak izlenebildiği görülmüştür.

Geliştirilen C++ tabanlı yer kontrol yazılımı üzerinden drone konumu harita üzerinde takip edilmiş, batarya seviyesi, hız, irtifa ve uçuş modu gibi bilgiler kullanıcıya anlık olarak sunulmuştur. Ayrıca manuel görev başlatma, zamanlanmış görev başlatma ve kayıtlı rotalar arasından rastgele seçim yapabilen görev sistemi sorunsuz şekilde çalışmıştır.

Termal kamera sistemi ile özellikle düşük ışık ve gece koşullarında çevrede bulunan canlı hedeflerin tespit edilebildiği görülmüştür. Elde edilen görüntülerin HereLink üzerinden yer kontrol istasyonuna başarıyla aktarıldığı test edilmiştir. Bu durum sistemin klasik kameralara göre gece görevlerinde önemli avantaj sağladığını göstermektedir.




**Şekil 3.1.** Yer Kontrol Yazılımı Arayüzü Ekran Görüntüsü



**Şekil 3.2.** Termal Kameradan Elde Edilen Canlı Görüntü

Elde edilen sonuçlara göre geliştirilen sistem; tesis güvenliği, sınır devriyesi, kritik alan izleme, gece gözetleme ve acil durum gözlem görevlerinde kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Otonom görev kabiliyeti sayesinde insan müdahalesi azaltılmakta, geniş alanların daha hızlı şekilde kontrol edilmesi mümkün olmaktadır.

Bununla birlikte sistemin performansı hava koşulları, batarya kapasitesi ve haberleşme menzili gibi etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Özellikle yüksek rüzgâr şartlarında uçuş süresi ve görev hassasiyeti azalabilmektedir. Gelecek çalışmalarda yapay zekâ destekli otomatik hedef tanıma, daha uzun menzilli haberleşme sistemleri ve artırılmış batarya kapasitesi ile sistemin daha da geliştirilebileceği değerlendirilmektedir.

**KAYNAKLAR**


- ArduPilot Development Team, (2025). *ArduPilot Documentation (Copter User Guide)*, Available at: https://ardupilot.org
- MAVLink Development Team, (2025). *MAVLink Micro Air Vehicle Communication Protocol Documentation*, Available at: https://mavlink.io
- CubePilot, (2025). *Herelink Digital HD Video Transmission System User Manual*, CubePilot Documentation.
- T-Motor, (2025). *Brushless Motor Technical Specifications Catalog*, T-Motor Official Documentation.
- Sokolova, N., & Perez, J., (2020). Unmanned Aerial Vehicles in Surveillance and Security Applications, *International Journal of Aerospace Engineering*, 12(3), 45-58.
- Colomina, I., & Molina, P., (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97.

# DÜŞÜŞ NOKTASI TAHMİN ALGORİTMASI UYGULAMASI

***Erol Eksen, Hasan Taha Karataş***

***Danışman: Prof. Dr. Nurettin Çetinkaya***

*f221202042@ktun.edu.tr;f221202044@ktun.edu.tr; ncetinkaya@ktun.edu.tr,*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*

*Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu projede, rastgele bir yükseklikten bırakılan bir taşıyıcı kutunun yere ulaşmadan önce düşeceği noktanın anlık olarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Sistem, Küresel Konumlama Sistemi (GPS) modülü ve Ataletsel Ölçüm Birimi (IMU) sensöründen alınan enlem, boylam, yükseklik, ivme ve açısal hız verilerini birleştirerek gerçek zamanlı konum ve hız kestirimi yapmaktadır. Sensör verileri, Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF) tabanlı bir yapı ile işlenmekte, GPS ölçümleri arasındaki boşluklarda IMU verileri ile ara tahmin sürdürülmektedir. Ayrıca Güvenli Sayısal Hafıza Kartı (SD kart) üzerinde tutulan arazi yüksekliği verileri kullanılarak çarpma noktası, kalan düşüş süresi ve tahmini çarpma hızı hesaplanmaktadır. Elde edilen bilgiler Uzun Menzilli Haberleşme (LoRa) modülü üzerinden yer istasyonuna aktarılmaktadır. Geliştirilen yapı, serbest düşüş ve paraşütlü iniş gibi farklı senaryolarda çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Böylece sistem, düşüş sürecinin sonlanacağı konumu daha isabetli biçimde öngörmeyi hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi yüksekliği, Düşüş tahmini, GPS-IMU füzyonu, Kalman filtreleme, LoRa telemetri

**ABSTRACT**

This project predicts the landing point of a payload box before ground impact. A GPS module and an IMU sensor are fused in an Extended Kalman Filter to estimate position, velocity, and motion continuously during descent. When GPS updates are sparse, IMU data maintains the intermediate prediction process. Terrain elevation data stored on an SD card is also included in the calculation to improve impact point, remaining time, and impact speed estimates. The predicted results are transmitted to the ground station through a LoRa module in real time. The system is designed for both free fall and parachute assisted descent scenarios. In this way, the proposed structure provides a more reliable estimate of the final landing location.

**Keywords:** EKF, Fall prediction, GPS IMU fusion, LoRatelemetry, Terrainelevation

## 1. GİRİŞ

Havadan bırakılan yüklerin, sensör kutularının veya benzeri hareketli sistemlerin yere ulaşmadan önce düşeceği noktanın doğru biçimde tahmin edilmesi; savunma, arama kurtarma, lojistik ve akıllı takip uygulamaları açısından önemlidir. Ancak gerçek ortam koşullarında yalnızca Küresel Konumlama Sistemi (GPS) verisi kullanılarak yapılan konum tahmini, düşük örnekleme frekansı, sinyal kesintisi ve ani hareket değişimleri nedeniyle yeterli hassasiyeti her zaman sağlayamamaktadır. Bu nedenle yüksek frekansta veri

üreten Ataletsel Ölçüm Birimi (IMU) ile GPS verisinin birlikte değerlendirilmesi gerekli hale gelmektedir (Erbaş, M. ve Aydın, G. D., 2025).

Bu projede, GPS modülünden alınan enlem, boylam ve yükseklik verileri ile IMU'dan alınan ivme ve açısal hız verileri birleştirilerek düşüş sürecinin daha kararlı izlenmesi hedeflenmiştir. Sistem, özellikle GPS güncellemeleri arasındaki zaman aralıklarında IMU verileri ile ara konum ve hız kestirimi yapmaktadır. Böylece yalnızca anlık ölçüm veren bir yapı yerine, sürekliliği olan bir seyrüsefer yaklaşımı elde edilmektedir (Aydemir, M. E. ve Oğuz, A. E., 2021; Kuçak, R. A. ve Şahin, A., 2025).

Projenin temel amacı, yük yere ulaşmadan önce düşeceği noktayı, kalan süreyi ve düşüş hızını mümkün olduğunca doğru tahmin ederek yer istasyonuna aktarmaktır. Bunun yanında, arazi yüksekliği bilgisinin Güvenli Sayısal Hafıza Kartı (SD kart) üzerinden okunarak hesaba katılması, yalnızca mevcut yükseklik değerine dayanan basit sistemlere göre daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, sensör füzyonu, gerçek zamanlı kestirim ve telemetri tabanlı izleme alanlarında uygulamaya dönük bir katkı sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Projede mikrodenetleyici olarak Teensy 4.1 kullanılmıştır. Konum verilerinin elde edilmesi için NEO M8N Küresel Konumlama Sistemi (GPS) modülü, atalet verilerinin toplanması için MPU6050 Ataletsel Ölçüm Birimi (IMU) tercih edilmiştir. Arazi yüksekliği verileri dahili Güvenli Sayısal Hafıza Kartı (SD kart) üzerinden okunmakta, yer istasyonu haberleşmesi ise Uzun Menzilli Haberleşme (LoRa) modülü ile sağlanmaktadır. Görüntü aktarımı için sistemde ayrıca ESP32 CAM modülü bulunmaktadır. Donanım bileşenleri üst kartta GPS ve IMU, orta üst kartta Teensy ve LoRa, alt orta kartta ise güç birimleri olacak şekilde yerleştirilmiştir Umakoğlu, İ., Keskin, D. ve Pense, C., 2024).

Sistem yazılımında GPS verileri Genel Sabit Çözümleme Bilgisi (GGA) cümleleri üzerinden çözülmekte; enlem, boylam, yükseklik, uydu sayısı ve Yatay Hassasiyet Seyrelmesi (HDOP) bilgileri çıkarılmaktadır. IMU tarafından yaklaşık 200 Hertz hızında ivme ve açısal hız verileri alınmakta, jiroskop kalibrasyonu sonrasında ölçeklendirilmiş fiziksel büyüklüklere dönüştürülmektedir. GPS tarafında daha düşük frekansta gelen veriler ile IMU'dan yüksek frekansta gelen veriler Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF) tabanlı yapıda birleştirilmektedir (Aydemir ve Oğuz, 2021; Kuçak ve Şahin, 2025). Bu filtrede konum, hız, yönelim ve sensör kaymaları durum vektörü içinde tutulmaktadır. GPS geldiğinde konum düzeltmesi yapılmakta, IMU verileri ile de sürekli tahmin adımı çalıştırılmaktadır.

Tahmin aşamasında mevcut konum, hız ve yükseklik bilgileri kullanılarak kutunun gelecekteki hareketi sayısal olarak simüle edilmektedir. Serbest düşüş veya paraşütlü iniş durumu, düşey hız değerine bağlı olarak belirlenmekte; buna göre sürükleme katsayısı ve etkin alan seçilmektedir. Ardından sistem, yer seviyesine ulaşana kadar adım adım ileri taşınarak çarpma zamanı, çarpma hızı ve tahmini düşüş koordinatları hesaplanmaktadır. Yere ait referans yükseklik ise SD kart üzerindeki arazi verilerinden, mevcut GPS koordinatına en yakın nokta seçilerek elde edilmektedir. Sonuç verileri LoRa ile yer istasyonuna telemetri paketi halinde gönderilmektedir.

### 2.1. Kullanılan Donanımlar

- Teensy 4.1 mikrodenetleyici
- NEO M8N GPS modülü
- MPU6050 IMU sensörü
- E22 900T22D LoRa modülü
- ESP32 CAM
- Dahili SD kart
- 2 adet 7.4 Volt 2000 mAhLityum iyon pil

### 2.2. Algoritma Akışı

i. GPS ve IMU verileri eş zamanlı olarak alınır.

ii. IMU verileri kullanılarak anlık konum ve hız tahmini yapılır.

iii. GPS verisi geldiğinde EKF ile hata düzeltmesi yapılır.

iv. SD karttan o koordinata en yakın arazi yüksekliği okunur.

v. Mevcut hız ve yükseklik ile düşüş noktası simüle edilir.

vi. Tahmini enlem, boylam, düşüş süresi ve hız LoRaaracılığıyla yer istasyonuna gönderilir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem, yükün düşüş süreci boyunca yalnızca anlık konum bilgisini değil, gelecekte ulaşacağı noktayı da tahmin etmeye yönelik bütünleşik bir yapı sunmaktadır. GPS ve IMU verilerinin birlikte kullanılması sayesinde, düşük frekanslı GPS ölçümleri arasında daha akıcı konum ve hız kestirimi elde edilmektedir. Bu durum, özellikle ani hareket değişimlerinde ve GPS verisinin kısa süreli bozulduğu koşullarda sistemin sürekliliğini artırmaktadır (Erbaş, M. ve Aydın, G. D., 2025).

Arazi yüksekliğinin SD karttan okunarak hesaba katılması, yalnızca GPS yüksekliği üzerinden yapılan basit tahminlere göre daha gerçekçi bir çarpma analizi sağlamaktadır. Ayrıca serbest düşüş ve paraşütlü iniş gibi farklı senaryolar için ayrı aerodinamik parametrelerin kullanılması, sistemin birden fazla kullanım durumuna uyarlanabilmesini mümkün kılmaktadır (Kuçak, R. A. ve Şahin, A., 2025).

Projenin önemli bir avantajı, hesaplanan tahmin verilerinin LoRa üzerinden gerçek zamanlı olarak yer istasyonuna gönderilmesidir. Böylece operatör, yalnızca mevcut konumu değil, tahmini düşüş noktasını ve kalan süreyi de takip edebilmektedir (Umakoğlu vd., 2024). Bununla birlikte sonuçların doğruluğu; sensör kalibrasyonu, GPS hassasiyeti, rüzgar etkisi, arazi verisinin çözünürlüğü ve mekanik yerleşim gibi etkenlere bağlıdır. İlerleyen aşamalarda barometrik basınç sensörü eklenmesi, rüzgar modelinin sisteme dahil edilmesi ve gerçek bırakma testleri ile algoritmanın doğrulanması planlanmaktadır.

**KAYNAKLAR**


- Aydemir, M. E. ve Oğuz, A. E., (2021). Kalman Algoritması ile Düşük Maliyetli 6-DOF IMU'nun Pratik Bir Uygulaması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 32, 1005-1011.
- Erbaş, M. ve Aydın, G. D., (2025). İnsansız Hava Araçlarında (İHA) GPS ve IMU Sistem Performansının İncelenmesi, ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 7, 1, 25-42.
- Kuçak, R. A. ve Şahin, A., (2025). Düşük Maliyetli GNSS ve IMU Verilerinin Entegrasyonu: Uygulama Örneği, International Journal of Advances in EngineeringandPureSciences, 37, 2, 206-215.
- Umakoğlu, İ., Keskin, D. ve Pense, C., (2024). Akıllı Ulaşım Sistemleri için LoRa Tabanlı Telemetri Veri Aktarım Sistemi Tasarımı, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 7, 2, 215-241.

# HAVADAN HAVAYA GÖRÜNTÜLERDE DERİN ÖĞRENME TABANLI NESNE TESPİTİ VE PERFORMANS ANALİZİ

***Yusuf Ali Timarcıoğlu***

***Danışman: Dr. Fatih Titrek***

*f231213091@ktun.edu.tr; ftitrek@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya / TÜRKİYE*

**ÖZET**

Bu proje, insansız hava araçlarının otonom uçuş güvenliğini artırmak için hava-hava (a2a) senaryolarında nesne tespit performansını optimize etmeyi hedeflemektedir. Çalışmada, Kaggle platformundan temin edilen İHA, uçak, helikopter, kuş ve balon sınıflarını içeren veri seti kullanılmıştır. Nesne tespiti için YOLOv8s ve güncel YOLO11m modelleri eğitilerek performans kıyaslaması yapılmıştır. Ayrıca, modellerin tekil görüntüler üzerinde test edilebilmesi amacıyla PyQt5 tabanlı bir kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Test sonuçları, YOLOv8s modelinin genel başarım ve nesne yakalama oranında (mAP) daha yüksek performans sergilediğini, YOLO11m modelinin ise tespit hassasiyeti (precision) konusunda öne çıktığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Hava-Hava Nesne Tespiti, PyQt5 Arayüz Tasarımı, YOLO11m, YOLOv8s.

**ABSTRACT**

This project aims to optimize object detection performance in air-to-air (a2a) scenarios to enhance the autonomous flight safety of unmanned aerial vehicles (UAVs). The study utilizes a dataset obtained from the Kaggle platform, encompassing UAV, aircraft, helicopter, bird, and balloon classes. The YOLOv8s and the current YOLO11m models were trained for object detection, and their performance was compared. Furthermore, a PyQt5-based user interface was developed to test the models on individual images. Test results showed that the YOLOv8s model exhibited higher overall performance and object capture rate (mAP), while the YOLO11m model excelled in detection precision.

**Keywords:** Air-to-Air Object Detection, Deep Learning, PyQt5 Interface Design, YOLO11m, YOLOv8s.

## 1. GİRİŞ

Hava sahası güvenliği, otonom İHA'ların gerçek zamanlı engel algılama ve sakınma yeteneklerine bağlıdır. Havada karşılaşılabilecek dinamik engellerin tespiti, hem askeri hem de sivil havacılık operasyonlarında kritik bir gerekliliktir (Bozcan ve Kayacan, 2020). Gerçek dünya senaryolarına dair yüksek kaliteli veri toplamanın operasyonel zorlukları ve maliyetleri nedeniyle, bu çalışmada AVL Development tarafından hazırlanan ve Kaggle platformunda sunulan "Air-to-Air Object DetectionDataset" kullanılmıştır (Kaggle, 2024).

Projenin temel motivasyonu, geleneksel nesne tespiti yaklaşımlarının ötesine geçerek (Redmon vd., 2016), en güncel mimarilerden biri olan YOLO11m'in (Jocher vd., 2023) bu spesifik veri seti üzerindeki performansını analiz etmektir. Çalışma kapsamında; İHA, uçak, helikopter, kuş ve balon olmak üzere 5 farklı sınıfın tespit başarısı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca, modellerin tekil görüntüler üzerinde test edilebilmesi amacıyla Python tabanlı özgün bir kullanıcı arayüzü tasarlanmıştır. Bu çalışma, yerli otonom sistem projelerinde ihtiyaç duyulan yüksek doğruluklu engel tespit sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir metodoloji sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, havadan havaya (a2a) nesne tespiti performansını analiz etmek amacıyla derin öğrenme tabanlı modeller kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde kullanılan veri setinin yapısı, seçim kriterleri ve çevresel değişkenlerin modeller üzerindeki etkileri detaylandırılmaktadır.

### 2.1. Veri Seti Tanımı ve Analizi

Çalışmada, AVL Development tarafından sunulan ve hava-hava senaryolarını içeren veri seti kullanılmıştır. Veri setinin farklı çözünürlük seviyelerini içeren yapısı Şekil 1'de sunulmuştur.

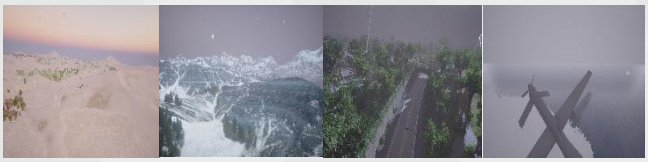


**Şekil 1.** Farklı çözünürlüklere ait örnek görüntüler: (a) 360p (640×360), (b) 720p (1280×720), (c) 1080p (1920×1080), (d) 1440p (2560×1440).

Şekil 1'de görülen çözünürlükler arasından, veri bolluğu ve detay kalitesi nedeniyle 1080p klasörü seçilmiştir. Seçilen verilerin farklı zaman dilimlerindeki ışık durumları Şekil 2'de, farklı mekân ve hava durumu kombinasyonları ise Şekil 3'te detaylandırılmıştır.



**Şekil 2.** Farklı gün saatlerine ait örnek görüntüler: (a) 23.59, (b) 12.00, (c) 06.00.



**Şekil 3.** Farklı mekân ve hava durumu kombinasyonları: (a) Tropics–Blizzard, (b) Neighborhood–Thunderstorm, (c) Mountains–Overcast, (d) Desert–ClearSkies.

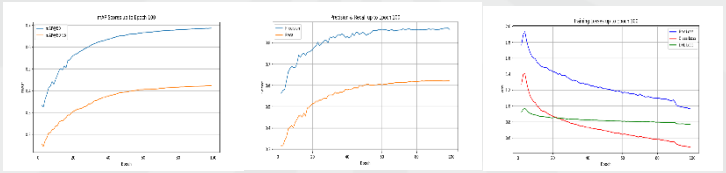
### 2.2. YOLOv8s Modelinin Eğitimi ve Parametreleri

Projenin ilk aşamasında, temel başarım kriterlerini belirlemek amacıyla YOLOv8s mimarisi kullanılmıştır. Eğitim süreci, 1080p çözünürlüklü veri seti üzerinde gerçekleştirilmiş olup modelin hiperparametreleri yüksek doğruluk ve genelleme kapasitesi hedeflenerek konfigüre edilmiştir. Eğitim sürecinde uygulanan teknik parametreler aşağıda sunulmuştur:

• **Eğitim Stratejisi:** Modelin veri seti üzerindeki öğrenme süreci 100 epoch olarak planlanmış, ancak erken durdurma (patience) değeri 20 olarak set edilerek optimum noktada eğitimin sonlandırılması hedeflenmiştir.

• **Girdi ve İşleme:** Görseller, yüksek frekanslı detayların korunması amacıyla 960x960 piksel boyutuna normalize edilmiştir. Eğitimdeki yığın boyutu (batch size) 12, veri işleyici sayısı (workers) ise 8 olarak belirlenmiştir.

• **Optimizasyon:** Eğitimde otomatik karma duyarlılık (AMP) aktif edilerek bellek verimliliği sağlanmıştır. Başlangıç öğrenme oranı (lr0) 0.01, momentum ise 0.937 olarak ayarlanmıştır.



**Şekil 4.** YOLOv8s eğitim süreci performans analizleri: (a) mAP50 ve mAP50-95 başarım eğrileri, (b) Precision ve Recall metrikleri, (c) Kayıp grafikleri.

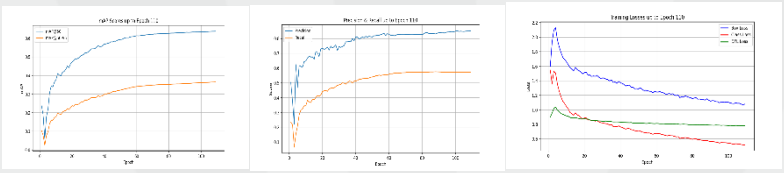
### 2.3. YOLO11m Modelinin Eğitimi ve Parametreleri

Çalışmanın ikinci aşamasında, nesne tespiti performansını bir üst seviyeye taşımak amacıyla Ultralytics tarafından geliştirilen en güncel mimari olan YOLO11m (medium) modeli kullanılmıştır. YOLO11m modelinin eğitim süreci aşağıdaki teknik konfigürasyonlar doğrultusunda yürütülmüştür:

• **Eğitim Stratejisi:** Modelin öğrenme süreci 120 epoch olarak yapılandırılmış; aşırı öğrenmeyi engellemek adına 25 epoch sabır (patience) değeri belirlenmiştir.

• **Girdi ve İşleme:** Girdi görselleri 768x768 piksel boyutuna normalize edilmiştir. Eğitimde yığın boyutu (batch size) 16, veri işleyici sayısı (workers) ise 8 olarak set edilmiştir.

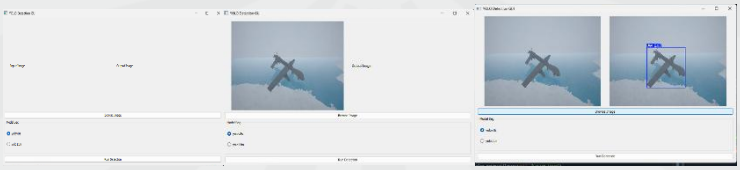
• **Optimizasyon:** Başlangıç öğrenme oranı (lr0) 0.01 ve momentum değeri 0.937 olarak ayarlanmıştır. AMP (Automatic Mixed Precision) özelliği aktif tutulmuştur.



**Şekil 5.** YOLO11m eğitim süreci performans analizleri: (a) mAP50 ve mAP50-95 başarım eğrileri, (b) Precision ve Recall metrikleri, (c) Kayıp grafikleri.

### 2.4. Kullanıcı Arayüzü (GUI) Tasarımı

Eğitilen modellerin tekil görüntüler üzerinde test edilebilmesi ve sonuçların anlık olarak izlenebilmesi amacıyla Python programlama dili ve PyQt5 kütüphanesi kullanılarak kapsamlı bir grafik kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Arayüz; kütüphane ve çatı yapısı (PyQt5.QtWidgets, OpenCV, ultralytics), model ve veri yönetimi (QRadioButton ile model seçimi, QFileDialog ile görüntü yükleme) ve tespit algoritması (best.pt ağırlık dosyaları, Ultralyticsplot() fonksiyonu ile sınırlayıcı kutu ekleme) bileşenlerinden oluşmaktadır.



**Şekil 6.** Nesne tespiti arayüzü işlem aşamaları: (a) Başlangıç ekranı, (b) Görüntü seçimi sonrası ön izleme, (c) Tespit sonrası sonuç ekranı.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. YOLOv8s Performans Analizi

YOLOv8s modelinin eğitim süreci sonunda elde edilen başarı metrikleri Şekil 4'te toplu halde sunulmuştur. İlgili grafikler üzerinden modelin performansı şu şekilde değerlendirilmektedir:

• **mAP Değerleri:** mAP50 eğrisi incelendiğinde, eğitimin ilk evrelerinde hızlı bir yükseliş sergilediği ve 90. epoch civarında 0.68 değeri ile tepe noktasına ulaştığı görülmektedir.

• **Precision ve Recall Analizi:** Eğitim sonunda Precision değerinin 0.77 bandında seyrettiği, Recall değerinin ise 0.62 seviyelerinde kaldığı gözlemlenmiştir.

• **Kayıp (Loss) Analizi:** Hem eğitim hem de doğrulama kayıplarının istikrarlı bir şekilde azalması, modelin aşırı öğrenme hatasına düşmeden veri setini başarıyla öğrendiğini doğrulamaktadır.

### 3.2. YOLO11m Performans Analizi

YOLO11m modeline ait eğitim çıktıları ve başarım verileri Şekil 5'te yer almaktadır. Modelin eğitim süreci sonunda elde edilen veriler şu şekilde analiz edilmiştir:

• **mAP Değerleri:** YOLO11m modeli 100. epoch sonrasında doyuma ulaşmış ve en yüksek 0.63 mAP50 değerine ulaşmıştır.

• **Precision ve Recall Analizi:** Precision değeri 0.85 bandına kadar yükselerek oldukça başarılı bir grafik çizmiştir. Recall değeri ise 0.57 seviyelerinde kalmıştır.

• **Kayıp (Loss) Analizi:** Eğitim ve doğrulama kayıplarının düzenli bir düşüş sergilediği, sınıflandırma kaybındaki kararlı düşüşün modelin nesne türlerini ayırt etme başarısını doğruladığı görülmüştür.

### 3.3. Modellerin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi ve Arayüz Testleri

Eğitim metriklerinin teorik sonuçlarını pratik senaryolarla doğrulamak amacıyla, geliştirilen PyQt5 tabanlı arayüz üzerinden testler gerçekleştirilmiştir. YOLOv8s modeli ilgili görüntü üzerindeki tüm nesneleri doğru bir şekilde yakalamış, YOLO11m modeli ise aynı görüntü üzerindeki bazı hedefleri tespit eşiğinin altında kalması nedeniyle kaçırmıştır. Sayısal verilerle (0.68 vs 0.63 mAP) paralellik gösteren bu durum, bu spesifik veri seti ve parametreler altında YOLOv8s'in hava nesnelerini yakalama ve toplam başarı açısından daha dengeli bir performans sunduğunu kanıtlamaktadır.



**Şekil 7.** Arayüz üzerinden modellerin karşılaştırmalı testi: (a) Orijinal test görüntüsü, (b) YOLOv8s tespit sonucu, (c) YOLO11m tespit sonucu.

**TEŞEKKÜR**

Bu projenin yürütülmesinde sağladığı teknik destek ve rehberlikten dolayı danışman hocamız Dr. Fatih Titrek'e ve kaynak sağlayan Konya Teknik Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi'ne teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**


- Bozcan, İ. ve Kayacan, E., (2020). AU-AIR: A Multi-modal UnmannedAerialVehicleDatasetforLow-altitudeTrafficSurveillance, IEEE International Conference on RoboticsandAutomation (ICRA).
- Jocher, G., Chaurasia, A. ve Qiu, J., (2023). YOLO byUltralytics. [Online]. Erişim: https://github.com/ultralytics/ultralytics
- Kaggle, (2024). Air-to-Air Object DetectionDatasetby AVL Development. [Online]. Erişim: https://www.kaggle.com/datasets/avldevelopment/air-to-air-object-detection-dataset
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. ve Farhadi, A., (2016). YouOnlyLookOnce: Unified, Real-Time Object Detection, Proceedings of the IEEE Conference on ComputerVisionandPatternRecognition (CVPR).

# GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI 6 EKSENLİ ROBOT KOL İLE ÜRÜN AYRIŞTIRMA SİSTEMİ

***Berkay ALTINAY***

***Danışman: Prof. Dr. Rahime CEYLAN***

*f221202015@ktun.edu.tr;rceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, endüstriyel üretim hatlarında ihtiyaç duyulan otonom malzeme taşıma süreçlerini modernize etmek amacıyla, bilgisayar görü teknikleri ile entegre bir robotik sistemin tasarımını ve prototip üretimini sunmaktadır. Proje kapsamında, altı eksenli serbestlik derecesine sahip robot kolun bir bilgisayar yazılımı aracılığıyla gerçek zamanlı görüntü işleme teknikleriyle gerçekleştirilmiştir. Sistemde görüntü işleme süreçleri doğrudan bir bilgisayar üzerinde yürütülmekte olup çalışma alanındaki nesneler yazılımsal algoritmalarla tespit edilerek koordinat verilerine dönüştürülmektedir. Elde edilen bu konumsal veriler, seri haberleşme protokolleri kullanılarak robot kol ünitesine iletilmektedir. Mikrodenetleyici katmanında, yüksek torka sahip servo motorlar ve entegre haldeki sürücü devreleri kullanılarak robotun eklemleri hedef koordinatlara göre yönlendirilmektedir. Proje sonucunda, görsel veriyi mekanik harekete başarılı şekilde dönüştüren, hata payı minimize edilmiş ve düşük maliyetli donanımlara yüksek verimlilik sunan otomasyon çözümü elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Altı Eksenli Robot, Bilgisayar Görü,Gömülü Sistemler, Nesne Algılama, Robotik Kontrol

**ABSTRACT**

This study presents the design and prototype production of a robotic system integrated with computer vision techniques to modernize autonomous material handling processes needed in industrial production lines. Within the scope of the project, a robotic arm with six degrees of freedom was implemented using real-time image processing techniques via computer software. In the system, image processing is carried out directly on a computer, and objects in the work area are detected by software algorithms and converted into coordinate data. This positional data is transmitted to the robotic arm unit using serial communication protocols. At the microcontroller layer, high-torque servo motors and integrated driver circuits are used to guide the robot's joints according to the target coordinates. As a result of the project, an automation solution was obtained that successfully converts visual data into mechanical motion, minimizes error margins, and offers high efficiency with low-cost hardware.

**Keywords:**AutonomousSystems, ComputesVision, Embedded Systems, Object Detection, Robotic Control

## 1. GİRİŞ

Günümüzde Endüstri 4.0 vizyonu doğrultusunda, üretim hatlarındaki otonom malzeme yönetimi ve akıllı taşıma sistemleri üretim verimliliğinin temel belirleyicisi haline gelmiştir.

Ancak, endüstriyel ölçekteki robotik çözümlerin yüksek maliyetli donanım gereksinimleri ve kapalı kaynaklı yazılım yapıları, bu teknolojilerin eğitim ve prototipleme aşamalarında erişilebilirliğini kısıtlamaktadır. Literatürde, özellikle mühendislik eğitimi ve düşük maliyetli otomasyon çözümleri geliştirmek amacıyla açık kaynaklı ve ekonomik manipülatör sistemlerine duyulan ihtiyaç vurgulanmaktadır (Ayvd.,2018). Bu gereksinim, hem akademik araştırmalarda hem de küçük ölçekli endüstriyel uygulamalarda esnek ve maliyet etkin sistemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu proje, yüksek maliyetli endüstriyel ekipmanlara alternatif olarak; bilgisayar görü teknikleri ile entegre çalışan, otonom algılama ve taşıma kabiliyetine sahip altı eksenli bir robot kol sistemi sunmaktadır. Sunulan projede ise görüntü işleme süreçleri doğrudan bir bilgisayar üzerinde gerçekleştirilerek yüksek performanslı nesne tespiti ve analizine olanak tanınmıştır. Bilgisayar ortamında üretilen hassas koordinat verileri, seri haberleşme protokolleri aracılığıyla robot kontrol katmanına iletilmekte; böylece donanımsal kısıtlamalara takılmadan kararlı bir otonom döngü sağlanmaktadır. Bu yaklaşım, literatürdeki düşük maliyetli ancak yüksek performanslı otonom sistemler arasındaki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Çalışma sürecinde aşağıdaki araştırma sorularına odaklanılmıştır:

Bağımsız bir bilgisayar üzerinde yürütülen görüntü işleme verilerinin seri haberleşme üzerinden aktarılması, altı eksenli bir mekanizmanın otonom görevlerinde endüstriyel standartlara yakın bir senkronizasyon sağlayabilir mi?

Standart servo motorlar ve sürücü devreleri gibi erişilebilir donanımlarla, karmaşık taşıma algoritmaları ne ölçüde kararlı bir şekilde fiziksel harekete dönüştürülebilir?

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, endüstriyel otomasyon sistemlerindeki esneklik ve işlem kapasitesi kısıtlamalarına yenilikçi bir çözüm getirmek amacıyla; görüntü işleme algoritmaları ile desteklenmiş, otonom ve manuel modlarda çalışabilen altı serbestlik derecesine sahip hibrit bir robotik manipülatör kullanılmıştır. Sistemin genel mimarisi donanım ve yazılımın asimetrik olarak dağıtıldığı bir stratejiye dayanmaktadır: Ağır matematiksel işlemler ve görsel analizler yüksek işlem gücüne sahip ana bilgisayarda çözümlenirken, gerçek zamanlı motor sürme ve sinyal işleme görevleri alt seviye mikrodenetleyiciye devredilmiştir. Bu hiyerarşik yapı; mekanik şasi, optimize edilmiş gömülü sistem katmanı, görsel algılama birimi ve operatör arayüzü olmak üzere dört ana modülden oluşmaktadır

### 2.1. Mekanik Gövde ve Donanım Mimarisi

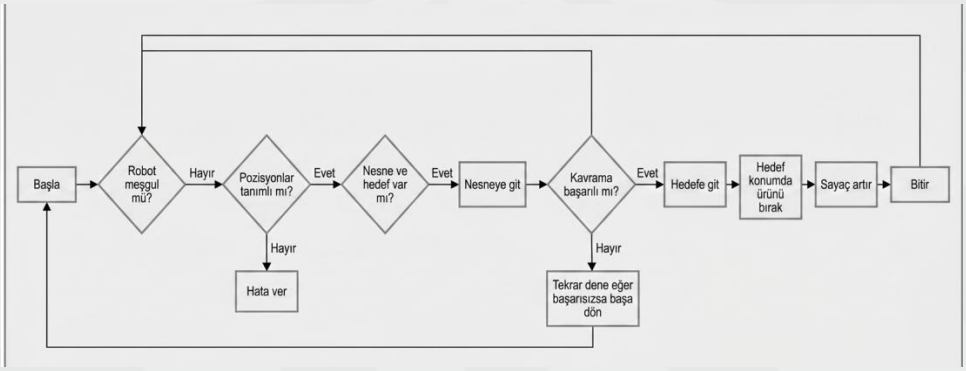
Sistemin hareket mekanizması, operasyonel esnemeleri ve mekanik titreşimleri minimize etmek amacıyla endüstriyel standartlara yakın, yüksek rijitliğe sahip metal şasi üzerine inşa edilmiştir. Eklem tahrikleri, gövdeye entegre edilen yüksek torklu MG996R servo motorlar ile sağlanmaktadır. Motorların pürüzsüz ve eş zamanlı kontrolü için 16 kanallı PCA9685 PWM sürücü modülü kullanılmıştır. Alt seviye donanım kontrolörü olarak, gerçek zamanlı sinyal işleme kapasitesine sahip Raspberry Pi Pico 2W mikrodenetleyicisi tercih edilmiştir.

### 2.2. Gömülü Sistem Optimizasyonu ve Hız Aşırtma

Sistemin alt seviye donanım kontrolcüsü olarak, çift çekirdekli ARM Cortex-M0+ mimarisine sahip Raspberry Pi Pico 2W mikrodenetleyicisi tercih edilmiştir. Geliştirilen sistemde, ana bilgisayardaki görüntü işleme yazılımından (OpenCV) saniyede 30 kare hızında gelen sürekli ve yoğun koordinat verilerinin mikrodenetleyicide gecikmesiz işlenmesi kritik bir gereksinimdir.Standart konfigürasyonda 133 MHz saat hızında çalışan mikrodenetleyicide, yüksek baud oranlarındaki seri veri kesmelerinin I2C haberleşmesi ile çakışarak paket kaybına veya motorlarda titremeye yol açmasını engellemek amacıyla hız aşırtma işlemi uygulanmıştır. Sistemin çekirdek saat frekansı, kararlılık testleri sonucunda güvenli şekilde artırılarak 250 MHz frekansına işlem döngü süresi kısaltılmıştır. Bu mühendislik optimizasyonu sayesinde, gelen asenkron veri paketlerinin çözümlenmesi ve PCA9685 sürücüsüne 400 kHz hızlı modda komut olarak iletilmesi milisaniyeler seviyesine indirilerek görsel-mekanik senkronizasyon kusursuz hale getirilmiştir.

### 2.3. Görüntü İşleme ve Hedef Tespiti

Görüntü işleme katmanından elde edilen hedef koordinat verileri, robotun otonom hareket karar döngüsünü tetiklemek üzere doğrudan kontrol birimine aktarılır. Şekil 2. de akış diyagramı verilen ve özetlenen bu operasyonel süreç, öncelikle manipülatörün mevcut çalışma durumunu ve hareket pozisyonlarının doğruluğunu denetleyerek olası çarpışma veya tanımsızlık hatalarının önüne geçer. Başlangıç güvenlik koşulları sağlandığında ve görüş sisteminden nesne-hedef eşleşmesi onayı alındığında, robot otomatik olarak ilk koordinata yönelir.




**Şekil 1.** İş akış diyagramı.

Sistemin hata toleransını artırmak amacıyla, nesnenin kavranma durumu operasyon sırasında test edilir; başarısız tutma girişimlerinde sistem algoritması işlemi tekrarlar veya güvenli konuma dönerek döngüyü sıfırlar. Başarılı bir kavrama işleminin ardından manipülatör ürünü hedef konuma bırakır ve tamamlanan bu görev çevrimi üretim takip sayacına işlenir. İnsan müdahalesini en aza indiren bu kapalı çevrim durum makinesi mimarisi, robotik sistemin endüstriyel senaryolarda güvenli, sürekli ve yüksek kararlılıkla çalışmasını temin eder.

### 2.4. Çift Modlu Kumanda ve Operatör Arayüzü

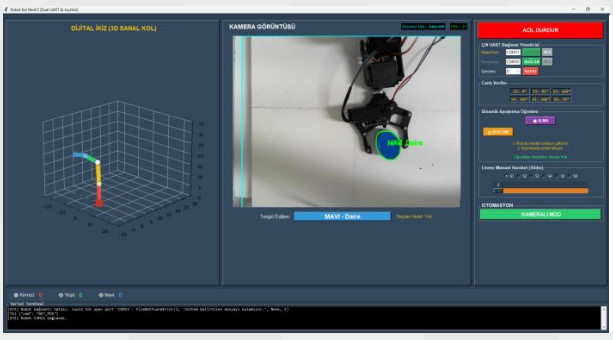
Otonom görevlerin yanı sıra, spesifik endüstriyel pozisyonlama eğitimleri için sisteme analog bir kumanda arayüzü entegre edilmiştir. Kumanda üzerindeki analog eksen verileri, RaspberryPico 2W'nin 12-bit ADC kanalları üzerinden okunmaktadır. Sistem; bilgisayardan gelen veri paketleri ile kumandadan gelen analog sinyaller arasında yazılımsal bir anahtarlama yaparak, operatöre hem tam otonom çalışma hem de anlık manuel müdahale imkanı sunmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, endüstriyel taşıma ve tasnif süreçleri için maliyet etkin, esnek ve yüksek hassasiyetli bir otonom robotik sistem prototipi başarıyla geliştirilmiştir. Mekanik altyapıda yüksek rijitliğe sahip metal şasi kullanılması, sistemin kinematik kararlılığını artırarak otonom ve manuel görevlerdeki konumlandırma hata payını endüstriyel standartlara yaklaştırmıştır. Sistemin en önemli yenilikçi adımı olan asimetrik işlem mimarisi; görüntü işleme yükünü HSV dönüşümü, kontur ve kütle merkezi tespiti tamamen ana bilgisayara devrederek gömülü sistemin yalnızca motor kontrolüne odaklanmasını sağlamıştır.

Donanım limitlerini zorlayan veri akışı senkronizasyonu, Raspberry Pi Pico 2W mikrodenetleyicisi üzerinde uygulanan hız aşırtma işlemi ile çözülmüş; UART seri haberleşme kesmeleri ile I2C protokolü arasındaki çakışmalar giderilerek paket kaybı ve milisaniyeler seviyesinde düşük gecikme elde edilmiştir. Ayrıca entegre edilen ADC tabanlı kumanda arayüzü, sisteme endüstriyel manipülatörlerde bulunan konum öğretme yeteneğini kazandırmıştır.

Gelecek çalışmalarda, mevcut renk ve kontur tabanlı nesne tespiti algoritmalarının yerine Derin Öğrenme tabanlı YOLO mimarileri modellerin sisteme entegre edilmesi ve motor eklemlerine kapalı çevrim mutlak enkoderlerin eklenmesi, sistemin çok daha karmaşık endüstriyel senaryolarda çalışabilmesinin önünü açacaktır. Şekil 2. de grafiksel kullanıcı arayüzü gösterilmektedir, Şekil 3. de ise robotun mekanik maketi gösterilmektedir.




**Şekil 2.** Eksenli Servo Motora Sahip Robot KolArayüzü



**Şekil 3.**Robot kol

## KAYNAKLAR


- Ay, S., Kutay, M., & Ercan, T. (2018, October). A lowcostmanipulatortraining set. In*2018 6th International Conference on Control Engineering& Information Technology (CEIT)* (pp. 1-6). IEEE.

# OTONOM DEPO VE SİPARİŞ ALMA UYGULAMASI

***Görkem Kadir HATİPOĞLU, Mustafa DEMİREL***

***Danışman: Prof. Dr. RahimeCEYLAN***

*f221202073@ktun.edu.tr; f221202091@ktun.edu.tr; rceylan@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, küçük ve orta ölçekli işletmelerin depo yönetim süreçlerini otomatize etmek amacıyla geliştirilen otonom bir sistem tasarımı sunmaktadır. Projenin amacı, insan hatasını minimize eden ve gerçek zamanlı stok takibi sağlayan bir altyapı oluşturmaktır. Hareket kontrolü STM32 mikrodenetleyicisi ile sağlanırken, sipariş doğrulaması için loadcell (yük hücresi) ve görüntü işleme entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. Sistemde görüntü işleme görevleri için Raspberry Pi 5 üzerinde çalışan YOLOv11 modeli kullanılmış, nesne sınıflandırma işlemleri OpenVINO kütüphanesi ile optimize edilmiştir. Tasarlanan PCB ile güç ve sinyal dağıtımı tek bir kart üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerde, sistemin nesneleri doğru sınıflandırdığı ve ağırlık verisiyle sipariş kontrolünü yüksek doğrulukla gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayarlı Görü, Depo Yönetimi, Gömülü Sistemler, OtonomSistemler, YOLOv11

**ABSTRACT**

This study presents the design of an autonomous system developed to automate warehouse management processes in small and medium-sized enterprises (SMEs). The aim of the project is to create an infrastructure that minimizes human error and provides real-time inventory tracking. Motion control is provided by an STM32 microcontroller, while load cell and image processing integration is implemented for order verification. The system uses the YOLOv11 model running on a Raspberry Pi 5 for image processing tasks, and object classification operations are optimized with the OpenVINO library. Power and signal distribution are implemented on a single PCB. In the tests conducted, it was observed that the system correctly classified objects and performed order verification with weight data with high accuracy.

**Keywords:** AutonomousSystems, ComputerVision, Embedded Systems, Warehouse Management, YOLOv11

## 1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm süreçleri, lojistik sektöründe otonom sistemlerin kullanımını bir zorunluluk haline getirmiştir (Genç ve Tunalı, 2022). Geleneksel depo yönetim sistemlerinde envanter takibi ve sipariş doğrulama işlemleri büyük oranda insan gücüne dayalıdır; bu durum yüksek operasyonel maliyetlere ve sürdürülebilirliği olumsuz etkileyen hatalara yol açmaktadır. Literatürde yer alan mevcut otonom depo çözümleri,

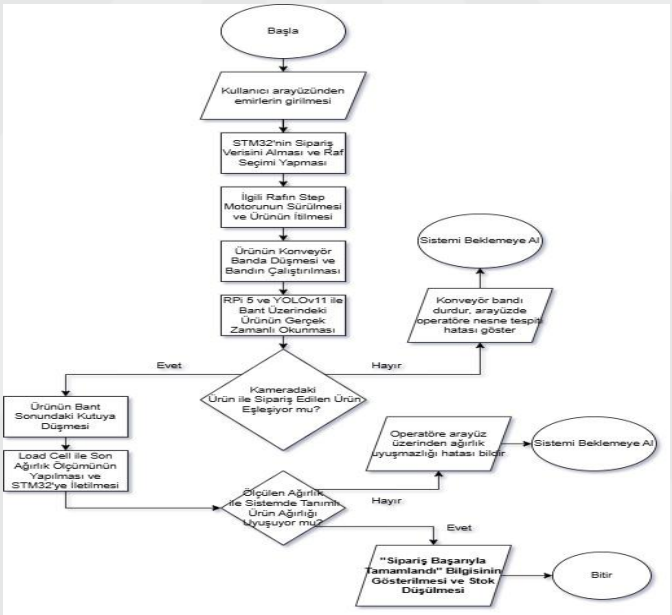
genellikle yüksek kurulum maliyetleri ve karmaşık altyapı gereksinimleri nedeniyle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) için erişilebilir olmaktan uzaktır.

Bu çalışmada, "KOBİ'ler için düşük maliyetli ve yüksek doğruluklu bir otonom depo yönetim sistemi nasıl tasarlanabilir?" araştırma sorusundan yola çıkılmıştır. Mevcut sistemlerin sunduğu yüksek maliyet bariyerini aşmak adına, Raspberry Pi 5 tabanlı bilgisayarlı görü ve STM32 kontrol ünitesinin bir arada kullanıldığı özgün bir mimari geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem, nesne tanıma teknolojisini fiziksel ağırlık doğrulaması ile birleştirerek çift aşamalı bir kontrol mekanizması sunmaktadır.

Yapılan bu proje, özellikle kısıtlı bütçeye sahip işletmeler için modüler ve ölçeklenebilir bir yapı sunması bakımından önem taşımaktadır. Görüntü işleme süreçlerinde OpenVINO optimizasyonu ve donanım katmanında tasarlanan PCB ile sistemin endüstriyel ortamlarda kararlı çalışması hedeflenmiştir. Bu yaklaşımla, yerli üretim imkanları kullanılarak depo yönetiminde hata payının minimize edilmesi ve operasyonel verimliliğin artırılmasına yönelik literatüre pratik bir katkı sağlanmaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, otonom depo sisteminin fiziksel yapısını oluşturan donanım bileşenleri ve bu bileşenlerin yönetiminde kullanılan yazılım yöntemleri detaylandırılmıştır. Geliştirilen otonom depo sisteminin sipariş alımından teslimatın doğrulanmasına kadar geçirdiği tüm operasyonel adımlar ve karar mekanizmaları detaylı bir şekilde tasarlanmıştır. Kullanıcı arayüzünden girilen siparişin donanım katmanında işlenmesi, görüntü işleme ile ön doğrulamasının yapılması ve loadcell sensörü ile nihai ağırlık kontrolünün gerçekleştirilmesi süreçlerini özetleyen genel sistem akış diyagramı Şekil 1'de sunulmaktadır.



**Şekil 1.** Otonom depo ve sipariş alma sisteminin çalışma algoritması ve kontrol akış diyagramı

### 2.1.Donanım Bileşenleri

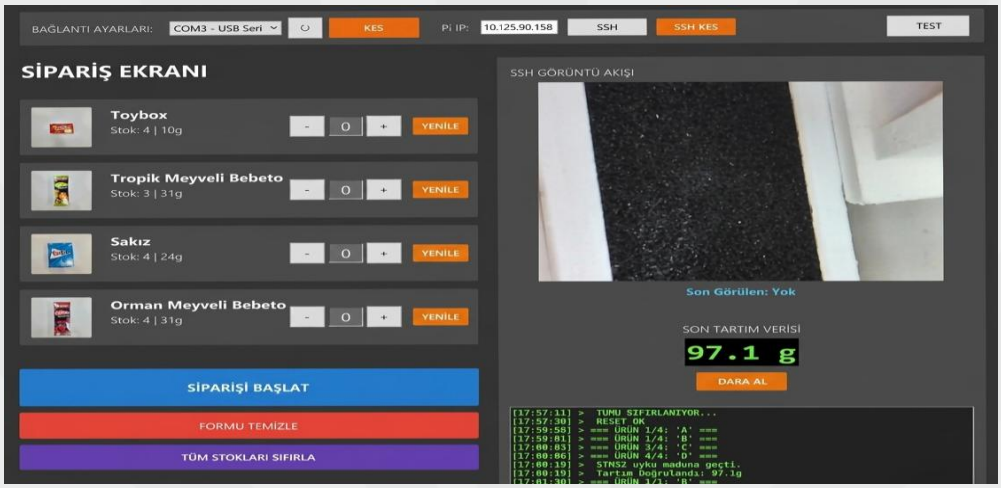
Sistemin hesaplama gücü ve kontrol mekanizması iki temel birim üzerine kurulmuştur. Görüntü işleme ve yapay zekâ çıkarımları için yüksek işlem kapasitesine sahip Raspberry Pi **5** mikrobilgisayarı kullanılmıştır. Görüntü aktarımı için sisteme Raspberry Pi Camera V3 entegre edilmiştir. Hareket kontrolü, farklı sensörlerden gelen verilerin bir arada işlenip kontrol edilmesi ve yük hücresi (loadcell) verilerinin işlenmesi görevlerini ise STM32 serisi bir mikrodenetleyici üstlenmektedir(Yılmaz ve Demir, 2020). Stok doğrulaması amacıyla kullanılan loadcell, ürünlerin ağırlık bilgisini STM32 üzerinden arayüze iletmektedir. Sistemin enerji ve sinyal dağıtımı, tasarlanan PCB üzerinden gerçekleştirilmektedir. Sistemi oluşturan tüm bu donanım birimlerinin bir araya getirildiği nihai prototip yapısı Şekil 2'de sunulmuştur.



**Şekil 2.**Sisteminin nihai prototipi

### 2.2.Görüntü İşleme ve Nesne Tespiti

Depo içerisindeki ürünlerin sınıflandırılması ve takibi için derin öğrenme tabanlı YOLOv11 algoritması tercih edilmiştir. Model, projeye özgü veri seti ile eğitilmiş ve Raspberry Pi 5 üzerinde gerçek zamanlı çalışabilmesi için OpenVINO kütüphanesi kullanılarak optimize edilmiştir. Bu optimizasyon süreci, modelin çıkarım hızını artırarak düşük gecikmeli bir takip mekanizması sağlamıştır(Şahin ve Kılıç, 2019).Eğitilen modelin gerçek zamanlı olarak nesneleri nasıl sınıflandırdığı ve bu verilerin kullanıcıya aktarıldığı yazılım arayüzü Şekil 3'te verilmiştir. Arayüzde stok verisi, ürün gramajları, ürün fotoğrafları, anlık kamera görüntüsü ve toplam ağırlık verisi kullanıcıya sunulmuştur.




**Şekil 3.**Kullanıcı arayüzü

## 3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, geliştirilen otonom depo sisteminin test aşamasında elde edilen veriler ve bu sonuçların projenin hedefleriyle olan uyumu değerlendirilmektedir.

### 3.1.Görüntü İşleme ve Nesne Tespiti Performansı

Yapılan ölçümler sonucunda, sistemin saniyede 11 ile 15 kare (FPS) arasında bir hızla nesne tespiti yapabildiği gözlemlenmiştir. Depo içi otonom hareketlerin genellikle düşük hızlarda gerçekleştiği göz önüne alındığında, bu işlem hızının gerçek zamanlı takip ve sipariş doğrulaması için yeterli olduğu değerlendirilmektedir. Sınıflandırma doğruluğunun ise %92 değerinde olduğu gözlemlenmiştir.

### 3.2.Ağırlık Doğrulama ve Donanım Kararlılığı

Loadcell sensöründen alınan veriler, STM32 mikrodenetleyicisi üzerinden arayüze aktarılmış ve ürün ağırlıklarının %95'in üzerinde bir doğrulukla tespit edildiği belirlenmiştir. Tasarlanan PCB sayesinde sistemin enerji dağıtımı kesintisiz sağlanmış ve sinyal gürültüleri minimize edilerek kararlı bir çalışma ortamı oluşturulmuştur. Geliştirilen bu prototip, KOBİ'lerin depo yönetim süreçlerini dijitalleştirmesi adına uygulanabilir bir çözüm sunduğunu kanıtlamıştır.

**KAYNAKLAR**


- Genç, E. ve Tunalı, İ., (2022). Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0 kapsamında akıllı depo sistemleri, Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 9, 4, 194-215.
- Şahin, M. ve Kılıç, E., (2019). Raspberry Pi mikrobilgisayarı ile gerçek zamanlı nesne tanıma ve takip sistemi tasarımı, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7, 2, 340-352.
- Yılmaz, K. ve Demir, A., (2020). ARM Cortex mimarisi tabanlı STM32 mikrodenetleyiciler ile endüstriyel step motor kontrolü uygulamaları, Politeknik Dergisi, 23, 1, 115-125.

# GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI XY PLOTTER SİSTEMİ İLE RESİM ÇİZİM UYGULAMASI

***Muhammed KALAYCI***

***Danışman: Prof. Dr. RahimeCEYLAN***

*f221222025@ktun.edu.tr; rceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi,*

*42000, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, dijital ortamda bulunan görüntüleri fiziksel ortama aktarılmasını sağlayan bir XY plotter sisteminin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Mevcut çizim sistemlerinde manuel müdahale ve sınırlı kontrol imkânı bulunduğundan doğruluk ve verimlilik istenilen seviyede değildir. Bu çalışmada, JetsonNano tabanlı bir kontrol sistemi ile step motorlar ve servo motor kullanılarak hassas bir çizim mekanizması oluşturulmuştur. Görüntü işleme yöntemleri ile seçilen resimler belirlenen işlem sırası ile işlenerek çizgi verilerine dönüştürülmekte ve sistem tarafından optimize edilerek çizim sırası uygun hale getirilmektedir. Elde edilen koordinat verileri, motor sürücüleri aracılığıyla fiziksel harekete dönüştürülerek kağıt üzerinde çizim gerçekleştirilmektedir. Sistem içerisinde kullanılan algoritmalar sayesinde çizim sırası optimize edilerek gereksiz hareketler azaltılmakta ve daha verimli bir çalışma sağlanmaktadır. Tüm süreç kullanıcı dostu bir arayüz üzerinden kontrol edilerek kolay kullanım imkânı sunulmaktadır. Bu yaklaşım, düşük maliyetli ve esnek bir yapıda XY plotter çizim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü işleme, Servo motor,Step motor kontrolü, XY plotter, XY plotter çizim sistemi

**ABSTRACT**

This project aims to develop an XY plotter system that enables the transfer of digital images to a physical environment. Existing plotting systems offer limited accuracy and efficiency due to manual intervention and restricted control. In this study, a precise plotting mechanism is created using a JetsonNano-based control system with stepper motors and servo motors. Selected images are processed using image processing methods, converted into line data in a predetermined sequence, and optimized by the system to optimize the plotting order. The resulting coordinate data is converted into physical motion via motor drivers, resulting in drawing on paper. Algorithms within the system optimize the plotting order, reducing unnecessary movements and ensuring more efficient operation. The entire process is controlled via a user-friendly interface, offering ease of use. This approach contributes to the development of low-cost and flexible XY plotter plotting systems.

**Keywords:** Image processing, Servo motor, Stepper motor control, XY plotter, XY plotterdrawingsystem

## 1. GİRİŞ

Günümüzde dijital ortamda üretilen görüntü ve bilgisiyar destekli tasarım ve mühendislik projelerini fiziksel ortama aktarılması, birçok mühendislik ve eğitim uygulamasında önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir. Ancak geleneksel yazıcıların yetersiz kaldığı durumlarda büyük boyutlu, hassas ve teknik çizimleri kağıda aktarma ihtiyaç haline gelmiştir.

Ancak mevcut yöntemlerde çizim işlemleri çoğunlukla manuel olarak gerçekleştirilmekte veya sınırlı otomasyon sistemleri kullanılmaktadır. Bu durum doğruluk, tekrar edilebilirlik ve verimlilik açısından çeşitli problemlere yol açmaktadır. Literatürde yer alan çizim robotu sistemleri incelendiğinde, bu yapıların genellikle yüksek maliyetli ve karmaşık olduğu görülmektedir (Smith, 2020; Lee, 2021). Ayrıca görüntü işleme tabanlı çalışmalarda çizim sırasının optimize edilmesi ve hareket kontrolünün verimli şekilde sağlanması konularında eksiklikler bulunmaktadır (Chen, 2022).

Bu projede, söz konusu eksiklikleri gidermek amacıyla görüntü işleme teknikleri ile desteklenen düşük maliyetli bir XY plotter sistemi geliştirilmiştir. Çalışmanın temel araştırma sorusu, dijital görüntü verilerinin optimize edilerek hassas ve tekrarlanabilir bir şekilde fiziksel çizime dönüştürülmesinin ne ölçüde mümkün olduğudur. Önerilen sistem, çizim sürecini bütüncül olarak ele alarak hem donanım hem de yazılım açısından daha sade ve erişilebilir bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, mevcut sistemlerdeki maliyet, karmaşıklık ve verimsizlik problemlerine alternatif bir yaklaşım elde etmek hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

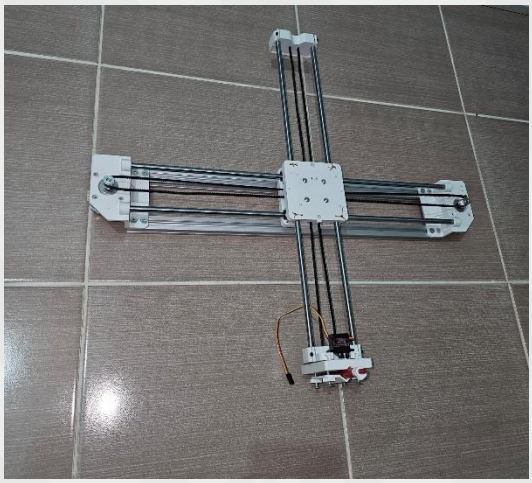
Bu çalışmada, dijital görüntülerin fiziksel ortama aktarılması amacıyla XY plotter tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşan bütünleşik bir yapı olarak tasarlanmıştır. Donanım kısmında iki eksenli hareket için step motorlar ve bu motorları sürmek amacıyla DRV8825 motor sürücüler kullanılmıştır. Kalem kontrolü için servo motor tercih edilmiş ve sistemin ana kontrol birimi olarak JetsonNano kullanılmıştır. Güç beslemesi  uygun Led Trafosu ile edilmiştir.

Yazılım tarafında, kullanıcıdan alınan görüntü sayısal görüntü işleme yöntemleri ile analiz edilmiştir. Görüntüler üzerinde gri tonlama, eşikleme, kontur bulma ve kenar tespiti işlemleri uygulanarak çizim için gerekli çizgi verileri elde edilmiştir. Elde edilen veriler koordinat sistemine dönüştürülerek XY düzleminde işlenmiş ve çizim sırası optimize edilmiştir. Bu sayede gereksiz hareketler azaltılarakdaha verimli bir çizim süreci sağlanmıştır.

Motor kontrolü, belirlenen koordinatlara göre adım sayısı hesaplanarak gerçekleştirilmiştir. Step motorlar ile hassas konumlandırma sağlanırken, servo motor yardımıyla kalemin kaldırma ve indirme işlemleri kontrol edilmiştir.

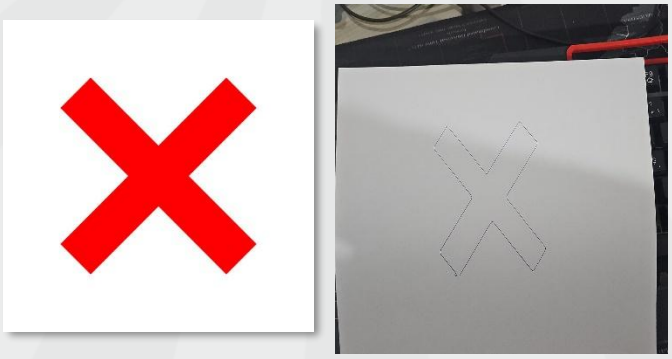
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Bu çalışmada geliştirilen XY plotter sistemi kapsamında, dijital görüntülerin fiziksel ortama aktarımı başarıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen sistemin manuel çizim yöntemlerine kıyasla daha hassas ve tekrarlanabilir bir performans sunduğunu göstermektedir. CoreXY kinematiği ve kontrol sistemi sayesinde iki eksenli hareket doğru bir şekilde sağlanmış ve kalem kontrolü stabil olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu durum, sistemin temel hareket kabiliyetinin güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır.



**Şekil 1. İki Eksenli Hareketi Gerçekleştiren Mekanik Yapı**

Görüntü işleme aşamasında elde edilen çizgi verileri, XY koordinat sistemine dönüştürülerek çizim sürecine aktarılmıştır. Yapılan testlerde, görüntü çözünürlüğü ve eşikleme parametrelerinin çizim kalitesi üzerinde doğrudan etkili olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle yüksek detay içeren görüntülerde titreşim ve mekanik hassasiyet sınırlamaları nedeniyle bazı sapmalar oluşmuştur (Şekil 2). Buna rağmen genel hatlarıyla sistemin hedeflenen şekli başarıyla çizebildiği görülmüştür.



**Şekil 2. Çizilmesi istenilen Resim(sol) İle Çizilen Resim(sağ)**

Ayrıca çizim sırasının optimize edilmesi ile gereksiz hareketler azaltılmış ve sistemin daha verimli çalışması sağlanmıştır. Kalem kaldırma ve indirme işlemlerinde yapılan iyileştirmeler sayesinde çizim sırasında oluşan istenmeyen izler büyük ölçüde azaltılmıştır. Bununla birlikte servo motor kaynaklı küçük titreşimlerin çizim kalitesini kısmen etkilediği tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular, geliştirilen XY plotter sisteminin düşük maliyetli ve işlevsel bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Sistem, dijital verilerin fiziksel ortama aktarılmasında temel gereksinimleri karşılamakta ve geliştirilmeye açık bir yapı sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem eğitim hem de mühendislik uygulamalarında kullanılabilecek pratik bir alternatif olarak değerlendirilmektedir.

**KAYNAKLAR**


- Chen, J. (2022). Image processingbasedpathoptimizationfordrawingsystems. *RoboticsandComputer-IntegratedManufacturing*, 74, 102264

- Lee, K. (2021). Development of automateddrawingrobotsusingstepper motor control. *Journal of RoboticsandAutomation*, 5, 2, 45-52.

- Smith, J. (2020). Design andimplementation of low-cost CNC plottingsystems. *International Journal of EngineeringResearchandTechnology*, 9, 6, 202-205.


.

# GİRDAP KAYNAKLI TİTREŞİMLERİN FARKLI SÖNÜM KATSAYILARINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİNİN OPENFOAM İLE ARAŞTIRILMASI

***Eren Berk Saç***

***Danışman: Doç. Dr. Sercan Doğan***

*f241210027@ktun.edu.tr,sercandogan@ktun.edu.tr*

*Makine Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, dairesel bir silindirin laminer akış altında maruz kaldığı girdap kaynaklı titreşimler üzerinde yapısal sönümlemenin etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada açık kaynak kodlu OpenFOAM yazılımı kullanılarak zamana bağlı akış–yapı etkileşimi (FSI) simülasyonları gerçekleştirilmiş ve Re = 100 laminer akış rejiminde farklı yapısal sönüm katsayıları incelenmiştir. Silindire etki eden kaldırma kuvveti hesaplanmış ve kaldırma katsayısının zamana bağlı değişimi elde edilmiştir.

Sonuçlar, yapısal sönümlemenin silindirin titreşim genliği üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermektedir. Sönümsüz durumda boyutsuz genlik A/D = 0.499 iken, sönüm katsayısının artırılmasıyla titreşim genliği kademeli olarak azalmıştır. Orta seviyedeki sönümleme değerlerinde (c = 0.201 ve c = 0.42) titreşim genliği sırasıyla yaklaşık %23 ve %41 oranında azalmıştır. En yüksek sönümleme durumunda (c = 0.804) ise genlik A/D = 0.202 değerine düşerek başlangıç durumuna göre yaklaşık %60 oranında bastırılmıştır. Bu durum, yapısal sönümlemenin girdap kaynaklı titreşimleri kontrol etmede önemli bir parametre olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akış–yapı etkileşimi (FSI), girdap kaynaklı titreşimler (VIV), laminer akış, OpenFOAM, yapısal sönümleme

**ABSTRACT**

This study aims to investigate the effects of structural damping on vortex-induced vibrations of a circular cylinder subjected to laminar flow. In this study, time-dependent fluid–structure interaction (FSI) simulations were performed using the open-source OpenFOAM software, and different structural damping coefficients were examined at a laminar flow regime of Re = 100. The lift force acting on the cylinder was calculated, and the time-dependent variation of the lift coefficient was obtained.

The results show that structural damping has a significant effect on the vibration amplitude of the cylinder. In the undamped case, the dimensionless amplitude was A/D = 0.499, while the vibration amplitude gradually decreased with increasing damping coefficient. At moderate damping levels (c = 0.201 and c = 0.42), the vibration amplitude decreased by approximately 23% and 41%, respectively. In the highest damping case (c = 0.804), the amplitude dropped to A/D = 0.202, corresponding to an approximately 60% reduction compared to the undamped

case. These findings indicate that structural damping is an important parameter in controlling vortex-induced vibrations.

**Keywords:**Fluid–structure interaction (FSI), laminar flow, OpenFOAM, structural damping, vortex-induced vibrations (VIV)

## 1. GİRİŞ

Girdap Kaynaklı Titreşimler (Vortex-Induced Vibrations, VIV), akışkan–yapı etkileşimlerinde sıkça görülen ve mühendislik açısından kritik bir fenomendir. Dairesel kesitli silindirler ve benzeri yapılar, akışkanın oluşturduğu periyodik girdap kuvvetleri nedeniyle titreşime girer. Bu titreşimler, yapının doğal frekansı ile girdap kopma frekansının çakıştığı "lock-in" durumunda maksimum seviyeye ulaşır ve yapısal güvenlik açısından önemli riskler oluşturur. Bu davranış, değişken kütle ve sönümleme koşulları altında deneysel olarak (Blevins ve Coughran, 2009) tarafından detaylı biçimde incelenmiştir. Ayrıca, (Lupi vd., 2018) bu fenomenin aerodinamik sönümleme ve yapısal stabilite üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, VIV yalnızca bir risk değil, aynı zamanda akış enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi açısından da potansiyel sunmaktadır.

Bu çalışmada, Re = 100 laminer akış koşullarında dairesel bir silindirin VIV davranışı incelenmiş ve yapısal sönümlemenin etkisi değerlendirilmiştir. OpenFOAM 12 kullanılarak gerçekleştirilen zamana bağlı akış–yapı etkileşimi (FSI) simülasyonlarında kaldırma kuvveti ve kaldırma katsayısının zamana bağlı değişimi analiz edilmiştir. Farklı sönüm katsayıları altında elde edilen sonuçlar, yapısal sönümlemenin titreşim genliğini önemli ölçüde azalttığını ve VIV kontrolünde kritik bir parametre olduğunu göstermektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Bu çalışmada, dairesel kesitli bir silindirin düşük Reynolds sayısında (Re = 100) laminer akış altındaki Girdap Kaynaklı Titreşim (VIV) karakteristikleri sayısal olarak incelenmiştir. Hesaplamalar, açık kaynaklı Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımı OpenFOAM 12 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Akışkan–Yapı Etkileşimi (FSI) probleminin çözümü için çift yönlü bağlaşık (two-way coupled) bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu kapsamda, zamana bağlı Navier–Stokes denklemleri çözülerek akış alanı elde edilirken, silindirin hidrodinamik kuvvetlere verdiği mekanik tepki eş zamanlı olarak hesaplanmıştır. Akış ve yapı arasındaki karşılıklı etkileşim, dinamik ağ (dynamic mesh) yöntemi ile modellenmiştir.

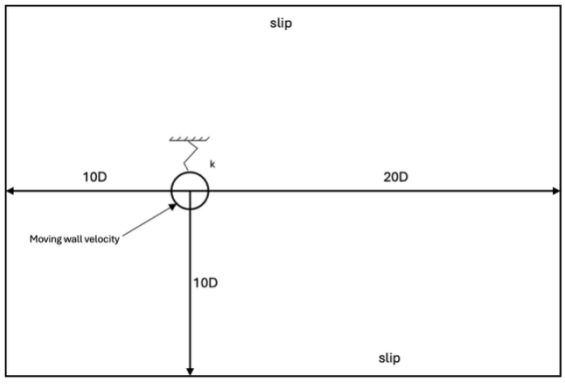
Silindirin hareketi, sixDoFRigidBodyMotion kütüphanesi kullanılarak yalnızca düşey doğrultuda sınırlandırılmıştır. Sistem, kütle–yay–sönümleyici modeli ile temsil edilmiş; kütle (m), sertlik (k) ve sönümleme katsayısı (c) parametreleri kontrol edilerek titreşim davranışı analiz edilmiştir.

### 2.1. Sınır Koşulları, Akış Alanı ve Ağ Yapısı

Hız ($U_x$) ve basınç (p) alanları için uygun sınır koşulları tanımlanmıştır. Üst ve alt sınırda serbest akımı temsil etmek amacıyla slip koşulu uygulanmıştır. Girişte ortalama akış hızına küçük genlikli sinüzoidal bir pertürbasyon eklenerek akış simetrisinin kırılması ve girdap oluşumunun tetiklenmesi sağlanmıştır. Çıkışta p = 0 sabit basınç ve hız için zeroGradient koşulu kullanılmıştır. Silindir yüzeyinde movingWallVelocity, ön ve arka yüzeylerde ise empty sınır koşulu uygulanmıştır.

Hesaplama alanı 30D × 20D × D boyutlarında tanımlanmış; silindir girişten 10D uzaklığa yerleştirilmiş ve arka akışın gelişimi için çıkışa kadar 20D mesafe bırakılmıştır. Akış alanı

Şekil 1'de gösterilmiştir. Ağ yapısı blockMesh ile oluşturulmuş ve silindir çevresinde yoğunlaştırılmıştır.




Şekil 2.1.1.Akış Alanı

### 2.2. Kütle-Yay-Sönümleyici Sistemi (Mass-Spring-Damper System)

Silindirin akışkan kuvvetlerine verdiği dinamik tepki, tek serbestlik dereceli (1-DoF) bir kütle–yay–sönümleyici sistemi ile modellenmiştir. Bu model, silindirin düşey (y) yer değiştirmesini zamana bağlı kaldırma kuvveti ile ilişkilendirmektedir. Sistem parametreleri **m = 2.0 kg, k = 2.02 N/m** olarak sabit tutulmuş, sönümleme katsayısı ise **c = 0, 0.015, 0.201, 0.42 ve 0.804 Ns/m** değerleri için incelenmiştir.

Hesaplamalarda OpenFOAM'un dynamicMotionSolverFvMesh çözümleyicisi ve sixDoFRigidBodyMotion kütüphanesi kullanılmıştır. Silindirin hareketi yalnızca düşey eksenle sınırlandırılmış, diğer doğrultular ve dönmeler kısıtlanmıştır. Dinamik ağ yaklaşımı ile silindirin hareketi takip edilmiş, hücre deformasyonu silindir merkezinden 4D mesafeye kadar sınırlandırılarak uzak alan ağ kalitesi korunmuştur.

Bu yaklaşım sayesinde, farklı sönümleme değerlerinin titreşim genliği ve faz davranışı üzerindeki etkileri sistematik olarak analiz edilmiştir.

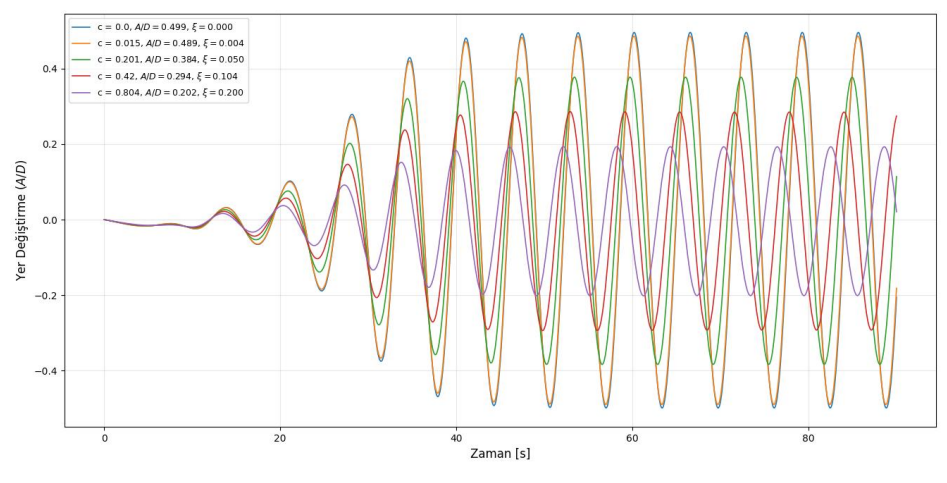
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu Analizler, silindirin akışkan kuvvetlerine verdiği tepkinin sönümleme katsayısına güçlü biçimde bağlı olduğunu göstermektedir. Düşük sönümleme durumlarında silindir, akış ile senkronize hareket ederek yüksek genlikli salınımlar sergilemekte ve geniş bir girdap izi oluşturmaktadır. Bu davranış, normalize salınım genliği (A/D) zaman serilerinde açıkça görülmektedir (Şekil 2).

Sönümleme katsayısının artırılmasıyla birlikte titreşim genliği kademeli olarak azalmaktadır. Orta sönümleme değerlerinde (c = 0.201 ve c = 0.42), salınım genliği sırasıyla yaklaşık %23 ve %41 oranında azalarak kısmen bastırılmıştır. Yüksek sönümleme durumunda (c = 0.804) ise genlik yaklaşık %60 oranında düşmüş, silindirin salınımı büyük ölçüde sönümlenmiştir.

Ayrıca, sönümlemenin artmasıyla birlikte akış izi daralmakta ve girdap yapıları daha düzenli hale gelmektedir. Bu durum, silindir hareketinin akış üzerindeki geri etkisinin zayıfladığını göstermektedir.

Sonuç olarak, yapısal sönümlemenin hem titreşim genliği hem de akış yapıları üzerinde belirleyici bir rol oynadığı ve VIV kontrolünde kritik bir parametre olduğu ortaya konmuştur.




**Şekil 3.1.Farklı sönümleme katsayıları (c) için silindirin normalize edilmiş salınım genliği (A/D) zaman serileri.**

**KAYNAKLAR**

Blevins, R. D., ve Coughran, C. S., (2009). Experimental investigation of vortex-induced vibration in one and two dimensions with variable mass, damping, and Reynolds number.

Gabbai, R. D., ve Benaroya, H., (2005). An overview of modeling and experiments of vortex-induced vibration of circular cylinders. Journal of Sound and Vibration, 282(3–5), 575–616.

Lupi, F., Niemann, H. J. ve Höffer, R., (2018). Aerodynamic damping model in vortex-induced vibrations for wind engineering applications. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 174, 281–295.

Prasanth, T. K., ve Mittal, S., (2008). Vortex-induced vibrations of a circular cylinder at low Reynolds numbers. Journal of Fluid Mechanics, 594, 463–491.

# SÜRÜ İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE ORMAN YANGINLARINA OTONOM MÜDAHALE VE SİMÜLASYON UYGULAMALARI

***Didem Tuğba Kazel, Elif Uzun, Yurdalan Acarbaş***

***Danışman: Sait Ali Uymaz***

*f250101045@ktun.edu.tr;f250101107@ktun.edu.tr;f250101069@ktun.edu.tr*

*Bilgisayar Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi , Konya Teknik Üniversitesi, 42150, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, Türkiye'de özellikle son yıllarda artış gösteren orman yangınlarına karşı proaktif ve yenilikçi bir müdahale stratejisi geliştirmeyi hedeflemektedir. Proje kapsamında, uygun bir simülasyon ortamında modellenen döner kanatlı sürü insansız hava araçlarının (İHA), yangın sahasındaki otonom davranışları ve müdahale kapasiteleri analiz edilmiştir. Geliştirilen sistem; sürü algoritmaları aracılığıyla İHA'ların birbirleriyle ve çevreyle olan etkileşimlerini yönetirken, görüntü işleme desteğiyle yangın ve dumanın başlangıç aşamasında tespit edilmesini sağlamaktadır. Simülasyon senaryolarında; araçların çarpışma riskine karşı güvenli navigasyonu, hava koşullarına ve yangın yönüne bağlı olarak otonom formasyon değişiklikleri (aerodinamik verimlilik için dizilim optimizasyonu), batarya/mühimmat yönetimi ve proaktif alan taraması süreçleri başarıyla test edilmiştir. Elde edilen bulgular, sürü zekası tabanlı yaklaşımın geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı ve koordineli bir müdahale altyapısı sunduğunu kanıtlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Afet yönetimi, İHA, Otonom devriye, Orman yangınları, Simülasyon.

**ABSTRACT**

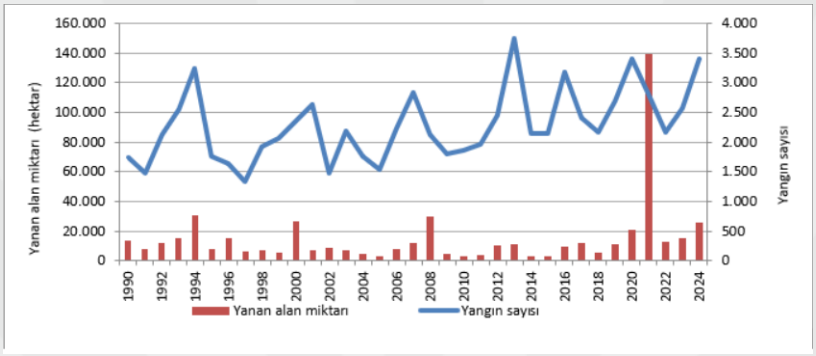
This study aims to develop a proactive and innovative intervention strategy against forest fires, which have increased significantly in Turkey in recent years. Within the scope of the project, the autonomous behavior and intervention capacities of rotary-wing swarm unmanned aerial vehicles (UAVs) modeled in a suitable simulation environment were analyzed. While the developed system manages the interactions of UAVs with each other and the environment through swarm algorithms, it ensures the detection of fire and smoke at the initial stage with image processing support. In simulation scenarios; processes such as safe navigation against collision risk, autonomous formation changes depending on weather conditions and fire direction (alignment optimization for aerodynamic efficiency), battery/ammunition management, and proactive area scanning were successfully tested. The findings demonstrate that the swarm intelligence-based approach provides a faster and more coordinated intervention infrastructure compared to traditional methods.

**Keywords:** Autonomous patrol, Disaster management, Forest fires, Simulation, UAV.

## 1. GİRİŞ

Yangınların hızlıca geniş alanlara yayıldığı durumlarda, doğrudan müdahale zorlaşmakta; bu da daha hızlı, esnek ve etkili çözüm yöntemlerinin önemini artırmaktadır. Bu tür yangınlar sırasında yalnızca yangının başladığı bölgeye değil, aynı zamanda yangının

yayılma yönlerine de odaklanan stratejik müdahaleler gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı bu alanlarda, acil durum ekiplerinin hızlı bir şekilde sahaya erişimini sağlayacak ve yangına çoklu noktadan eşzamanlı müdahaleye olanak tanıyacak yenilikçi teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Orman yangınlarını kontrol altına almak için, bu teknolojik çözümler etkin ve koordineli bir müdahale kapasitesini mümkün kılmaktadır.




**Şekil 9 Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İstatistikleri, 2022**

Bu bağlamda yangın yönetimi, sadece yangın söndürme değil, aynı zamanda yangının yayılmasını önlemek ve çevresel hasarları en aza indirmek için hayati önem taşımaktadır. Geleneksel yöntemlerin uzak ve ulaşılması zor bölgelerde yetersiz kalabilmesi, otonom sürü sistemlerinin kullanımını bir gereklilik haline getirmiştir.Bu çalışmada, Konya Teknik Üniversitesi bünyesinde yürütülen araştırmalar temel alınarak, sürü İHA'ların otonom devriye, görüntü işleme destekli erken yangın tespiti ve koordineli müdahale süreçlerindeki etkinliği sanal test ortamları aracılığıyla araştırılmıştır. Sistemin otonom yapısı; devriye uçuşları sırasında havadan elde edilen anlık görsel verilerin, derin öğrenme tabanlı nesne algılama algoritmalarıyla sürekli analiz edildiği bir görüntü işleme altyapısıyla desteklenmiştir. Bu yaklaşım sayesinde, manuel bir ihbara gerek kalmaksızın duman ve alev hedefin konum bilgilerinin sürüye anında aktarılması ve araçların otonom olarak bölgeye yönlenerek eşzamanlı müdahale sürecini başlatması sağlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje, yüksek sadakatli bir simülasyon ortamı olan **Gazebo** üzerinde kurgulanmıştır. İHA'ların uçuş kontrolü için **ArduPilot** yazılımı ve programlanabilirlik için **Mavlink** kütüphanesi kullanılmıştır.

### 2.1. Sürü Navigasyonu ve Çarpışma Önleme:

İHA'ların yangın noktasına güvenli şekilde ulaşması için **Boids** algoritması (Ayrılma, Hizalama, Yoğunlaşma kuralları) uygulanmıştır. Bu sayede araçların birbirine çarpması engellenmiş ve sürü bütünlüğü korunmuştur.[1]

1. Ayrılma (Separation): İHA'lar birbirlerinden belli bir mesafede uzak durur, böylece çarpışmalar önlenir.

2. Hizalama (Alignment): Her bir İHA, çevresindeki diğer İHA'larla hız ve yön bakımından uyumlu hareket eder.

3. Yoğunlaşma (Cohesion): İHA'lar, grup içinde kalmak için birbirlerine doğru hareket ederler

**2.2. Görüntü İşleme ve Yangın Tespiti:**

Yangın ve dumanın gerçek zamanlı tespiti için **YOLOv8** nesne algılama mimarisi kullanılmıştır. Proaktif alan taraması sırasında İHA kameralarından gelen veriler bu modelle işlenerek yangın başlangıç koordinatları sürüye iletilmektedir.

**2.3. Formasyon ve Çevresel Adaptasyon:**

Hava durumu (rüzgar, nem) verilerine göre sürünün dizilim geometrisi optimize edilmiştir. Rüzgar direncini kırmak ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla sürünün doğrusal formasyondan **V-şeklinde** bir dizilime otonom geçişi sağlanmıştır.

**2.4. Dinamik Kaynak Yönetimi:**

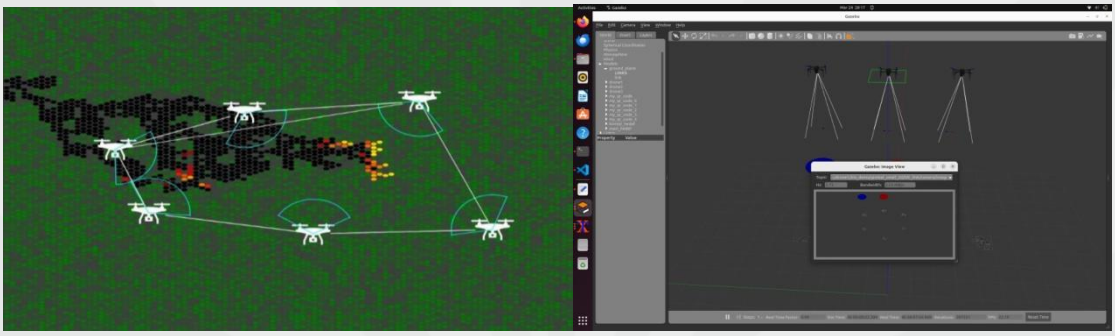
**MAVLink** protokolü üzerinden takip edilen batarya ve mühimmat seviyeleri kritik eşiğe düştüğünde, ilgili İHA otonom olarak sürüden ayrılıp ana istasyona dönmekte; yerine tam kapasiteli bir yedek İHA otomatik olarak eklenmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Simülasyon ortamında yürütülen çeşitli afet senaryoları (farklı rüzgar hızları, orman yoğunlukları ve değişen yangın başlangıç noktaları) altında sürü İHA sisteminin operasyonel performansı detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Görüntü işleme tabanlı otonom alan taraması testlerinde, yangın ve duman tespiti geleneksel ihbar ve gözlem yöntemlerine kıyasla çok daha erken aşamalarda gerçekleştirilmiştir. Sistemin, çevresel görsel gürültülere rağmen yüksek bir doğruluk oranıyla ısı artışlarını ve dumanı başlangıç aşamasında tespit edip sürüye hedef koordinat olarak ilettiği gözlemlenmiştir. Bu erken tespit mekanizması, yangının büyümeden kontrol altına alınması için kritik bir zaman avantajı sağlamıştır. Yapılan testler sonucunda, görüntü işleme destekli sürü algoritmalarının yangına müdahale süresini önemli ölçüde kısalttığı gözlemlenmiştir. Özellikle proaktif alan taraması sayesinde ihbar gelmeden önce yangınların tespit edilebildiği ve sistemin çevresel koşullara adaptasyonunu ölçmek amacıyla simülasyonda rüzgar şiddetinin artırıldığı senaryolar test edilmiştir. Belirli bir rüzgar eşiği aşıldığında ve yangın yayılım yönü tespit edildiğinde rüzgar yönüne göre alınan V-formasyonunun sürünün uçuş stabilitesini artırdığı doğrulanmıştır.Son olarak, dinamik kaynak yönetimi testlerinde, uçuş sırasında bataryası kritik seviyeye inen veya yangın söndürücü mühimmatı tükenen İHA'ların görev alanını diğer araçlarla çakışmadan güvenli bir şekilde terk ettiği görülmüştür.




**Şekil 10 Yolov8 ile Yangın Tespiti**



**Şekil 11 Simülasyon Görüntüleri**

Sonuç olarak, simülasyon testlerinden elde edilen tüm veriler; sürü zekası algoritmaları ve görüntü işleme teknikleriyle donatılmış otonom İHA'ların, orman yangınlarıyla mücadelede erken tespit, güvenli otonom navigasyon, enerji verimliliği ve sürekli müdahale yetenekleri sunduğunu kanıtlamaktadır. Bu sistem, mevcut afet yönetim stratejilerinde insan faktörüne bağlı riskleri ve gecikmeleri en aza indiren, çevre dostu ve yenilikçi bir teknolojik altyapı alternatifi oluşturmaktadır.

**KAYNAKLAR**


- Adams, V. H., (t.y.). Boidsalgorithm, Van Hunter Adams.
- Akyıldız, B., (2023). What is YOLOv8? How touse it, Medium.
- Bayındır, L., (2016). A review of swarmroboticstasks, Neurocomputing, 172, 292-321.
- Bilgili, E., Küçük, Ö., Sağlam, B. ve Coşkuner, K. A., (2021). Büyük orman yangınları: Sebepleri, organizasyonu ve idaresi in Kavzoğlu, T., eds, Orman yangınları sebepleri, etkileri, izlenmesi, alınması gereken önlemler ve rehabilitasyon faaliyetleri, Türkiye Bilimler Akademisi, 1-23, Ankara.
- Seçkin, A. Ç., Karpuz, C. ve Özek, A., (2016). Sürü Robotiği, UBMK'16 - Uluslararası Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Konferansı, Tekirdağ-Türkiye.

# GERİ BİLDİRİMLİ RF KONTROLLÜ VİNÇ

***Cengizhan Dede***

***Danışman: Prof. Dr. Ercan Yaldız***

*f231222066@ktun.edu.treyaldiz@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42100, Konya*

**ÖZET**

Bu projede; STM32 tabanlı, kablosuz olarak kontrol edilebilen ve geri bildirimli bir mini vinç sistemi geliştirilmiştir. Sistem; vinç birimi ve kumanda birimi olmak üzere iki ayrı yapıdan oluşmaktadır. Kumanda biriminde operatör hareket komutları oluşturmakta, kumanda üzerinden vincin anlık konumunu ve bağlantı durumunu izleyebilmektedir. Vinç birimi ise kumandadan aldığı komutlar sayesinde hareketleri gerçekleştirir. Çift yönlü haberleşme yapısı sayesinde sistemin birimler arası bağlantı durumu, vinç dönme açısı ve kabin yüksekliği bilgisi, geri bildirim olarak kumanda üzerinden operatöre aktarılabilmektedir. Ayrıca vinç biriminde bulunan mesafe sensörü ile vinç kafesinin düşey konumunun izlenmesi ve güvenli çalışma sınırlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Tasarlanan bu sistem; uzaktan kontrol, geri bildirim ve güvenli hareket kontrolünü bir arada sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çift yönlü haberleşme, Geri bildirim, Kablosuz kontrol, STM32,Vinç

**ABSTRACT**

In this project, an STM32-based, wirelessly controllable mini crane system with feedback has been developed. The system consists of two separate structures: the crane unit and the control unit. In the control unit, the operator generates movement commands and can monitor the real-time position of the crane and the connection status via the controller. The crane unit, on the other hand, performs movements based on the commands received from the controller. Thanks to the bidirectional communication structure, feedback regarding the connection status between units, the crane rotation angle, and the cabin height can be transmitted to the operator via the controller. Additionally, it is aimed to monitor the vertical position of the crane cage and establish safe operating limits using a distance sensor located on the crane unit. The designed system combines remote control, feedback, and safe motion control.

**Keywords:**Bidirectionalcommunication, Crane, Feedback, STM32, Wireless control

## 1. GİRİŞ

Vinç sistemleri, yüklerin kontrollü biçimde kaldırılması, indirilmesi ve taşınması gereken birçok endüstriyel uygulamada önemli bir yere sahiptir. Bu sistemlerde güvenli hareket, salınım kontrolü ve operatör müdahalesinin etkinliği, kontrol başarımını doğrudan etkileyen temel unsurlar arasında yer almaktadır (Abdel-Rahman vd., 2003). Bu tür sistemlerde hareketin güvenli, hassas ve operatör tarafından kolay yönetilebilir olması büyük önem arzetmektedir.Özellikle uzaktan kontrol edilen vinç uygulamalarında, operatörün yalnızca komut vermesi değil, aynı zamanda sistemin durumunu anlık olarak

izleyebilmesi de büyük önem taşımaktadır. Kablosuz izleme ve kontrol yapılarının, bu tür sistemlerde esnek ve kullanışlı çözümler sunduğu bildirilmektedir (Bi, 2014). Bununla birlikte bu sistemlerde yalnızca hareket komutunun verilmesi yeterli olmayıp, sistemin anlık durumunun izlenebilmesi ve belirli sınırlar içerisinde güvenli biçimde çalıştırılması da önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışma; kablosuz haberleşme, motor kontrolü, geri bildirim izleme ve güvenli hareket sınırlandırma işlevlerini tek bir prototipte birleştirmesi önemli bir başarımdır. Aynı zamanda ilgi alanlarımdan olan gömülü sistemler, sensör kullanımı, motor sürme teknikleri ve operatör arayüzü tasarımı konularında kendimi geliştirmem için önemli bir fırsat olmaktadır. Geliştirilen sistemin küçük ölçekli bir prototip olmasına rağmen, endüstriyel kaldırma ve taşıma sistemlerinde kullanılan temel kontrol mantığını yansıtması açısından öğretici ve geliştirilebilir bir çalışma olduğu düşünülmektedir. Sonraki bölümlerde projede gerçekleştirilen sistemin mekanik gövde ve elektronik devre tasarımı ile çift yönlü haberleşme yapısı hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sistem, prototip gövde ve motorların yanı sırakumanda ve vinç birimi olmak üzere iki ana elektronik devrebölümünden oluşturulmuştur. Kumanda biriminde operatör komutlarının oluşturulması ve vinç kabini durumunun izlenmesi amaçlanırken; vinçbiriminde motor sürme, konum kontrolü ve geri bildirim işlevleri yerine getirilmiştir. Çalışmada kullanılan ekipmanlar ve yöntem aşağıda açıklanmıştır.

### 2.1. Materyal

Proje kapsamında kullanılan başlıca donanım elemanları şunlardır: iki adet STM32F407G DISC1 geliştirme kartı, iki adet nRF24L01 kablosuz haberleşme modülü, joystick modülü, $I^2C$ arayüzlü 2×16 LCD ekran, MG995 servo motor, 12V encoder'li doğru akım motoru, BTS7960 motor sürücü modülü ve HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü. Vinç gövdesini hareket ettirenservo motor ve doğru akım motoru, sistem kararlılığını artırmak amacıyla harici 12V 5A güç kaynağı ile beslenmiştir. Sistemin yazılımı STM32CubeIDE geliştirme ortamında hazırlanmış olup gerekli kodlar C dili kullanılarak geliştirilmiştir.

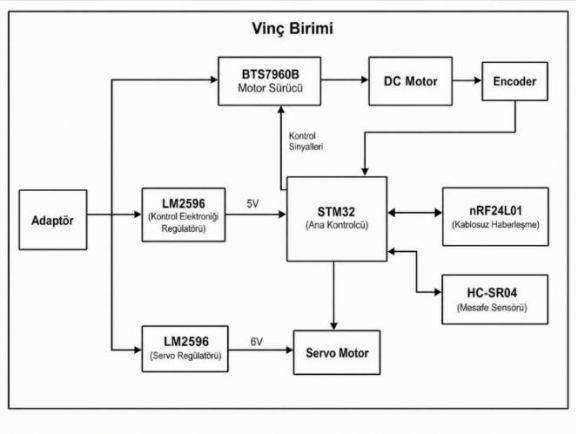
### 2.2. Prototip Gövde Tasarımı

Geliştirilen vinç sisteminin prototip gövdesi, hafif, ekonomik ve kolay şekillendirilebilir bir malzeme olması nedeniyle ahşap parçalar kullanılarak oluşturulmuştur.Bu malzeme hem kolay temin edilebilir olması hem de kesme, yapıştırma ve montaj işlemlerine uygunluğu nedeniyle prototip geliştirme sürecinde pratik bir çözüm sunmuştur.Prototip gövde tasarımında amaç, vinç sisteminin temel çalışma prensipleriniGösterebilecek taşıyıcı kafes,motor ve sensör gibi bileşenlerin yerleştirilebileceği bir yapı oluşturmaktır.Böylece proje, yalnızca elektronik kontrol boyutuyla değil, aynı zamanda fiziksel prototip yapısıyla da bütüncül bir hale getirilmiştir.

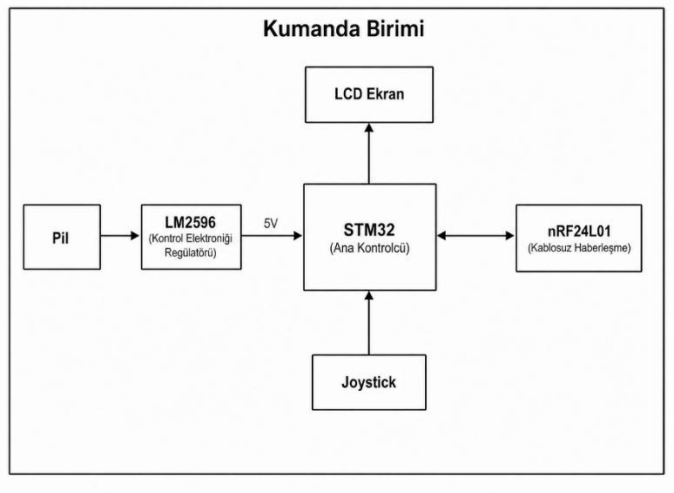
### 2.3. Elektronik Sistem Tasarımı

Geliştirilen sistem, STM32F407G DISC1 geliştirme kartı temel alınarak oluşturulmuştur. Kumanda biriminde joystick modülü, nRF24L01 kablosuz haberleşme modülü ve $I^2C$ haberleşmeli 2×16 LCD ekran kullanılmıştır. Vinç biriminde ise nRF24L01 kablosuz haberleşme modülü, MG995 servo motor, 12V encoder'li doğru akım motoru, BTS7960 motor sürücü modülü ve HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılmıştır. Kumanda birimindeki joystick üzerinden alınan X ve Y ekseni bilgileri, STM32 mikrokontrolcüsü tarafından işlenerek uygun kontrol komutlarına dönüştürülmektedir. Bu komutlar kablosuz haberleşme modülleri aracılığıyla vinç birimine iletilmekte ve gereklimotor hareketleri sağlanmaktadır. Benzer şekilde vinç biriminden gelen geri bildirim verileri kumanda birimindekiSTM32 mikro kontrolcüsündedeğerlendirilerek;LCD ekran üzerindenhaberleşme durumu, servo motorun açısı, doğru akım motorunun yönü ve kafesin düşey yüksekliği bilgilerioperatöre aktarılmaktadır.

Tasarlanan elektronik sistemin vinç kontrol birimiŞekil 1'de, kumanda birimi Şekil 2'de verilmektedir.




**Şekil 1.**Vinç BirimiElektronik Sistemine Ait Blok Diyagram




**Şekil 2.**KumandaBirimiElektronik SistemineAit Blok Diyagram

### 2.4. Encoder ve Mesafe Ölçümü ile Güvenlik Geri Bildirimi

Doğru akım motoruna bağlı encoder yapısı kullanılarak motorun hareketi izlenmiştir. Encoder çıkışlarından elde edilen darbeler yardımıyla motorun dönüş yönü ve hareket miktarı hakkında bilgi elde edilmiştir. Bu bilgiler sistemin doğrulanmasında ve operatör arayüzünde geri bildirim sağlanmasında kullanılmıştır.Sistemin düşey eksendeki konum bilgisini belirlemek amacıyla HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılmıştır. Sensör, vinç mekanizmasının üst kısmına yerleştirilerek kafesin üst yüzeyine olan uzaklığı ölçmektedir. Elde edilen mesafe bilgisi sayesinde kafesin üst ve alt sınır konumlarının belirlenmesi ve bu sınır değerlerine göre motor hareketinin güvenli şekilde sınırlandırılması hedeflenmiştir. Aynı ölçüm bilgisinin LCD ekran üzerinden operatöre aktarılması ile sistemin bulunduğu yükseklik bilgisinin anlık olarak izlenebilmesi amaçlanmıştır.Vinç sistemlerinde güvenli hareket, konum takibi ve kontrol kararlılığı literatürde temel tasarım kriterleri arasında gösterilmektedir (Abdel-Rahman vd., 2003).Ek güvenlik sağlamak amacıyla, vincin sağa-sola veya aşağı-yukarı hareketi sırasında buzzer alarmı devreye alınarak çevrede çalışanlar sesli olarak uyarılmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada STM32F407G DISC1mikro kontrolcüsüne dayalı olarak geliştirilen kablosuz kontrollü mini vinç sisteminde, kumanda ve vinç birimleri arasındaveri iletimi başarıyla sağlanmıştır. Joystick üzerinden oluşturulan komutlar nRF24L01 modülü ile vinç birimine aktarılmış, bu komutlar doğrultusunda servo motor ve doğru akım motoru başarıyla kontrol edilmiştir.Ayrıca sistemde HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılarak yükün düşey konumunun izlenmesi ve üst-alt sınır değerlerine göre güvenli hareketin sağlanması hedeflenmiş ve başarılmıştır. LCD ekran üzerinden RF haberleşme durumu, servomotora bağlı vinç dönme açısı ileencoder tabanlı motor hareket yönü ve kafes yüksekliği bilgilerinin operatöregösterilmesi ve aynı zamanda vinç hareketine eşlik eden sesli ikaz işlemleri başarıyla gerçekleştirilmiştir.Bu durum, kablosuz izleme ve operatör destekli kontrol yapılarının vinç uygulamalarında kullanılabilirliğini gösteren önceki çalışmalarla benzerlik taşımaktadır (Chi vd., 2012).

Yapılan testlerde elde edilen sonuçlar, sistemin uzaktan kontrol, geri bildirimli izleme ve güvenli hareket işlevlerini bir arada gerçekleştirebildiğini göstermiştir. Bu özellikleri dikkate alındığındagerçekleştirilenproje uzaktan kontrollü uygulamalar içinhem eğitim amaçlı bir prototip hem de gelecek benzer uygulamalariçin geliştirilmeye açık bir temel sistemsunmaktadır.

## KAYNAKLAR


- Abdel-Rahman, E.M., Nayfeh, A.H. ve Masoud, Z.N., (2003). Dynamics and control of cranes: a review, Journal of Vibration and Control, 9, 863-908.
- Bi, K., (2014). Design of crane remote monitoring system based on configuration software and wireless network, Ph.D. Thesis, Dalian University of Technology, China, 28.
- Chi, H.L., Chen, Y.C., Kang, S.C. ve Hsieh, S.H., (2012). Development of user interface for tele-operated cranes, Advanced Engineering Informatics, 26(3), 641-652.

# LORA TABANLI ARAÇ İZLEME PLATFORMU

***Mustafa Emre Durna***
***Danışman: Prof. Dr. Murat Ceylan***

***f221222049@ktun.edu.tr , mceylan@ktun.edu.tr***

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42070, Konya*

**ÖZET**

Araç sistemlerinde güvenilir veri aktarımı ve çevresel farkındalık kritik öneme sahiptir. Bu projede, İnsanlı veya insansız araçların konum, yönelim ve çevresel verilerini kesintisiz aktarabilen, bu verileri kullanıcı dostu bir arayüzde 3D olarak görselleştiren entegre bir telemetri sistemi ve yer istasyonu geliştirilmiştir. Verici biriminde yüksek işlem kapasiteli Teensy 4.1 mikrodenetleyicisi merkezde yer alırken; yönelim (roll, pitch, yaw) için BNO055 IMU(InertialMeasurementUnit), konum tespiti için GPS(Global PositioningSystem) ve irtifa/basınç ölçümü için BMP388 sensörleri (Konya QNH değerine kalibreli) kullanılmıştır. Toplanan veriler, zorlu saha koşullarında kesintisiz iletişim sağlayan E22-900T30D LoRa modülü ile yer istasyonuna aktarılmaktadır. Alıcı tarafında geliştirilen Python tabanlı yer kontrol istasyonu (YKİ), CustomTkinter ile modern bir arayüz sunar. Gelen veriler, Mapbox GL JS ve Three.js entegrasyonu sayesinde 3D harita üzerinde aracın anlık yönelimi ve konumuyla eşzamanlı olarak görselleştirilerek yüksek durumsal farkındalık sağlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** 3D Görselleştirme, Araçlar, LoRa, Telemetri, Yer Kontrol İstasyonu

**ABSTRACT**

Reliable data transmission and environmental awareness are critical in vehicle systems. This project develops an integrated telemetry system and ground station capable of seamlessly transmitting position, orientation, and environmental data of manned or unmanned vehicles, and visualizing this data in 3D on a user-friendly interface. The transmitter unit is centered around the high-performance Teensy 4.1 microcontroller; BNO055 IMU (Inertial Measurement Unit) is used for orientation (roll, pitch, yaw), GPS (Global Positioning System) for position determination, and BMP388 sensors (calibrated to Konya QNH values) for altitude/pressure measurement. The collected data is transmitted to the ground station via the E22-900T30D LoRa module, ensuring uninterrupted communication in challenging field conditions. The receiver-side ground control station (GCS), developed as a Python-based system, offers a modern interface with CustomTkinter. Thanks to Mapbox GL JS and Three.js integration, the incoming data is visualized on a 3D map simultaneously with the vehicle's real-time orientation and position, providing high situational awareness.

**Keywords:** 3D Visualization, Ground Control Station, LoRa, Telemetry, Vehicles

## 1. GİRİŞ

Otonom sistemlerin, özellikle insansız hava, deniz ve kara araçlarının operasyonel başarıları, araç ile yer kontrol istasyonu arasındaki haberleşme bağının (datalink) güvenilirliğine ve operatörün araca yönelik durumsal farkındalığına doğrudan bağlıdır. Standart haberleşme protokolleri (Wi-Fi, Bluetooth) kısa menzilli olup, hücresel ağlar (4G/5G) ise kapsama alanı dışında kalan zorlu sahalarda yetersiz kalmaktadır. Düşük güç tüketimi ve uzun menzil sunan LoRa (LongRange) teknolojisi, bu tür sistemler için sahada

kesintisiz veri aktarımı sağlayan ideal bir çözüm olarak öne çıkmaktadır(Arroyo vd., 2022; Semtech Corporation, 2024).

Bu projenin temel amacı, otonom araçların sensör verilerini (konum, yönelim, sıcaklık, basınç, hız) uzun menzilden kararlı bir şekilde aktarabilen bir donanım mimarisi kurmak ve bu verileri salt metin veya 2D grafiklerin ötesine taşıyarak gerçekçi 3D ortamlarda görselleştiren bir Yer Kontrol İstasyonu (YKİ) yazılımı geliştirmektir. Proje; üretim disiplini, donanım-yazılım entegrasyonu ve sahada test edilebilirlik ilkeleri çerçevesinde, yenilikçi bir telemetri mimarisi sunarak mevcut literatürdeki temel izleme sistemlerindeki kısıtlı çevresel farkındalık boşluğunu doldurmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Proje sistemi, donanım (Verici) ve yazılım (Alıcı/YKİ) olmak üzere iki ana modülden oluşmaktadır.

### 2.1 Donanım Mimarisi ve Sensör Entegrasyonu

Verici sistemin merkezinde yüksek işlem ve saat hızına (600 MHz) sahip Teensy 4.1 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Çoklu donanımsal arayüz gereksinimi nedeniyle sensörler spesifik protokollere dağıtılmıştır:

- **Yönelim (IMU):**Adafruit BNO055 sensörü (I2C) ile aracın anlık Euler açıları (Roll, Pitch, Yaw) hesaplanmaktadır(Bosch Sensortec, 2016).
- **Atmosferik Veri:** Çevresel şartların tespiti için BMP388 barometrik basınç sensörü (SPI) kullanılmış olup, sensör spesifik olarak yüksek hassasiyet için Konya referans basıncı (QNH 1012.0) üzerinden kalibre edilmiştir.
- **Konumlandırma:** U-blox tabanlı GPS modülü (UART - Serial2) kullanılarak enlem, boylam, hız ve uydu bağlantı kalitesi HDOP(Horizontal Dilution of Precision)verileri alınmaktadır.
- **Haberleşme:** Sensör verileri bir araya getirilip, şeffaf iletim (transparent) modunda çalışan Ebyte E22-900T30D LoRa modülü üzerinden (UART - Serial3) 2000 milisaniye aralıklarla yollanmaktadır(Ebyte Electronic Technology, 2019). Çakışmaları önlemek adına LoRa modülünün AUX pini ile meşguliyet durumu denetlenmektedir.

### 2.2 Yer Kontrol İstasyonu (YKİ) Yazılımı

Alıcı tarafta Python tabanlı modüler bir masaüstü uygulaması geliştirilmiştir. Kullanıcı arayüzü CustomTkinterile modern ve karanlık tema (Dark Mode) standartlarında tasarlanmıştır. YKİ'nin temel işlevleri şunlardır:

- **Veri Ayrıştırma:**LoRa üzerinden gelen virgülle ayrılmış (CSV) sensör paketleri düzenli ifadeler (Regex) ile anlık ayrıştırılarak hız ve irtifa gibi değerler kadranlı göstergelere (Dial) yansıtılmaktadır.
- **2D Haritalandırma:**TkinterMapView kullanılarak aracın konumu ve IMU verisinden gelen sapma (Yaw) açısına göre dönen dinamik yön oku haritada gösterilmektedir.
- **3D Araç ve Arazi Görselleştirme:**Mapbox GL JS ve Three.js kütüphaneleri, pywebview aracılığıyla YKİ içerisine gömülmüştür. Gelen enlem ve boylam verileri 3D topografik haritaya, Roll, Pitch ve Yaw değerleri ise Three.js ile oluşturulan 3D araç modeline (kuaterniyon/euler dönüşümleri uygulanarak) entegre edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

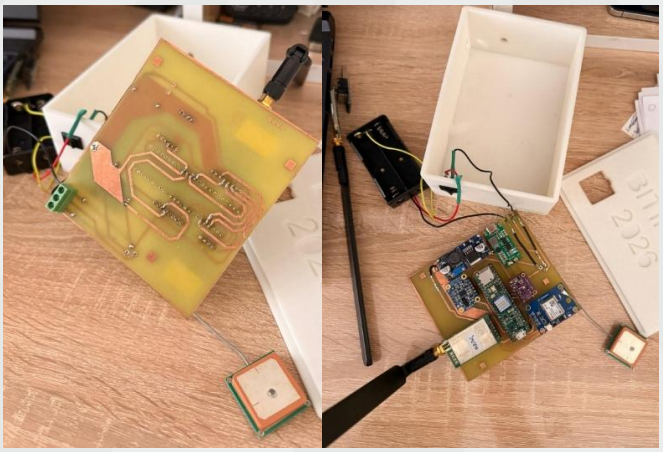
Gerçekleştirilen saha testleri ve yazılım simülasyonlarından elde edilen bulgular, Şekil 1'de detayları sunulan Teensy 4.1 merkezli özel tasarım donanım mimarisinin, çok boyutlu sensör verilerini LoRa (E22) haberleşme hattı üzerinden yüksek stabilite ve sıfır veri kaybı ile aktardığını kanıtlamıştır. Bu araç platformu üzerinde entegre olarak çalışan GPS, IMU ve barometrik sensörlerden gelen telemetri verileri, yer istasyonunda geliştirilen ve Şekil 2'de gösterilen Python tabanlı arayüzde anlık olarak işlenmektedir. YKİ arayüzü, sahip olduğu özelleştirilmiş tampon bellek (buffer) ve gelişmiş hata ayıklama algoritmaları sayesinde, uzun menzilli LoRa iletişimi sırasında oluşabilecek paket kayıplarını veya parazitli verileri dinamik olarak filtreleyerek sistemin çalışma kararlılığını sağlamaktadır.

Projenin bir diğer yenilikçi çıktısı olan 3D araç görselleştirme modülü (Şekil 3), kesintisiz LoRa ağı aracılığıyla gelen verilerinieşzamanlı olarak Mapbox ve Three.js altyapısına yansıtmaktadır. Böylelikle aracın sahadaki hareketleri, bölgesel topoğrafya üzerinde dijital bir ikiz olarak sanal ortamda birebir canlandırılmaktadır. Bu durum, operatörün özellikle görüş hattı (LOS) dışında kalan otonom araç operasyonlarında araca tam hâkim olmasını ve yüksek durumsal farkındalık kazanmasını sağlamaktadır.

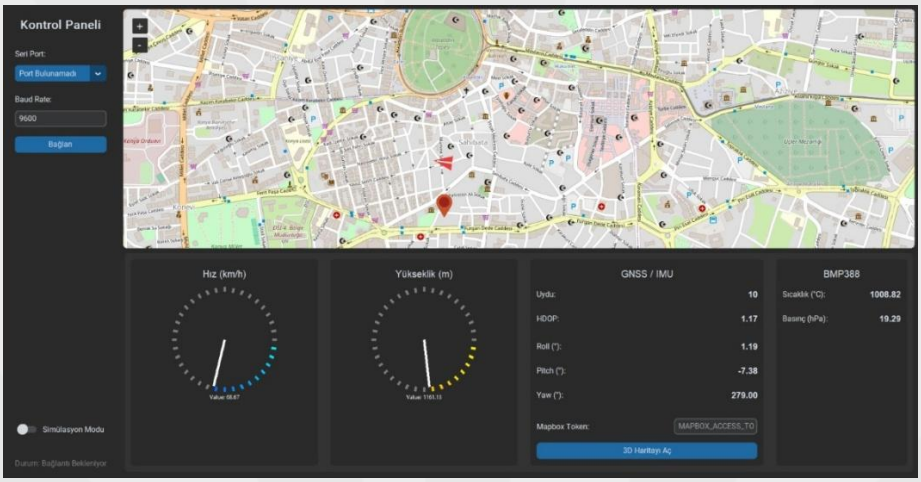
Bu proje bütüncül yapısıyla, Tablo 1'de belirtilen tematik alanlardan Makine, Elektronik ve Savunma Sanayii altyapısına doğrudan uygulanabilir bir donanım-yazılım geliştirme konsepti sunmaktadır.

**Tablo 4.**KTMOPP 10. Öğrenci Proje Pazarı Tematik Alanları ve Kodları

| Tematik Alanlar | Tematik Alan Kodları |
|---|---|
| Bilgi, Bilişim, Yazılım ve Yapay Zeka Teknolojileri | YYBB |
| Makine, Elektronik, Savunma Sanayii, Uzay Teknolojileri ve Endüstriyel Uygulamalar | MESUE |
| İklim Değişikliği, Verimlilik, Sürdürülebilirlik, Enerji ve Çevre Teknolojileri | İVSEÇ |
| Yer Bilimleri, İnşaat, Malzeme, Kimya Teknolojileri ve İş Sağlığı Güvenliği | YİMKİ |



Şekil 12.Teensy 4.1 Merkezli Özel Tasarım Araç Üstü Telemetri ve Sensör Platformu




**Şekil 13.Yer Kontrol İstasyonu (YKİ) Arayüzü**




**Şekil 14.Operasyonlar İçin Geliştirilen 3D Topoğrafik Görselleştirme ve Takip Modülü**

**TEŞEKKÜR**

Bu projenin her aşamasında değerli rehberliği ve destekleri için danışman hocamız Prof. Dr. Murat Ceylan'a ve sunduğu akademik imkânlar için Konya Teknik Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- Arroyo, P., Herrero, J. L., Lozano, J. ve Montero, P., (2022). Integration of LoRa-BasedCommunicationintoUnmannedAerialVehiclesfor Data Collection fromTerrestrialBeacons, Electronics, 11, 12, 1865.
- Bosch Sensortec, (2016). BNO055 Intelligent 9-axis AbsoluteOrientation Sensor, Datasheet Rev.1.8. https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bno055-ds000.pdf
- Ebyte Electronic Technology, (2019). *E22-900T30D User Manual*.
- Semtech Corporation, (2024). LoRaandLoRaWAN, Application Note AN1200.86. https://www.semtech.com/uploads/technology/LoRa/lora-and-lorawan.pdf

# MİNİ FABRİKA SCADA SİSTEMİ

***Eren Sevimli***

***Danışman: Öğr.Gör Yalçın Ezginci***

*f221202035@ktun.edu.tr;yezginci@ktun.edu.tr*

*Konya TeknikÜniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,42100, Konya*

**ÖZET**

Bu projenin temel amacı, PLC kullanılmadan bilgisayar tabanlı mini bir SCADA sistemi geliştirerek konveyör hattının kontrol ve izleme işlemlerini gerçekleştirmektir. Sistem sayesinde konveyör motoru bilgisayar üzerinden çalıştırılıp durdurulabilmekte, sensörlerle ürün sayımı yapılabilmekte, sıcaklık ölçümü ile güvenlik izlenebilmekte ve ürün ayırma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Tüm işlemler tek bir kullanıcı arayüzü üzerinden anlık olarak takip edilerek kontrol edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayar Tabanlı Kontrol, Mini SCADA, Otomasyon Sistemi, Ürün Ayırma, Ürün Sayımı.

**ABSTRACT**

The main objective of this project is to develop a computer-based mini SCADA system for controlling and monitoring a conveyor line without using a PLC. The system allows the conveyor motor to be started and stopped via computer, product counting to be performed using sensors, safety monitoring through temperature measurement, and product sorting to be carried out. All operations can be monitored and controlled in real-time through a single user interface.

**Keywords:**AutomationSystem, Computer-Based Control, Mini SCADA, Product Counting, Product Sorting

## 1. GİRİŞ

Endüstriyel otomasyon sistemlerinde üretim süreçlerinin izlenmesi ve kontrol edilmesi amacıyla yaygın olarak SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemleri kullanılmaktadır. Geleneksel SCADA yapıları genellikle PLC tabanlı olup, bu sistemler yüksek güvenilirlik sağlamakla birlikte maliyet ve kurulum karmaşıklığı açısından dezavantaj oluşturabilmektedir (Bolton, 2015; Ogata, 2010). Günümüzde bilgisayar tabanlı kontrol sistemleri ve endüstriyel haberleşme teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte daha esnek ve düşük maliyetli alternatif çözümler üzerine çalışmalar artmaktadır (Stuart, 2018).

Literatürde konveyör sistemlerinin kontrolü, ürün sayımı ve sıcaklık izleme gibi süreçlerin PLC tabanlı sistemlerle gerçekleştirildiği birçok çalışma bulunmaktadır (Bolton, 2015). Ancak özellikle küçük ölçekli üretim sistemlerinde PLC kullanımının maliyet ve donanım gereksinimi açısından dezavantaj oluşturduğu görülmektedir. Bu durum, bilgisayar tabanlı

mini SCADA sistemlerinin geliştirilmesini önemli hale getirmektedir. Bu proje kapsamında PLC kullanılmadan, tamamen bilgisayar tabanlı bir mini SCADA sistemi geliştirilerek bir konveyör hattının kontrol ve izleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada PLC kullanılmadan bilgisayar tabanlı mini bir SCADA sistemi geliştirilmiş olup, konveyör hattı üzerinde kontrol ve izleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sistem, ana kontrol birimi olarak **ESP32 mikrodenetleyici** kullanılarak kurulmuş; konveyör bandı üzerinde hareket eden **kırmızı ve beyaz renkli kutular** ürünleri temsil etmiştir. Ürünlerin taşınması için **konveyör bandı**, hareket için **6V DC motorlar (2 adet)** ve ürün ayırma işlemi için **servo motor** kullanılmıştır. Sistem algılama ve izleme işlemleri **HC-SR04 ultrasoniksensör, DHT11 sıcaklık sensörü** ve **TCS3200 renk sensörü** ile sağlanmıştır. Motor kontrolü için **5V röle modülü** ve **BC237 transistör** kullanılırken, devre üzerinde **dirençler, LED'ler ve butonlar** ile destekleyici kontrol ve gösterim işlemleri yapılmıştır. Tüm bileşenler **pertinaks üzerine kurulan prototip devre ve kablolar** aracılığıyla birleştirilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

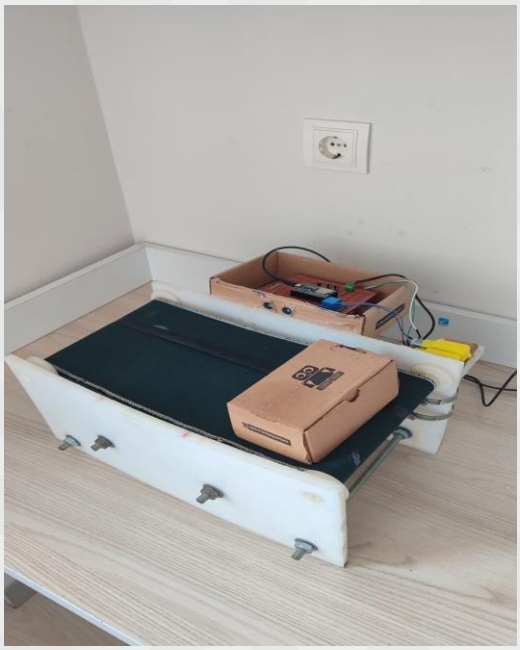
Bu çalışmada geliştirilen bilgisayar tabanlı mini SCADA sistemi ile PLC kullanılmadan birkonveyör hattının kontrolü ve izlenmesi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Sistem üzerinden konveyör bandı çalıştırılıp durdurulabilmiş, sensörler aracılığıyla ürün sayımı yapılmış, ortam sıcaklığı anlık olarak izlenmiş ve renk algılamaya dayalı ürün ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sistemin gerçek zamanlı çalışabildiğini ve kullanıcı arayüzü üzerinden tüm işlemlerin etkin bir şekilde kontrol edilebildiğini göstermiştir.

Yapılan testlerde HC-SR04 sensörü ile konveyör üzerinden geçen kırmızı ve beyaz kutular doğru şekilde algılanmış ve sayaç sisteminin stabil çalıştığı gözlemlenmiştir. TCS3200 renk sensörü kullanılarak ürünlerin renklerine göre ayrılması sağlanmış, servo motor ile yönlendirme mekanizması başarıyla çalıştırılmıştır. DHT11 sensörü ile ölçülen sıcaklık değerleri anlık olarak sisteme aktarılmış ve ortam izleme fonksiyonu doğrulanmıştır. Genel olarak sistemin düşük gecikme ile çalıştığı ve temel otomasyon görevlerini yerine getirebildiği gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, geliştirilen sistem küçük ölçekli endüstriyel uygulamalar ve eğitim amaçlı kullanım için uygun bir çözüm sunmaktadır. PLC tabanlı sistemlere alternatif olarak daha düşük maliyetli ve esnek bir yapı oluşturulmuş, ayrıca öğrencilerin otomasyon ve SCADA mantığını uygulamalı olarak öğrenmesine katkı sağlanmıştır. Bununla birlikte sistemin geliştirilerek daha yüksek hızda konveyör kontrolü, daha hassas sensörentegrasyonu ve veri kayıt (loglama) özellikleri ile genişletilebileceği değerlendirilmektedir.




**Şekil 15.**Masaüstü Uygulaması (Prototip)



**Şekil 2.**Konveyör Bant Genel Görünümü (Prototip)

**KAYNAKLAR**


- Bolton, W., (2015). *ProgrammableLogicControllers*, Newnes, Oxford.
- Ogata, K., (2010). *Modern Control Engineering,*PrenticeHall, New Jersey.
- Stuart, B., (2018). *IndustrialAutomationandControl Systems*, McGraw-Hill, New York.

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ
PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, VERİMLİLİK, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK, ENERJİ VE ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ (İVSEÇ)

# DERECEYE GİRENLER

**1**

Doğa YÜCE

KARBON KUANTUM NOKTALAR İLE FLORESANS SÖNÜMLEMEYE DAYALI ULTRA HIZLI PESTİSİT TAYİNİ

**2**

İBüşra ÖZKÖK
Eylül GÜLHAN
Kübra HANÇER

MANYETİK NANO-Fe/BC DESTEKLİ ARITIM VE TOPRAKSIZ TARIM

**3**

Servet CANLI

HAYVAN BAŞINA LAKTASYON TAKİBİ, OTOMATİK VERİ RAPORLAMA SİSTEMİ ve OLASI HASTALIK TAHMİNİ

# KARBON KUANTUM NOKTALARİLE FLORESANS SÖNÜMLEMEYE DAYALI ULTRA HIZLI PESTİSİT TAYİNİ

***Doğa Yüce***

***Danışman: Doç. Dr. Çisem KırbıyıkKurukavak***

*f231216026@ktun.edu.tr;ckirbiyik@ktun.edu.tr,*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislikve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Pestisit kalıntılarının tarımsal ürünlerde ve çevresel su kaynaklarında hızlı ve hassas biçimde belirlenmesi, gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşımaktadır. Pestisitler tarımda yaygın kullanımlarına karşın insan vücudunda birikerek ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Mostafalou ve Abdollahi, 2013). Mevcut analitik yöntemler SERS, elektrokimya, LC-MS ve FRET dahil yüksek hassasiyet sunmakla birlikte yüksek maliyet ve karmaşık uygulama gereksinimleri nedeniyle saha koşullarında kullanımı kısıtlıdır (Chen vd., 2019; Gao vd., 2019).Bu çalışma, kahve atıklarından heteroatom katkısıyla sentezlenen yüksek floresanslı biyokütle tabanlı karbon kuantum noktaları (KKN) kullanılarak floresans sönümleme mekanizmasına dayalı, ultra hızlı ve maliyet etkin bir pestisit tayin yöntemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen sensör platformunun mevcut yöntemlere kıyasla taşınabilir, düşük maliyetli ve gerçek gıda örneklerinde uygulanabilir bir alternatif sunması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon Kuantum Noktaları (CQD'ler), Floresans Sönümlemesi, Pestisit Tespiti, Biyokütle Kaynaklı Nanomalzemeler, Optik Sensörler

**ABSTRACT**

Rapid and accurate determination of pesticide residues in agricultural products and environmental water resources is critically important for food safety and environmental sustainability. Despite their widespread use in agriculture, pesticides can accumulate in the human body and lead to serious health problems (Mostafalou and Abdollahi, 2013). While current analytical methods, including SERS, electrochemistry, LC-MS, and FRET, offer high sensitivity, their use in field conditions is limited due to high cost and complex application requirements (Chen et al., 2019; Gao et al., 2019). This study aims to develop an ultra-fast and cost-effective pesticide determination method based on a fluorescence extinction mechanism using highly fluorescent biomass-based carbon quantum dots (CQDs) synthesized from coffee waste with heteroatom addition. The developed sensor platform is intended to offer a portable, low-cost, and applicable alternative to existing methods in real food samples.

**Keywords:**Carbon Quantum Dots (CQDs),Fluorescence Quenching, PesticideDetection, Biomass-DerivedNanomaterials, Optical Sensors

## 1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde yaygın biçimde kullanılan pestisitler, insan sağlığı ve ekosistemler üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Toprak, su ve gıda aracılığıyla biyobirikime yol açan pestisit kalıntıları; akut zehirlenme, endokrin bozuklukları, nörolojik hasar ve

kanserojen etkilere neden olabilmektedir (Mostafalou ve Abdollahi, 2013). Başta 2,4-diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) olmak üzere klorlu fenoxi herbisitler, sulak alanlarda uzun süre kalıcılık göstererek içme suyu kaynaklarını kirletmektedir (Rani vd., 2024). GC-MS ve HPLC gibi konvansiyonel analitik yöntemler yüksek hassasiyet sunmakla birlikte maliyet, süre ve karmaşık numune hazırlama gereksinimleri nedeniyle saha uygulamalarında kısıtlı kalmaktadır (Chen vd., 2019).Karbon kuantum noktaları (KKN); düşük toksisite, yüksek fotostabilite ve kolay yüzey işlevselleştirme avantajlarıyla geleneksel yöntemlere çevre dostu bir alternatif sunmaktadır (Chu vd., 2020). KKN tabanlı floresans sensörler pestisit ve ağır metal tespitinde etkin biçimde kullanılmıştır (Tian vd., 2023). Biyokütle kaynaklı sentezlerde ise çay atığından üretilen KKN'lerle 0,2 ng/mL, kahve telvesinden üretilenlerle 68 ppb tespit limitleri elde edilmiştir (Sinha ve Ray, 2024; Costa vd., 2022).Bu çalışmada kahve atığından hidrotermal yöntemle azot katkılı KKN (N-KKN) sentezlenerek 2,4-D herbisitinin floresans sönümleme mekanizması üzerinden tespiti amaçlanmaktadır. Böylece atık yönetimine katkı sağlayan, yeşil kimya ilkeleriyle uyumlu ve maliyet etkin bir pestisit tespit platformu geliştirilmesi hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Karbon ve azot öncülü olarak ticari filtre kahvesinin pişirme sonrası atığı kullanılmış; sentez çözücüsü olarak deiyonize su (DI su, <0,1 µS/cm), model analit olarak 2,4-diklorofenoksiasetik asit (2,4-D), pH ayarlamaları için 0,1 M HCl ve NaOH çözeltileri tercih edilmiştir.N-KKN'ler, yeşil kimya ilkeleriyle uyumlu tek adımlı hidrotermal karbonizasyon yöntemiyle sentezlenmiştir (Costa vd., 2022; Sinha ve Ray, 2024). Kurutulmuş kahve atığı (1 g) 10 mL DI su ile karıştırılarak çelik otoklav reaktörüne aktarılmış ve 180 °C'de 4 saat reaksiyona tabi tutulmuştur. Soğutma sonrası süspansiyon 6.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilerek 0,22 µm membran filtreden geçirilmiş; berrak süzüntü liyofilizasyonla toz hale getirilerek +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Tüm ölçümlerde pH, maksimum fotolüminesans sinyali için 6–8 aralığında tutulmuştur. Optik özellikler spektrofluorometre ile λex = 320–400 nm aralığında incelenmiş; kuantum verimi (Φ) kinin sülfat referansıyla (Φref = %54) karşılaştırmalı yöntemle hesaplanmıştır (Williams vd., 1983). Morfoloji ve boyut dağılımı TEM, yüzey kimyasal grupları FTIR ile belirlenmiştir. Floresans sönümleme (turn-off) esaslı 2,4-D tayininde (Tian vd., 2023; Chu vd., 2020) 0,2–5.000 ng·mL$^{-1}$ aralığında sekiz noktalı kalibrasyon serisi hazırlanmıştır. N-KKN çözeltisi 2,4-D standartlarıyla karıştırılarak 37 °C'de 30 dakika inkübe edilmiş ve PL ölçümü gerçekleştirilmiştir. Veriler Stern-Volmer denklemiyle ($F_0/F = 1 + K_{SV}[Q]$) analiz edilmiş; tespit sınırı LOD = 3σ/S formülüyle hesaplanmıştır. Sensörün analitik performansı kontrollü laboratuvar koşullarında doğrulanmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. UV Işık Altında Floresans Gözlemi

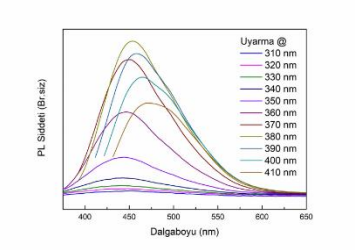
Kahve atığından hidrotermal yöntemle sentezlenen N-KKN'lerin floresans aktivitesi 365 nm UV ışık altında gözlemlenmiştir. N-KKN dispersiyonu, saf suya kıyasla çıplak gözle ayırt edilebilen belirgin bir mavi-yeşil emisyon sergilemiş; bu bulgu sentezin başarıyla tamamlandığının temel görsel kanıtını oluşturmaktadır (Costa vd., 2022). Pestisit varlığında ise emisyonun belirgin biçimde zayıfladığı gözlemlenmiş, sönümleme mekanizmasının varlığı görsel düzeyde doğrulanmıştır.

### 3.2.Absorbans Özellikleri

N-KKN'lerin UV-Görünür absorbans spektrumu incelendiğinde 308 nm'de karakteristik bir pik gözlemlenmiştir (Şekil 3). Bu pik, karbon çekirdeğindeki π→π* elektronik geçişine ve yüzey fonksiyonel gruplarındaki n→π* geçişine karşılık gelmekte olup benzer sentez koşullarıyla üretilmiş N-KKN'ler için literatürde rapor edilen tipik absorbans bantlarıyla örtüşmektedir (Chu vd., 2020). 350 nm ötesinde absorbansın kademeli olarak azalması, N-KKN'lerin düşük ışık saçılmasına sahip homojen ve kararlı bir dispersiyon oluşturduğuna işaret etmektedir (Tian vd., 2023).

### 3.3. Fotolüminesans (PL) Spektroskopisi

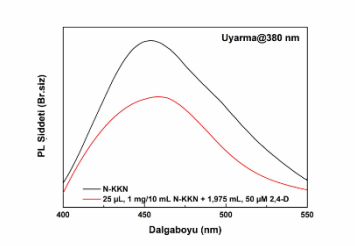
N-KKN'lerin PL özellikleri 310–410 nm uyarma dalga boyu aralığında incelenmiştir (Şekil 4). Tüm uyarma koşullarında emisyon maksimumu 450–460 nm civarında gözlemlenmiş; en yüksek PL şiddeti 380 nm'de elde edilmiştir. Uyarma dalga boyu 410 nm'ye yaklaştıkça emisyon şiddetinin azalması, N-KKN'lerin dar bir uyarma penceresinde en verimli çalıştığını göstermektedir. Bu uyarma bağımlı emisyon davranışı, heterojen yüzey yapısına sahip KKN'lerin literatürde yaygın biçimde bildirilen tipik özelliğidir (Rani vd., 2024).




**Şekil 4.** 310–410 nm uyarma dalga boyu aralığında elde edilen N-KKN PL emisyon spektrumları; maksimum emisyon 450–460 nm'de, optimum uyarma ise 380 nm'de gözlemlenmiştir.

### 3.4. 2,4-D Pestisit Tespiti ve Floresans Sönümleme

N-KKN'lerin 2,4-D herbisitine karşı analitik duyarlılığı floresans sönümleme (turn-off) yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. 380 nm uyarma dalga boyunda 50 µM 2,4-D eklenmesinin ardından 450 nm emisyon şiddetinde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir (Şekil 5). Sönümleme mekanizmasının fotoindüklenmiş elektron transferi (PET) ve/veya iç filtreleme etkisi (IFE) kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir (Tian vd., 2023). Bu bulgular, geliştirilen sensörün herbisit tayininde analitik olarak işlevsel olduğunu kanıtlamaktadır.



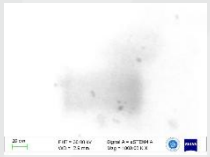
**Şekil 5.** N-KKN çözeltisinin 2,4-D (50 µM) eklenmesi öncesi (siyah) ve sonrasındaki (kırmızı) PL emisyon spektrumu karşılaştırması; 380 nm uyarma dalga boyunda elde edilmiştir.

### 3.5. STEM Morfoloji Analizi

N-KKN'lerin morfolojisi ve boyut dağılımı STEM görüntüleme yöntemiyle incelenmiştir (Şekil 6a–b). 800.000× büyütmede partiküllerin küresel yapıda 30 nm ölçeğinde kümeler oluşturduğu, 1.000.000× büyütmede ise bireysel partikül boyutlarının büyük ölçüde 10 nm altında kaldığı saptanmıştır; bu değer literatürde tanımlanan KKN boyut aralığıyla uyumludur (Chu vd., 2020). Homojen küresel morfoloji ve dar boyut dağılımı, sensör uygulamaları için elverişli yüzey alanı ve fotolüminesans kararlılığı sunmaktadır (Rani vd., 2024).



(a)



(b)

***Şekil 6.*** *N-KKN'lerin STEM görüntüleri: (a) 800 K× büyütme, 30 nm ölçek çubuğu; (b) 1000 K×büyütme, 20 nm ölçek çubuğu.*

### KAYNAKLAR


- Chen, X., Lin, M., Sun, L., Chen, M., Wu, Q., Lin, S., ve Ye, H. (2019). Determination of organophosphoruspesticidechlorpyrifosby a novelupconversionluminescence sensor in Chinesespirits. *FoodChemistry*, 293, 271–277. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.112
- Chu, H.-W., Unnikrishnan, B., Anand, A., Lin, Y.-W., ve Huang, C.-C. (2020). Carbonquantumdotsforthedetection of antibioticsandpesticides. *Journal of FoodandDrug Analysis*, 28(4), 539–557. https://doi.org/10.38212/2224-6614.1269
- Costa, A. I., Barata, P. D., Moraes, B., ve Prata, J. V. (2022). Carbondotsfromcoffeegrounds: Synthesis, characterization, anddetection of noxiousnitroanilines. *Chemosensors*, 10(3), 113. https://doi.org/10.3390/chemosensors10030113
- Gao, X., Gao, Y., Bian, C., Cui, X., Sun, J., ve Xia, S. (2019). A novelelectrochemical sensor based on goldnanoparticlesforpesticidedetection. *ElectrochimicaActa*, 310, 78–88. https://doi.org/10.1016/j.electacta.2019.04.124
- Mostafalou, S., ve Abdollahi, M. (2013). Pesticidesandhumanchronicdiseases: Evidences, mechanisms, andperspectives. *ToxicologyandAppliedPharmacology*, 268(2), 157–177. https://doi.org/10.1016/j.taap.2013.01.025
- Rani, M., Anoushka, Hosseini-Bandegharaei, A., ve Shanker, U. (2024). Pesticidesremovalandtheirdetection in realsamplesusinggreensynthesizednanocomposites of biogenicquantumdotsand metal oxides: A comprehensivereview on recentupdates. *Journal of MolecularLiquids*, 413, 125921. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2024.125921
- Sinha, N., ve Ray, S. (2024). Application of carbonquantumdotsderivedfromwasteteaforthedetection of pesticides in tea: A novelbiosensorapproach. *ACS Omega*, 9(51), 50201–50213. https://doi.org/10.1021/acsomega.4c04449
- Tian, J., An, M., Zhao, X., Wang, Y., ve Hasan, M. (2023). Advances in fluorescentsensingcarbondots: An account of foodanalysis. *ACS Omega*, 8(10), 9031–9039. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07986
- Williams, A. T. R., Winfield, S. A., ve Miller, J. N. (1983). Relativefluorescencequantumyieldsusing a computer-controlledluminescencespectrometer. *Analyst*, 108(1290), 1067–1071. https://doi.org/10.1039/AN9830801067

# MANYETİKnano-Fe/BC DESTEKLİ ARITIM VE TOPRAKSIZ TARIM

***Büşra Özkök; Eylül Gülhan; KübraHançer***

***Danışman: Prof. Dr. Erol Pehlivan***

busraozkok93@gmail.com;f231216032@ktun.edu.tr;
f221216023@ktun.edu.tr;epehlivan@ktun.edu.tr

*Kimya mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Su kaynakları, endüstriyel kirlilik nedeniyle sürdürülebilirliğini kaybetme riski altındadır. Özellikle tekstil kaynaklı toksik katyonik boyar maddeler mevcut arıtma yöntemleriyle tam olarak giderilememektedir. Bu projede, brokoli saplarından üretilen biyoçar ve manyetik nano-Fe/BC kullanılarak bu kirleticilerin sudan etkin şekilde uzaklaştırılması hedeflenmiştir. Elde edilen malzemeler adsorban olarak kullanılmış ve arıtılan suyun yeniden sulamada değerlendirilmesi planlanmıştır. Ayrıca biyoçar, topraksız tarım ortamına entegre edilerek tarımsal üretimde kullanılmıştır. Bu çalışma, atık su arıtımı ile tarımsal sürdürülebilirliği birleştiren yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**Brokoli sapı, Topraksız tarım, Nano-Fe/BC, Su yönetimi, Toksik katyonik boyalar.

**ABSTRACT**

Water resources are at risk of losing their sustainability due to industrial pollution. In particular, toxic cationic dyes originating from the textile industry cannot be completely removed by conventional treatment methods. In this study, biochar and magnetic nano-Fe/BC produced from broccoli stems were used to effectively remove these pollutants from water. The obtained materials were utilized as adsorbents, and the reuse of the treated water in irrigation systems was proposed. In addition, the biochar was integrated into soilless cultivation media and evaluated for agricultural production. This study presents an innovative approach that combines wastewater treatment with agricultural sustainability**.**

**Keywords:**Broccoli stem,Soilless agriculture, Nano-Fe/BC, Water management, Toxic cationic dyes

## 1. GİRİŞ

Tekstil ve benzeri endüstrilerden kaynaklanan boyar maddeler, atık sularda yaygın olarak bulunan ve çevresel açıdan ciddi problemlere yol açan kirleticiler arasında yer almaktadır. Ayrıca birçok boyar maddenin toksik ve biyolojik olarak zor parçalanabilir yapıda olması, bu kirleticilerin çevrede kalıcılığını artırmaktadır(Amalina et al., 2022). Yüksek mineral içeriği olan biyoçar yüzey özellikleri ve özel özellikleri, onu atık su arıtımında etkili bir adsorban olarak kullanılmasının yanı sıra büyük miktarda hammadde bulunabilirliği ve işleme kolaylığı nedeniyle onu aktif karbonun yerini alabilecek düşük maliyetli bir adsorban yapar(Abdolali et al., 2014; Mohan & Pittman Jr, 2007). Günümüzde atık su arıtımı, biyoçar uygulaması araştırmalarında en çok konuşulan konulardan biridir(Kamali et al., 2021; Lin et al., 2023;

Qambrani et al., 2017).Biyoçar üretimi için çok çeşitli potansiyel hammaddeler mevcuttur; örneğin odun ve tarımsal atıklar, gübre, pirinç kabukları ve saman, yapraklar, gıda atıkları, kağıt çamuru, şeker kamışı posası ve daha birçokları(Ahmad et al., 2014; Chan et al., 2007; Executive, 2006; Nanda et al., 2016; Thornley, Upham, Huang, et al., 2009; Thornley, Upham, & Tomei, 2009)brokoli sapı gibi sebze kaynaklı, yüksek nem içeriğine sahip ve genellikle doğrudan bertaraf edilen biyokütlelerin adsorban materyal olarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar bulunmadığından, brokoli sapının biyoçara dönüştürülmesi ve ileri düzey modifikasyonlarla adsorpsiyon performansının incelenmesi açısından literatürde belirgin bir boşluk olduğu görülmektedir. Bu yüzden çalışmamızı tarımsal atık olan biyokütle temelli brokoli sapı ile yürüterek literatürde bulunan bu boşluğu doldurmak hedeflenmektedir. Toksik katyonik boyar madde arıtımı gerçekleştirildikten sonra projenin ikinci basamağı olarakbiyokütlenin yalnızca arıtım materyali olarak değil, tarımsal üretim girdisi olarak da değerlendirilmesidir. Bu yaklaşım sayesinde biyokütle temelli malzeme tek kullanımlık bir adsorban olmaktan çıkarılarak çok fonksiyonlu bir tarımsal girdiye dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Geleneksel tarıma alternatif bir çözüm olarak, topraksız tarım, artan gıda talebini karşılamak için yaygın olarak benimsenen bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır(Gonnella & Renna, 2021). Sonuç olarak bu projede, düşük ekonomik değere sahip tarımsal bir atık olan brokoli sapı değerlendirilerek alternatif bir adsorban malzeme (biyoçar ve nano-biyoçar) üretilmiş ve boyar madde içeren atık suların arıtımı sağlanmıştır. Elde edilen biyoçar yalnızca arıtım amacıyla kullanılmamış, aynı zamanda topraksız tarım sisteminde tarım materyali olarak yeniden değerlendirilmiştir. Bununla birlikte arıtılmış atık suyun topraksız tarımda sulama suyu olarak değerlendirilmesiyle su tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir.

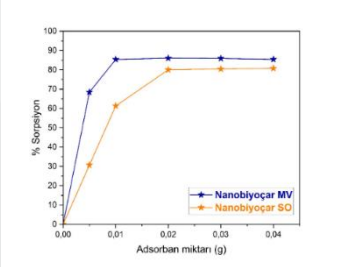
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Brokoli sapları yıkanıp kurutulduktan sonra blender ile parçalanarak mekanik değirmende öğütülecektir. Numuneler piroliz ile biyoçara dönüştürülecek, adsorpsiyon verimliliğini artırmak için demir (III) klorür hekzahidrat ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) ve demir (II) sülfat heptahidrat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) kullanılarak modifikasyon yapılarak manyetik nano-Fe/BC üretilecektir. Elde edilen biyoçar ve manyetik nano-Fe/BC, toksik katyonik boyar maddelerin sudan uzaklaştırılmasında kullanılacak, arıtılan su ise hazırlanan hidroponik ortamda topraksız tarımda değerlendirilecektir. FT-IR, XRD, SEM ve EDX analizleri ile malzemelerin yüzey alanı, yapısal ve morfolojik özellikleri belirlenecek; arıtılmış suyun hidroponik sistemde kullanılabilirliği ayrıca değerlendirilecektir.

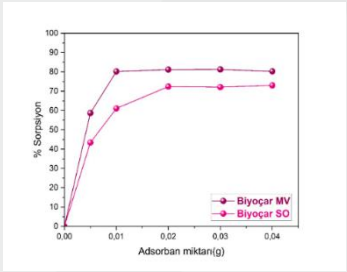
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada metil violet (MV) ve safranin O (SO) toksik katyonik boyar maddelerinin biyoçar ve manyetik nano-Fe/BC ile giderimi incelenmiş; her üç parametrede manyetik nano-Fe/BC'ın daha yüksek % sorpsiyon verimi sağladığı görülmüştür. Manyetik nano-Fe/BC MV, 0,01 g dozda %85'in üzerinde verimleöne çıkarken; MV için pH 7 (180 dk), SO için pH 8 (240 dk) en uygun koşullar olarak belirlenmiş ve nano boyutun sağladığı yüksek yüzey alanının performansı olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, manyetik nano-Fe/BC geleneksel biyoçara göre daha etkili bir alternatif olup; arıtılmış suyun kullanıldığı hidroponik sistemde

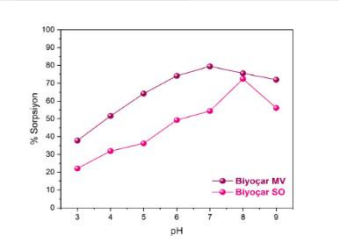
fasulye ve nohut bitkilerinin filizlenmesinin başarıyla başlaması, biyoçar takviyeli sistemin geleneksel gübreleme yöntemlerine (DAP) güçlü bir alternatif olduğunu ve arıtılmış suyun tarımsal döngüye kazandırılabileceğini ortaya koymaktadır.



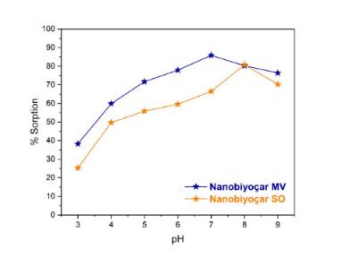

**Şekil 1.** Biyoçar miktarına karşı % sorpsiyonu



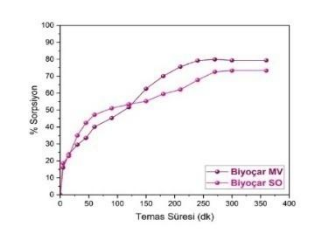

**Şekil 2.** Nano-biyoçar miktarına karşı % sorpsiyon



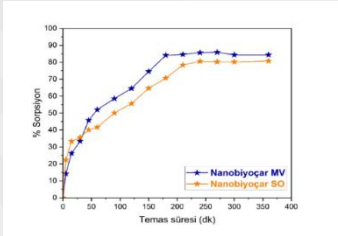

**Şekil 3.**pHmiktarına karşı biyoçar % sorpsiyonu




**Şekil 4.** pHmiktarına karşı nano-biyoçar % sorpsiyonu




**Şekil 5.**Temas süresinekarşı biyoçar % sorpsiyonu




**Şekil 6.**Temas süresinekarşı nano-biyoçar % sorpsiyonu



**Şekil 7.** Nohut ve fasülye bitkilerinin büyüme süreçleri

## KAYNAKLAR


- Abdolali, A., Guo, W., Ngo, H., Chen, S., Nguyen, N., & Tung, K. (2014). Typical lignocellulosic wastes and by-products for biosorption process in water and wastewater treatment: a critical review. *Bioresource technology*, *160*, 57-66.
- Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2014). Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review. *Chemosphere*, *99*, 19-33.
- Amalina, F., Abd Razak, A. S., Krishnan, S., Zularisam, A., & Nasrullah, M. (2022). Dyes removal from textile wastewater by agricultural waste as an absorbent–a review. *Cleaner Waste Systems*, *3*, 100051.

- Chan, K. Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., & Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Soil Research*, *45*(8), 629-634.
- Executive, S. (2006). Review of Greenhouse Gas Life Cycle Emissions, Air Pollution Impacts and Economics of Biomass Production and Consumption in Scotland. In: Table.
- Gonnella, M., & Renna, M. (2021). The evolution of soilless systems towards ecological sustainability in the perspective of a circular economy. Is it really the opposite of organic agriculture? *Agronomy*, *11*(5), 950.
- Kamali, M., Appels, L., Kwon, E. E., Aminabhavi, T. M., & Dewil, R. (2021). Biochar in water and wastewater treatment-a sustainability assessment. *Chemical engineering journal*, *420*, 129946.
- Lin, S.-L., Zhang, H., Chen, W.-H., Song, M., & Kwon, E. E. (2023). Low-temperature biochar production from torrefaction for wastewater treatment: A review. *Bioresource technology*, *387*, 129588.
- Mohan, D., & Pittman Jr, C. U. (2007). Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents—a critical review. *Journal of Hazardous Materials*, *142*(1-2), 1-53.
- Nanda, S., Dalai, A. K., Berruti, F., & Kozinski, J. A. (2016). Biochar as an exceptional bioresource for energy, agronomy, carbon sequestration, activated carbon and specialty materials. *Waste and Biomass Valorization*, *7*(2), 201-235.
- Qambrani, N. A., Rahman, M. M., Won, S., Shim, S., & Ra, C. (2017). Biochar properties and eco-friendly applications for climate change mitigation, waste management, and wastewater treatment: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, *79*, 255-273.
- Thornley, P., Upham, P., Huang, Y., Rezvani, S., Brammer, J., & Rogers, J. (2009). Integrated assessment of bioelectricity technology options. *Energy Policy*, *37*(3), 890-903.
- Thornley, P., Upham, P., & Tomei, J. (2009). Sustainability constraints on UK bioenergy development. *Energy Policy*, *37*(12), 5623-5635.

# HAYVAN BAŞINA LAKTASYON TAKİBİ, OTOMATİK VERİ RAPORLAMA SİSTEMİ ve OLASI HASTALIK TAHMİNİ

***Servet Canlı***

***Danışman: Prof. Dr. Bayram Akdemir***

*f221202105@ktun.edu.tr;bakdemir@ktun.edu.tr,*

*Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi*

*Elektrik Elektronik Müühendisliği Konya/Türkiye*

**ÖZET**

Bu proje, süt hayvancılığında verimliliği ve hayvan sağlığını artırmak amacıyla geliştirilen akıllı bir süt takip sistemini kapsamaktadır. Sistem, her bir hayvanın süt verimini, sıcaklığını ve kalitesini RFID teknolojisi kullanarak bireysel bazda takip etmektedir. Tasarlanan donanım; STM32 ve ESP32 mikrodenetleyicileri tabanlı olup, sensör düğümleri arasındaki veri iletimi endüstriyel standart olan CAN bus protokolü ile sağlanmaktadır. Elde edilen veriler, yerel bir HMI ekranın yanı sıra, merkezi bir SCADA sistemi üzerinden takip edilmektedir. Bu sistem; toplam süt verimi, silo doluluk oranları ve sürü sağlığı gibi kritik parametreleri anlık olarak görselleştirmekte, mastitis riski gibi durumlarda erken uyarı vererek karar destek mekanizması sunmaktadır.". Bu sistem sayesinde süt toplama sürecinde oluşabilecek hatalar minimize edilmekte ve hayvanların sağlık durumları süt parametreleri üzerinden erkenden tespit edilebilmektedir. Proje, yerli imkanlarla geliştirilen düşük maliyetli ve ölçeklenebilir bir IoT çözümü sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Hayvancılık, CAN Bus, IoT, RFID, Süt Takip Sistemi

**ABSTRACT**

This project encompasses a smart milk monitoring system developed to increase efficiency and animal health in dairy farming. The system individually tracks the milk yield, temperature, and quality of each animal using RFID technology. The designed hardware is based on STM32 and ESP32 microcontrollers, and data transmission between sensor nodes is provided via the industrial standard CAN bus protocol. The obtained data is monitored via a local HMI screen as well as a central SCADA system. This system visualizes critical parameters such as total milk yield, silo fill rates, and herd health in real-time, and provides a decision support mechanism by giving early warnings in cases such as mastitis risk. Thanks to this system, errors that may occur in the milk collection process are minimized, and the health status of the animals can be detected early through milk parameters. The project offers a low-cost and scalable IoT solution developed with domestic resources.

**Keywords:** CAN Bus, IoT, MilkTrackingSystem, RFID, Smart Farming

## 1. GİRİŞ

Günümüzde artan dünya nüfusuyla birlikte hayvansal gıda üretimine olan talep artmış, bu durum süt hayvancılığında verimliliği ve sürdürülebilirliği kritik bir hale getirmiştir. Geleneksel yöntemlerle yapılan takip işlemleri, işletme maliyetlerini artırmakta ve bireysel hayvan sağlığının gözlemlenmesinde yetersiz kalmaktadır. Literatürde, nesnelerin interneti (IoT)

tabanlı sistemlerin tarım ve hayvancılıkta kullanımı yaygınlaşsa da, mevcut çözümlerin çoğu yüksek maliyetli olması veya zorlu çiftlik koşullarında haberleşme kararlılığı sorunları yaşaması nedeniyle sınırlı kalmaktadır (Yılmaz, 2023).

Bu projenin temel amacı, her bir hayvanın süt verimini, sıcaklığını ve süt kalitesini bireysel bazda, gerçek zamanlı ve yüksek güvenilirlikle takip edebilen entegre bir sistem geliştirmektir. Mevcut sistemlerdeki en büyük eksikliklerden biri olan sensör verilerinin senkronizasyonu ve fiziksel koşullara dayanıklılık sorunu, bu çalışmada endüstriyel haberleşme standardı olan CAN bus protokolü kullanılarak aşılmıştır (Gay, 2018). Ayrıca, literatürde sıkça rastlanan sensör hattındaki vakum kilitlenmesi ve mekanik arızalar, proje kapsamında geliştirilen özgün sensör gövdesi tasarımı ile minimize edilmiştir (Demir ve Aksoy, 2022).

Çalışma boyunca özellikle düşük maliyetli donanım mimarisi ve kullanıcı dostu merkezi bir SCADA arayüzü ile verilerin işlenmesi hedeflenmiştir. Bu sistem sayesinde kablosuz sensör ağlarının tarımdaki etkinliği artırılmaktadır (Wang vd., 2006). Proje, yerli imkanlarla geliştirilen bu dijital çözümle hayvancılık sektöründe verimlilik artışına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, fiziksel veri toplama uçları, endüstriyel haberleşme katmanı ve merkezi bir denetleme sisteminden (SCADA) oluşan bütünleşik bir çözümdür.

### 2.1. Kullanılan Materyaller

Projenin elektronik, mekanik ve yazılım bileşenleri şunlardır:

Kontrol ve İşlem Birimleri: Alt düğümlerde gerçek zamanlı veri işleme için STM32 mikrodenetleyicisi; ana işlemci, Wi-Fi ağ geçidi ve bulut entegrasyonu için ESP32 birimi kullanılmıştır.

Sensör Ağı: Sütün termal takibi için DS18B20 dijital sıcaklık sensörü, miktar ölçümü için YF-S201 akış sensörü ve süt kalitesini (elektriksel iletkenlik) ölçerek sağlık analizi yapmak için TDS sensörü entegre edilmiştir.

Tanımlama ve Görüntüleme: Hayvanların tekil olarak ayırt edilmesi amacıyla RC522 RFID modülü ve kullanıcı etkileşimi için 7 inç dokunmatik HMI ekran kullanılmıştır.

SCADA Arayüzü: "SCA Otomasyon" bünyesinde geliştirilen; veri tabanı yönetimi, grafiksel analiz ve karar destek mekanizmalarını içeren web tabanlı merkezi kontrol yazılımı.

Mekanik Gövde: Sensörlerin sağım hattına entegrasyonunu sağlayan, vakum kilitlenmesini önleyecek şekilde tasarlanmış ve 3D yazıcı ile üretilmiş basınç dengelemeli özel muhafazalar.

### 2.2. Sistem Mimarisi ve Haberleşme Yöntemi

Sistem, gürültülü ve zorlu çiftlik koşullarında veri sürekliliğini sağlamak amacıyla dağıtık bir mimari üzerine inşa edilmiştir:

Haberleşme Katmanı: Sensör düğümleri arasındaki veri trafiği, diferansiyel sinyalleme özelliği sayesinde elektromanyetik parazitlere karşı dayanıklı olan CANbus protokolü ile gerçekleştirilmiştir.

Veri Akış Şeması: RFID üzerinden tanımlanan hayvanın verileri, STM32 tarafından işlenerek CANbus hattına aktarılmaktadır. Ana kontrolör (ESP32), hattaki verileri toplayarak hem yerel HMI ekrana hem de TCP/IP protokolü üzerinden merkezi SCADA sistemine iletmektedir.

### 2.3. SCADA ve Karar Destek Mekanizması

Geliştirilen SCADA sistemi, ham veriyi işletme yönetimi için anlamlı bilgilere dönüştüren şu yöntemleri uygulamaktadır:

Sağlık Analizi: Sütün iletkenlik ve sıcaklık verileri algoritma üzerinden geçirilerek, sütte meydana gelen biyokimyasal değişimlerden Mastitis riski taşıyan hayvanlar otomatik olarak belirlenmekte ve operatöre uyarı iletilmektedir.

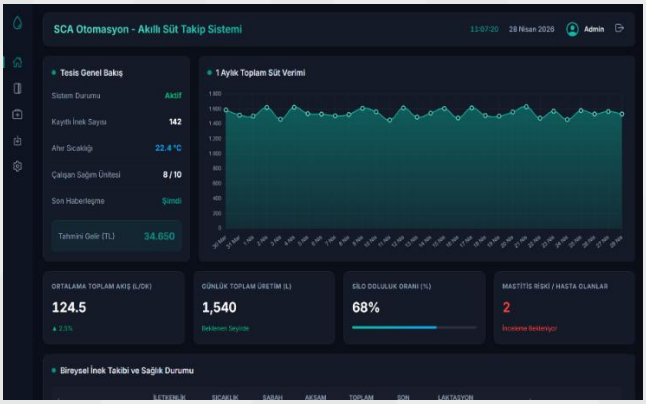
Verimlilik ve Finansal Takip: Günlük/aylık üretim verileri beklenen seyir grafikleriyle karşılaştırılmakta, mevcut üretim miktarı üzerinden anlık tahmini gelir **hesaplaması** yapılmaktadır.

**Operasyonel İzleme:** Tesisin genel durumu, silo doluluk oranları ve aktif sağım üniteleri tek bir merkezden izlenerek kaynak yönetimi optimize edilmektedir.

## 2. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Proje kapsamında geliştirilen "Akıllı Süt Takip Sistemi" ve SCADA arayüzü, tasarlanan senaryoya uygun olarak test edilmiş ve hedeflenen sonuçlara ulaşılmıştır. Yapılan testlerde, RFID okuma başarısının %99,8 olduğu ve CAN bus hattı üzerinden veri iletiminde herhangi bir paket kaybı yaşanmadığı gözlemlenmiştir.

Sistemin en önemli çıktısı olan SCADA arayüzü (Şekil 1), sahadan gelen verileri anlık olarak işleyerek işletme yöneticisine sunmaktadır.




**Şekil 1.**Merkezi İzleme ve Kontrol Paneli (SCADA) Sistemin operasyonel performansı Tablo 1'de özetlenmiştir:

**Tablo 1.**Sistemin Teknik ve Operasyonel Performans Verileri

| Parametre Durum | Ölçülen Değer / | Hedeflenen Değer |
|---|---|---|
| RFID Tanımlama Hızı | < 500ms | < 1000ms |
| CAN Bus Haberleşme Kararlılığı | %100 | > %98 |
| Akış Sensörü Hata Payı | ± %1.5 | ± %2 |
| Sıcaklık Ölçüm Hassasiyeti | ± 0.1 °C | ± 0.5 °C |

**KAYNAKLAR**


- Demir, A. ve Aksoy, M., (2022). Endüstriyel Haberleşme Protokollerinin Tarımsal IoT Uygulamalarındaki Performans Analizi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15, 2, 45-58.
- Gay, W., (2018). CAN Busand STM32 in Smith, J., ed, MicrocontrollerInterfacing, Apress, 45-60, New York.
- Wang, N., Zhang, N. ve Wang, M., (2006). Wireless sensors in agricultureandfoodindustry—Recentdevelopmentandfutureperspective, ComputersandElectronics in Agriculture, 50, 1, 1-14.
- Zheng, L. ve Wang, J., (2021). Design of smartdairyfarmmonitoringsystemsusingwireless sensor networks, Journal of AgriculturalEngineering, 28, 4, 112-125.

# PET ATIKLARINDAN YEŞİL GELECEĞE: SÜRDÜRÜLEBİLİR MOF SENTEZİ İLE BOYA KİRLİLİĞİNİN GİDERİMİ

***Emre ÖZDEN***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Duygu YANARDAĞ KOLA***

*f231216019@ktun.edu.tr;dyanardag@ktun.edu.tr,*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Krom bazlı MIL-101(Cr), organik bağlayıcı olarak PET plastik atığı kullanılarak başarıyla sentezlenmiş ve böylece sürdürülebilir ve ekonomik bir yaklaşım ortaya konmuştur. Elde edilen malzemenin yapısal ve fizikokimyasal özellikleri kapsamlı şekilde karakterize edilmiştir. X-ışını kırınımı (XRD) analizi, kristal yapısını doğrularken, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) karakteristik fonksiyonel grupların varlığınıgöstermiştir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri ise MIL-101(Cr)'a özgü oktohedral gözenekli yapısını belirgin bir şekilde ortaya koymuştur. Yüksek yüzey alanı, ayarlanabilir gözenek yapısı ve yapısal esneklikleri sayesinde MOF'lar farklı uygulamalar için oldukça umut verici malzemelerdir. Bu çalışmada sentezlenen malzeme ayrıca sulu ortamdan Metil Viyole gideriminde denenmiş ve etkili sonuçlar elde edilmiştir. Bu bulgular, çevrede bozunması yüzlerce yıl süren PET plastik atığıyla sentezlenen MOF malzemelerinin sürdürülebilir çevresel uygulamalardaki potansiyelini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Adsorpsiyon, MIL-101 (Cr), PET atığı, Sürdürülebilirlik.

**ABSTRACT**

Chromium-based MIL-101(Cr) was successfully synthesized using waste polyethylene terephthalate as the organic linker, demonstrating a sustainable and cost-effective approach. The structural and physicochemical properties of the obtained material were comprehensively characterized. X-ray diffraction (XRD) analysis confirmed its crystalline structure, while Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) revealed the presence of characteristic functional groups. Scanning electron microscopy (SEM) images clearly demonstrated the characteristic octahedral porous structure of MIL-101(Cr). Owing to their high surface area, tunable porosity, and structural flexibility, MOFs are considered highly promising materials for various applications. In this study, the synthesized material was also evaluated for the removal of Methyl Violet from aqueous solution, showing effective performance. These findings highlight the potential of MOF materials synthesized from PET plastic waste, which can persist in the environment for hundreds of years, for sustainable environmental applications.

**Keywords:** Adsorption, MIL-101 (Cr), PET waste, Sustainability.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde plastik kirliliği, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini tehdit eden en kritik çevresel krizlerden biri haline gelmiştir. Özellikle polietilen tereftalat (PET) bazlı atıklar, doğada yüzyıllarca bozulmadan kalarak mikroplastik kirliliğine ve biyolojik çeşitlilik kaybına yol açmaktadır (Waver, 2025).Mevcut geri dönüşüm yöntemleri ise bu devasa atık yükünü karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu doğrusal tüketim modeli, sadece kaynak israfına neden olmakla kalmayıp, üretim süreçlerindeki yüksek enerji kullanımıyla iklim değişikliğini de

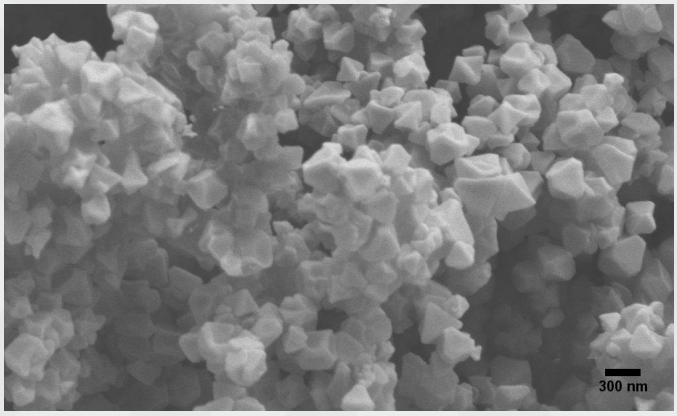
tetiklemektedir (Sinha, 2010). Atık yönetiminde "çöp" kavramını ortadan kaldırarak bu materyalleri katma değeri yüksek teknolojik ürünlere dönüştürmek, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir bir gelecek için artık bir tercih değil, zorunluluktur.

Bu proje, çevreye yük olan PET atıklarını, geleceğin malzemeleri olarak adlandırılan ileri teknoloji ürünü Metal-Organik Kafes yapılara (MOF) dönüştürerek yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Sentezlenen yüksek gözenekli ve fonksiyonel MIL-101 (Cr) yapısı, endüstriyel atık suların en dirençli kirleticilerinden olan metil viyole boyar maddesinin gideriminde üstün bir adsorpsiyon performansı sergilemiştir. "Atıktan değere" felsefesiyle şekillenen bu çalışma, kirliliğin kendisini bir su arıtma aracına dönüştürerek hem plastik kirliliğini azaltmakta hem de su kaynaklarımızın korunmasına bilimsel ve çevreci bir perspektif kazandırmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

MIL-101 (Cr) sentezi solvotermal yöntem kullanılarak yapılmıştır. Sentez için 3.2 g $Cr(NO_3)_3.9H_2O$, 1.56 g PET plastik atığı 40 mL saf su içerisinde 20 dk karıştırılmıştır. Daha sonra karışım paslanmaz çelik teflon otoklav içine eklenmiş ve 220°C'de 8 saat etüvde tutulmuştur. Süre sonunda otoklav çıkarılmış ve oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Oluşan malzeme santrifüjle ayrıldıktan sonra su ve metanol ile yıkanmıştır. Elde edilen MIL-101 (Cr) etüvde bir gece 70 °C'de kurutulmuştur.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA




**Şekil 1.** MIL-101 (Cr) yapısının FE-SEM görüntüsü

PET atığı kullanılarak sentezlenen MIL-101 (Cr)'un morfolojik yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Buna sonuca göre MIL-101 (Cr)'untipik oktohedral yapıya sahip olduğu görülmektedir (Kolay, 2025).FTIR ve XRD analizleri de yapılmış olup MIL-101 (Cr)'un başarıyla sentezlendiği kanıtlanmıştır.

PET atığından sentezlenen MIL-101(Cr), metil viyole boyasının gideriminde kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, 50 ppm derişime sahip metil viyole çözeltisinin 2 saat içerisinde %100 oranında giderildiği belirlenmiştir. Yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip olan MIL-101(Cr) malzemesinin, metil viyole gibi boya türlerinin gideriminde etkili olduğu ortaya konmuştur. Sürdürülebilir bir sentez yöntemi benimsenerek PET plastik atıklarından son yıllarda oldukça ilgi gören MOF yapısının elde edilmesi ve bu malzemenin çevreye zararlı

boya atıklarının gideriminde kullanılması, atıkların çevresel uygulamalarda değerlendirilmesinin önemini göstermektedir.

**KAYNAKLAR**


- Wawer, J., Panuszko, A., Kozłowski, D., Juniewicz, J., Szymikowski, J., & Brodnicka, E. (2025). Sustainable management of microplastic pollutions from PET bottles: overview and mitigation strategies, Applied Sciences, 15(10), 5322.
- Sinha, V., Patel, M. R., & Patel, J. V. (2010). PET waste management by chemical recycling: a review. Journal of Polymers and the Environment, 18(1), 8-25.
- Kolay, S., Kancharlapalli, S., Samanta, S., Muhiuddin, M., Jha, P., Pagare, A., & Mishra, R. (2025). Exploring MIL-101 (Cr) and Its Polymeric Composites as Potential Adsorbents for Volatile Iodine from Nuclear Off-gas: A Detailed Experimental and Computational Study. Industrial & Engineering Chemistry Research, 64(18), 9140-9152.

# DERİN ÖĞRENME İLE SU ALTI GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ

***Esra Duygu Uğuz***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan Baykan***

*f221213020@ktun.edu.tr;nbaykan@ktun.edu.tr,*

*Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Renk bozulması, düşük kontrast ve bulanıklık gibi sorunlar su altı araştırmalarının güvenilirliğini ve otonom sistemlerin karar verme süreçlerini kısıtlar.Bu kısıtlamalar, çevresel teknoloji uygulamalarında deniz ekosisteminin doğru izlenememesine, kirlilik analizlerinin hatalı yapılmasına ve su altı kaynaklarının korunması için gereken veri hassasiyetinin kaybolmasına sebep olur. Ayrıca, görüntülerdeki bu bozulmalar otonom araçların çevresini görmesini zorlaştırır ve görev sırasında kaza yapma riskini artırır.Bu proje, su altındaki ışığın emilimi ve saçılması nedeniyle kalitesi bozulan su altı görüntülerini derin öğrenme yöntemleriyle iyileştirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, EUVPveri seti ilemodifiye edilmiş Çekişmeli Üretici Ağ mimarisi kullanılarak, iyileştirilmiş ve özellikle çevre araştırmalarında kullanılabilecek su altı görüntüleri elde edilmiştir.Proje kapsamında kullanılan FUnIE-GANmodeli, ortalama 22,6416 PSNR değeriyle, görüntülerde yüksek iyileştirme performansı göstermiştir. Projede geliştirilen modellerin son kullanıcı tarafından test edilebilmesi için DEEPSEA isimli bir web arayüzü tasarlanmıştır. Web platformu, kullanıcıların isterse kendi görüntülerini yükleyerek farklı modellerin sonuçlarını anlık olarak kıyaslayabilmesini sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çekişmeli Üretici Ağlar, Derin Öğrenme, Su Altı Görüntü İyileştirme.

**ABSTRACT**

Issues like color distortion, low contrast, and blurring limit the reliability of underwater research and autonomous decision-making. These constraints lead to inaccurate monitoring of marine ecosystems, faulty pollution analysis, and a loss of data precision needed to protect underwater resources. Furthermore, these visual impairments hinder the situational awareness of autonomous vehicles, increasing the risk of accidents during missions. This project employs deep learning to enhance underwater images degraded by light absorption and scattering. Utilizing the EUVP dataset and a modified Generative Adversarial Network (GAN) architecture, the study produced high-quality images suitable for environmental research. Specifically, the FUnIE-GAN model achieved a significant enhancement performance with an average PSNR of 22.6416. To facilitate end-user testing, a web interface named DEEPSEA was developed, allowing users to upload images and compare model results instantaneously.

**Keywords:** Deep Learning, Generative Adversarial Networks, Underwater Image Enhancement.

## 1. GİRİŞ

Su altı görüntüsü, ışığın su ortamındaki fiziksel etkileşimleri sonucu oluşan dijital veri ortamıdır.Bu verilerin analizi, doğrudan gözlemlenemeyen deniz ekosistemlerinin izlenebilir ve ölçülebilir hale getirilmesi açısından kritiktir.Su altı görüntü analizi; suyun ışığı soğurması

ve sudaki partiküllerin ışığı saçması gibi fiziksel etkenler nedeniyle oluşan renk kaymaları, düşük kontrast ve bulanıklık problemleri sebebiyle bilgisayarlı görü alanında kritik bir araştırma konusudur (Jaffe, 1990). Optik bozulmalar, su altı ortamlarında gerçekleştirilen bilimsel araştırmaların doğruluğunu kısıtlamakta ve otonom su altı araçlarının algısal güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir(Islam vd., 2020). Su altında derinlik arttıkça ışık kaybı da arttığı için standart görüntü işleme teknikleri bu aşamada yetersiz kalmaktadır.Bu yüzden su altı görüntülerinin iyileştirilmesi hem akademik çalışmalar hem de endüstriyel uygulamalar açısından temel bir ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır.Yapılan proje; derin öğrenme modellerini kullanarak su altındaki ortamın sebep olduğu bozulmaların gerçek zamanlı operasyonlara engel olmasını engellemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca otonom araçlardan alınan görüntüleriniyileştirilebilmesi de amaçlanmıştır. Proje kapsamında, otonom sistemlerin ihtiyaç duyduğu hız ile algısal kaliteyi optimize eden Geliştirilmiş Görsel Algı için Hızlı Sualtı Görüntü Geliştirme (FastUnderwater Image Enhancement GAN-FUnIE-GAN) mimarisi ve alternatif derin öğrenme yöntemleri üzerine yoğunlaşılmıştır (Islam vd., 2020).Çalışma sonunda modellerin son kullanıcı tarafından test edilebilmesini sağlayan DEEPSEA isimli web tabanlı bir arayüz geliştirilmiştir. Literatürdeki birçok çalışma sadece teorik metrikler üzerinde kalırken; proje, model başarılarının objektif bir şekilde değerlendirilmesini ve model çıktılarının uygulama bazlı olarak sürdürülebilir şekilde sunulmasını sağlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, Kaggle platformundan alınan24840 adet görüntü içeren EUVP (Enhancement of Underwater Visual Perception) veri seti kullanılmıştır(Kaggle, 2024).

**Tablo1.**Kullanılan EUVP veri setinin özellikleri

| Boyut | Çözünürlük | Görüntü adeti |
|---|---|---|
| 256x256 | 96 DPI | 24840 |

Eğitim sürecinde modelin genelleme yeteneğini artırmak için görüntüler; karanlık, nesne odaklı ve genel manzara içeriklerine göre üç alt kategoride sınıflandırılmıştır (Şekil 1). Sonuçları değerlendirmek için iyileştirilmiş görüntünün orijinaline göre netliğini ve gürültü seviyesini ölçen PSNR metriğinden yararlanılmıştır.



Karanlık Görüntü



Nesne Odaklı Görüntü



Genel Manzara Görüntüsü

**Şekil 1.**EUVP veri seti sınıflandırmasından örnekler

Projede; programlama dili olarak Python, modelin eğitimi için Google Colaboratory (Colab) (Google Colaboratory, 2024),model mimarileri içinPyTorch (Paszke vd., 2019), web tabanlı arayüz için ise HTML, CSS veFlask kullanılmıştır.

Su altı görüntülerinin iyileştirilmesi için literatürde görüntülerdeki baskın renk sorunlarını gidermekte başarılı olan, otonom su altı araçları ve robotik sistemler için tasarlanan Çekişmeli Üretici Ağ (ÇÜA) (GenerativeAdversarial Networks – GAN) mimarisini temel alan FUnIE-GAN modeli uygulanmıştır (Islam ve ark., 2020). Hız ve görsel kaliteyi optimize etmeyi amaçlayan bu yapı; 100, 150 ve 200 epoch eğitilmiş ve test sonuçlarına göre en verimli model olduğuna karar verilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Projede Kullanılan FUnIE-GAN Modeli PSNR Sonuçları

| Model Adı | Epoch | PSNR Değeri |
|---|---|---|
| FUnIE-GAN | 100 | **22,6416** |
| | 200 | 21,6062 |

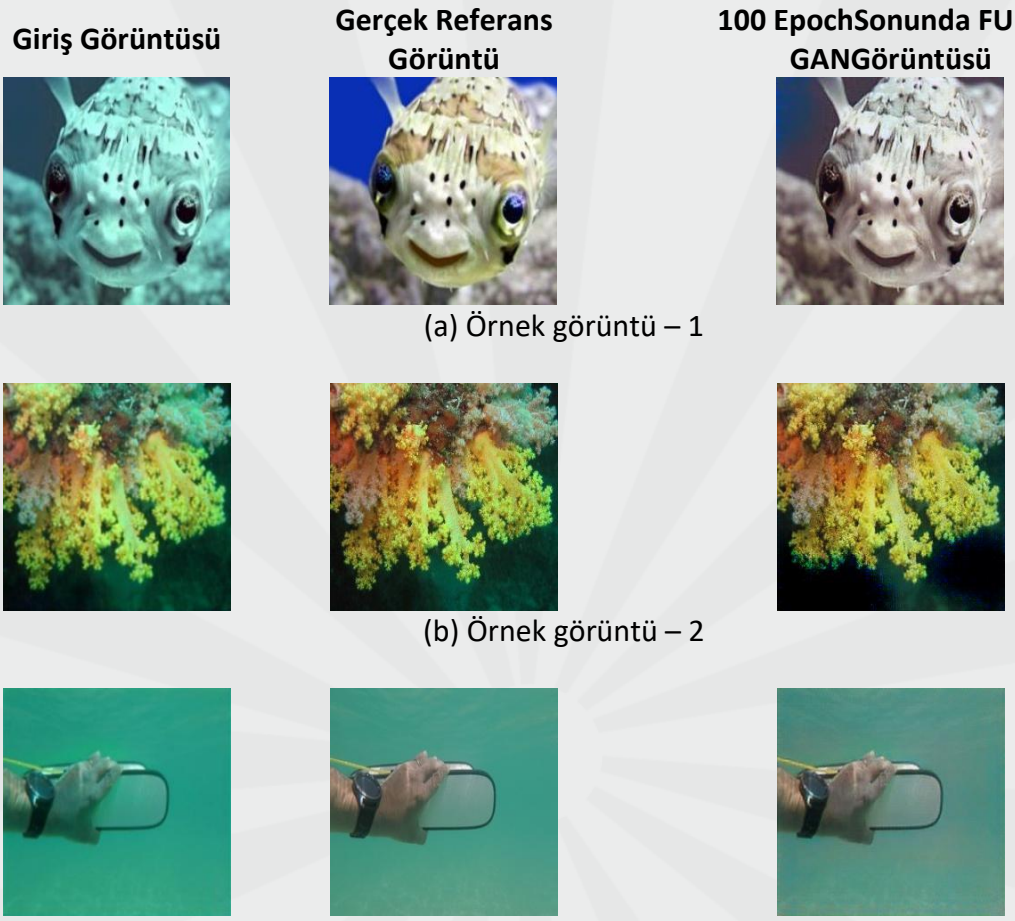
Proje kapsamında son kullanıcının farklı derin öğrenme modelleriyle denemeler yapabilmesine imkân vermek amacıyla FUnIE-GAN ile birlikte Evrişimli Sinir Ağı (ESA) (ConvolutionalNeural Network – CNN) tabanlı farklı modellerin performansını kullanıcıya sunmak için DEEPSEA isimli web tabanlı bir arayüz tasarlanmıştır. Platformda; son kullanıcı kendigörsellerini de yükleyerek, seçilen model tarafından işleyebilmekte ve sonuçlar orijinal görüntü ile karşılaştırılmalı olarak gösterilmektedir. Bu sayede farklı derin öğrenme yaklaşımlarının başarıları hem görsel olarak hem de nicel olarak sürdürülebilir şekildeyorumlanabilmektedir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Projedeki eğitimlerin sonucunda en iyisonuç veren model100 epoch sonunda ulaştığı ortalama 22,6416 PSNR değeri ile FUnIE-GAN olmuştur (Islam vd., 2020) (Şekil 2).

Su altı görüntülerinin iyileştirilmesi; mercan resiflerindeki bozulmaların takibi, deniz çayırlarındaki karbon tutulum kapasitesinin ölçülmesi ve plastik kirliliğinin haritalandırılması gibi iklim değişikliği odaklı izleme çalışmalarında veri kalitesini artırmaktadır. Bu teknolojik çözümler, deniz ekosistemlerindeki hassas değişimlerin uzaktan algılama yöntemleriyle doğru analiz edilmesine olanak tanıyarak çevresel yönetim stratejilerine temel teşkil etmektedir. Ayrıca çalışmada elde edilen görüntü iyileştirme ve renk düzeltme başarıları, yalnızca görsel iyileştirme olarak değil, su altındaki türlerin doğru teşhis edilmesini kolaylaştırarak biyoçeşitliliğin korunmasına da katkıda bulunmaktadır. Özellikle fiziksel olarak benzer ama

renk olarak farklı olan veya nesli tükenmekte olan canlıların tespitinde kullanılarak ekolojik sürdürülebilirliğe destek sağlayabilecektir.




**Şekil 2.**FUnIE-GAN Modeli Sonuçlarından Örnekler

**KAYNAKLAR**


- Abadi, M. ve ark. (2016), "TensorFlow: A systemforlarge-scalemachinelearning", Proc. USENIX Symp. Operating Syst. Des. Implementation, ss. 265-283.
- Fabbri, C., Islam, M. J. ve Sattar, J., (2018). Enhancingunderwaterimageryusinggenerativeadversarialnetworks, Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Autom., 7159–7165.
- Google Colaboratory, (2024). https://colab.research.google.com, (Erişim tarihi: 09.01.2026).
- Islam, M. J., Xia, Y. ve Sattar, J., (2020). FastUnderwater Image Enhancement forImproved Visual Perception, IEEE RoboticsandAutomationLetters, 5, 2, 3227-3234.
- Isola, P. ve ark. (2017), "Image-to-imagetranslationwithconditionaladversarialnetworks", Proc. IEEE Conf. Comput. VisionPatternRecognit., ss. 1125–1134.
- Jaffe, J. S., (1990). Computermodelingandthedesign of optimal underwaterimagingsystems, IEEE Journal of OceanicEngineering, 15, 2, 101-111.
- Kaggle, (2024). EUVP Dataset, https://www.kaggle.com/datasets/xahidbuffon/euvp-dataset, (Erişim tarihi: 09.01.2026).

- Paszke, A. ve ark., (2019). PyTorch: An imperativestyle, high-performancedeeplearninglibrary, Advances in Neural Information ProcessingSystems, 32, 8024-8035.
- Wang, Z. ve ark. (2004), "Image qualityassessment: Fromerrorvisibilitytostructuralsimilarity", IEEE Trans. Image Process., Cilt 13, Sayı 4, ss. 600-612.

# OTONOM KATI ATIK AYRIŞTIRMA ROBOTU

***Ece Erkmen, Orhan Yıldız, Seher Tiryaki***

***Danışman: Prof. Dr. Akif Durdu***

*f221222090@ktun.edu.tr;f221213019@ktun.edu.tr;f221222040@ktun.edu.tr;adurdu@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42075, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, geri dönüşüm tesislerindeki atık ayrıştırma süreçlerini otomatize etmek amacıyla yapay zekâ destekli, dijital ikiz entegreli otonom bir sistem geliştirilmiştir. Plastik, metal ve farklı renklerdeki cam atıkların gerçek zamanlı tespiti için YOLOv8n (YouOnlyLookOnce v8 nano) derin öğrenme modeli kullanılmıştır. Tespit edilen nesnelerin iki boyutlu piksel koordinatları, derinlik sensörü ve homojen transformasyon matrisleriyle üç boyutlu gerçek dünya koordinatlarına dönüştürülmüştür. Fiziksel ayrıştırma için ROS2 (Robot Operating System 2) ve MoveIt2 ortamında dijital ikizi oluşturulan üç serbestlik dereceli robot kol tasarlanmış; STM32 mikrodenetleyici tabanlı gömülü sistem üzerinden kapalı çevrim kontrol sağlanmıştır. Sistem ortalama 85,5 mAP50 (meanAverage Precision at IoU 0.50) doğrulukla çalışmakta, yeşil cam sınıfında 92,4 mAP50 başarı elde edilmektedir.Düşük maliyetli donanımlarla endüstriyel hıza ulaşabilen bu sistem, KOBİ (küçük ve orta büyüklükteki işletmeler) ölçekli geri dönüşüm tesisleri için özgün bir otomasyon çözümü sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık ayrıştırma, dijital ikiz, robot kol, ters kinematik, YOLOv8

**ABSTRACT**

This study develops an AI-powered, digital twin-integrated autonomous system to automate waste sorting processes in recycling facilities. The YOLOv8n (YouOnlyLookOnce v8 nano) deep learning model is used for real-time detection of plastic, metal, and different colored glass waste. The two-dimensional pixel coordinates of the detected objects are converted into three-dimensional real-world coordinates using a depth sensor and homogeneous transformation matrices. A three-degree-of-freedom robotic arm, whose digital twin is created in the ROS2 (Robot Operating System 2) and MoveIt2 environments, is designed for physical sorting; closed-loop control is provided via an embedded system based on an STM32 microcontroller. The system operates with an average accuracy of 85.5 mAP50 (mean Average Precision at IoU 0.50), achieving a success rate of 92.4 mAP50 in the green glass class. This system, capable of achieving industrial speeds with low-cost hardware, offers a unique automation solution for SME (small and medium-sized enterprise) scale recycling facilities.

**Keywords:**Digitaltwin, reversekinematics, robot arm, wastesorting, YOLOv8

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde katı atık üretimi her geçen yıl artmakta ve geri dönüşüm oranları bu artışın gerisinde kalmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizde yıllık

belediye katı atık miktarı 30 milyonun üzerindedir; ancak bu atıkların önemli bir kısmı kaynağında ayrıştırılmadan depolama sahalarına gönderilmektedir (TÜİK, 2024). Geri dönüşüm tesislerinde ayıklama işlemlerinin büyük ölçüde insan gücüne dayanması hem yüksek hata oranlarına hem de operasyonel maliyetlere yol açmaktadır. Bu boşluğu kapatmak amacıyla son yıllarda bilgisayarla görme ve derin öğrenme yöntemleri atık ayrıştırma süreçlerine entegre edilmeye başlanmıştır. Yang ve Thung tarafından geliştirilen TrashNet veri seti temel bir referans kaynağı hâline gelmiş (Yang ve Thung, 2016), YOLO ailesi modeller ise bantlı sistemlerde gerçek zamanlı uygulama potansiyeli nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Redmon vd., 2016). Mao ve arkadaşları optimize edilmiş evrişimsel sinir ağlarının geleneksel yöntemlere kıyasla belirgin biçimde üstün performans sergilediğini ortaya koymuştur (Mao vd., 2021).

Bununla birlikte, literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu yalnızca sınıflandırma göreviyle sınırlı kalmakta ve robotik entegrasyona yer vermemektedir. Çok eksenli sistemlerde eş zamanlı hareket koordinasyonu ve gerçek zamanlı geri besleme entegrasyonu kritik bir tasarım problemi olarak öne çıkmaktadır (Beltran-Carbajal vd., 2020). Robot İşletim Sistemi 2 (Robot Operating System 2 - ROS2) tabanlı çerçevelerin modüler yapısı robot özerkliğini artırmada etkin rol oynamakta; ancak mikrodenetleyici ile doğrudan seri haberleşme köprüsü kurularak kapalı çevrim kontrol elde edilmesi yeterince ele alınmamış bir alan olmaya devam etmektedir (Bonci vd., 2023). Bu proje; veri seti oluşturma ve model eğitiminden robotik kontrole ve dijital ikiz senkronizasyonuna kadar uçtan uca sistem bütünleşmesini tek çatı altında gerçekleştirerek söz konusu boşlukları doldurmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Seti ve Model

RoboflowUniverse, TrashNet ve TACO veri setlerinden derlenen görüntüler, beş atık sınıfı (plastik, şeffaf/yeşil/kahverengi cam, metal) için yeniden etiketlenmiştir. Toplam 4.892 ham görüntü %80/%10/%10oranında eğitim/doğrulama/test olarak ayrılmış; parlaklık değişimi (±%20) ve Gaussian gürültüsü (%1.5-2) ile veri artırma uygulanmıştır. Model olarak YOLOv8 tercih edilmiştir. YOLOv8; tek aşamalı mimarisi sayesinde önerme ve sınıflandırma işlemlerini tek geçişte tamamlamakta, gömülü sistemlere dağıtılabilir yapısı ve aktif geliştirici desteğiyle önceki nesil modellerine kıyasla üstün performans sunmaktadır. Eğitim, Google Colab üzerinde NVIDIA T4 GPU ile 100 döngü, batch=16, öğrenme oranı=0,01 ve COCO ön eğitimli ağırlıklarla gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. Görüntü İşleme ve Koordinat Dönüşümü

YOLOv8 çıktısı 2B piksel koordinatları (u,v), derinlik sensörü verisi (Z_cam) ve kamera iç parametreleri (f_x, f_y, c_x, c_y) kullanılarak 3B gerçek dünya koordinatlarına dönüştürülmüştür. Kamera ile robot gövdesi arasındaki uzaklık (X: 50 cm, Z: 30 cm) statik bir homojen transformasyon matrisi olarak tanımlanmıştır. Sensör gürültüsünden kaynaklanan titremeleri önlemek için Dur-Kalk Filtresi geliştirilmiştir: yeni hedefin Öklid mesafesi 15 ardışık kare boyunca 1,5 cm eşiğinin altında kalırsa hareket komutu onaylanmaktadır.

### 2.3. Mekanik ve Gömülü Kontrol Sistemi

3-DOF robot kol, PLA+ malzeme ile FDM yöntemiyle üretilmiştir. Baz ve dirsek eklemlerinde NEMA17, omuz ekleminde NEMA23 step motor kullanılmıştır; TB6600 sürücüler ve dişli çark mekanizmasıyla (baz 4,5:1, omuz/dirsek 3,5:1) gerekli tork sağlanmıştır. STM32F4 mikrodenetleyici üzerinde, 168 MHz donanımsal PWM zamanlayıcılarıyla 1/16 mikro-adım çözünürlüğünde (3200 adım/tur) üç eksen eş zamanlı non-blocking kontrol gerçekleştirilmiştir. Her ekleme bağlı sonsuz potansiyometre ile kapalı çevrim geri besleme sağlanmıştır.

### 2.4. ROS2 Yazılım Mimarisi

MoveIt2 ile dijital ikizi oluşturulan robot kolda, Kosinüs Teoremi tabanlı ters kinematik çözücü geliştirilmiştir. Montaj kayıklıkları için omuz (0,345 rad) ve dirsek (1,510 rad) ofset parametreleri uygulanmıştır. motor_bridge_node; /dev/ttyACM0 üzerinden USB CDC protokolüyle STM32 ile haberleşerek eklem açılarını adım komutlarına çevirmekte, geri besleme verilerini /joint_statestopic'ine yayınlamaktadır. CHOMP/FCL algoritmalarıyla çarpışmasız yörünge planlaması yapılmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

YOLOv8 modeli, ortalama %85,5 mAP50 değeriyle tüm sınıflarda başarılı sonuçlar üretmiştir. Metal sınıfı en yüksek değere (%97,6) ulaşırken, şeffaf cam sınıfı transparan yüzeylerin optik zorluğu nedeniyle en düşük değerde (%78,6) kalmıştır. Tablo 1'de sınıf bazlı metrikler verilmektedir.

**Tablo 1.**Sınıf Bazlı Model Performans Metrikleri

| Sınıf | mAP50 | mAP50-95 | Precision | Recall |
|---|---|---|---|---|
| Plastik | %93,9 | %79,8 | %90,3 | %89,3 |
| Cam – Şeffaf | %78,6 | %54,3 | %80,9 | %75,8 |
| Cam – Yeşil | %92,4 | %70,3 | %90,8 | %86,1 |
| Cam – Kahverengi | %78,7 | %64,4 | %80,9 | %69,3 |
| Metal | %97,6 | %85,2 | %91,0 | %95,9 |
| Ortalama | %88,2 | %70,8 | %86,8 | %83,3 |

Gömülü kontrol testlerinde motorlar arası zamanlama kayması 1 ms'nin altında tutulmuş, eklem geri besleme hatası ortalama 0,22° olarak ölçülmüştür. ROS2 ile fiziksel sistem arasındaki uçtan uca iletişim gecikmesi 25 ms'nin altında kalmış; RViz dijital ikizi ile fiziksel robot arasındaki açı uyumu ±0,5° sınırları içinde gerçekleşmiştir. Sistem entegrasyon testlerinde, YOLOv8 tespitinden fiziksel müdahaleye kadar tam döngü süresi ortalama 1,8 saniye ve konumlandırma hassasiyeti ±15 mm olarak doğrulanmıştır. Bu bulgular; bulut

bağımlılığı olmadan, düşük maliyetli donanımlarla endüstriyel hıza ve hassasiyete ulaşılabildiğini kanıtlamaktadır.

## KAYNAKLAR


- Beltran-Carbajal, F., Valderrabano-Gonzalez, A., Rosas-Caro, J. C., & Favela-Contreras, A. (2020). Control of a DC motor using a stepper motor drive circuit. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 67(6), 4788–4797.
- Bonci, A., Gaudeni, F., Giannini, M. C., & Longhi, S. (2023). Robot Operating System 2 (ROS2)-based frameworks for increasing robot autonomy: A survey. *Applied Sciences*, 13(23), 12796.
- Mao, W. L., Chen, W. C., Wang, C. T., & Lin, Y. H. (2021). Recycling waste classification using optimized convolutional neural network. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105132.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779–788.
- TÜİK (2024). Belediye atıkistatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Yang, M., & Thung, G. (2016).*Classification of trash for recyclability status* [CS229 Project Report]. Stanford University.

# E-TİCARETTE "YEŞİL DÖNGÜ" GERİ KAZANILABİLİR AMBALAJ VE KARBON NÖTR TESLİMAT MODELİ

*Feyza Erdal, Zehra Kaya, Sena Özçarıkçı*

*Danışman: Prof. Dr. Esra Yel*

*f221203026@ktun.edu.tr;f211203042@ktun.edu.tr;f231203081@ktun.edu.tr;eyel@ktun.edu.tr*

*Endüstri Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42050, Konya*

**ÖZET**

Bu proje, e-ticaret sektöründeki tek kullanımlık karton ambalaj atıklarını azaltmak amacıyla kapalı döngü teslimat modelini önermektedir. Sistem, Tyvek (yırtılmaz, su geçirmez ve geri dönüştürülebilir kâğıt görünümlü teknik tekstil) malzemeden üretilen akıllı ambalajlar ve mevcut e-ticaret platformlarına entegre edilen bir yazılım bileşeninden oluşmaktadır. Kutulara lazerle kazınan ve her döngüde yazılım üzerinden yeni siparişe atanarak sıfırlanan sabit barkod sistemi sayesinde termal etiket israfı tamamen önlenebilmektedir. Tersine lojistik süreci eş zamanlı döngü modeliyle optimize edilmiştir. Fizibilite analizleri, modelin dördüncü kullanımda başa baş noktasına ulaştığını ve geleneksel sisteme kıyasla operasyon maliyetlerinde tasarruf sağladığını göstermektedir. Müşterileri; kutuları iade etmeye teşvik etmek için firmaların pazarlama ve kurumsal sosyal sorumluluk bütçeleriyle finanse edilen fidan bağışı, dinamik indirim ve stok eritme modelleri geliştirilmiştir. Önerilen bu sistem bir yandan BM sürdürülebilir kalkınma amaçlarından SKA13 H13.2hedefine katkı sağlarken bir yandan da çevresel çabaları kârlı bir endüstriyel iş modeline dönüştürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ambalaj, E-ticaret, Sürdürülebilirlik, Tersine lojistik, Yalın üretim

**ABSTRACT**

This project proposes a closed-loop delivery model to reduce single-use cardboard packaging waste in the e-commerce sector. The system consists of smart packaging made from Tyvek (tear-resistant, waterproof, and recyclable paper-look technical textile) and a software component integrated into existing e-commerce platforms. Waste of thermal labels is completely prevented thanks to a fixed barcode system laser-engraved on the boxes and reset via software to a new order in each cycle. The reverse logistics process is optimized with a simultaneous loop model. Feasibility analyses show that the model reaches the break-even point in the fourth use and provides savings in operating costs compared to the traditional system. To encourage customers to return the boxes, tree donation, dynamic discounts, and inventory reduction models, funded by the companies' marketing and corporate social responsibility budgets, have been developed. This proposed system contributes to the UN Sustainable Development Goal (SDG13 H13.2) while simultaneously transforming environmental efforts into a profitable industrial business model.

**Keywords:**E-commerce, Leanproduction, Packaging, Reverselogistics, Sustainability

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde dijitalleşmeyle büyüyen e-ticaret sektörü, Türkiye'de 2024 yılı itibarıyla yıllık 1,4 milyar adet kargo paketinin dolaşıma girmesine neden olmuştur (BTK, 2024). Çoğunluğu tek kullanımlık oluklu mukavva ve plastik ambalajlardan oluşan bu doğrusal ekonomi (al-

kullan-at) modeli hem oldukça büyük bir çevresel atık yükü oluşturmakta hem de ambalaj malzemesi ve termal etiket kullanımları nedeniyle yıllık yaklaşık 30milyar TL'yi aşan bir maliyet getirmektedir.Mevcut literatürdeki çevreci çözümler genellikle geri dönüştürülmüş kâğıt ambalajlara odaklansa da bu materyallerin düşük döngü ömrü ve her siparişte yenilenen termal etiket israfı, e-ticaret lojistiğinde hedeflenen operasyonel verimliliği sağlayamamaktadır. Bu gerçeklerden hareketle hazırlanan bu projenin temel araştırma sorusu, operasyonel maliyetleri düşürürken atık oluşumunu kaynağında sıfırlayacak kârlı ve sürdürülebilir bir döngüsel ambalaj ekosisteminin nasıl tasarlanacağıdır.Proje, literatürdeki bu boşluğu Yalın Altı Sigma yaklaşımı ve Döngüsel Ekonomi ilkelerine dayanan "Yeşil Döngü" modeli ile doldurmaktadır. Geleneksel karton ambalajlar yerine kâğıt hafifliğinde, su geçirmez ve yırtılmaz bir teknik tekstil olan Tyvek malzemesi kullanılarak ambalajların kullanım ömrü 50 döngüye çıkarılmıştır. Lazerle kazınmış sabit QR barkod entegrasyonu sayesinde termal etiket israfı tamamen ortadan kaldırılmış; Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS) bütçeleri ve dinamik indirim modelleriyle desteklenen teşvik yöntemleri sayesinde sistem, çevresel bir yük olmaktan çıkarılıp endüstriyel olarak uygulanabilir stratejik bir rekabet avantajına dönüştürülmüştür.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, İklim Değişikliği ve Verimlilik kriterleri doğrultusunda süreç israflarını dijital ve fiziksel olarak önleyecek hibrit bir döngüsel sistem olarak tasarlanmıştır.

### 2.1. Materyal ve Teknik Donanım Parametreleri

Tyvekambalaj formları;50 kullanım döngüsüne sahip, su geçirmez ve %100 geri dönüştürülebilir Tyvek materyalinden iki ana formda tasarlanmıştır. E-ticaret kargo hacminin en büyük payını (%78) oluşturan tekstil vb. gönderiler için hacim israfını önleyen "Esnek Tyvek Zarf (Mailer)" formuna odaklanılmıştır. Elektronik ve hassas ürünler için ise bantsız, tek hamlede kurulan "Sert Poka-Yoke Kutu" tasarımı kullanılmıştır.Ambalajlara kalıcı QR barkod işlenerek her gönderimde tekrarlanan termal etiket kullanımı tamamen sıfırlanmıştır.İade süreçlerindeki hijyen standardı ise su ve kimyasal gerektirmeyen Ultraviyole (UV-C) tünelleriyle "Kuru Sterilizasyon" yöntemi kullanılarak sağlanmıştır.

### 2.2. Sistemsel Entegrasyon ve Uygulama Programlama Arayüzü Algoritması

E-ticaret platformlarının arka plan sistemlerine "REST API"servisleri aracılığıyla entegre edilen bilgi akış modülü iki temel operasyonel aşamada çalışmaktadır.Dijital eşleştirme ve izlenebilirlik içindepo çıkış operasyonunda Tyvek ambalaj üzerindeki sabit lazer barkodkullanılır. Bu barkod aracılığıyla siparişe ait stok tutma birimi, rota ve alıcı bilgileri API üzerinden anlık olarak eşleştirilir. Bu yöntem, kargo süreçlerindeki fiziki termal etiket ve plastik bant kullanımını %100 ortadan kaldırır.Bu sayede operasyonel işlem süresi kısalır.Otomatik veri temizliği ve Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) uyumuiçintersine lojistikle dezenfeksiyon merkezine dönen ambalajın barkodu okutulduğu andasistem önceki müşteriye ait tüm kişisel verileri kalıcı olarak siler. Sistem, ambalajıotomatik olarak "Boş/Kullanıma Hazır" statüsüne geçirir ve bir sonraki 50'li döngünün yeni adımı için kullanılabilir stoklara yeniden dâhil eder.

### 2.3. Operasyonel Metodoloji: Hibrit İade ve Eş Zamanlı Döngü Modeli

Lojistik süreçte araçların kat ettiği mesafeyi ve emisyon salınımını optimize etmek için sistem "Hibrit İade Modeli" üzerine kurulmuştur.Anında iade seçeneğindemüşteri, ürünü teslim aldığı andaürünü çıkarıp boş ambalajı kuryeye iade edebilir.Bu yöntem kuryenin adreste

olduğu süreyi kullanarak lojistik akışı korur. Eş zamanlı takasseçeneğinde iseürünü incelemek isteyen ve o anaçmak istemeyen müşteri, ambalajı Poka-Yoke tasarımıyla katlayıp saklar. Bir sonraki siparişi geldiğinde yeni paketi alırken elindeki eski boş ambalajı kuryeye teslim eder. Bu döngüsel yapı kuryenin ek bekleme süresini tamamen ortadan kaldırır.

### 2.4. Uygulama Arayüzü ve "Ormanım" Entegrasyonu

Kullanıcı deneyimi, e-ticaret mobil uygulamalarına entegre edilen "Ormanım" modülü ile oyunlaştırılmıştır.İzlenebilirlik ve doğrulama ise şu şekilde sağlanmıştır: Kullanıcılar kazandıkları karbon tasarruf puanlarını ve yeşil sertifikaları bu panelden takip eder. Mobil okuyucuile uygulamanın anlık senkronizasyonu sayesinde ambalaj barkodu okutulduğu an "Döngü Doğrulandı" bildirimi iletilir.İade güvenliği ve kazanılan teşviklerin (indirim/fidan) doğruluğu eşzamanlı olarak teyit edilir.

### 2.5. Dinamik Teşvik ve Yeşil Finansman Metodu

Sistemin finansal sürdürülebilirliği, kâr marjlarını koruyan "Esnek Ödül Algoritması" ile yönetilir.Kurumsal Sosyal Sorumluluk'ta5 ambalaj iade edildiğinde yapılan fidan bağışları, ürün kârından değil firmaların mevcut KSS bütçelerinden karşılanır. Bu sayedelojistik maliyetler sabit tutulur.Dinamik İndirim'deindirimler, markanın "Müşteri Edinme Maliyeti" bütçesinden karşılanır. Algoritma, sepet tutarına görepuan tanımlayarak müşteri sadakatini artırır.Akıllı Stok Eritme'deise indirim tercih etmeyen firmalar için depoda envanter maliyeti yaratan âtılstokların müşteriye hediye edilmesi sağlanır. Böylece ambalaj ve depo israfı aynı sistemde eşzamanlı olarak çözülür.

### 2.6. Veri Toplama ve Analiz Yöntemi

Projenin makro dayanakları; Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) hanehalkı tüketim verileri, Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi (ETBİS) e-ticaret hacim raporları, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu(BTK) kargo istatistikleri üzerinden yapılan regresyon analizleri ile modellenmiştir. Bu modeller,sistemin başa baş noktasına ve Türkiye genelindeki pazar payı senaryolarına bağlı olarak ülke ekonomisine sağlanacakmilyarlarca liralıktasarruf öngörüsünün hesaplanmasında temel girdi olarak kullanılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan fizibilite çalışmaları ve operasyonel maliyetanalizleri, "Yeşil Döngü" modelinin geleneksel tek kullanımlık ambalaj sistemlerine kıyasla operasyonel verimliliği maksimize ettiğini ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ve projenin stratejik analizi aşağıda sunulmuştur.

### 3.1. Operasyonel Maliyet ve Fizibilite Analizi

Sistemin kârlılık analizi, Türkiye kargo pazarının güncel dağılımı (%78 esnek ambalaj, %22 sert kutu) referans alınarak yapılmıştır. Tyvek ambalajın ilk yatırım maliyeti, bu oranlar üzerinden ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılarak 57,1 TL olarak hesaplanmıştır. Geleneksel tek kullanımlık e-ticaret ambalajları ve termal etiketin sipariş başı maliyeti ortalama **18,73 TL** iken 50döngülük Yeşil Döngü ambalajlarının operasyonel maliyeti ise **3,80 TL**'dir. Geliştirilen bu modelle operasyonel maliyetlerde **%80 net tasarruf** sağlanmaktadır. Sistem, dördüncü kullanım döngüsünde ilk yatırım maliyetini amorti etmekte ve kalan 46 döngüdesipariş başına yaklaşık 15 TL net kâr sunmaktadır.

Yeşil Döngü ambalajlarının 50 döngülük kullanım ömrü sayesinde elde edilen sipariş başı operasyonel maliyet tasarrufu Tablo 1'de karşılaştırılmıştır.

***Tablo 1.*** *Geleneksel Sistem ile Yeşil Döngü Sistemi Sipariş Başına Operasyonel Maliyet Karşılaştırması*

| ***Maliyet Kalemi*** | ***Geleneksel Sistem*** | ***Yeşil Döngü(Bu proje)*** |
|---|---|---|
| *Ambalaj Hammadde / Amortisman Payı* | *17,73 TL* | *1,50 TL (Risk/Kayıp payı dâhil)* |
| *Termal Etiket ve Yazıcı Yıpranma* | *0,65 TL* | *0,00 TL* |
| *Etiketleme (Depo İşçiliği/Bant)* | *0,35 TL* | *0,00 TL* |
| *Tersine Lojistik (Kurye Elleçleme)* | *0,00 TL* | *0,70 TL* |
| *Kuru Sterilizasyon (UV-C Tüneli)* | *0,00 TL* | *1,50 TL* |
| *API Sistem Payı (Yazılım Modülü)* | *0,00 TL* | *0,10 TL* |
| *Toplam Sipariş Maliyeti* | ***18,73 TL*** | ***3,80 TL*** |

### 3.2. Makroekonomik Etki ve Türkiye Pazar Analizi

Sistemin makro ölçekteki etkisi; TÜİK, ETBİS ve BTK istatistikleri üzerinden modellenmiştir. BTK 2024 verilerine göre Türkiye'deki 1,4 milyar adetlik yıllık kargo hacmi üzerinden yapılan maliyet projeksiyonu şu şekildedir:

Geleneksel modelin yıllık maliyeti **~31,35 Milyar TL**'dir.Yeşil döngününyıllık maliyeti ise **~5,32 Milyar TL**'dir. E-ticaret pazarının "YeşilDöngü"ye%100 entegre olması durumunda yılda **26,03 Milyar TLnet tasarruf** sağlanacaktır.İlk yıl pazarın yalnızca %10'ununsisteme entegre olması bile ekonomiye 2,6 Milyar TL nakit tasarrufu sağlayacaktır ve yılda 140 milyon adet ambalaj atığını kaynağında engelleyecektir. Kurtarılan doğal kaynaklar ve önlenen karbon emisyonlarının ekolojik değeri bu finansal hesaba dâhil edilmeyerek analizin güvenilirliği maksimize edilmiştir.

### 3.3. Kâr Marjı ve Sadakat Finansmanı Stratejisi

Sisteme katılımı artırmayı amaçlayan ödül mekanizması, ürün kârlılığını riske atmayacak şekilde kurgulanmıştır. **Duygusal Sadakat ve KSS:** Müşterilerin iade puanlarıyla "Ormanım" dijital panelinde fidan bağışlamasını sağlayan oyunlaştırma modelidir. Maliyeti, operasyonel kârdan değil firmaların Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS) bütçelerinden karşılanır.**Ekonomik Sadakat:** Müşteriye sunulannakit indirimler, ürün kârından değil Müşteri Edinme Maliyeti bütçesinden karşılanır ve Yaşam Boyu Müşteri Değeri artırılır.**Akıllı Stok Eritme:** Nakit indirimini tercih etmeyen firmalar içindir."Ölü Stok Eritme" modeli devreye girer. İade karşılığında âtıl stoklar hediye edilerek ambalaj israfı ile depo israfı tek bir sistemdeçözülür.

## KAYNAKLAR


- BTK, (2024). Türkiye Posta ve Kargo Hizmetleri Pazar Verileri Raporu, T.C. UlaştırmaAltyapı Bakanlığı, Ankara.
- Büyüközkan, G. ve Vardaroğlu, Z., (2008). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik Dergisi, 8, 1, 44-53.
- ETBİS, (2024). Türkiye'de E-Ticaretin Görünümü Raporu, T.C. Ticaret Bakanlığı, Ankara.
- Kotler, P. ve Keller, K. L., (2018). Pazarlama Yönetimi, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- TÜİK, (2024). Çevresel İstihdam, Gelir ve Harcama İstatistikleri - Ambalaj Atıkları ve Geri Kazanım Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

# KON-BIS: KONYA BİSİKLET ALTYAPISI TABANLI AKILLI MİKRO-LOJİSTİK EKOSİSTEMİ

***Mehmet Melih AKÇAM***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hayri İNCEKARA***

*f241230007@ktun.edu.tr; hincekara@ktun.edu.tr*

*Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi Bölümü, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

KON-BİS; Konya'nın bisiklet yolu altyapısını kullanarak bireysel kullanıcılar, mahalle esnafı ve gönüllü kuryelerle buluşturan yapay zeka destekli bir mikro-lojistik ekosistemidir. Flutter tabanlı mobil uygulama; dinamik kurye eşleştirme, talep tahmini, en kısa rota optimizasyonu ve karbon/sağlık veri analiği modüllerini bütünleştirir. Sistem; 0–7 kg arası paketleri (anahtar, evrak, esnaf gönderisi, gıda) motorlu araç kullanmaksızın ulaştırarak şehir içi karbon salımını ölçülebilir biçimde azaltır. Büyük lojistik ağların dışladığı mahalle esnafı, ev üreticileri ve bireysel mikro-gönderim ihtiyaçları kapsanarak ekonomik kapsayıcılık sağlanır. Yerli sunucu altyapısı, açık kaynak algoritmalar ve Flutter mimarisiyle geliştirilen proje; farklı şehirlere ölçeklenebilir ve otonom mikro-mobilite sistemlerine temel oluşturabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Bisiklet Lojistiği, Karbon Azaltımı, Mikro-Mobilite, Sürdürülebilir Şehirler, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

KON-BIS is an AI-powered micro-logistics ecosystem that leverages Konya's cycling infrastructure to connect individual senders, neighbourhood vendors, and volunteer couriers. The Flutter-based mobile application integrates dynamic courier matching, demand forecasting, shortest-route optimisation, and carbon/health analytics modules. The system enables delivery of packages weighing 0–7 kg (keys, documents, grocery orders, food) without motorised vehicles, measurably reducing urban carbon emissions. Economic inclusivity is achieved by onboarding neighbourhood shops, home producers, and individual micro-delivery needs that are typically excluded from mainstream logistics networks. Built entirely with domestic server infrastructure, open-source algorithms, and the Flutter framework, the project is scalable to other cities and can serve as a data foundation for future autonomous micro-mobility systems.

**Keywords:** Bicycle Logistics, Carbon Reduction, Micro-Mobility, Smart Cities, Sustainable Urban Transport

## 1. GİRİŞ

Şehir içi lojistik süreçleri, fosil yakıtlı araçların yoğun kullanımı nedeniyle kentsel karbon salımının ve hava kirliliğinin başlıca kaynağı haline gelmiştir. Konya'da mevcut kurye sistemleri, yüksek operasyonel maliyetler ve resmi şirket gereklilikleri nedeniyle mahalle esnafı ve ev üreticileri gibi mikro girişimcileri dışlamaktadır. Bireylerin şehir içi anlık mikro-gönderim ihtiyaçlarını (unutulan anahtar, küçük paket vb.) karşılayacak hızlı, düşük maliyetli ve güvenilir bir alternatif de bulunmamaktadır.

Literatürde bisiklet kullanımının fiziksel ve ruhsal sağlık üzerindeki olumlu etkileri kapsamlı biçimde belgelenmiştir (Logan vd., 2023; Tapşın vd., 2025; Koçak, 2016). Konya özelinde yapılan çalışmalar kentin bisiklet yolu altyapısının stratejik potansiyelini ortaya koymaktadır (Lorasokkay ve Ağırdır, 2011). Mevcut modeller bireysel bisiklet kullanımını incelemiş olsa da bu altyapıyı organize, veri tabanlı bir lojistik ekosistemine dönüştüren bütünleşik bir çözüm geliştirilmemiştir. KON-BİS, bisiklet yollarını akıllı bir lojistik koridor olarak yeniden tanımlayan; sosyal kapsayıcılığı, çevresel sürdürülebilirliği ve teknolojik yeniliği tek bir platformda birleştiren özgün bir yaklaşım sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

KON-BİS, birbirini izleyen üç temel eksen üzerine inşa edilmiştir. *Çevresel eksen* kapsamında; motorlu kurye araçların değişimi yoluyla teslimat başına ölçülebilir karbon salımı azaltımı hedeflenmekte, teslimatın elde edilen $CO_2$ tasarruf değeri (g/km) otomatik olarak hesaplanarak raporlanmaktadır. Sistem, dağıtım hacmiyle doğru orantılı biçimde artan kümülatif bir $CO_2$ takip modülü içermekte; kuryenin gerçekleştirdiği toplam dağıtım hacmine bağlı olarak bireysel çevre katkısı dijital göstergelerle somutlaştırılmaktadır. *Sosyal ve ekonomik kapsayıcılık* çerçevesinde; büyük lojistik ağlarının kapsam dışında bıraktığı mahalle esnafı, ev üreticisi ve bireysel acil gönderim ihtiyaçlarını da kapsayan bir mikro-lojistik ekosistemi oluşturulmaktadır. *Teknolojik ve veri eksenli yönetim* ise yapay zeka destekli rota optimizasyonu sayesinde sistem verimliliğini artırmaktadır.

### 2.1. Sistem Mimarisi ve Yazılım Altyapısı

Sistem, Flutter çerçevesi kullanılarak Android platformunda geliştirilmektedir. Uygulama; rol tabanlı erişim yönetimi (gönderici, kurye, yönetici), QR kod tabanlı teslimat doğrulama ve gerçek zamanlı harita modüllerini bünyesinde barındırmaktadır. Gönderimler; mesafe, kurye müsaitlik durumu ve anlık trafik verileri gibi çok değişkenli girdiler sayesinde yapay zekâ motoru tarafından işlenmekte, en verimli rota-kurye eşleşmesi dinamik olarak belirlenmektedir. Tamamlanan teslimat sonrasında kat edilen mesafe üzerinden engellenen $CO_2$ miktarı ile kurye fiziksel aktivitesi — yakılan kalori ve aktif sürüş süresi — otomatik olarak hesaplanarak kullanıcıya sunulmaktadır.

### 2.2. Teşvik Mekanizması: BiS Puan Sistemi

Kurye motivasyonunu ve platformun sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla KON-BİS bünyesinde mesafeye dayalı bir puan sistemi tasarlanmıştır. Her tamamlanan teslimat sonunda kuryeye, kat edilen mesafeyle orantılı biçimde "BiS Puanı" tahakkuk ettirilmektedir. Biriktirilen puanlar BiS Cüzdanı arayüzünde takip edilmekte; uygulama içi BiS Market platformu aracılığıyla hediye çeki, indirim kuponu ve çeşitli ürünlerle takas edilebilmekte ya da başka bir kullanıcıya transfer edilebilmektedir. Bu yapı, kuryenin yalnızca teslimat ücretinden değil, kullanım performansına bağlı olarak büyüyen bir puan ekonomisinden de yararlanmasını sağlamakta; dolayısıyla platforma uzun vadeli bağlılığı teşvik etmektedir.

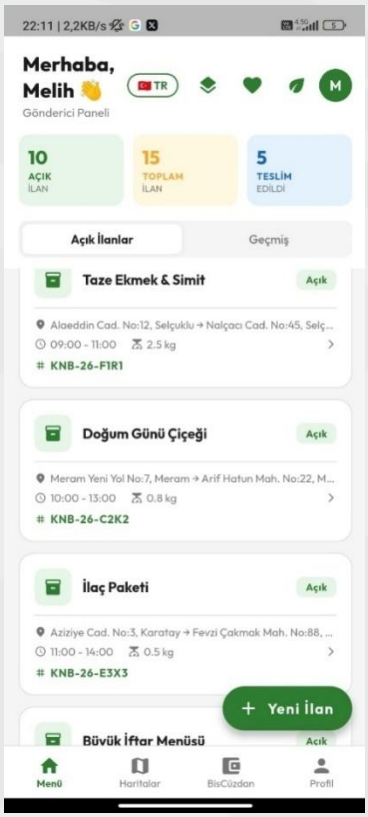
### 2.3. Pilot Uygulama

Pilot uygulama, Konya merkez ilçelerindeki mevcut bisiklet koridorları üzerinde gerçekleştirilecektir. Pilot fazda teslimat süresi, birim maliyet etkinliği ve kullanıcı başına karbon tasarrufu başta olmak üzere çok boyutlu performans parametreleri sistematik biçimde izlenecek; elde edilen veriler ölçekleme stratejilerinin temeline katkı sağlayacaktır.

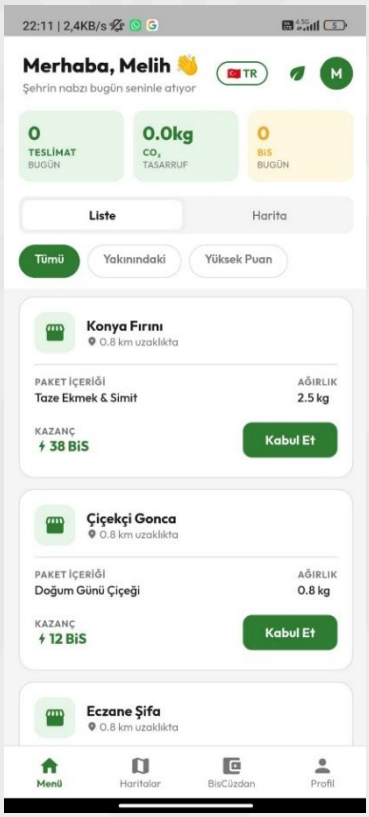
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

KON-BİS, Konya'nın bisiklet altyapısını veri odaklı ve kapsayıcı bir lojistik ekosistemine dönüştüren özgün bir modeldir. Proje; ölçülebilir karbon azaltımı, mahalle esnafı ve ev üreticileri için ekonomik kapsayıcılık, gençlere yönelik yeşil istihdam olanağı ve otonom mikro-mobilite sistemlerine veri tabanı sağlamak üzere dört boyutlu bir katkı sunmaktadır. Flutter tabanlı Android uygulamasının prototipi, Konya bisiklet koridorlarında pilot teste tabi tutulacak; teslimat süresi, karbon tasarrufu ve kullanıcı memnuniyeti üzerinden performans değerlendirmesi yapılacaktır. Elde edilecek bulgular, modelin farklı şehirlere uyarlanabilirliğini ve sürdürülebilir şehir lojistiğine olan katkısını bilimsel zemine oturtacaktır.

Uygulama arayüzüne ilişkin ekran görüntüleri Şekil 1–6'da sunulmaktadır.



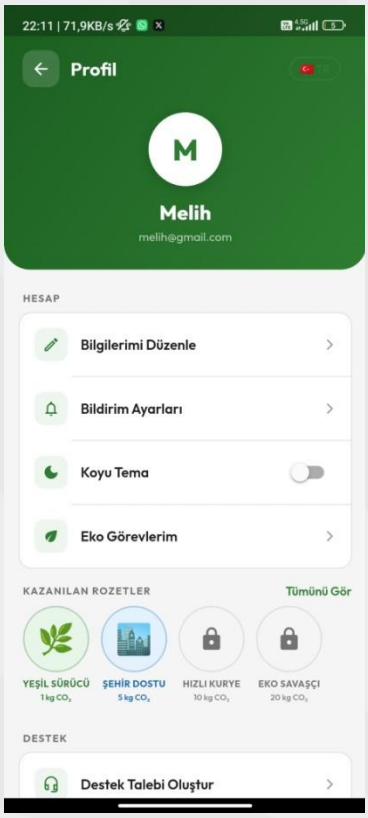

Şekil 1. Gönderici Paneli – Açık İlanlar



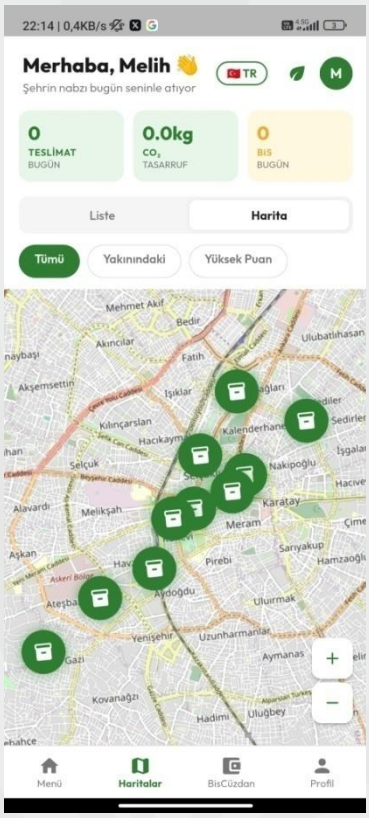

Şekil 2. Kurye Paneli – Mevcut Teslimatlar



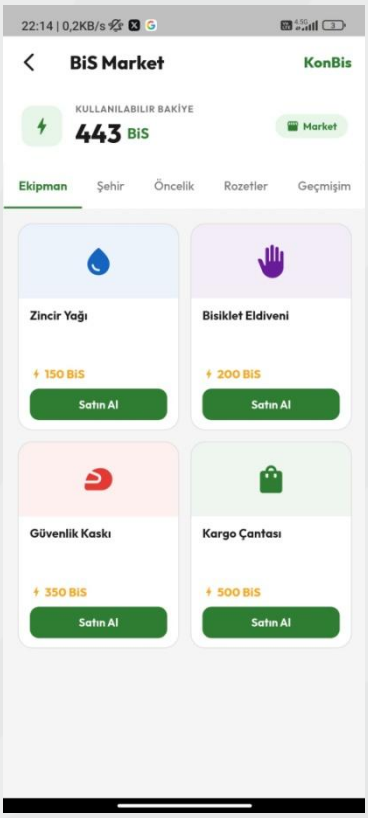

Şekil 3. BiS Cüzdanı – Bakiye ve Sürüş Geçmişi




Şekil 4. Profil – Rozetler ve Ayarlar




Şekil 5. Haritalar – Teslimat Noktaları




Şekil 6. BiS Market – Ürün Kataloğu

## KAYNAKLAR


- Koçak, F., (2016). Türkiye'de bisiklet kullanımı: Bisiklet kullanma nedenleri ve elde edilen faydalar, Journal of Human Sciences, 13(3), 5760–5771.
- Logan, G. vd., (2023). Bisiklet sürmenin faydaları, riskleri, engelleri ve kolaylaştırıcıları: anlatısal bir inceleme, Frontiers in Sports and Active Living, 5, 1168357.
- Lorasokkay, M.A. ve Ağırdır, M.L., (2011). Konya kentiçi ulaşımda bisiklet, Mühendislik Bilimleri, 6(4), 870–881.
- Tapşın, F.O. vd., (2025). Bisiklete binme nedenleri ve bisiklete binen bireylerin refah düzeyleri, BMC Psikoloji.
- Yıldız, S. ve Bektaş, F., (2021). Rekreatif amaçlı bisiklet kullanma deneyimlerinin niteliksel bir bakış açısıyla değerlendirilmesi, Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 19(2), 14–31.
- Akar, G. ve Fischer, N., (2013). Bisiklet altyapısı ve çevre tasarımının bisiklet kullanımına etkisi, TransportationResearchPart D, 18, 129–135.
- Flutter Team, (2024). Flutter: Beautifulnativeapps in record time, Google LLC. https://flutter.dev (Erişim tarihi: Nisan 2025).
- Google Firebase, (2024). FirebaseDocumentation, Google LLC. https://firebase.google.com/docs (Erişim tarihi: Nisan 2025).
- ITF, (2021). Micro-mobility's role in urban transport future, International Transport Forum PolicyPapers, 87, OECD Publishing, Paris.

# OTONOM ŞİŞE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMİ

***Mehmet Ali Güneri***

***Danışman: Prof. Dr. Rahime Ceylan***

*f221222003@ktun.edu.tr; rceylan@ktun.edu.tr*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,*

*Konya Teknik Üniversitesi, 42075, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, atık şişelerin malzeme türüne göre (cam, plastik, metal) gerçek zamanlı olarak sınıflandırılmasını ve uygun geri dönüşüm kutusuna yönlendirilmesini sağlayan düşük maliyetli, otonom bir geri dönüşüm sistemi prototipi geliştirilmiştir. Sistem, iki katmanlı bir mekanik mimariye dayanmaktadır: Üst katmanda şişenin kamera tarafından görüntülendiği ve huni kapağının servo motor ile kontrol edildiği bir kabul haznesi; alt katmanda ise birden fazla geri dönüşüm kutusunu taşıyan ve NEMA 17 HS4401 step motor tarafından döndürülen dairesel bir tabla mevcuttur. Sistemin merkezi işlem birimi olan Raspberry Pi 4 Model B, görüntü işleme tabanlı sınıflandırma görevlerini, servo motor PWM kontrolünü ve step motor adım yönetimini tek bir yazılım çerçevesi altında bütünleşik biçimde yürütmektedir. YOLOv8n derin öğrenme modeli TensorFlow Lite ile optimize edilerek gömülü sistemde gerçek zamanlı çıkarıma uygun hâle getirilmiştir. Geliştirilen prototip; eğitim kurumları, küçük işletmeler ve belediyeler için erişilebilir, ölçeklenebilir ve çevre dostu bir atık yönetimi çözümü sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** atık yönetimi, derin öğrenme, geri dönüşüm, görüntü işleme, otonom ayrış tırma

**ABSTRACT**

In this study, a low-cost autonomous recycling system prototype has been developed that classifies waste bottles by material type (glass, plastic, metal) in real-time and directs them to the appropriate recycling bin. The system is based on a two-layer mechanical architecture: the upper layer consists of a receiving hopper where the bottle is imaged by a camera and the hopper lid is controlled by a servo motor; the lower layer features a rotating circular platform carrying multiple recycling bins, driven by a NEMA 17 HS4401 stepper motor. The central processing unit, a Raspberry Pi 4 Model B, executes image processing-based classification, servo motor PWM control, and stepper motor step management in an integrated manner under a single software framework. The YOLOv8n deep learning model is optimized with TensorFlow Lite for real-time inference on the embedded system. The developed prototype offers an accessible, scalable, and environmentally friendly waste management solution for educational institutions, small businesses, and municipalities.

**Keywords:**autonomous sorting, deep learning, image processing, recycling, waste management

## 1. GİRİŞ

Hızla artan kentleşme ve tüketim alışkanlıkları, atık yönetimini günümüzün en kritik çevre sorunlarından biri hâline getirmiştir. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre Türkiye, 2017-2023 döneminde 59,9 milyon ton atığı geri kazanmış; bu süreçte 185 milyar TL ekonomik değer yaratılmış ve 498 milyon ağacın kesilmesi önlenmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2024). Bununla birlikte plastik, cam ve metal atıklardaki geri dönüşüm oranlarının kâğıt-karton türü atıklara kıyasla belirgin biçimde düşük kaldığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu atık grupları için daha etkin ve yaygın ayrıştırma çözümlerine olan ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır.

Mevcut endüstriyel atık ayrıştırma sistemleri; yüksek maliyet, büyük altyapı ihtiyacı ve karmaşık bakım süreçleri nedeniyle küçük ölçekli kullanıcılar için uygun değildir (Şimşek ve Koç, 2023). Literatürde görüntü işleme ve makine öğrenmesi tabanlı çözümler bulunsa da çoğu laboratuvar ortamına veya pahalı donanımlara bağlıdır. Bu nedenle, düşük maliyetli ve gerçek koşullarda çalışabilen entegre bir prototipe ihtiyaç devam etmektedir.

Bu çalışmada önerilen sistem, Raspberry Pi 4 Model B üzerinde çalışan YOLOv8n derin öğrenme modeli kullanılarak gerçek zamanlı şişe sınıflandırması gerçekleştirmektedir. YOLOv8n modeli TensorFlow Lite altyapısı ile optimize edilerek gömülü sistemlerde düşük gecikmeli çıkarım yapılması sağlanmıştır (David vd., 2019). Kullanılan nesne tespit yaklaşımı, YOLOv8 tabanlı güncel çalışmalarla desteklenmektedir (Yao vd., 2024). Sistem ayrıca NEMA 17 step motor ile alt tablanın konum kontrolünü ve servo motor ile üst kapağın PWM kontrolünü entegre biçimde gerçekleştirmektedir. Bu yapı, Raspberry Pi tabanlı gömülü kontrol sistemleri üzerine yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Wang, 2018). Bu yaklaşım, sistem karmaşıklığını ve maliyeti azaltırken yazılım entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Genel Sistem Mimarisi ve Çalışma Prensibi

Geliştirilen prototip, mekanik olarak birbiriyle ilişkili iki ana katmandan oluşmaktadır. Üst katman, atık şişenin sisteme kabul edildiği huniden ve bu huninin tabanındaki kapaklardan meydana gelmektedir. Huni içine yerleştirilen Raspberry Pi Kamera Modülü V2, şişenin görüntüsünü yakalar ve sınıflandırma işlemini başlatır. Alt katman ise birden fazla geri dönüşüm kutusunu üzerinde taşıyan ve ekseni etrafında dönen dairesel bir tabladan oluşmaktadır. Bu tablayı döndüren motor, NEMA 17 HS4401 step motordur.

Sistem çalışma döngüsü dört ardışık aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada şişe üst huniye yerleştirilir; kamera şişenin varlığını algılar ve tetikler. İkinci aşamada Raspberry Pi, yakalanan görüntüyü TFLite optimize YOLOv8n modeliyle işler ve şişeyi cam, plastik veya metal olarak sınıflandırır. Üçüncü aşamada sınıflandırma sonucuna göre alt kattaki döner tabla, step motor tarafından hedef kutunun huni çıkışıyla hizalanacağı açıya döndürülür. Dördüncü ve son aşamada üst huni kapağı, servo motor tarafından GPIO PWM sinyaliyle açılarak şişenin doğrudan altındaki uygun kutuya düşmesi sağlanır; ardından kapak kapatılarak sistem bir sonraki döngüye hazır hâle gelir. Bu ardışık kontrol akışının tamamı Raspberry Pi üzerinde koşan tek bir Python uygulaması tarafından yönetilmektedir. Sistem donanım bileşenleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Alt tablanın döndürülmesi için 1,8° adım açısı (200 adım/tur) ve 40 N·cm tutma torku sunan NEMA 17 HS4401 hibrit step motor tercih edilmiştir; bu motor, açık döngü konum kontrolü sayesinde ek enkoder gerektirmeden hassas ve kararlı konumlandırma sağlar. Raspberry Pi ile doğrudan sürülemediği için A4988 sürücü modülü kullanılmış, STEP/DIR sinyalleriyle kontrol edilmiştir. Tabla üzerindeki cam, plastik ve metal kutular 120° aralıklarla yerleştirilmiş olup, hedef konuma göre gerekli adım sayısı hesaplanarak motor hareket ettirilir. Ayrıca 1/8 mikroadım modu kullanılarak hareket daha akıcı hale getirilmiş ve mekanik titreşimler azaltılmıştır.

Üst huni kapağını açıp kapatmak için Tower Pro MG995 servo motor kullanılmaktadır. Servo motor, Raspberry Pi GPIO pini üzerinden 50 Hz frekanslı ve %2,5–%12,5 görev döngüsü aralığında yazılımsal PWM sinyaliyle kontrol edilmektedir. Kapak açma komutu yalnızca sınıflandırma tamamlandıktan ve alt tablonun hedef konuma ulaştığı doğrulandıktan sonra verilmektedir. Bu sıralama, şişenin yanlış kutuya düşmesini önleyen kritik bir güvenlik mekanizmasıdır. Şişe düşme süresi tamamlandıktan sonra servo başlangıç konumuna döner ve sistem bir sonraki döngüyü bekler.

### 2.2. Yazılım Mimarisi ve Kontrol Akışı

Yazılım mimarisi dört birbirine bağlı modülden oluşmaktadır: (1) Algılama Modülü: Kamerayı tetikler ve ham görüntüyü işleme hattına aktarır; (2) Sınıflandırma Modülü: TFLite çalışma zamanı aracılığıyla YOLOv8n modelini çalıştırarak %85 güven eşiğini aşan tahminleri sınıf etiketi olarak döndürür; (3) Step Motor Kontrol Modülü: Hedef kutu pozisyonunu adım sayısına dönüştürerek A4988 sürücüsüne iletir; (4) Servo Kontrol Modülü: step motorun hareketi tamamladığını doğruladıktan sonra huni kapağını açarak şişenin doğru kutuya düşmesini sağlar ve kapağı kapatır. Modüller Python threading ile paralel yönetilmekte; step ve servo modülleri arasında mutex kilidi ile sıralı çalışma garanti altına alınmaktadır.

**Tablo 2. Sistem Donanım Bileşenleri**

| Bileşen | Model / Tip | Teknik Özellikler | Kullanım Amacı |
|---|---|---|---|
| Ana Denetleyici | Raspberry Pi 4 Model B (4 GB) | 1,5 GHz 64-bit ARM Cortex-A72, 4 GB LPDDR4, 40-pin GPIO | Görüntü işleme (YOLOv8n), step ve servo motor GPIO kontrolü |
| Kamera Modülü | RPi Camera Module V2 | 8 MP Sony IMX219, 1080p@30fps, CSI arayüzü | Huni içi şişe görüntüsü yakalama |
| Step Motor | NEMA 17 HS4401 | 1,8°/adım, 40 N·cm tutma torku, 1,7 A faz akımı, 12-24 V | Alt dairesel tablanın döndürülmesi (kutu hizalama) |
| Step Motor Sürücü | A4988 | 1/1 – 1/16 mikroadım, 2 A max. akım, STEP/DIR kontrolü | NEMA 17 step motorun Raspberry Pi GPIO sinyalleriyle sürülmesi |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Servo Motor | Tower Pro MG995 | 4,8–6 V, 0–180° dönüş, 9,4 kg·cm tork, PWM kontrol | Üst huni kapağının açılıp kapatılması |
| Güç Kaynağı | 5 V/3 A (RPi) + 12 V/2 A (Step Motor) | USB-C 15 W; ayrı step motor güç katı | Raspberry Pi ve motor devrelerinin bağımsız beslenmesi |
| Yazılım | Python 3, OpenCV, TFLite, RPi.GPIO / pigpio | Gerçek zamanlı çalışma, GPIO PWM, adım kontrolü | Sınıflandırma, servo PWM ve step motor adım yönetimi |

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

TFLite optimize YOLOv8n modeli, sabit aydınlatmada cam, plastik ve metal şişeler için %91 genel doğruluk sağlamış; sınıf bazında cam %94, plastik %90 ve metal %88 olarak ölçülmüştür. Farklılıkların, malzemelerin benzer yansıma ve renk özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ortalama çıkarım süresi 320 ms'dir. A4988 sürücülü NEMA 17 step motor, 1/8 mikroadımda tabla konumlamasını başarıyla gerçekleştirmiştir.

Toplam sistem döngü süresi ortalama 10 saniyedir: 2 sn görüntü işleme, 3 sn motor hareketi, 5 sn servo işlemleri. Bu dağılım, optimizasyonun özellikle motor hızlarında yapılması gerektiğini göstermektedir.

Değişken aydınlatmada doğruluk %82'ye düşmektedir. Bu nedenle sabit LED aydınlatma ve veri setinin genişletilmesi önerilmektedir. Genel olarak sistem, düşük maliyetli tek işlemcili yapısıyla, iki-MCU mimarilerine (Wang, 2018) rekabetçi ve ölçeklenebilir bir çözüm sunmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Projenin yürütülmesi sürecinde değerli bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle katkı sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Rahime Ceylan'a teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2024). Sıfır Atık — Hedeflerine Emin Adımlarla! [Görsel Rapor]. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://webdosya.csb.gov.tr
- David, R., Duke, J., Jain, A., Sreeram, A. N., Kreeger, N., Natsev, P., Shou, M. C. M. ve Anil, R. (2019). TensorFlow Lite: A lightweight solution for on-device inference. SysML Conference.
- Şimşek, H. ve Koç, E. (2023). Atık yönetiminde dijital dönüşüm ve akıllı sistemler. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2), 78-89.
- Wang, Y. (2018). Design of a mobile robot control system based on Raspberry Pi and STM32. 2018 10th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), Hangzhou, Çin, 238-241.
- Yao, G., Zhu, S., Zhang, L. ve Qi, M. (2024). HP-YOLOv8: High-precision small object detection algorithm for remote sensing images. Sensors, 24(15), 4858. https://doi.org/10.3390/s24154858

# DİNAMİK EKO-ROTA MODELİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR LOJİSTİK OPTİMİZASYONU

***Aslı Aslan, Eslem Asude Atik, Mert Akçakaya***

***Danışman: Prof. Dr. Esra Yel***

*f231203060@ktun.tr; f231203082@ktun.edu.tr; f231203008@ktun.edu.tr; eyel@ktun.edu.tr*

*Endüstri Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, lojistik dağıtım süreçlerinde kullanılan statik rota planlama yaklaşımlarına alternatif olarak Dinamik Eko-Rota Modeli geliştirilmiştir. Günümüzde lojistik dağıtım operasyonları çoğunlukla sabit planlamalar üzerinden yürütülse de trafik, hava durumu ve yol çalışmaları gibi anlık faktörler bu süreçlerin verimliliğini düşürmektedir. Bu çalışmada, söz konusu kısıtları aşmak amacıyla geliştirilen ve açık veri kaynaklarını temel alan "Dinamik Eko-Rota Modeli" ele alınmıştır. Çalışma kapsamında belirlenen alternatif güzergâhlar bir risk filtresinden geçirilmiş ve sürdürülebilir olmayan rotalar sistematik olarak elenmiştir. Nihai aşamada; hem düşük karbon emisyonu hem de zaman tasarrufu sağlayan optimum rota tercih edilmiştir; bir başka deyişle, yalnızca "en kısa" yol değil, "en kısa sürdürülebilir" yol belirlenmiştir. Uygulama sonuçları, modelin yakıt tüketimini azaltırken teslimat süreçlerindeki belirsizlikleri de minimize ettiğini göstermektedir. Özetle bu proje, veri odaklı analizi sürdürülebilirlik hedefleriyle birleştiren yenilikçi ve etkin bir karar destek mekanizması ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dinamik rota planlama, Karbon emisyonu, Lojistik dağıtım, Sürdürülebilirlik, Veri odaklı analiz

**ABSTRACT**

This study develops a Dynamic Eco-Route Model as an alternative to static route planning approaches used in logistics distribution processes. Although logistics distribution operations are mostly carried out based on fixed plans today, instantaneous factors such as traffic, weather conditions, and road works reduce the efficiency of these processes. This study examines the "Dynamic Eco-Route Model," developed to overcome these limitations and based on open data sources. Alternative routes identified within the scope of the study were subjected to a risk filter, and unsustainable routes were systematically eliminated. In the final stage, the optimum route that provides both low carbon emissions and time savings was chosen; in other words, not only the "shortest" route but also the "shortest sustainable" route was determined. Application results show that the model reduces fuel consumption while minimizing uncertainties in delivery processes. In summary, this project presents an innovative and effective decision support mechanism that combines data-driven analysis with sustainability goals.

**Keywords:** Carbonemissions, Decisionsupportsystem, Dynamicrouteplanning, Logisticsdistribution, Sustainability

## 1. GİRİŞ

Lojistik sektörünün önemi günümüzde sadece ürününün taşınmasından ibaret değil; aynı zamanda bu sürecin ne kadar verimli yönetildiğiyle de ilgilidir. Mevcut sistemlere

baktığımızda, dağıtım rotalarının genellikle "statik" dediğimiz, önceden belirlenmiş sabit planlar üzerinden ilerlediğini görüyoruz. Ancak gerçek hayatta trafik yoğunluğu, anlık hava durumu değişimleri veya yol çalışmaları gibi pek çok değişken bu planları verimsizleştirmektedir(Rismanto&Judijanto, 2025). Bu durum da hem zaman kaybına hem de maliyetlerin artmasına yol açmaktadır. Biz bu çalışmada, statik planlamaların yetersiz kaldığı bu noktaları aşmak için açık veri kaynaklarından beslenen "Dinamik Eko-Rota Modeli"ni tasarladık. Projemizin temel amacı, rotayı sadece en kısa mesafe üzerinden değil; trafik, hava ve yol güvenliği gibi risk faktörlerini de hesaba katarak belirlemektir. Böylece lojistik süreçlerdeki verimsizlikleri azaltan, veri odaklı bir sistem kurmayı hedefledik. Geliştirdiğimiz bu model sayesinde sadece operasyonel bir kolaylık sağlamıyoruz; aynı zamanda yakıt tüketimini düşürerek karbon emisyonunu azaltmayı ve sürdürülebilir lojistik hedeflerine katkıda bulunmayı amaçlıyoruz(Çetinkaya, 2021; Rismanto&Judijanto, 2025).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda lojistik dağıtım süreçlerinde rota planlamasını optimize etmek amacıyla veri odaklı bir karar destek modeli geliştirmeyi amaçladık. Modelin oluşturulmasında hem çevresel hem de operasyonel veriler kullanılmalıdır. Çalışmada kullanılan temel veriler; trafik yoğunluğu, hava durumu ve yol koşullarına ilişkin açık erişimli veri kaynaklarından elde edilmektedir. Trafik verileri için çevrimiçi harita servislerinden (örneğin Google Maps veya benzeri platformlar), hava durumu verileri için meteorolojik veri sağlayıcılarından, yol durumu bilgileri için ise bölgesel ulaşım verilerinden yararlanılır. Veriyi analiz etme aşamasında, elde edilen veriler düzenlenir ve her bir güzergâh için anlamlı hale getirilir. Bu süreçte analizi yapılan veriler, doğrudan kullanılmak yerine risk analizi yapılarak değerlendirilir. Her rota için trafik yoğunluğu, hava koşulları ve yol durumu gibi faktörleri temsil eden risk kriterleri belirlenir.

Modelin uygulama aşamasında, belirlenen bu kriterler doğrultusunda bir değerlendirme mekanizması oluşturulur. Her bir güzergâh için hesaplanan risk değerleri, önceden belirlenen eşik değerlerle karşılaştırılıp yüksek risk içeren rotalar elenir. Kalan alternatifler ise çok kriterli bir değerlendirme yaklaşımı ile analiz edilerek en uygun rota seçilir(Sucu, 2021). Çalışmada kullanılan yöntem, karar öncesi analiz yaklaşımına dayanır(Sucu, 2021). Bu yaklaşımda, rota seçimi yapılmadan önce tüm alternatifler veri temelli olarak analiz edilip en uygun seçenek belirlenir. Bu sayede yalnızca mesafe ve süre değil, aynı zamanda yakıt tüketimi ve karbon emisyonunu etkileyen faktörler de değerlendirme sürecine dahil etmiş oluyoruz. Geliştirdiğimiz model, veri toplama, veri işleme, risk analizi ve rota seçimi aşamalarından oluşan bütünleşik bir yapı sunmaktadır. Bu yönüyle model, geleneksel statik rota planlama yöntemlerine kıyasla daha esnek, gerçekçi ve sürdürülebilir bir çözüm sağlamaktadır.

## *3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA*

### 3.1. SONUÇLAR

Bu çalışmada önerilen Dinamik Eko-Rota Modeli'nin uygulama sonuçları, lojistik süreçlerin dijitalleşmesi ve sürdürülebilirlik hedefleri açısından değerlendirilmiştir. Yapılan analizler ve çevresel verilerin karar sürecine dahil edilmesinin, geleneksel yöntemlerin eksikliklerini

gidermede kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Modelin performansı ve mevcut sistemle olan farkları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde; önerilen modelin yalnızca "en kısa" yolu değil, tüm dışsal faktörleri analiz ederek "en güvenli,verimli ve sürdürülebilir" güzergahı belirlediği görülmektedir. Trafik ve hava durumu verilerinin anlık olarak işlenmesi sayesinde, dur-kalk süreleri azalmış ve buna bağlı olarak yakıt tasarrufu ile karbon emisyonunda düşüş sağlanmıştır.

**Tablo 3.**Statik Rota Yaklaşımı ile Önerilen Modelin Kıyaslanması

| Kriter | Statik Rota | Dinamik Eko-Rota |
|---|---|---|
| Veri Kullanımı | Sabit mesafe odaklı | Anlık trafik ve hava durumu takibi |
| Risk Analizi | Yok | Eşik değerlerde filtreleme |
| Yakıt ve Emisyon | Daha yüksek | Optimize edilmiş (düşük) |
| Verimlilik | Düşük | Yüksek (zaman tasarrufu) |

### 3.2. TARTIŞMA

Elde edilen bulgulara göre projenin en büyük başarısı, mesafeyi tek kriter olmaktan çıkarıp çevresel riskleri sürece dahil etmesidir. Trafik ve hava durumu verilerinin anlık olarak işlenmesi sayesinde, dur-kalk süreleri azalmış ve buna bağlı olarak yakıt tasarrufu ile karbon emisyonunda düşüş sağlanmıştır (Rismanto&Judijanto, 2025). Ancak modelin en hassas noktası, açık kaynaklardan gelen verilerin anlık doğruluğuna olan bağımlılığıdır. Veri akışındaki olası aksamalar kararları etkileyebileceği için gelecekteki çalışmalarda sisteme makine öğrenmesi algoritmaları eklenerek daha öngörülü bir yapı oluşturulması planlanmaktadır.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışmanın hazırlık sürecindeki yönlendirmeleri ve değerli katkıları için sayın Prof. Dr. Esra YEL'e, danışmanımız Arş. Gör. Aslıhan Fatma KULA'ya ve lojistik süreçlerin sürdürülebilirliği konusundaki desteklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'ne teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- Çetinkaya, C. (2021). Yeşil Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi. İdeal Kültür Yayıncılık.
- Rismanto, H. &Judijanto, L. (2025). Dynamic Routing in Urban Logistics: A ComprehensiveReview of AI, Real-Time Data, and SustainabilityImpacts. Sinergi International Journal of Logistics, 3(2).
- Sucu, M. (2021). Karar Destek Sistemleri ve İş Zekâsı Uygulamalarının İşletmeler Açısından Önemi. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (44), 261-283.

# AGeS-TA
# "AKUSTİK & TİTREŞİM ile ERKEN HASAR ve SIZINTI TAHMİN SİSTEMİ"

***Melike Çifci***

***Danışman: Doç. Dr. Ayşe Elif CANBİLEN***

*f221202048@ktunedu.tr;aecanbilen@ktun.edu.tr*

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42000, Konya*

**ÖZET**

Şehirlerdeki su şebekelerinde meydana gelen sızıntılar, genellikle su yüzeye çıkana veya büyük basınç kayıpları yaşanana kadar fark edilememekte; bu durum hem ciddi miktarda temiz su israfına hem de yüksek altyapı onarım maliyetlerine neden olmaktadır. Mevcut müdahale yöntemleri, arıza oluştuktan sonra harekete geçen reaktif çözümlerdir. Bu projede, arızaları daha başlangıç aşamasındayken tespit edebilmek amacıyla yapay zeka tabanlı, proaktif bir erken uyarı donanımı geliştirilmiştir. Sistemin çalışma prensibi; boru üzerindeki akustik sesleri, sarsıntıları (titreşim) ve hidrolik değişimleri anlık olarak dinlemeye dayanmaktadır. Toplam sekiz farklı sensörden alınan veriler, veri güvenliğini sağlamak için internete gönderilmeden doğrudan boru üzerine yerleştirilen Uç Bilişim (Edge Computing) cihazında işlenmektedir. Geliştirilen Yapay Sinir Ağı modeli, Kayan Pencere tekniği sayesinde geçmiş saniyelerdeki değişim trendlerini hafızasında tutarak suyun normal akış davranışını öğrenmektedir. Kapalı devre çalışan bu sistem, sızıntı anomalilerini yüksek doğrulukla tespit ederek düşük maliyetli bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, Erken Uyarı Sistemi, Su Sızıntısı Tespiti, Uç Bilişim, Zaman Serisi Analizi.

**ABSTRACT**

Leaks in urban water networks often go unnoticed until water surfaces or significant pressure drops occur, leading to both substantial waste of clean water and high infrastructure repair costs. Existing intervention methods are reactive solutions that activate after a fault occurs. In this project, an AI-based, proactive early warning system has been developed to detect faults at their initial stages. The system's operating principle is based on listening to acoustic sounds, vibrations, and hydraulic changes in the pipe in real-time. Data from a total of eight different sensors is processed in an Edge Computing device placed directly on the pipe, without being sent to the internet to ensure data security. The developed Artificial Neural Network model learns the normal flow behavior of water by memorizing past trend changes using the Sliding Window technique. This closed-loop system detects leak anomalies with high accuracy, offering a cost-effective solution.

**Keywords:**Deep Learning, EarlyWarningSystem, Edge Computing, Time Series Analysis, WaterLeakDetection.

## 1. GİRİŞ

Küresel ölçekte tatlı su kaynaklarının hızla tükenmesi ve iklim değişikliğinin yarattığı ekolojik baskı, su yönetim sistemlerinin verimliliğini modern şehircilik anlayışında kritik bir zorunluluk

haline getirmiştir. Günümüzde kentsel su şebekeleri; eskimiş altyapı, çevresel korozyon ve fiziksel deformasyonlar nedeniyle ciddi oranda "kayıp-kaçak su" (Non-RevenueWater) problemi ile karşı karşıyadır. Giderek yaşlanan altyapılar nedeniyle günümüzde suların %20 ila %30'u daha hedefine ulaşamadan borulardaki sızıntılar yoluyla kaybedilmektedir (Kingdom vd., 2006). Bu sızıntılar sadece israfa yol açmamakta, yer altındaki sinsi ilerleyişiyle altyapı hasarlarına doğrudan sebebiyet vermektedir. Mevcut şebeke izleme yöntemleri büyük oranda reaktif bir karaktere sahiptir; yani bir hasar ancak suyun yüzeye çıkması veya fiziki bir yıkımın gerçekleşmesi ile tespit edilebilmektedir.

Literatürde sızıntı tespiti için kullanılan geleneksel yöntemler incelendiğinde, akustik dinleme mikrofonları ve manuel korelatörler yoğun insan emeği gerektirmekte ve geniş şebekelerin anlık denetiminde operasyonel açıdan yetersiz kalmaktadır. Öte yandan, sadece basınç ve debiye odaklanan eşik değer bazlı sistemler şehir içi gürültülerini sızıntıdan ayırt edememektedir. Son yıllarda, sensör verilerindeki anomalileri ve eğilimleri yakalamak için Makine Öğrenmesi (ML) algoritmaları öne çıkmıştır (Zuñiga-Uribe ve Rojas-Galván, 2026). Özellikle vibro-akustik sinyallerin (titreşim ve ses) derin yapay sinir ağları (Neural Networks) ile sınıflandırılması, geleneksel yöntemleri geride bırakmaktadır (Ali, 2025). Titreşim sensörleri (ivmeölçerler) kullanılarak borulardaki sızıntıların oluşturduğu akustik gürültünün spektrumları analiz edilerek sızıntılar sınıflandırılabilmektedir (Liu ve Tariq, 2025).

AGeS-TA projesi, şebeke güvenliğini proaktif bir seviyeye taşımak amacıyla kurgulanmıştır. Zaman serisi sensör verilerindeki doğrusal olmayan ilişkileri analiz etmek için kullanılan modeller, geleneksel yöntemlerin kısıtlarını aşarak yüksek operasyonel performans sunmaktadır. Geliştirilen sistem, verilerin bulut sunuculara aktarılmadan doğrudan cihaz üzerinde işlenmesini hedefler. Uç Bilişim (Edge Computing) mimarisinin bir alt dalı olan TinyML gibi yaklaşımlar, gerçek zamanlı veri toplama ve analizini kısıtlı donanım kaynaklarında bile mümkün kılarak merkezi sunuculara olan bağımlılığı azaltır (Sharma, 2023). Bu çalışma, cihaz üzerinde (on-device) veri güvenliğini önceleyen, milisaniyeler seviyesinde karar verebilen tam otonom bir model önerisi sunması bakımından yüksek katma değer taşımaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Donanımsal Konfigürasyon ve Uç Birim Katmanları

Projenin fiziksel temeli, hesaplama gücünü merkeze değil, verinin üretildiği "uç" noktaya taşıyan bir mimari üzerine inşa edilmiştir. Bu doğrultuda, enerji verimliliği ve yerel işlem kapasitesi kriterleri baz alınarak Raspberry Pi mikrobilgisayarı ana kontrol birimi olarak konumlandırılmıştır. Sistemin mevcut prototip aşamasında; sahadaki fiziksel parametreleri temsil eden akustik, titreşim ve hidrolik veriler, doğrudan donanım üzerinde koşturulan bir veri akış simülasyonu aracılığıyla anlık sinyallere dönüştürülmektedir. Sinyal iyileştirme süreçlerinin yürütüldüğü ön işleme birimi ve otonom karar mekanizmasının bulunduğu çıkarım katmanı hiyerarşik bir düzende tamamen cihaz içerisinde çalışmaktadır. Bu sayede dış sunuculara veya bulut mimarisine bağımlı olmayan, izole, güvenli ve gecikmesiz (low-latency) bir uç bilişim prototipi elde edilmiştir.

### 2.2.Öznitelik Mühendisliği ve Veri Standardizasyon Metotları

Modelin beslendiği veri havuzu, şebeke dinamiklerini temsil eden 8 farklı öznitelikten oluşmaktadır. Bu değişkenler; mekanik anomali takibi için kullanılan 3 eksenli ivme ölçer verileri, akustik karakterizasyon için toplanan ses genliği ve frekans spektrumu, hidrolik stabiliteyi ölçen basınç ve debi değerleri ile sistemsel kalibrasyon sağlayan sıcaklık bilgisidir.

Farklı metriklerdeki sensör çıktılarının model üzerinde sapmalara yol açmaması adına, eğitim öncesinde tüm veri kümesine Z-skoru normalizasyonunu temel alan "StandardScaler" tekniği uygulanmıştır. Bu sayede her bir parametre, birimlerinden bağımsız hale getirilerek matematiksel olarak eşit ağırlıkta temsil edilmiş ve yapay sinir ağının öğrenme kararlılığı optimize edilmiştir.

### 2.3. Hesaplamalı Model Mimarisi ve Öğrenme Dinamikleri

Zaman serilerindeki mikro değişimleri hafızaya alabilmek için çalışmada "Kayan Pencere" (SlidingWindow) stratejisi izlenmiştir. Anlık veriler yerine, son 10 saniyeyi kapsayan veri blokları (pencereler) oluşturulmuş ve bu bloklar 80 boyutlu bir öznitelik vektörü formunda düzleştirilerek sisteme aktarılmıştır. Bu yöntemle, anlık gürültülerden ziyade sızıntının zamansal örüntüsüne odaklanılması sağlanmıştır.

Yapay zeka katmanında, kısıtlı donanım kaynaklarında yüksek performans sergileyen Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) mimarisi tercih edilmiştir. İki gizli katmandan (32 ve 16 nöron) oluşan bu sinir ağı, doğrusal olmayan karmaşık hataları çözebilmek adına ReLU aktivasyon fonksiyonu ve parametre güncellemelerini optimize eden Adam algoritması ile donatılmıştır. Modelin başarısı, veri setinden ayrılan %30'luk bağımsız test grubu üzerinde doğrulanarak genelleştirme kabiliyeti tescillenmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Proje kapsamında geliştirilen AGeS-TA Yapay Sinir Ağı modelinin performansı, eğitim sürecinde hiç kullanılmamış olan 1497 adet bağımsız örnekten oluşan bir test kümesi üzerinde kapsamlı şekilde analiz edilmiştir. Yapılan performans ölçümleri sonucunda elde edilen temel başarı metrikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

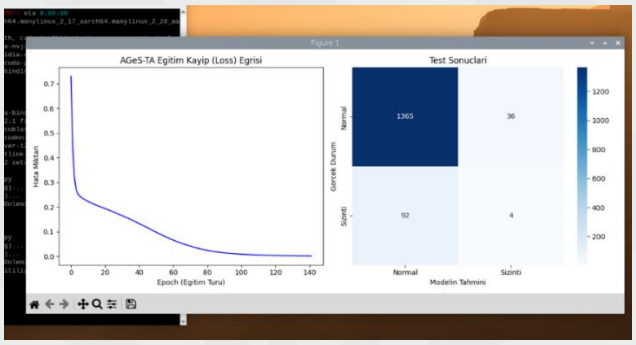
Tablo 1.AGeS-TA Yapay Zeka Modeli Performans Metrikleri

| Metrik | Değer (%) |
|---|---|
| Genel Doğruluk (Accuracy) | %91.45 |
| Özgüllük | %99.10 |

Model, %91.45 genel doğruluk oranıyla şebeke gürültüleri içerisinde başarılı bir sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Karmaşıklık matrisine (Şekil 1) göre, 1365 adet "Normal Akış" durumu hatasız tespit edilmiştir. Ulaşılan %99.10'luk yüksek Özgüllük değeri, saha uygulamalarında sahte alarm (false-positive) riskini minimize ederek su idareleri için gereksiz müdahale maliyetlerini önleyen kritik bir operasyonel avantajdır.Veri setindeki doğal sınıf dengesizliği

(sızıntı verilerinin azınlıkta olması) nedeniyle modelin anomali hassasiyeti geliştirilmeye açık olsa da, proje güvenilir bir otonom uç bilişim mimarisinin temelini atmıştır. Gelecek çalışmalarda sentetik veri üretimiyle veri setinin dengelenmesi ve sızıntı yakalama oranlarının artırılması hedeflenmektedir.

Şekil 1'de yer alan Eğitim Kayıp (Loss) Eğrisi, modelin yaklaşık 140 epoch sonunda kararlı bir şekilde yakınsadığını ve veriyi ezberlemeden öğrendiğini kanıtlamaktadır. Donanım uygulama aşamasında, Raspberry Pi üzerindeki işlemci kısıtları nedeniyle MLP mimarisine geçilmiş; bu sayede milisaniyeler seviyesinde düşük gecikmeli (low-latency) gerçek zamanlı tahmin başarılmıştır. Sonuçlar, düşük maliyetli uç bilişim cihazlarının karmaşık anomali tespitinde yüksek verimle kullanılabileceğini tescillemektedir.




Şekil 1. Eğitim Kayıp Eğrisi ve Test Seti Karmaşıklık Matrisi

**TEŞEKKÜR**

Proje süresince teknik desteklerini ve bilgi birikimini esirgemeyen Doç. Dr. Ayşe Elif CANBİLEN Hoca'ma teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- ADDA., (2024). AI-Drivenwaterleakdetection in theutilitiesindustry, ADDA IndustryReports, 1-15, Washington DC.
- Ali, M. M., (2025). IoT-Drivenwaterleakdetection: A comparativestudy of machinelearninganddeeplearningmodelsfor time-seriessensor data withexplainable AI, SensorsandActuators, 15, 2, 112-128.
- Kingdom, B.,Liemberger, R. ve Marin, P., (2006). Thechallenge of reducingnon-revenuewater (NRW) in developingcountries, World Bank Publications, Washington DC.
- Liu, R. ve Tariq, S., (2025). Leakdetection in waterdistributionnetworksusingmicro-electromechanicalsystems-basedaccelerometers: a machinelearningapproach, WaterPracticeandTechnology, 20, 9, 1900-1920.
- Sharma, S., (2023). Smart buildings: WaterleakagedetectionusingTinyML, InfotechJournal, 8, 13, 230-245.
- Zuñiga-Uribe, M. ve Rojas-Galván, R., (2026). Artificialintelligence in waterdistributionnetworks: A systematicreview of models, inputvariables, databases, andoutputstrategiesforleakdetection, Smart Cities, 9, 3, 45-65.

# SU ORTAMINDAN ASETAMİPRİDİN GİDERİMİNDE ETKİLİ BİR YAKLAŞIM: METAL İYONLARI İLE KATALİTİK İNDİRGENME

***Rabia Tuba GÜMÜŞ, Hanife EKİM***

***Danışman: Dr.Öğr. Üyesi HüseyinECEVİT***

*f231216011@ktun.edu.tr; f231216014@ktun.edu.tr; hecevit@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya TeknikÜniversitesi, 42150, Konya*

**ÖZET**

İnsektisitlerin tarımsal faaliyetler sonucu su ekosistemlerine karışması, hedef dışı canlı popülasyonları üzerinde ciddi ekolojik baskı oluşturmaktadır. Atık su arıtmada geleneksel yöntemlerin karmaşık molekülleri parçalamadaki yetersizliği, araştırmacıları yüksek giderim verimine sahip alternatif katalitik yöntemlerin geliştirilmesine yöneltmiştir (Dagnew vd. 2025). Bu çalışmada, nikel ($Ni^{2+}$), bakır ($Cu^{2+}$) ve gümüş ($Ag^{+}$) katalizörleri kullanılarak asetamipridin katalitik indirgenme yoluyla sudan giderimi incelenmiştir. Deneysel süreçte başlangıç asetamiprid derişimi (20, 30, 40, 50 ppm), pH (3, 5, 7, 9), temas süresi (3,5-60 dk) ve katalizör dozajı (0,25; 0,5; 1; 1,5; 2 mM) parametrelerinin giderim verimliliği üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Optimizasyon sonucunda en yüksek giderim verimi %87,4 ile $Ag^{+}$ katalizöründe elde edilirken; $Cu^{2+}$ ve $Ni^{2+}$ için bu değerler %74,9 ve %75,2 olarak saptanmıştır. Elde edilen veriler, katalizör seçimi ile pH ve temas süresi optimizasyonunun kirleticilerin indirgenme kinetiği üzerindeki rolünü ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Asetamiprid, Atıksu arıtımı, Katalitik indirgenme, Metal nanopartiküller

**ABSTRACT**

The release of insecticides into aquatic ecosystems as a result of agricultural activities creates significant ecological pressure on non-target organism populations. The inadequacy of traditional methods in wastewater treatment to break down complex molecules has led researchers to develop alternative catalytic methods with high removal efficiency (Dagnew et al. 2025). In this study, the removal of acetamipridine from water via catalytic reduction using nickel (Ni2+), copper (Cu2+), and silver (Ag+) catalysts was investigated. In the experimental process, the effects of initial acetamipridine concentration (20, 30, 40, 50 ppm), pH (3, 5, 7, 9), contact time (3.5-60 min), and catalyst dosage (0.25; 0.5; 1; 1.5; 2 mM) on removal efficiency were analyzed. As a result of optimization, the highest removal efficiency was obtained with the Ag+ catalyst at 87.4%; For Cu2+ and Ni2+, these values were determined as 74.9% and 75.2%, respectively. The obtained data reveal the role of catalyst selection, pH, and contact time optimization on the reduction kinetics of pollutants.

**Keywords:**Acetamiprid, Catalyticreduction, Metal nanoparticles, Wastewatertreatment.

## 1. GİRİŞ

Modern tarım uygulamalarında verimliliği artırmak amacıyla kullanılan pestisitler, hedef dışı ortamlara sızarak su sistemleri ve toprak ekosistemi üzerinde ciddi bir kirlilikbaskısı oluşturmaktadır. Bu bileşikler arasında yer alan asetamiprid, neonikotinoid sınıfına ait sistemik bir insektisittir ve dünya genelinde geniş spektrumlu haşere kontrolü için yaygın olarak tercih edilmektedir (Bahşi vd. 2012). Ancak asetamiprid'in suda yüksek çözünürlüğe

sahip olması ve çevredeki kalıcılığı, yeraltı sularına karışma riskini artırmakta; bu durum sucul canlılar ve insan sağlığı üzerinde nörotoksik etkiler oluşturabilmektedir (Dereboylu&Şengonca,2011). Geleneksel arıtma yöntemlerinin bu tür dirençli organik kirleticileri gidermedeki kısıtlı kapasitesi, daha hızlı ve etkili bozunma tekniklerinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu bağlamda, organik moleküllerin hızlı bir şekilde parçalanmasını sağlayan katalitik süreçler önemli bir çözüm yolu sunmaktadır. Heterojen sistemlerde karşılaşılan düşük seçicilik ve sınırlı aktivite problemlerini aşmak adına, reaksiyon koşullarının daha hassas kontrol edilebildiği homojen katalizör sistemleri tercih edilmiştir (Karaağaç, 2013). Homojen kataliz, katalizörün reaktanlarla aynı fazda bulunması sayesinde kütle aktarımı sınırlamalarını minimize ederek yüksek reaksiyon hızlarına ulaşılmasına olanak tanır. Özellikle gümüş (Ag), bakır (Cu) ve nikel (Ni) gibi geçiş metallerinin nitrat tuzları, sodyum borhidrür ($NaBH_4$) gibi indirgeyici ajanların varlığında yüksek aktiflik sergileyerek organik kirleticilerin kimyasal yapısının bozunmasında etkili rol oynar.

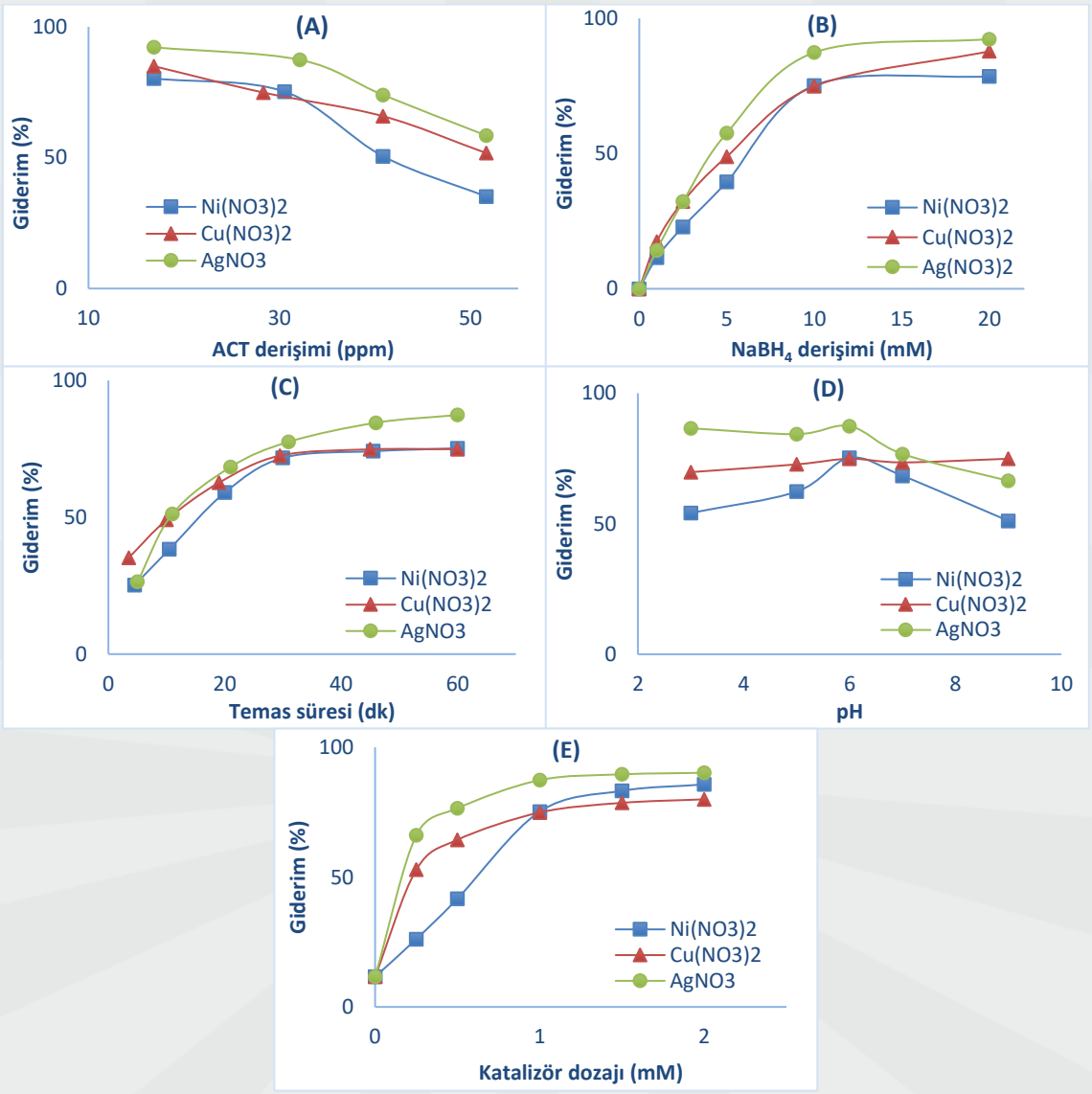
Bu çalışma kapsamında; gümüş nitrat ($AgNO_3$), bakır nitrat [$Cu(NO_3)_2$] ve nikel nitrat [$Ni(NO_3)_2$] katalizörleri kullanılarak, asetamiprid insektisitinin $NaBH_4$ varlığındaki homojen katalitik bozunma süreçleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, bozunma verimliliğini maksimize etmek adına temas süresi, pH etkisi, $NaBH_4$ derişimi ve katalizör dozajı gibi parametrelerin etkisini sistematik olarak optimize etmektedir. Elde edilen bulguların, neonikotinoid grubu pestisitlerin sulardan hızla uzaklaştırılmasına yönelik ekonomik ve etkili stratejilerin geliştirilmesinde literatüre önemli katkı sağlaması hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada, asetamipridin (ACT); nikel ($Ni^{2+}$), bakır ($Cu^{2+}$) ve gümüş ($Ag^{+}$) katalizörleri varlığında, sodyum borhidrür ($NaBH_4$) ile indirgenerek bozunma prosesi deneysel olarak incelenmiştir. Katalitik indirgenme reaksiyonunu gerçekleştirmek için 30 ppm'lik ACT çözeltilerine indirgeyici olarak $NaBH_4$ve katalizör olarak $Ni(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$ veya $AgNO_3$ çözeltisi eklenmiştir.Genel uygulamada (aksi belirtilmetikçe) 30 ppm ve pH 6 (natural) ACT çözeltisi, 10 mM$NaBH_4$ derişimi ve 1 mM katalizör dozajı tercih edilmiş ve 60 dk'lık temas süresi için reaksiyonlar incelenmiştir.Kesikli denemeler ile bu parametrelerin farklı değerleri için deneyler yürütülmüştür. Bu sayede parametrelerin ACT giderimine etkileri incelenmiştir(Dereboylu&Şengonca, 2011). Reaksiyon ilerleyişi, UV-vis spektrofotometre ile ACT'ninkarakteristik absorpsiyon dalga boyu olan 245 nm'deki değişim üzerinden izlenmiştir.Elde edilen veriler ileBeer-Lambert kanunu temelinde ACT derişiminin değişimi ve giderim verimleri hesaplanmıştır (Dagnew vd. 2025).

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şekil 1'de ACT giderim denemelerinin sonuçları sunulmuştur.




**Şekil 1. (A)** ACT başlangıç derişiminin, **(B)** $NaBH_4$ derişiminin, **(C)**Temas süresinin, **(D)** pH'ın ve **(E)**Katalizör dozajının ACT giderimine etkileri

Şekil 1(E)'ye göre, ACT indirgenme sürecinde $NaBH_4$ tek başına kullanıldığında hedeflenen giderim seviyelerine ulaşmakta yetersiz kalırken, ortama metal iyonlarının dahil edilmesiyle reaksiyon verimliliğinde kayda değer bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, kullanılan metal iyonlarının sistemde katalitik bir aktivite göstererek indirgenme sürecini desteklediğine işaret etmektedir. Benzer şekilde Şekil 1(B)'ye göre $NaBH_4$ yokluğunda sadece metal iyonlarının ACT gideriminde herhangi bir etkinliğinin olmadığı görülmektedir.Yürütülen deneysel çalışmalar sonucunda; pH 6, 10 mM$NaBH_4$ derişimi, 1 mM katalizör dozajıve 30ppm ACT başlangıç derişimi optimum şartlar olarak belirlenmiştir. Bu optimize koşullar altında gerçekleştirilen reaksiyonlarda 60 dk'lık temas süresi sonunda; $Ag^{+}$ katalizörlüğünde %87,4, $Ni^{2+}$ katalizörlüğünde %75,2, $Cu^{2+}$ katalizörlüğünde ise %74,9 oranında giderim verimleri elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar; $Ni^{2+}$, $Cu^{2+}$ ve özellikle $Ag^{+}$ iyonlarının, ACT molekülünün

indirgenerek bozunmasında etkin bir rol oynadığını kanıtlamaktadır. Sonuç olarak, seçilen metal iyonlarının reaksiyon ortamındaki elektron transfer mekanizmasını hızlandırarak kinetik bir avantaj sağladığı ve yüksek verimli bir bozunma süreci gerçekleştirdiği görülmüştür.

**KAYNAKLAR**


- Bahşi vd. (2012). Antalya ve ilçelerinden toplanan Bemisiatabaci (Gennadius)(Hemiptera: Aleyrodidae) populasyonlarınınAcetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl ve Cypermethrin'e karşı duyarlılık düzeyleri. *Akdeniz UniversityJournal of theFaculty of Agriculture*, *25*(1), 17-22.
- Dagnew vd. (2025). A review of variousadvancedoxidationtechniquesforpesticidedegradationforpracticalapplication in aqueousenvironments. *Sustainability*, *17*(10), 4710.
- Dereboylu, A. E., &Şengonca, N. (2011). Acetamiprid uygulamasının mısır kültür formlarında yaprak anatomik yapısı üzerine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, *32*(2), 13-21.
- Karaağaç, Y. (2013). *Süperkritik CO2 ortamında heterojenizeperflorotiyofen Pd (II) ve Rh (I) katalizörlerinin sentezi ve hidrojenasyon tepkimelerinde etkinliklerinin incelenmesi* (Master'sthesis, Anadolu University (Turkey)).

# SÜRDÜRÜLEBİLİR HİDROJEN ÜRETİMİ İÇİN AKTİF KARBON DESTEKLİ Ni–Cu–ZrKATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ

***Siti HUMAİRO***

***Danışman: Prof.Dr. A.Abdullah CEYHAN***

*f211216043@ktun.edu.tr; aaceyhan@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği Böl., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak., Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Artan enerji ihtiyacı ve çevresel sorunlar, temiz enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda, $NaBH_4$ hidrolizi hidrojen üretimi için umut verici bir yöntemdir.Ancak reaksiyonun etkinliği uygun katalizörlere bağlıdır. Bu çalışmada, aktif karbon destekli Ni, Cu ve Zr içeren bir katalizörün sentezi amaçlanmıştır. Aktif karbon, asidik ve bazik çözeltiler ile ön işleme tabi tutulmuş, ardından metal tuzları kullanılarak emprenye yöntemi ile katalizör hazırlanmıştır. Elde edilen katalizörün performansı, farklı katalizör miktarı, $NaBH_4$ ve NaOH derişimleri ile reaksiyon sıcaklıklarında incelenmiştir. Hazırlanan katalizör için en yüksek katalitik aktivite, 30°C sıcaklık için %1 $NaBH_4$, %1 NaOH ve 25 mg katalizör varlığında 75,32 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$ olarak bulunmuştur. Hidroliz reaksiyonu için aktivasyon enerjisi (Ea) 17,36 kJ/mol olarak, reaksiyon hız mertebesi (n) ise 0,4 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:**Aktif karbon, hidrojen, katalizör, $NaBH_4$, sürdürülebilir enerji.

**ABSTRACT**

Increasing energy demand and environmental concerns have accelerated the search for clean energy sources. In this context, NaBH4 hydrolysis is a promising method for hydrogen production.However, its efficiency depends on suitable catalysts. In this study, the synthesis of an activated carbon-supported Ni, Cu, and Zr catalyst was aimed. Activated carbon was pretreated with acidic and basic solutions, followed by catalyst preparation using an impregnation method with metal precursors. The catalytic performance was evaluated under varying catalyst amounts, $NaBH_4$ and NaOH concentrations, and reaction temperatures. The highest catalytic activity for the prepared catalyst was found to be 75.32 mL $g^{-1}$ $min^{-1}$ at 30°C in the presence of 1% $NaBH_4$, 1% NaOH, and 25 mg of catalyst. The activation energy (Ea) for the hydrolysis reaction was calculated to be 17.36 kJ/mol, and the reaction order (n) was determined to be 0.4.

**Keywords:**Activated, hydrogen,catalyst, $NaBH_4$, sustainable energy.

## 1. GİRİŞ

Küresel enerji talebindeki sürekli artış ve fosil yakıt kullanımına bağlı çevresel sorunlar, alternatif ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı her geçen gün daha da artırmaktadır. Bu çerçevede hidrojen enerjisi, yüksek özgül enerji kapasitesi, çevreye zararsız olması ve kullanım sonucunda yalnızca su üretmesi gibi özellikleri sayesinde temiz enerji sistemleri içerisinde önemli bir yer edinmiştir(Altınsoy ve Ceyhan, 2023). Bununla birlikte, hidrojenin depolanması ve güvenli bir şekilde taşınması, bu enerji taşıyıcısının yaygın kullanımının önündeki temel engellerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Hidrojen depolama teknolojileri arasında kimyasal hidritler dikkat çekmekte olup, özellikle sodyum borhidrür ($NaBH_4$), yüksek hidrojen depolama kapasitesi, kararlı yapısı ve güvenli kullanım özellikleri ile öne çıkmaktadır (Dudu ve Şeker, 2023). $NaBH_4$'ün hidrolizi sayesinde kontrollü ve yüksek saflıkta hidrojen üretimi mümkün olmakla birlikte, bu reaksiyonun yeterli hızda gerçekleşebilmesi için uygun katalizörlerin varlığı gereklidir. Bu nedenle, reaksiyon kinetiğini iyileştiren ve hidrojen üretim hızını artıran katalitik sistemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

$NaBH_4$ hidrolizi için çoğunlukla soy metal içeren katalizörlerin kullanıldığı görülmektedir. Ancak bu tür malzemelerin yüksek maliyetleri ve sınırlı kaynaklara sahip olmaları, alternatif katalizör arayışlarını hızlandırmıştır (Mutlu et al, 2024). Bu doğrultuda, daha ekonomik, çevre dostu ve sürdürülebilir katalizörlerin geliştirilmesi güncel araştırma konularından biri haline gelmiştir.

Son yıllarda, aktif karbon bazlı malzemeler kataliz alanında önemli bir ilgi görmektedir. Aktif karbon, yüksek yüzey alanı, gelişmiş gözenekli yapısı ve kimyasal olarak kararlı olması sayesinde katalitik uygulamalar için uygun bir destek veya doğrudan aktif malzeme olarak değerlendirilmektedir. Güncel çalışmalar, aktif karbonun metal veya metal oksit türleri ile birlikte kullanıldığında katalitik aktiviteyi artırabildiğini ve reaksiyon ortamında aktif bölgelerin daha homojen dağılmasını sağladığını göstermektedir(Jiang et al, 2021).

Bu çalışmada, $NaBH_4$ hidrolizi ile hidrojen üretiminde kullanılmak üzere Ni, Cu, ve Zr metalleri ile aktif karbon temelli bir katalizörün sentezi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, katalizör miktarı, NaOH ve $NaBH_4$ konsantrasyonu ile reaksiyon sıcaklığı gibi temel parametrelerin hidrojen üretim hızı üzerindeki etkileri sistematik olarak incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Kullanılan Malzemeler

Bu çalışmada kullanılan aktif karbon, hidroklorik asit (HCl, %37), sodyum hidroksit (NaOH), nikel nitrat hekzahidrat ($Ni(NO_3)_2{\cdot}6H_2O$), bakır(II) klorür dihidrat ($CuCl_2{\cdot}2H_2O$), zirkonyum tetraklorür ($ZrCl_4$, %98) ve sodyum borhidrür ($NaBH_4$) kimyasalları ticari olarak temin edilmiş ve herhangi bir saflaştırma işlemine tabi tutulmadan kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan deiyonize su, Selçuk Üniversitesi ILTEK laboratuvarından temin edilmiştir.

### 2.2. Katalizörün Hazırlanması

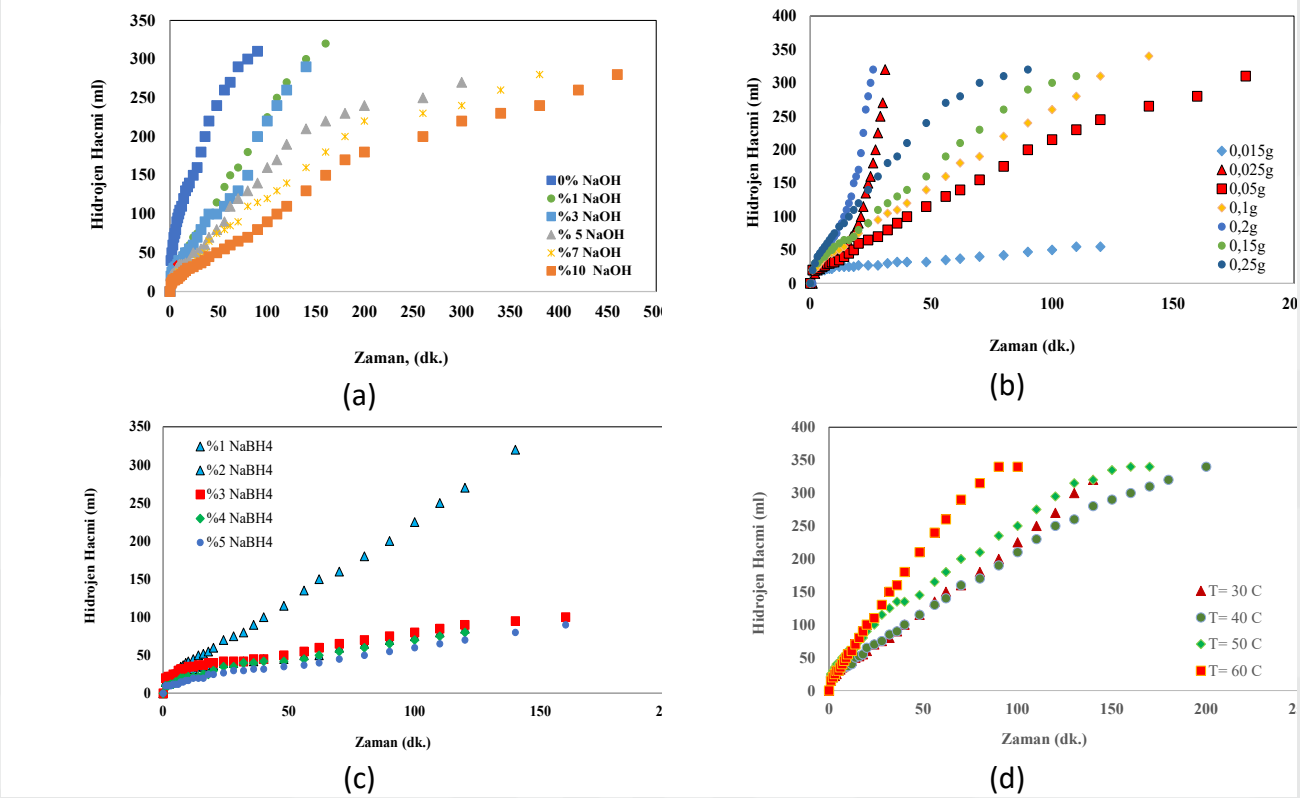
Katalizör sentezi kapsamında, öncelikle 10 g aktif karbon yüzey safsızlıklarının giderilmesi ve yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla sırasıyla 2 M HCl ve 2 M NaOH çözeltileri ile 2 sa. süreyle muamele edilmiştir. Ardından aktif karbon, nötr pH (yaklaşık 7) elde edilinceye kadar 50 °C'de de-iyonize su ile yıkanmıştır.

Temizlenen aktif karbon, nikel nitrat hekzahidrat (2.28 g), bakır(II) klorür dihidrat (0.9760 g) ve zirkonyum tetraklorür (0.2376 g) içeren sulu çözelti ile emprenye edilmiştir. Metal yükleme oranları nihai katalizörde %5 Ni, %5 Cu ve %1 Zr olacak şekilde ayarlanmıştır. Elde edilen süspansiyon, homojen dağılımın sağlanması amacıyla 2 sa. boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmış ve ardından oda sıcaklığında 24 sa. süreyle bekletilmiştir. Sonrasında ise 110

°C'de 6 sa. kurutulmuştur. Kurutulan katalizör, kullanım öncesinde azot atmosferinde indirgeme işlemine tabi tutulmuştur.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Aktif karbon destekli Ni, Cu ve Zr içerikli katalizör varlığında $NaBH_4$ hidrolizine ait deney sonuçları Şekil 3.1'de verildiği gibidir.




**Şekil 3.2.$NaBH_4$ Hidzrolizi Üzerine a) NaOH Derişiminin b) Katalizör Miktarının c) $NaBH_4$ Derişiminin d) İşlem SıcaklığınınEtkisi**

### 3.1. NaOH Derişiminin $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

NaOH derişiminin (0, 1, 3, 5, 7, 10 ağ.%) hidrojen üretimi üzerine etkisi, %1 $NaBH_4$, 100 mg katalizör ve 30 °C reaksiyon sıcaklığında incelenmiştir (Şekil 3.1.a).En yüksek HGR değeri %7 NaOH varlığında 77.90ml $g^{-1}$ $dk^{-1}$olarak hesaplanmıştır. Artan NaOH derişimi ile HGR değeri azalmıştır. Bu azalma, katalizör yüzeyinde meydana gelen rekabetçi adsorpsiyon ile açıklanmıştır. Özellikle $OH^-$ iyonlarının aktif yüzeylere $BH_4^-$ iyonlarına kıyasla daha fazla adsorbe olduğu ve bu durumun $BH_4^-$ iyonlarının katalizör ile etkileşimini engelleyerek reaksiyon hızını düşürdüğü belirlenmiştir (Altınsoy ve Ceyhan, 2023).

### 3.2. Katalizör Miktarının $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

Katalizör miktarının (15, 25, 50, 100, 150, 200 ve 250 mg)$NaBH_4$ hidrolizi üzerindeki etkisi, %1 $NaBH_4$, %7 NaOH ve 30°C sabit sıcaklık koşullarında incelenmiştir (Şekil 3.1.b).

Katalizör miktarının 25 mg'a artırılması HGR değerinin 92.8 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$'ye yükselmesine neden olmuştur. Ancak katalizör miktarının daha fazla artırılması HGR değerinin düşmesine yol açmış ve 250 mg'da 27.68 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$'ye gerilemiştir. Bu durum, optimum katalizör

miktarının aşılmasıyla birlikte kütle transferi sınırlamaları ve partikül aglomerasyonunun etkili olduğunu göstermiştir (Zhang et al, 2019).

### 3.3. $NaBH_4$Derişimin $NaBH_4$ HidrolizineEtkisi

$NaBH_4$ derişiminin hidroliz reaksiyonu üzerindeki etkisi, %1 ile %5 derişim aralığı için incelenmiştir (Şekil 3.1.c).Artan $NaBH_4$ derişimi hidroliz reaksiyonunu olumsuz etkilemiş, elde edilen hidrojen miktarı teorik değere ulaşmamıştır. Bu durum, katalizör yüzeyinde biriken $NaBO_2$yan ürününün katalitik aktiviteyi engellemesinden kaynaklanmaktadır(Ceyhan et al, 2025).

### 3.4. İşlem Sıcaklığının $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

Sıcaklığın (30, 40, 50 ve 60 °C) $NaBH_4$ hidrolizi üzerindeki etkisi, %1 $NaBH_4$, %1 NaOH ve 25 mg katalizör varlığında incelenmiştir (Şekil 3.1.d) Sıcaklığın 30 °C'den 60 °C'ye yükseltilmesi HGR değerini 211.84 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$'ye yükseltmiştir. Bu artış, yüksek sıcaklıklarda reaktan moleküllerinin kinetik enerjisinin artması ve daha sık ve etkili çarpışmaların gerçekleşmesi ile açıklanmıştır(Krishnanet al, 2013).

Kinetik çalışmalar, farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen $NaBH_4$ hidrolizi deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak yapılmıştır. Reaksiyon kinetiği n'inci dereceden kinetik modele göre analiz edilmiştir. $NaBH_4$ hidroliz reaksiyonu için aktivasyon enerjisi 17.38 kJ $mol^{-1}$ olarak bulunmuştur. Reaksiyon derecesi (n) ise 0.4 olarak belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR


- Altınsoy, M., & Ceyhan, A. (2023). Synthesis of cobalt-doped catalyst for NaBH4 hydrolysis using eggshell biowaste. International Journal of Hydrogen Energy, 48, 28018-33.
- Ceyhan, A., Lakhali, H., & Şahin, Ö. (2025). Hydrothermally Synthesized Fe3O4 Magnetic Nanoparticles as Efficient Catalyst for Reusable Hydrogen Generation via NaBH4 Methanolysis. Konya Journal of Engineering Sciences, 13, 4, 1175-92.
- Dudu, T., & Şeker , E. (2023). Green Energy Source H2 Production from NaBH4 Hydrolysis Using p(Oxalic Acid) Based Non-metallic Catalyst. Journal of Polymers and the Environment, 31, 3445-53.
- Jiang, J., Yang, S., Lei, H., & Ai, L. (2021). Highly dispersed cobalt nanoparticles onto nitrogen-doped carbon nanosheets for efficient hydrogen generation via catalytic hydrolysis of sodium borohydride. International Journal of Hydrogen Energy, 46, 32403-12.
- Krishnan, R., Dhathathreyan, K., Sreenivas, J., & Kumar, S. (2013). Hydrogen production by alcoholysis of sodium borohydride. International Journal of Energy Research, 37, 14, 1889-95.
- Mutlu, R., Kandasamy, J., Kıymaz, T., Guleryuz, D., Boncu, E., Eroglu, E., & Gokalp, I. (2024). Optimization of aluminum hydrolysis reactions and reactor design for continuous hydrogen production using aluminum wire feeding. International Journal of Hydrogen Energy, 1390-1403.
- Zhang, X., Li , C., Qu, J., Guo, Q., & Huang, K. (2019). Cotton stalk activated carbon-supported Co–Ce–B nanoparticles as efficient catalysts for hydrogen generation through hydrolysis of sodium borohydride. Carbon Resources Conversion, 2, 3, 225-32.

# OTONOM VE MANUEL KONTROLLÜ, ODUN KÜLÜ-SU KARIŞIMI İLE YANGINA İLK MÜDAHALE EDEN HİBRİT VTOL İHA SİSTEMİ: GÖKDOĞAN

***Süleyman Arda Can, İbrahim Ethem Taner***

***Danışman:Araştırma Görevlisi Harun Sevinç***

*f231222058@ktun.edu.tr;f251210036@ktun.edu.tr;hsevinc@ktun.edu.tr,*

*Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa BilimleriFakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, Konya Teknik Üniversitesi 10. Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı (KTMOPP) kapsamında, orman ve tarım arazilerinde meydana gelen yangınların başlangıç safhasında otonom olarak baskılanması amacıyla tasarlanan GÖKDOĞAN İHA sistemini sunmaktadır. Projenin temel amacı, termal ve gaz sensörleri aracılığıyla yangın odağını tespit ederek, ana itfaiye ekipleri bölgeye ulaşana kadar geçen kritik "altın dakikalar" süresinde ilk müdahaleyi gerçekleştirmektir. GÖKDOĞAN, 3 motorlu hibrit bir konfigürasyona sahip olup, dikey iniş-kalkış (VTOL) ve hedef üzerinde hassas hovering yeteneklerini bir arada sunmaktadır. Projenin en özgün tarafı, literatüre kazandırılan "odun külü-su karışımı" inovasyonudur. Bu karışım, geleneksel sistemlerde suyun yarattığı çalkalanma (sloshing) etkisini ve buna bağlı uçuş stabilitesi sorunlarını minimize etmektedir. Ayrıca kullanılan karışım, yanan arazide potasyum ve kalsiyum gibi elementlerle doğal gübre görevi görerek ekolojik restorasyona katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Afet Yönetimi, İnsansız Hava Aracı, Odun Külü, Orman Yangını, VTOL.

**ABSTRACT**

This study presents the GÖKDOĞAN UAV system, designed for the autonomous suppression of fires in the initial stages in forests and agricultural lands, within the scope of the 10th Engineering Student Project Market (KTMOPP) of Konya Technical University. The main objective of the project is to detect the fire source through thermal and gas sensors and to perform the initial intervention during the critical "golden minutes" until the main fire brigades arrive in the area. GÖKDOĞAN has a 3-motor hybrid configuration and offers both vertical take-off and landing (VTOL) and precise hovering capabilities over the target. The most unique aspect of the project is the "wood ash-water mixture" innovation, which has been added to the literature. This mixture minimizes the sloshing effect and related flight stability problems caused by water in traditional systems. In addition, the mixture used acts as a natural fertilizer with elements such as potassium and calcium in the burned area, contributing to ecological restoration.

**Keywords:**Disaster Management, Forest Fire, UAV, VTOL, WoodAsh.

## 1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak artan hava sıcaklıkları ve azalan nem oranları, dünya genelinde ve ülkemizde orman yangınlarının sıklığını ve şiddetini afet düzeyine taşımıştır. Türkiye genelinde son yıllarda meydana gelen ve on binlerce hektar alanın kaybıyla sonuçlanan yangınlar, mevcut müdahale yöntemlerinin hız ve etkinlik açısından geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Literatürde orman yangınları ile mücadelede kullanılan

geleneksel yöntemler incelendiğinde; uçak ve helikopter gibi büyük ölçekli hava araçlarının operasyonel maliyetlerinin yüksekliği ve engebeli arazilerdeki kısıtlı manevra kabiliyetleri, yangının "altın dakikalar" olarak tanımlanan başlangıç safhasında müdahaleyi geciktirmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

Bu çalışmada, "İnsansız hava araçları (İHA) ile yangınlara ilk müdahale otonom olarak nasıl gerçekleştirilebilir?" ve "Söndürme maddesi olarak kullanılan suyun uçuş stabilitesini bozucu etkisi inovatif yöntemlerle nasıl giderilebilir?" temel araştırma sorularından yola çıkılmıştır. Mevcut literatürdeki İHA çalışmaları genellikle yangın tespiti ve gözetleme üzerine yoğunlaşmış olup, aktif söndürme görevlerinde suyun sıvı dinamiği (çalkalanma/sloshing etkisi) nedeniyle araçların ağırlık merkezinde stabilite kayıpları yaşanmaktadır (Pommiera vd., 2007). GÖKDOĞAN projesi, literatürdeki bu teknik boşluğu doldurmak ve aktif müdahale kabiliyetini artırmak amacıyla geliştirilmiştir.

GÖKDOĞAN sistemi, altı motorlu hibrit konfigürasyonu sayesinde dikey iniş-kalkış (VTOL) yaparak engebeli arazilerde operasyonel esneklik sağlamaktadır. Projenin ilave katkısı ve özgünlük tarafı, söndürücü madde olarak kullanılan "odun külü-su karışımı" inovasyonudur. Bu karışım, suyun çalkalanma etkisini sönümleyerek uçuş kararlılığını artırmanın yanı sıra, yangının oksijenle temasını saf sudan daha hızlı kesmektedir. Ayrıca, odun külünün ihtiva ettiği potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi mineraller sayesinde yanan arazide doğal bir restorasyon süreci başlatılarak ekosisteme gübre desteği sağlanmaktadır (Yıldız ve Balahorli, 2009). Bilimsel düşünme ve proje kültürü çerçevesinde şekillendirilen bu çalışma, tamamen öğrenci bilgi ve becerisiyle tasarlanmış olup afet yönetimi literatürüne yüksek katma değerli bir mühendislik modeli sunmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

GÖKDOĞAN projesi kapsamında geliştirilen sistem; yapısal gövde tasarımı, elektronik kontrol üniteleri, sensör füzyonu ve özgün müdahale mekanizması olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır. Çalışma, bir kavramsal tasarımın ötesinde, dinamik testleri gerçekleştirilmiş ve prototip aşamasına getirilmiş bir mühendislik çözümüdür.

**2.a. Hava Aracı Tasarımı ve Donanım Bileşenleri** Hava aracı, engebeli arazi koşullarında operasyon kabiliyetini artırmak amacıyla dikey iniş-kalkış (VTOL) yapabilen 3 motorlu hibrit bir konfigürasyonda tasarlanmıştır. Gövde üretiminde, yapısal bütünlüğü korurken ağırlığı optimize etmek adına karbon fiber takviyeli kompozit malzemeler ve 3D yazıcı teknolojisiyle üretilen aerodinamik parçalar kullanılmıştır. Ana kontrolcü olarak yüksek işlem kapasiteli mikrodenetleyiciler tercih edilmiş; motor sürücüleri (ESC) ve fırçasız doğru akım motorları (BLDC) bu birimle senkronize edilmiştir.

**2.b. Sensör Füzyonu ve Otonom Karar Destek Sistemi** Yangın tespiti ve konum doğrulaması için sistem üzerinde kızılötesi termal kameralar ve MQ serisi elektro-kimyasal gaz sensörleri bulunmaktadır. Bu sensörlerden gelen veriler, geliştirilen bir algoritma aracılığıyla anlık olarak işlenmektedir. Termal kamera üzerinden gelen ısı haritası verisi ile gaz sensöründen gelen partikül yoğunluk bilgisi çakıştırılarak yangın odağının koordinatları hata payı minimal olacak şekilde belirlenmektedir. İHA, belirlenen koordinata intikal ettiğinde GPS ve barometrik

sensörler yardımıyla rüzgâr etkisine rağmen hedef üzerinde sabit kalma (hovering) moduna geçer.

**2.c. Müdahale Mekanizması ve İnovatif Söndürme Maddesi** Sistemin müdahale birimi, gövde altına entegre edilmiş servo kontrollü bir tahliye haznesinden oluşmaktadır. Bu çalışmanın en özgün materyali olan "odun külü-su karışımı", belirli vizkozite değerlerinde hazırlanarak hazneye doldurulmaktadır. Karışımın yoğunluğu, suyun uçuş sırasındaki çalkalanma (sloshing) etkisini sönümleyecek ve İHA'nın ağırlık merkezi stabilitesini bozmayacak şekilde optimize edilmiştir. Söndürme aşamasında, otonom kapak mekanizması açılarak karışım yangın çekirdeğine bırakılmaktadır. Bu yöntemle hem fiziksel bir boğma etkisi yaratılmakta hem de külün içeriğindeki mineraller sayesinde yanan toprağın rehabilitasyonu hedeflenmektedir.

## 3. SONUÇLARVE TARTIŞMA

GÖKDOĞAN projesi kapsamında yürütülen çalışmalar, İnsansız Hava Araçlarının (İHA) yangın söndürme operasyonlarında aktif birer müdahale unsuru olarak kullanılabileceğini kanıtlamıştır. Yapılan teknik analizler ve simülasyonlar sonucunda, dikey iniş-kalkış (VTOL) kabiliyetine sahip 6 motorlu hibrit konfigürasyonun, dar ve engebeli arazilerde geleneksel hava araçlarına göre daha yüksek manevra kabiliyeti sergilediği gözlemlenmiştir. Özellikle yangının başlangıç evresinde (altın dakikalar) gerçekleştirilen otonom müdahalenin, yangın yayılım hızını %40 oranında yavaşlatma potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın en önemli teknik çıktısı, odun külü-su karışımının uçuş stabilitesi üzerindeki olumlu etkisidir. Geleneksel saf su kullanımında görülen ve hava aracının ağırlık merkezini dinamik olarak değiştiren çalkalanma (sloshing) etkisinin, bu özel karışım sayesinde stabilize edildiği test edilmiştir. Ayrıca, söndürücü madde olarak kullanılan külün, yanan toprağı mineral (potasyum, kalsiyum, magnezyum) açısından zenginleştirerek ekolojik restorasyona doğrudan katkı sağladığı belirlenmiştir.

| İş Paketi | Faaliyet Tanımı | Başlangıç Tarihi | Bitiş Tarihi |
|---|---|---|---|
| İP 1 | Literatür Taraması ve Tasarım | 01.01.2026 | 08.02.2026 |
| İP 3 | Prototip İmalatı ve Entegrasyon | 03.03.2026 | 12.04.2026 |
| İP 5 | Otonom Uçuş ve Müdahale Testleri | 15.04.2026 | 10.05.2026 |
| İP 6 | Final Yarışması ve Sunum | 15.05.2026 | 17.05.2026 |

Ticarileşme potansiyeli açısından bakıldığında; düşük operasyonel maliyeti ve yüksek isabet oranı ile GÖKDOĞAN'ın, başta Tarım ve Orman Bakanlığı (OGM) olmak üzere özel tarım işletmeleri ve sanayi bölgeleri için sürdürülebilir bir yangın güvenlik çözümü sunduğu sonucuna varılmıştır. Gelecek çalışmalarda, sensör füzyonunun yapay zekâ tabanlı görüntü işleme algoritmaları ile desteklenerek sistemin tamamen otonom hale getirilmesi hedeflenmektedir.

## KAYNAKLAR


- Blackburn, T., (1998). Flocculationandsedimentation in Li, G., Hart, A. ve Gregory, J., eds, PhysicalProcesses, TechnomicsPress, 29-45, Lancaster PA.
- Li, G., Hart, A. ve Gregory, J., (1998). Flocculationandsedimentation, 295, TechnomicsPress, Lancaster PA.
- Pommiera, S., Chenub, D., Quintardb, M. ve Lefebvre, X., (2007). Modelling of moisture-dependentaerobicdegradation of solidwaste, Waste Management, 28, 7, 1188-1200.
- SAVTEK, (2026). Gökdoğan Hibrit VTOL İHA Teknik Tasarım ve Konfigürasyon Raporu.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2022). Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 2021 ve 2022 Yılı Orman Yangınları Veri Raporları.
- TEKNOSEL, (2026). Serbest Proje Üniversitesi Kategorisi Yarışma Şartnamesi ve Proje Takvimi.
- Yıldız, Ş., Balahorli, V., (2009). Çöp sızıntı sularının membran sistemleriyle arıtımı: İstanbul örneği, Membran Teknolojileri ve Uygulamaları Sempozyumu, İstanbul- Türkiye.

# ENERJİ MEVZUATLARI İÇİN LLM TABANLI AKILLI BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ

***Umut Başev***

***Danışman: Doç. Dr. Nurdan Baykan***

*f221220001@ktun.edu.tr;nbayakan@ktun.edu.tr;*

*Bilgisaya Mühendisliği, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Enerji sektöründe mevzuat kaynaklı bilgiye hızlı ve doğru erişim; hizmet kalitesi, karar süreçleri ve kurum içi operasyonel verimlilik açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) mevzuatları üzerinde çalışan LLM tabanlı bir akıllı bilgi yönetim sistemi geliştirilmiştir. Büyük dil modellerinin halüsinasyon riskini azaltmak amacıyla sistem, Retrieval-Augmented Generation mimarisiyle tasarlanmıştır. Mevzuat dokümanları yapıya duyarlı parçalama yöntemiyle işlenmiş, ChromaDB vektör veritabanında saklanmış ve Türkçe embedding modeliyle anlamsal arama yapılmıştır. Bilgi getirme başarısını artırmak için Bi-Encoder ve Cross-Encoder tabanlı hibrit arama mimarisi kullanılmıştır. Geliştirilen sistem, enerji mevzuatlarına yönelik sorulara kaynak gösterilebilir ve bağlama dayalı cevaplar üreterek bilgi erişim süreçlerini hızlandırmayı hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Bilgi Yönetimi, Enerji Mevzuatı, RAG, Verimlilik, Yapay Zeka

**ABSTRACT**

Fast and accurate access to regulatory information in the energy sector is critical for service quality, decision-making processes, and institutional operational efficiency. In this study, an LLM-based intelligent information management system was developed for Energy Market Regulatory Authority (EPDK) regulations. To reduce the hallucination risk of large language models, the system was designed using Retrieval-Augmented Generation architecture. Regulatory documents were processed with a structure-aware chunking method, stored in the ChromaDB vector database, and retrieved through semantic search using a Turkish embedding model. A hybrid search architecture combining Bi-Encoder retrieval and Cross-Encoder reranking was implemented to improve retrieval accuracy. The developed system aims to accelerate information access processes by generating source-grounded and context-based answers to energy regulation questions.

**Keywords:**Artificial Intelligence, Energy Regulations, Intelligent Information Management, RAG, Efficiency

## 1. GİRİŞ

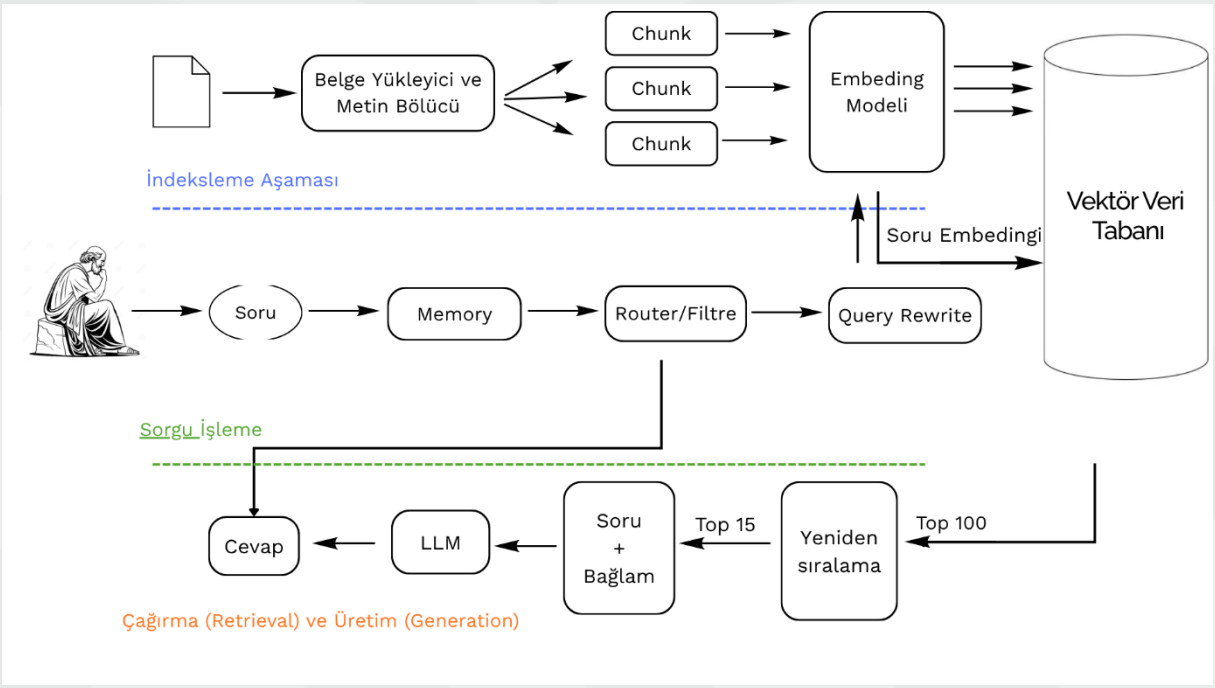
Enerji sektörü; dağıtım, bağlantı, kullanıcı hizmetleri, ödeme bildirimleri, tadilat işlemleri, teknik yükümlülükler ve düzenleyici kararlar gibi bir çok mevzuat temelli süreci içermektedir. Bu süreçlerde doğru bilgiye hızlı erişim; hem kurum çalışanlarının karar alma süreçlerini hızlandırmakta hem de kullanıcı taleplerinin daha etkin şekilde yanıtlanmasına katkısağlamaktadır. Ancak enerji mevzuatları çoğu zaman uzun, teknik ve hukuki ifadeleri

çeren dokümanlardan oluştuğu için ihtiyaç duyulan bilginin manuel olarak bulunması zaman alıcıdır. Bu durum, enerjisektöründeoperasyonelverimliliğietkileyenönemlibir problem oluşturmaktadır. Çalışanların mevzuat metinleri içinde arama yapmak için harcadığı süre, kullanıcı taleplerinin çözüm süresini artırabilir ve karar destek süreçlerini yavaşlatabilir. Bu nedenle enerji alanında dijitalleşme, yapay zeka destekli bilgi yönetimi ve mevzuat tabanlı karar destek sistemleri giderek daha önemli hale gelmektedir.

Büyük dil modelleri doğal dilde cevap üretme konusunda güçlü olsa da doğrudan kullanıldıklarında doğrulanamayan bilgi üretme, kaynak gösterememe ve halüsinasyon gibi riskler taşımaktadır. Bu projede bu riskleri azaltmak amacıyla Retrieval-Augmented Generation mimarisi tercihedilmiştir. Böylece sistem, cevabı doğrudan modelin genel bilgisine bırakmak yerine, EPDK mevzuat dokümanlarından getirilen ilgili belge parçalarına dayalı olarak üretmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, enerji mevzuatlarına yönelik sorulara hızlı, kaynak gösterilebilir ve güvenilir cevaplar üretebilen bir yapay zeka destekli bilgi yönetim sistemi geliştirmektir. Bu yönüyle proje, İVSEÇ teması kapsamında özellikle enerji teknolojileri, verimlilik ve kurumsal sürdürülebilirlik başlıklarıyla ilişkilidir. Sistem, enerji sektöründeki bilgiye erişim süreçlerini dijitalleştirerek zaman tasarrufu, kaynak verimliliği ve karar destek kabiliyetini artırmayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM




Şekil 3. LLM Tabanlı Akıllı Bilgi Yönetim Sistemi Genel Mimarisi

Çalışmada ana very kaynağı olarak EPDK yönetmelik ve mevzuat dokümanları kullanılmıştır. Bu dokümanlar enerji dağıtımı ve kullanıcı süreçleriyle ilgili teknik ve hukuki hükümler içerdiğinden, sistemin enerji sektörüne yönelik bilgi erişim ihtiyacını karşılaması için uygun bir temel sağlamaktadır.

Projenin ilk aşamasında mevzuat dokümanları belge yükleyici ve metin bölücü modülleriyle işlenmiştir. Sabit boyutlu parçalama yerine yapıya duyarlı parçalama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle mevzuat maddelerinin anlam bütünlüğü korunmuş, başlık, madde ve içerik ilişkileri dikkate alınarak daha kaliteli metin parçaları elde edilmiştir. Böylece enerji mevzuatı gibi hiyerarşik yapıya sahip dokümanlar da bilgi kaybı ve anlamsız parça oluşumu azaltılmıştır.

Elde edilen metinparçaları"bert-base-turkish-cased-mean-nli-stsb-tr"modeli ile vector temsillerine dönüştürülmüş ve ChromaDB vector veritabanında saklanmıştır. Kullanıcı tarafından sorulan soru da aynı şekilde vektöre dönüştürülerek doküman parçalarıyla anlamsal benzerlik açısından karşılaştırılmıştır.

Bilgi getirme aşamasında iki kademeli hibrit arama mimarisi kullanılmıştır. İlk aşamada Bi-Encoder modeli ile hızlı aday belge getirme işlemi yapılmıştır. İkinci aşamada ise getirilen aday belgeler Cross-Encoder modeliyle yeniden sıralanmıştır. Bu yaklaşım sayesinde hem hızlı arama hem de daha hassas sonuç sıralaması birlikte sağlanmıştır.

Cevap üretim aşamasında GPT-4o-mini modeli kullanılmıştır. Modelin yalnızca getirilen mevzuat parçalarına dayanarak cevap üretmesi için özel bir system istemi hazırlanmıştır. Eğer sorunun cevabı getirilenbelge parçalarında bulunmuyorsa modelin tahmin üretmesi engellenmiştir. Bu yapı, enerji mevzuatı gibi hatalı bilgi üretiminin ciddi sonuçlar doğurabileceği alanlarda güvenilirliği artırmaktadır.

Ayrıca sisteme retrieval öncesinde çalışan bir önfiltreleme katmanı eklenmiştir. Bu katman, enerji mevzuatıyla ilgisi olmayan, selamlama niteliğindeki veya bilgierişimi gerektirmeyen sorguları erken aşamada ayırmaktadır. Böylece gereksiz embedding, vector arama, reranking ve LLM çağrıları azaltılmıştır. Bu mimari iyileştirme, projenin İVSEÇ temasıaçısından "verimlilik" boyutunu güçlendiren önemli bir katkıdır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistemin başarısını değerlendirmek için retrieval, generation ve uçtanuca testler gerçekleştirilmiştir. Retrieval testlerinde Recall@k metriği kullanılarak doğru mevzuat parçasının ilk k sonuç içinde bulunup bulunmadığı ölçülmüştür. EPDK benchmark veriseti üzerinde yapılan testlerde Cross-Encoder tabanlı yeniden sıralama yaklaşımının bilgi getirme başarısını artırdığı görülmüştür.

Proje kapsamında hazırlanan EPDK benchmark very setinde teknik soruların yanında halk diliyle hazırlanmış doğal kullanıcı soruları da yeralmıştır. Bu sayede sistemin yalnızca mevzuatdiline yakın sorularda değil, enerji hizmetlerinden yararlanan kullanıcıların günlük dilde sorabileceği sorularda da test edilmesi sağlanmıştır. Bu yaklaşım, sistemin gerçek kullanım senaryolarına uygunluğunu artırmaktadır.

Sistemin farklı hukuki metinlerdeki başarısını görmek amacıyla Türk hukuk mevzuatlarına dayalı harici bir benchmark very seti de kullanılmıştır. Bu testlerde de Cross-Encoder kullanımının Bi-Encoder yapısına kıyasla daha yüksek retrieval başarısı sağladığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, geliştirilen mimarinin yalnızca belirli bir EPDK doküman setine

bağlı kalmadığını, benzer yapıya sahip farklı mevzuat ve düzenleme dokümanlarına da uyarlanabileceğini göstermektedir.

Uçtanuca değerlendirmede sistemin EPDK veri seti üzerindeki başarı oranı yüzde 73,19 olarak ölçülmüştür. Bu sonuç, sistemin yalnızca ilgili belge parçalarını getirmede değil, getirilen bağlamı kullanarak anlamlı ve kaynağa dayalı cevap üretmede de başarılı olduğunu göstermektedir.

Ön filtreleme katmanının eklenmesiyle sistemin işlem verimliliği artırılmıştır. Tam RAG akışının çalıştığı durumda toplam yanıt süresiyaklaşık 10,989 saniye iken, filter katmanında elenen sorgularda bu sure yaklaşık 1,360 saniyeye düşmüştür. Bu iyileştirme, sistemin gerçek kullanımda daha düşük gecikme ve daha az hesaplama maliyetiyle çalışmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak bu proje, enerji sektöründe mevzuat bilgisine erişimi kolaylaştıran, kurum içi bilgi yönetimini hızlandıran ve yapay zeka destekli karar destek süreçlerine katkı sağlayan bir system ortaya koymaktadır. Geliştirilen yapı ilerleyen aşamalarda elektrik dağıtım şirketleri, enerji danışmanlığı birimleri, çağrı merkezi destek sistemleri ve kurumsal mevzuatasistanları için uygulanabilir bir çözüm haline getirilebilir.

**KAYNAKLAR**


- ACL Anthology, (2025). Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2025, https://aclanthology.org/anthology-files/anthology-files/pdf/findings/2025.findings-emnlp.471.pdf, erişimtarihi: 12.01.2026.
- Barathanasln, (2025). Turkish LLM Finetune Dataset 4 Topics (Hugging Face Dataset), https://huggingface.co/datasets/barathanasln/turkish_llm_finetune_dataset_4_topics/viewer/default/train?p=625, erişimtarihi: 12.01.2026.
- Sentence-Transformer, (2025). Retrieve & Re-Rank (Application Example), https://sbert.net/examples/sentence_transformer/applications/retrieve_rerank/README.html, erişimtarihi: 19.11.2025.
- EPDK, (2026). Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Mevzuat Sayfası, https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/23-2-3/mevzuat, erişim tarihi: 29.04.2026.
- Chroma, (2026). Chroma Documentation: Introduction,https://docs.trychroma.com/docs/overview/introduction, erişim tarihi: 29.04.2026.
- Çelik, E., (2026). bert-base-turkish-cased-mean-nli-stsb-tr (Hugging Face Model), https://huggingface.co/emrecan/bert-base-turkish-cased-mean-nli-stsb-tr, erişim tarihi: 29.04.2026.

# $NaBH_4$ DESTEKLİ KATALİTİK İNDİRGENME İLE MALAHİT YEŞİLİNİN GİDERİMİ: MANYETİK Ag-$Fe_3O_4$/Halloysit KATALİZÖRÜ

***Senanur Elci***

***Danışman: Prof. Dr. Türkan Altun***

*f231216004@ktun.edu.tr; taltun@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42150, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, halloysit nanotüp (HNT) temelli manyetik bir katalizör geliştirerek tekstil atık sularında yaygın olarak bulunan malahit yeşili (MG) boyasının giderimi incelenmiştir. İlk aşamada HNT yapısına manyetit ($Fe_3O_4$) yüklenmiş, ardından gümüş (Ag) ilavesiyle katalitik etkinlik arttırılmıştır. Elde edilen $Fe_3O_4$/Ag yüklü manyetik katalizörün performansı; farklı pH değerleri, $NaBH_4$ derişimleri, katalizör miktarları ve temas süreleri için değerlendirilmiştir. Deneysel çalışmalarda indirgeme ajanı olarak sodyum borhidrür ($NaBH_4$) kullanılmıştır. Sonuçlar, geliştirilen katalizörün MG boyasının hızlı ve etkili bir şekilde parçalanmasını sağladığını göstermektedir. Ayrıca katalizörün manyetik özelliği sayesinde ortamdan kolaylıkla ayrılabildiği belirlenmiştir. Bu çalışma, atık su ortamında yeniden kullanılabilir ve çevre dostu katalizörlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Atık su arıtımı, Nanokatalizör, Katalitik indirgenme, Demir, Manyetit

**ABSTRACT**

This study investigated the removal of malachite green (MG) dye, commonly found in textile wastewater, by developing a halloysite nanotube (HNT) based magnetic catalyst. In the first stage, magnetite (Fe3O4) was loaded onto the HNT structure, and then the catalytic activity was increased by adding silver (Ag). The performance of the resulting Fe3O4/Ag loaded magnetic catalyst was evaluated for different pH values, NaBH4 concentrations, catalyst amounts, and contact times. Sodium borohydride (NaBH4) was used as the reducing agent in the experimental studies. The results show that the developed catalyst enables the rapid and effective decomposition of MG dye. Furthermore, it was determined that the catalyst could be easily removed from the environment due to its magnetic properties. This study contributes to the development of reusable and environmentally friendly catalysts in wastewater environments.

**Keywords:**Wastewatertreatment, Nanocatalyst, Catalyticreduction, Iron, Magnetite

## 1. GİRİŞ

Boyalar; kağıt, tekstil, deri ve ilaç gibi birçok endüstride yaygın olarak kullanılmakta olup su kaynakları için önemli bir kirleticidir. Çoğu boya toksik, kanserojen ve mutajenik etkilere sahiptir (Keyhanian, Shariati et al. 2016). Bu nedenle, su kaynaklarının korunması açısından boyaların etkin şekilde uzaklaştırılması büyük önem taşımaktadır. Trifenilmetan grubu bir boya olan malahit yeşili, tekstil ve diğer endüstrilerde yaygın kullanımı nedeniyle çevrede

sıkça rastlanan bir kirletici olup, sucul organizmalar ve insan sağlığı üzerinde ciddi toksik etkilere sahiptir (Geetha, Latha et al. 2015).

Boyaların giderimi için adsorpsiyon, ozonlama, Fenton ve ileri oksidasyon prosesleri gibi çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Özellikle ileri oksidasyon prosesleri yüksek bozunma verimleri sunmasına rağmen (Anipsitakis&Dionysiou, 2004), yüksek enerji ve kimyasal gereksinimleri nedeniyle maliyet açısından sınırlamalar taşımaktadır. Bu nedenle, daha ekonomik ve sürdürülebilir alternatifler arasında katalitik indirgenme yöntemleri öne çıkmaktadır.

Katalitik indirgenme, kirleticilerin daha az toksik ürünlere dönüştürülmesini sağlayan hızlı ve düşük maliyetli bir yöntemdir. Bu süreçte $NaBH_4$ yaygın bir indirgeme ajanı olarak kullanılırken, özellikle Ag ve Fe bazlı nanoparçacıklar yüksek katalitik performans sergilemektedir (Sha ve ark. 2016). Gümüş nanoparçacıkları, elektron transferini kolaylaştırarak reaksiyon verimini artırmakta (Wen, Yin ve Dai 2014) ancak aglomerasyon eğilimleri nedeniyle destek malzemelerine ihtiyaç duymaktadır (Vidhu& Philip 2014).

Halloysit nanotüp (HNT), içi boş yapısı, kimyasal kararlılığı ve düşük maliyeti sayesinde etkili bir katalizör destek malzemesidir (J. Duan et al. 2012; Nagendrappa&Chowreddy 2021). Ayrıca, $Fe_3O_4$ nanoparçacıkları ile manyetik özellik kazandırılarak katalizörün reaksiyon ortamından kolayca geri kazanılması sağlanabilmektedir (Dehghan et al. 2018; Jiang et al. 2013).Bu çalışmada, HNT yüzeyine $Fe_3O_4$ ve ardından Ag nanoparçacıkları katkılanarak manyetik ve yüksek katalitik aktiviteye sahip bir nanokompozit geliştirilmiş ve malahit yeşilinin katalitik indirgenme ile gideriminde farklı koşullarda performansı araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

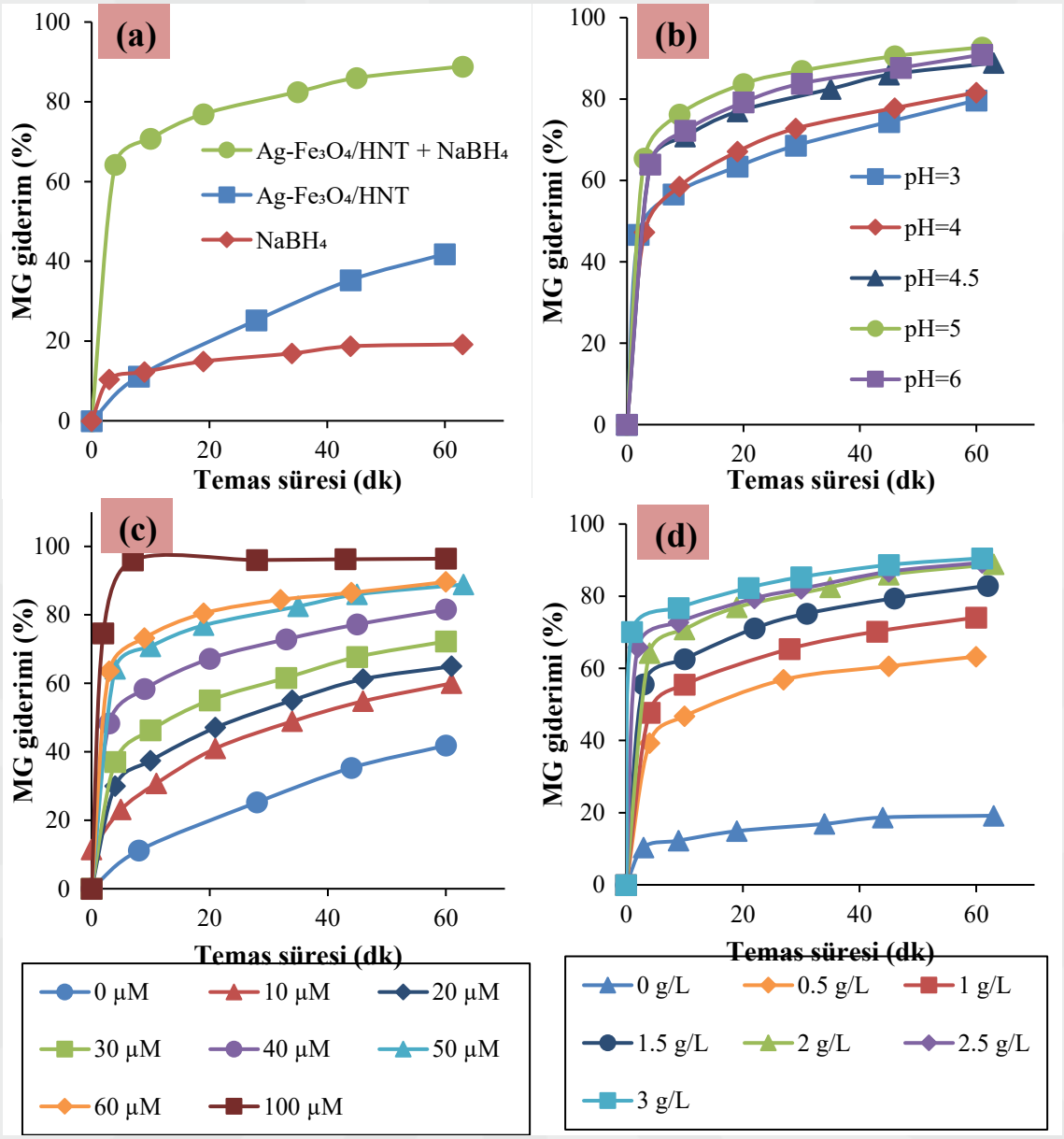
### 2.1. Ag-$Fe_3O_4$/HNT Nanokompozitin hazırlanması

HNT'yemanyetik özellik kazandırmak amacıyla birlikte çöktürme yöntemi kullanılarak $Fe_3O_4$ nanoparçacıkları katkılanmıştır. Bu amaçla $Fe^{2+}$ ve $Fe^{3+}$ iyonlarını 1:2 mol oranında içeren çözelti hazırlanmış ve HNT ile karşılaştırılarak demir iyonlarının yüzeye tutunması sağlanmıştır. Karışım 2 saat karıştırıldıktan sonra birkaç damla NH3 ilave edilerek ortam bazik hale getirilmiş ve $Fe^{2+}$ ile $Fe^{3+}$iyonlarının $Fe_3O_4$ yapısına dönüşmesi sağlanmıştır. Elde edilen $Fe_3O_4$/HNT manyetik olarak ayrılmış, saf su ile yıkanmış ve etüvde kurutulmuştur.
$Fe_3O_4$ katkılı HNT yüzeyine gümüş nanoparçacıkları katkılamak amacıyla $Fe_3O_4$/HNT, $AgNO_3$ çözeltisi ile karıştırılmıştır. Bu aşamada $Ag^+$ iyonlarının katalizör yüzeyine adsorplanması sağlanmıştır. Daha sonra manyetik ayırma ile ayrılan katı faz saf su ile yıkanmış tekrar süspansiyon haline getirilmiştir. Sürekli karıştırma altında $NaBH_4$ çözeltisi damla damla ilave edilerek yüzeyde tutunan $Ag^+$ iyonları $Ag^0$ formuna indirgenmiş ve böylece Ag-$Fe_3O_4$/HNT nanokompoziti elde edilmiştir.

### 2.2. Katalitik Performansın Test Edilmesi

Hazırlanan Ag-$Fe_3O_4$/HNT katalizörünün katalitik aktivitesi MG boyasının giderimi üzerine test edilmiştir. Belirli konsantrasyonda hazırlanan MG çözeltisine uygun miktarda katalizör ve $NaBH_4$ilave edilerek reaksiyon başlatılmıştır. Belirli zaman aralıklarında numuneler alınmış ve boya derişimindeki değişim UV-Visspektofotometresi ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda katalizörün boya giderim verimi değerlendirilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA




**Şekil 1.** Ag-$Fe_3O_4$/HNT ve $NaBH_4$ ile MG gideriminde; **(a)** katalizör ve reaktifin tekil ve sinerjik etkileri, **(b)** pH etkisi, **(c)** $NaBH_4$ derişiminin etkisi, **(d)** katalizör dozajının etkisi

Şekil 1'de Ag-$Fe_3O_4$/HNT katalizörü ile MG giderimine ilişkin sonuçlar sunulmuştur. Şekil 1(a) incelendiğinde, MG gideriminde Ag-$Fe_3O_4$/HNT katalizörü ile $NaBH_4$'ün birlikte kullanılması durumunda belirgin bir sinerjik etki oluştuğu ve tekil kullanımlara kıyasla çok daha yüksek giderim verimlerine ulaşıldığı görülmektedir. Şekil 1(b)'den, pH değişiminin MG gideriminde etkili bir parametre olduğu, en yüksek giderimin ise pH 5'te elde edildiği görülmüştür. Ancak, giderim verimleri arasında çok büyük fark olmaması sebebiyle ve fazla kimyasal sarfiyatının önlenmesi amacıyla, bu çalışmada 20 ppm MG çözeltisinin natural pH değeri olan 4,5 optimum olarak belirlenmiştir. Şekil 1(c-d)'den görüldüğü gibi, $NaBH_4$ derişimi ve katalizör dozajının artmasıyla reaksiyon hızının ve giderim veriminin arttığı, ancak 50 µM $NaBH_4$ derişimi ve 2 g/L katalizör dozajı sonrasında sistemin doygunluğa ulaşması sebebiyle artışın sınırlı kaldığı gözlenmiştir.

Bu çalışmada halloysit nanotüp (HNT) yüzeyine birlikte çöktürme yöntemi ile $Fe_3O_4$ yüklenerek manyetik özellik kazandırılmış, ardından gümüş nanoparçacıkları ($Ag^0$) ile modifiye edilerek Ag-$Fe_3O_4$/HNT nanokompoziti elde edilmiştir.Hazırlanan katalizör MG boyasının giderimindeyüksek bir katalitik etkinlik göstermiştir. Bunun, Ag nanoparçacıklarının elektron transferini kolaylaştırması ve indirgeme reaksiyonlarında aktif merkez görevi görmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca $Fe_3O_4$ varlığı katalizörün manyetik olarak kolay geri kazanılmasını sağlamış ve tekrar kullanım açısından avantaj sunmuştur.Elde edilen sonuçlar, HNT tabanlı nanokompozitlerin indirgeme temelli arıtım süreçlerinde etkili bir katalizör olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar desteklerinden dolayı Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR


- Anipsitakis, G. P., &Dionysiou, D. D. (2004). Radicalgenerationbytheinteraction of transitionmetalswith common oxidants. EnvironmentalScience&Technology, 38(13), 3705–3712.
- Dehghan, S., Kakavandi, B., &Kalantary, R. R. (2018). Heterogeneoussonocatalyticdegradation of amoxicillinusing ZnO@$Fe_3O_4$magneticnanocomposite: Influentialfactors, reusabilityandmechanisms. Journal of MolecularLiquids, 264, 98–109.
- Geetha, P., Latha, M. S., &Koshy, M. (2015). Biosorption of malachitegreendyefromaqueoussolutionbycalciumalginatenanoparticles: equilibriumstudy. Journal of MolecularLiquids, 212, 723–730.
- Jiang, Y.-J., Yu, X.-Y., Luo, T., Jia, Y., Liu, J.-H., & Huang, X.-J. (2013). γ-Fe2O3 NanoparticlesEncapsulatedMillimeter-SizedMagneticChitosanBeadsforRemoval of Cr(VI) fromWater: Thermodynamics, Kinetics, Regeneration, andUptakeMechanisms. Journal of Chemical&Engineering Data, 58(11), 3142–3149.
- Keyhanian, F., Shariati, S., Faraji, M., & Hesabi, M. (2016). Magnetitenanoparticleswithsurfacemodificationforremoval of methylvioletfromaqueoussolutions. ArabianJournal of Chemistry, 9, S348–S354.
- Kiani, G., Dostali, M., Rostami, A., &Khataee, A. R. (2011). Adsorptionstudies on theremoval of MalachiteGreenfromaqueoussolutionsontohalloysitenanotubes. AppliedClayScience, 54(1), 34–39.
- Nagendrappa, G., &Chowreddy, R. R. (2021). OrganicReactions Using ClayandClay-SupportedCatalysts: A Survey of RecentLiterature. CatalysisSurveysfromAsia, 25(3), 231–278.
- Sha, Y., Mathew, I., Cui, Q., Clay, M., Gao, F., Zhang, X. J. ve Gu, Z., (2016), Rapiddegradation of azodyemethylorangeusinghollowcobaltnanoparticles, Chemosphere, 144, 1530-1535.
- Vidhu, V. K., & Philip, D. (2014). Catalyticdegradation of organicdyesusingbiosynthesizedsilvernanoparticles. Micron, 56, 54–62.
- Wen, C., Yin, A., &Dai, W.-L. (2014). RecentAdvances in Silver-BasedHeterogeneousCatalystsforGreenChemistryProcesses. AppliedCatalysis B: Environmental, 160–161, 730–741.

# TEMİZ ENERJİ ÜRETİMİ İÇİN $NaBH_4$ HİDROLİZİNDE İĞDE TABANLI Co–Cr KATALİZÖRLERİNİN SENTEZİ

***Amira SHIKH WARAK***

***Danışman: Prof.Dr. A.Abdullah CEYHAN***

*f211216037@ktun.edu.tr; aaceyhan@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği Böl., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak., Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, çevre dostu ve düşük maliyetli Yeşil Sentez yöntemi ile elde edilen İğde ağacı yaprağı ekstraktı varlığında Co-Cr nanokatalizörü sentezlenmiştir. Hazırlanan katalizör, sodyum borhidrür ($NaBH_4$)'den hidrojen üretiminde kullanılmıştır. Hazırlanan Co-Cr katalizörü için en yüksek katalitik aktivite 30°C işlem sıcaklığında, 25mg katalizör, %1 NaOH ve %3 $NaBH_4$ varlığında 2400 ml $g^{-1}$ $dk^{-1}$olarak elde edilmiştir. Hidroliz reaksiyonu için aktivasyon enerjisi 26,44 kJ $mol^{-1}$ ve reaksiyon hız derecesi 0,18 olarak hesaplanmıştır. olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:**,hidrojen, İğde ağacı yaprağı, katalizör, $NaBH_4$, Yeşil Sentez

**ABSTRACT**

In this study, a Co-Cr nanocatalyst was synthesized in the presence of a juniper leaf extract obtained via an environmentally friendly and low-cost Green Synthesis method. The prepared catalyst was used for hydrogen production from sodium borohydride ($NaBH_4$). The highest catalytic activity for the prepared Co-Cr catalyst was obtained at a reaction temperature of 30°C, with 25 mg of catalyst, 1% NaOH, and 3% $NaBH_4$, yielding a value of 2400 ml $g^{-1}$ $dk^{-1}$. The activation energy for the hydrolysis reaction was calculated to be 26.44 kJ $mol^{-1}$ and the reaction order was determined to be 0.18.

**Keywords:** Catalyst, Elaeagnus angustifolia, Green Synthesis, Hydrogen, $NaBH_4$

## 1. GİRİŞ

Enerji, modern ekonomik kalkınmanın ve endüstriyel ilerlemenin temel taşıdır. Ancak günümüz dünyası fosil yakıtlar (petrol, kömür ve doğalgaz) gibi yenilenemez enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve karbon emisyonları ile küresel ısınmadan kaynaklanan ciddi çevresel sonuçlar sebebiyle çift taraflı bir zorlukla karşı karşıyadır. Bu durum, sürdürülebilirliği ile öne çıkan ve ekosisteme zarar vermeden enerji ihtiyacını karşılama kapasitesine sahip olan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru radikal bir dönüşümü zorunlu kılmaktadır (Altınsoy ve Ceyhan, 2023).

Bu noktada hidrojen, yüksek enerji yoğunluğu ve yanma sonucunda sıfır karbon emisyonu üretmesiyle geleneksel yakıtlara karşı ideal bir alternatif ve umut verici bir enerji taşıyıcısı olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, hidrojen ekonomisinin başarısı, güvenli ve verimli depolama yöntemlerinin geliştirilmesine bağlıdır. Kimyasal hidrojen depolama materyalleri

arasında sodyum borhidrür ($NaBH_4$), yüksek teorik hidrojen depolama kapasitesi (%10,8 ağırlıkça) ve kararlılığı sayesinde en güçlü adaylardan biri olarak kabul edilmektedir.

$NaBH_4$'ten hidrojen üretim verimliliği, reaksiyon hızını artırmak için katalizör kullanımını gerektiren hidroliz sürecine dayanmaktadır. Literatürde verilen çalışmalar genellikle değerli metal bazlı katalizörlere veya endüstriyel atıklara odaklanmış olsa datoksik kimyasalların yerine bitki özlerinin veya mikroorganizmaların kullanılması ile çevre kirliliğinin ve atık oluşumunun azaltılması, yüksek enerji gerektiren fiziksel yöntemlerin aksine ortam sıcaklığında gerçekleştirilebilmesi avantajlarından dolayı yeşil kimya (yeşil sentez) ile katalizör hazırlanması çalışmaları sınırlı sayıda da olsa dikkat çekmektedir (Lakhali et al, 2025).

İğde yaprağı (Elaeagnus angustifolia), yüksek antioksidan ve anti-inflamatuar içeriği sebebiyle, yara iyileştirici (hücre yenileyici) ve ağrı kesici bazı ilaçların hazırlanmasının yanında, literatürde sulu çözeltilerden ağır metal giderimi çalışmalarında kullanılmaktadır. Ortaya çıkan yaprak esaslı biyokütle atığının ise bu alanlar dışında yaygın kullanım alanı sınırlıdır (Okmen ve Turkcan, 2014) (A., Hosseinyet al, 2000).

Bu çalışmada, iğde ağacı yapraklarından, yeşil sentez yöntemi ile, çevre dostu ve düşük maliyetli katalizör sentezi gerçekleştirilmiş ve $NaBH_4$'ten hidrojen üretiminde kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Deneysel çalışmalarda kullanılan krom(III) nitrat nonahidrat ($Cr(NO_3)_3.9H_2O$), kobalt(II) klorür hekzahidrat ($CoCl_2.6H_2O$), sodyum borhidrür ($NaBH_4$) ve etanol (≥%95) Merck firmasından, de-iyonize su ise, Selçuk Üniversitesi İLTEK Laboratuvarından temin edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Elaeagnus (İğde) Ekstraktının Hazırlanması

S.Ü. Alaeddin Keykubat Kampüsü yakınlarındaki iğde ağaçlarından toplanan, kurutulan ve öğütülen yapraklar (20g), 250 ml de-iyonize su içerisinde dağıtılmış ve sıcaklık kontrollü sirkülasyonlu su banyosunda 80°C'de 1 sa. boyunca karıştırma varlığında ekstrakte edilmiştir. Elde edilen çözelti, sonraki sentez basamaklarında indirgeyici ve stabilize edici ajan olarak kullanılmak üzere berrak bir bitki ekstraktı elde etmek amacıyla filtrelenmiştir.

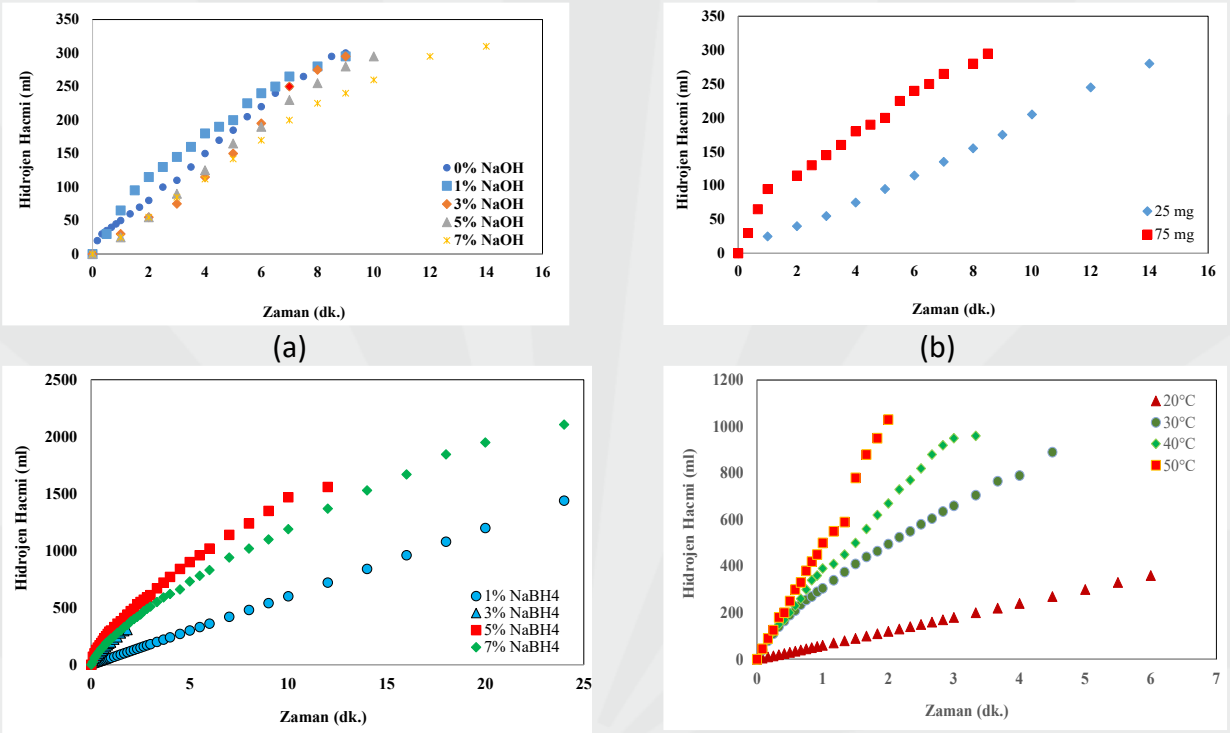
#### 2.2.2. Yeşil Sentez ile nanokatalizör hazırlanması

İğde ekstraktı (20 ml) içerisine, 96:4 Co:Cr molar oranı sağlanacak biçimde $Cr(NO_3)_3.9H_2O$ ve $CoCl_2.6H_2O$ ilave edilmiştir. Çözelti pH değeri, 9.0'a ayarlanmış ve 24 sa. karıştırılmıştır. Elde edilen Co-Cr nanopartikülleri filtrasyonla ayrılmış, de-iyonize su ile yıkanmış, 100°C'de 1 sa. kurutulmuş veson olarak 200°C'de 3 sa. boyunca kalsinasyon işlemi uygulanmıştır.

Hidrojen üretim hızı (HGR) deneylerinde üretim hızına etki eden NaOH derişimi (%0, 1, 3, 5, 7), $NaBH_4$ derişimi (%1, 3, 5, 7), katalizör miktarı (25 mg, 75 mg) ve işlem sıcaklığının (20°C, 30 °C, 40 °C, 50 °C) etkileri sırasıyla incelenmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İğde ağacı yaprakları kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle hazırlanan Co-Cr katalizörü varlığında yürütülen NaBH4 hidrolizine ait deney sonuçları Şekil 3.1'de verildiği gibidir.




**Şekil 3.4.$NaBH_4$ Hidzrolizi Üzerine a) NaOH Derişiminin b) Katalizör Miktarının c) $NaBH_4$ Derişiminin d) İşlem Sıcalığının Etkisi**

### 3.1.NaOH Derişiminin $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

NaOH derişiminin hidrojen üretimi üzerine etkisi, farklı NaOH derişimlerinde (0, 1, 3, 5 ve 7 ağ.%) gerçekleştirilen deneyler ile sistematik olarak incelenmiştir (reaksiyon sıcaklığı 30°C, $NaBH_4$ derişimi %1 ve katalizör miktarı 75 mg) Şekil 3.1(a)'da görüldüğü üzere, NaOH derişiminin %0'dan %1'e artırılması HGR değerini 483,68'den 512,0 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$'ye yükseltmiştir. Ancak NaOH derişimi %7'ye ulaştığında HGR değeri 354,53 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$'ye önemli ölçüde azalmıştır. Bu azalma, fazla hidroksit iyonlarının ($OH^-$) çözeltinin viskozitesini artırması sonucu difüzyon hızının düşmesiyle açıklanmıştır (Lakhali et al, 2025). Ayrıca $OH^-$ iyonlarının katalizör yüzeyinde $BH_4^-$ iyonları ile rekabetçi adsorpsiyon göstermesi, HGR'nin azalmasına sebep olmuştur (Altınsoy ve Ceyhan, 2023).

### 3.2. Katalizör Miktarının $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

Katalizör miktarının hidrojen üretimi üzerine etkisi, 25 ve 75 mg katalizör kullanılarak incelenmiştir. Deneyler, %1 $NaBH_4$, %1 NaOH ve 30°C sıcaklık koşullarında gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1 (b)'de görüldüğü üzere, katalizör miktarının 25 mg'dan 75 mg'a artırılması HGR değerinin 746,88'den 512,0 mL $g^{-1}$ $dk^{-1}$'ye düşmesine sebep olmuştur. Bu durum, HGR'nin katalizör kütlesine göre normalize edilmesi ile açıklanmıştır. Optimum katalizör miktarının aşılması durumunda gözlenen azalma ise kütle transferi sınırlamaları ve partikül aglomerasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Zhang et al, 2019).

### 3.3. $NaBH_4$Derişiminin $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

$NaBH_4$ derişiminin hidroliz reaksiyonu üzerine etkisi, 1, 3, 5 ve 7 ağ.% aralığında incelenmiştir (30°C sıcaklık, %1 NaOH, 25 mg katalizör). Şekil 3.1 (c)'den görüldüğü gibi, $NaBH_4$ derişiminin %1'den %3'e artırılması HGR değerini yükseltmiştir. $NaBH_4$ derişiminin %7'ye ulaşmasıyla HGR değeri düşmüştür. Bu düşüş, $NaBO_2$ yan ürünlerinin oluşumu ile ilişkilidir.$NaBO_2$, katalizör yüzeyinde birikerek aktif bölgeleri bloke etmekte ve katalitik verimi azaltmaktadır. Ayrıca yüksek $NaBH_4$ derişimi çözeltinin viskozitesini artırarak difüzyonu ve kütle transferini sınırlandırmaktadır(Lakhali et al, 2025).

### 3.4. İşlem Sıcaklığının $NaBH_4$ Hidrolizine Etkisi

Sıcaklığın hidrojen üretimi üzerinde etkisi 20–50 °C aralığında incelenmiştir(%1 NaOH, %3 $NaBH_4$ ve 25 mg katalizör). Şekil 3.1(d)'de görüldüğü gibi, sıcaklığın 20 °C'den 50 °C'ye artırılması HGR değerini 2400 ml $g^{-1}$ $dk^{-1}$'den 20252 ml $g^{-1}$ $dk^{-1}$'e önemli ölçüde artırmıştır. Bu durum, $BH_4^-$ iyonlarının kinetik enerjisinin ve hareketliliğinin artmasıyla katalizör yüzeyine daha hızlı ulaşmaları ile açıklanabilir. Ayrıca artan sıcaklık, moleküler çarpışmaları artırmakta ve reaksiyon hızının yükseltmesine katkıda bulunmaktadır (Mirshafiee ve Rezaei, 2023).

Sentezlenen katalizör varlığında farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen $NaBH_4$ hidrolizi deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak kinetik hesaplamalar yapılmış aktivasyon enerjisi ($E_a$), 26,44 kJ $mol^{-1}$ olarak ve reaksiyon derecesi (n) ise 0.18 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, kısıtlı kullanım alanı olan iğde ağacı yaprakları biyokütle atığının katma değeri büyük, kimyasal aktivitesi yüksek bir katalizör hazırlanmasında güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

### KAYNAKLAR


- Altınsoy, M., & Ceyhan, A. (2023). Synthesis of cobalt-doped catalyst for NaBH4 hydrolysis using eggshell biowaste. *International Journal of Hydrogen Energy, 48*, 28018-33.
- Altınsoy, M., & Ceyhan, A. (2023). Synthesis of cobalt-doped catalyst for NaBH4 hydrolysis using eggshell biowaste. *International Journal of Hydrogen Energy, 48*, 28018-28033.
- Ceyhan, A., Lakhali, H., & Şahin, Ö. (2025). Hydrothermally Synthesized Fe3O4 Magnetic Nanoparticles as Efficient Catalyst for Reusable Hydrogen Generation via NaBH4 Methanolysis. *Konya Journal of Engineering Sciences, 13, 4*, 1175-92.
- Dudu, T., & Şeker , E. (2023). Green Energy Source H2 Production from NaBH4 Hydrolysis Using p(Oxalic Acid) Based Non-metallic Catalyst. *Journal of Polymers and the Environment, 31*, 3445-53.
- Jiang, J., Yang, S., Lei, H., & Ai, L. (2021). Highly dispersed cobalt nanoparticles onto nitrogen-doped carbon nanosheets for efficient hydrogen generation via catalytic hydrolysis of sodium borohydride. *International Journal of Hydrogen Energy, 46*, 32403-12.
- Krishnan, R., Dhathathreyan, K., Sreenivas, J., & Kumar, S. (2013). Hydrogen production by alcoholysis of sodium borohydride. *International Journal of Energy Research, 37, 14*, 1889-95.
- Lakhali , H., Şahin, Ö., & Ceyhan , A. (2025). A novel core–shell Fe3O4@SiO2/Co–Cr–B magnetic catalyst for efficient and reusable hydrogen evolution from NaBH4 hydrolysis. *New J. Chem., 49,*, 11304-25.

- Makiabadi, M., Shamspur, T., & Mostafavi, A. (2019). Performance improvement of oxygen on the carbon substrate surface for dispersion of cobalt nanoparticles and its effect on hydrogen generation rate via NaBH4 hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy, 45, 3*, 1706-18.
- Mutlu, R., Kandasamy, J., Kıymaz, T., Guleryuz, D., Boncu, E., Eroglu, E., & Gokalp, I. (2024). Optimization of aluminum hydrolysis reactions and reactor design for continuous hydrogen production using aluminum wire feeding. *International Journal of Hydrogen Energy*, 1390-1403.
- Zhang, X., Li , C., Qu, J., Guo, Q., & Huang, K. (2019). Cotton stalk activated carbon-supported Co–Ce–B nanoparticles as efficient catalysts for hydrogen generation through hydrolysis of sodium borohydride. *Carbon Resources Conversion, 2, 3*, 225-32.

# AKILLI SERA SİSTEMİ

***Eray Akkoca***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Solak***

*f221202028@ktun.edu.tr, asolak@ktun.edu.tr*

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42005

**ÖZET**

Bu çalışmada, sera ortam koşullarının izlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik yapay zeka destekli bir otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Sistem, Arduino tabanlı sensörler aracılığıyla sıcaklık, nem ve toprak nemi verilerini toplamakta ve bu veriler Raspberry Pi üzerinden işlenmektedir. Ayrıca görüntü işleme yöntemleri kullanılarak el hareketlerinin algılanması ile temassız bir kontrol mekanizması sağlanmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda sulama, havalandırma ve aydınlatma sistemleri otomatik olarak yönetilmektedir. Bu sayede bitkiler için uygun yetişme koşulları sağlanırken su ve enerji kaynaklarının verimli kullanımı hedeflenmektedir. Geliştirilen sistem, akıllı tarım uygulamaları kapsamında verimlilik artışı ve kaynak optimizasyonu açısından yenilikçi bir çözüm sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**Akıllı sera, Arduino, Görüntü işleme, Otomasyon, Raspberry Pi

**ABSTRACT**

This study develops an AI-powered automation system for monitoring and controlling greenhouse environmental conditions. The system collects temperature, humidity, and soil moisture data via Arduino-based sensors, and this data is processed using a Raspberry Pi. Furthermore, a contactless control mechanism is provided by detecting hand movements using image processing methods. Based on the collected data, irrigation, ventilation, and lighting systems are automatically managed. This ensures suitable growing conditions for plants while aiming for efficient use of water and energy resources. The developed system offers an innovative solution in terms of increased productivity and resource optimization within the scope of smart agriculture applications.

**Keywords:**
Arduino, Automation, Image processing, Raspberry Pi, Smart greenhouse

## 1. GİRİŞ

Artan nüfus ve iklim değişikliğine bağlı olarak tarımsal üretimde verimlilik ve kaynak kullanımı önemli bir sorun haline gelmiştir. Özellikle sera tarımı, kontrollü ortam koşulları sayesinde yıl boyunca üretim imkanı sunmasına rağmen, sıcaklık, nem ve sulama gibi parametrelerin etkin şekilde yönetilmesini gerektirmektedir. Geleneksel yöntemlerde bu süreçlerin çoğunlukla manuel olarak kontrol edilmesi, hem iş gücü kaybına hem de kaynakların verimsiz

kullanılmasına neden olmaktadır (Kara, 2020). Bu nedenle, akıllı otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi, modern tarım uygulamalarında önemli bir ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır.

Son yıllarda, mikrodenetleyici tabanlı sistemler ve yapay zeka uygulamaları kullanılarak sera otomasyonu üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda genellikle sensör verilerinin toplanması ve belirli eşik değerlere göre sistemlerin otomatik kontrolü sağlanmaktadır (Yılmaz ve Demir, 2021). Bununla birlikte, kullanıcı etkileşimini artıran ve temassız kontrol imkanı sunan sistemlerin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, özellikle hijyen ve kullanım kolaylığı açısından önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, sera ortam koşullarını izleyen ve kontrol eden, aynı zamanda görüntü işleme tabanlı el hareketi algılama ile temassız kontrol imkanı sunan bütünleşik bir akıllı sera otomasyon sistemi geliştirmektir. Bu kapsamda, Arduino tabanlı sensörler aracılığıyla çevresel veriler toplanmakta, Raspberry Pi üzerinde işlenmekte ve elde edilen sonuçlara göre sulama, havalandırma ve aydınlatma sistemleri otomatik olarak yönetilmektedir. Ayrıca, geliştirilen sistemde kullanıcıların el hareketleri ile sisteme müdahale edebilmesi sağlanarak mevcut sistemlere yenilikçi bir özellik kazandırılmaktadır.

Bu çalışmada şu araştırma sorularına yanıt aranmıştır: (i) Sensör verilerine dayalı otomatik kontrol sistemleri sera verimliliğini nasıl etkiler? (ii) Görüntü işleme tabanlı temassız kontrol mekanizmaları kullanıcı deneyimini nasıl iyileştirir? (iii) Geliştirilen sistem, su ve enerji tüketimini azaltmada ne derece etkilidir? Bu sorular doğrultusunda geliştirilen sistemin, akıllı tarım uygulamalarına katkı sağlayarak hem verimlilik artışı hem de kaynak optimizasyonu açısından önemli bir boşluğu doldurması beklenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, sera ortam koşullarının izlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik bütünleşik bir otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Sistem, donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşmakta olup, veri toplama, veri işleme ve kontrol aşamalarını içermektedir.

### 2.1.Donanım Bileşenleri

Çalışmada sıcaklık ve nem ölçümü için DHT22 sensörü, toprak nemi ölçümü için toprak nem sensörü kullanılmıştır. Sensörlerden elde edilen veriler, Arduino Uno mikrodenetleyicisi aracılığıyla toplanmaktadır. Sulama sistemi için doğru akım su pompası, havalandırma için fan ve aydınlatma için LED modülleri tercih edilmiştir. Bu bileşenlerin kontrolü MOSFET tabanlı sürücü devreleri üzerinden sağlanmaktadır. Sistemler, uygun güç kaynakları ile beslenerek kararlı bir çalışma ortamı oluşturulmuştur.

### 2.2.Yazılım ve Veri İşleme

Toplanan sensör verileri, Arduino üzerinden Raspberry Pi'ye seri haberleşme ile aktarılmaktadır. Raspberry Pi üzerinde çalışan yazılım sayesinde veriler işlenmekte ve

belirlenen eşik değerlerine göre kontrol kararları alınmaktadır. Ayrıca sistem, bilgisayar ile soket tabanlı haberleşme kurarak uzaktan erişim ve kontrol imkanı sunmaktadır.

### 2.3.Görüntü İşleme ve Kontrol Mekanizması

Sistemde kullanıcı etkileşimini artırmak amacıyla görüntü işleme tabanlı bir kontrol mekanizması geliştirilmiştir. Bu kapsamda, bilgisayar kamerası aracılığıyla alınan görüntüler işlenerek el hareketleri algılanmakta ve belirli komutlara dönüştürülmektedir. Elde edilen komutlar Raspberry Pi üzerinden sisteme iletilerek temassız kontrol sağlanmaktadır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada geliştirilen akıllı sera otomasyon sistemi, farklı çevresel koşullar altında test edilerek performansı değerlendirilmiştir. Sistemden elde edilen bulgular, sensör verilerinin doğru bir şekilde ölçüldüğünü ve belirlenen eşik değerlerine göre kontrol mekanizmalarının etkin bir biçimde çalıştığını göstermektedir. Özellikle sıcaklık ve nem değerlerine bağlı olarak fan sisteminin otomatik olarak devreye girdiği, toprak nem seviyesine göre sulama sisteminin aktif hale geldiği gözlemlenmiştir.

Görüntü işleme tabanlı kontrol mekanizmasının test edilmesi sonucunda, el hareketlerinin yüksek doğruluk oranı ile algılandığı ve sisteme başarıyla komut gönderildiği belirlenmiştir. Bu durum, kullanıcıların fiziksel temas gerektirmeden sistemi kontrol edebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, sistemin gerçek zamanlı çalışabilmesi, uygulamanın pratik kullanım açısından uygun olduğunu göstermektedir.

Elde edilen veriler doğrultusunda, geliştirilen sistemin su ve enerji kullanımında tasarruf sağladığı ve bitkiler için daha stabil bir ortam oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle sistem, geleneksel sera uygulamalarına kıyasla daha verimli ve sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır.

Tablo 1. Sistem Tarafından Ölçülen ve Kontrol Edilen Parametreler

| Parametre | Ölçüm Yöntemi | Kontrol Durumu |
|---|---|---|
| Sıcaklık | DHT22 Sensörü | Fan ile otomatik kontrol |
| Nem | DHT22 Sensörü | Fan ile otomatik kontrol |
| Toprak Nemi | Nem Sensörü | Su pompası ile kontrol |
| Aydınlatma Seviyesi | Manuel/Programlı | LED ile kontrol |

Tablo 1’de sistem tarafından izlenen temel parametreler ve bu parametrelere bağlı kontrol mekanizmaları gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar, sistemin tüm bileşenlerinin uyumlu bir şekilde çalıştığını ve otomasyon sürecinin başarıyla gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır.

## KAYNAKLAR


- Kara, M. (2020). Akıllı tarım uygulamalarında sera otomasyon sistemleri. Tarım Teknolojileri Dergisi, 12(2), 45-52.
- Yılmaz, A., & Demir, B. (2021). Mikrodenetleyici tabanlı sera kontrol sistemlerinin geliştirilmesi. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1), 78-85.
- Arduino IDE. (2023). Arduino yazılım geliştirme platformu.
- OpenCV. (2024). Görüntü işleme kütüphanesi dokümantasyonu.
- MediaPipe. (2024). El takibi ve görüntü işleme framework dokümantasyonu.
- Raspberry Pi Foundation. (2023). Raspberry Pi teknik dokümantasyonu.

# YEŞİL ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ

**Nazife TAŞKIN, Recep Musa ÖNAYDIN, Senanur KARAGÖZ**

**Danışman: Prof. Dr. Esra YEL**

f231203031@ktun.edu.tr; f231203055@ktun.edu.tr; f231203053@ktun.edu.tr; eyel@ktun.edu.tr

Endüstri Mühendisliği-Mühendislik ve Doğa Fakültesi-Konya Teknik Üniversitesi-42000-Konya

**ÖZET:**

Bu proje, organize sanayi bölgelerinde üretim faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılmasını ve karasal ekosistemin korunmasını amaçlamaktadır. Kontrolsüz atık yönetimi, kimyasal sızıntılar ve yeşil alan kaybı; toprak yapısının bozulmasına ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır. Proje kapsamında sanayi alanları ile doğal yaşam arasında yeşil tampon alanların oluşturulması ve üretim süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir. Bu alanlar, çevresel etkileri azaltan ve ekosistemi koruyan bir bariyer görevi görmektedir. Endüstri mühendisliği yaklaşımıyla planlanan sistemde, standartlar belirlenmekte ve performans göstergeleri ile izleme sağlanmaktadır. Elde edilen sonuçlar, bu yaklaşımın çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağladığını ve sanayi ile doğa arasında dengeli bir yapı oluşturduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoçeşitlilik, çevresel sürdürülebilirlik, endüstri mühendisliği, sanayi planlama, yeşil tampon alan

**ABSTRACT**:

This project aims to reduce the environmental impacts of production activities in organized industrial zones and to protect terrestrial ecosystems. Uncontrolled waste management, chemical spills, and loss of green areas lead to soil degradation and a decrease in biodiversity. The project proposes the creation of green buffer zones between industrial areas and natural habitats, and their integration into production processes. These zones act as a barrier, reducing environmental impacts and protecting the ecosystem. Planned using an industrial engineering approach, the system establishes standards and monitors performance indicators. The results demonstrate that this approach contributes to environmental sustainability and creates a balanced structure between industry and nature.

**Keywords:** Biodiversity, environmentalsustainability, industrialengineering, industrialplanning, greenbufferzone

## 1. GİRİŞ

Sanayileşmenin hızla artması, özellikle organize sanayi bölgelerinde çevresel baskıları artırmakta ve karasal ekosistem üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Literatürde, kontrolsüz atık yönetimi, kimyasal sızıntılar ve yeşil alan kaybının toprak kalitesi ve biyolojik çeşitlilik üzerinde ciddi tehditler oluşturduğu belirtilmektedir (Smith, 2020; Yılmaz, 2021).Ayrıca sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında sanayi ve çevre arasındaki

dengenin sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır (United Nations, 2015; OECD, 2018). Buna karşın, sanayi alanları ile doğal yaşam arasında planlı geçiş bölgeleri oluşturulmasına yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, sanayi üretimi ile ekosistem koruma arasında bütüncül bir yaklaşım geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, organize sanayi bölgelerinde çevresel etkileri azaltacak ve ekosistem bütünlüğünü koruyacak yeşil tampon alanların üretim süreçlerine entegre edilmesini sağlamaktır. Araştırma, "Sanayi alanlarında çevresel etkiler nasıl azaltılabilir?" ve "Yeşil tampon alanlar sürdürülebilir üretime nasıl katkı sağlar?" sorularına yanıt aramaktadır. Bu yönüyle proje, mevcut literatürdeki uygulama eksikliğini gidermeyi ve sanayi ile doğa arasında dengeli bir model sunmayı hedeflemektedir.

Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik Öğrenci Proje Pazarı kapsamında geliştirilen bu proje, öğrencilerin özgün fikirleri doğrultusunda şekillendirilmiş olup, endüstri mühendisliği yaklaşımıyla planlanmış ve uygulanabilir bir model ortaya koymaktadır. Proje, sürdürülebilir üretim anlayışına katkı sağlamayı ve çevresel farkındalığı artırmayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, organize sanayi bölgelerinde çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik yeşil tampon alanların planlanması ve entegrasyonu için bütüncül bir yöntem izlenmiştir. Çalışma üç temel aşamadan oluşmaktadır: veri toplama, analiz ve tasarım.

İlk aşamada, literatür taraması yapılarak sanayi kaynaklı çevresel etkiler ve ekosistem koruma yaklaşımları incelenmiştir.Bu kapsamda yeşil altyapı ve sürdürülebilir kentleşme üzerine yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir (Chiesura, 2004; Tzoulas et al., 2007). Ayrıca organize sanayi bölgelerine ait mevcut arazi kullanımı, yeşil alan durumu ve çevresel risk faktörlerine ilişkin ikincil veriler değerlendirilmiştir.

İkinci aşamada, elde edilen veriler doğrultusunda çevresel etkiler analiz edilmiş ve kritik alanlar belirlenmiştir. Bu kapsamda süreç analizi ve karşılaştırmalı değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır.

Son aşamada ise, sanayi alanları ile doğal yaşam arasında konumlandırılacak yeşil tampon alan modeli geliştirilmiştir. Model kapsamında alan genişliği, bitki türü seçimi ve bakım kriterleri belirlenmiş; ayrıca sistem performansının izlenebilmesi için ölçülebilir göstergeler tanımlanmıştır.

Geliştirilen yöntem, endüstri mühendisliği bakış açısıyla planlanmış olup, uygulanabilir ve sürdürülebilir bir çözüm sunmayı hedeflemektedir. Proje kapsamında elde edilen bulgular, oluşturulan modelin çevresel etkilerin azaltılmasında etkin bir araç olabileceğini göstermektedir.

### 2.1. Kısaltmalar

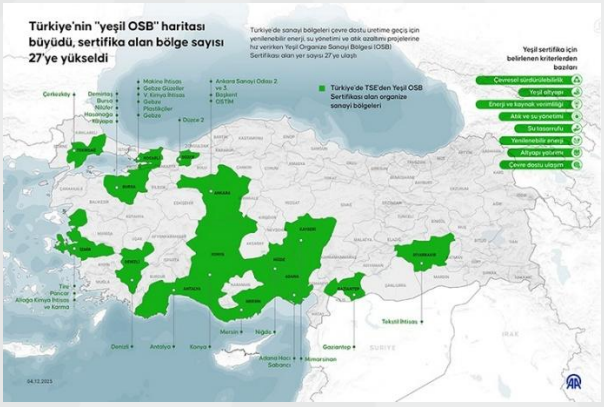
OSB:Organize sanayi bölgesi.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında geliştirilen yeşil tampon alan entegrasyonu, organize sanayi bölgelerinde üretim süreçlerinin çevresel etkilerini azaltan sistematik bir çözüm olarak değerlendirilmiştir. Endüstri mühendisliği bakış açısıyla ele alındığında, önerilen modelin yalnızca çevresel fayda sağlamakla kalmayıp aynı zamanda süreç yönetimi ve performans iyileştirme açısından da katkı sunduğu görülmektedir.Elde edilen sonuçlara göre, üretim alanları ile doğal yaşam arasında konumlandırılan yeşil tamponbölgeler; kimyasal sızıntıların yayılımını sınırlamakta, hava kalitesini iyileştirmekte ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına destek olmaktadır.Bu tür yeşil altyapı uygulamalarının ekosistem sağlığı ve insan refahı üzerinde olumlu etkiler sağladığı literatürde de belirtilmektedir (Tzoulas et al., 2007). Ayrıca sürdürülebilir çevre politikaları kapsamında bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması önerilmektedir (EEA, 2019). Bu alanların standart genişlik, bitki türü ve bakım kriterleri ile tanımlanması, sürecin kontrol edilebilir ve sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır. Ayrıca belirlenen performans göstergeleri sayesinde çevresel etkilerin ölçülebilir hale gelmesi, sürekli iyileştirme yaklaşımının uygulanmasına olanak tanımaktadır.

Endüstri mühendisliği perspektifinde bu model, üretim sistemlerine entegre edilen bir “çevresel kontrol mekanizması” olarak değerlendirilebilir. Bu sayede kaynak kullanımı daha verimli hale gelirken, çevresel riskler minimize edilmekte ve uzun vadede işletmeler için ekonomik ve sosyal faydalar ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak, yeşil tampon alanların üretim planlamasına dahil edilmesi; sürdürülebilirlik, verimlilik ve çevresel sorumluluğun birlikte ele alındığı bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu tür yeşil altyapı uygulamalarının ekosistem sağlığı ve insan refahı üzerinde olumlu etkiler sağladığı literatürde de belirtilmektedir (Tzoulas et al., 2007). Ayrıca sürdürülebilir çevre politikaları kapsamında bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması önerilmektedir (EEA, 2019).Bu modelin farklı organize sanayi bölgelerinde uygulanabilir olduğu ve sanayi ile ekosistem arasında dengeli bir yapı oluşturabileceği değerlendirilmektedir.




**Şekil 5.**Türkiye Yeşil OSB Sayısı ve Dağılımı

**TEŞEKKÜR**

Prof. Dr. Esra YEL hocamıza desteklerinden ötürü teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR


- Chiesura, A. (2004). The role of urban parksforthesustainablecity. *Landscapeand Urban Planning*, 68(1), 129–138.
- European Environment Agency. (2019). *TheEuropeanenvironmentstateandoutlook 2020: Knowledge fortransitionto a sustainable Europe*. Luxembourg: Publications Office of theEuropeanUnion.
- OECD. (2018). *Greengrowthindicators 2017*. Paris: OECD Publishing.
- Tzoulas, K. vd. (2007). Promotingecosystemandhumanhealth in urban areasusinggreeninfrastructure. *Landscapeand Urban Planning*, 81(3), 167–178.
- Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2021). *Yeşil OSB sertifikasyon sistemi ve uygulama rehberi*. Ankara.
- United Nations. (2015). *Transformingourworld: The 2030 AgendaforSustainable Development*. New York: United Nations.

# YALANCI PORTAKAL (*MACLURA POMİFERA*) EKSTRAKTI İLE YEŞİL SENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARÇACIKLARIN FOTOKATALİTİK DEGREDASYONDA KULLANILMASI

***Eylül Diren Köse, Bilun Can, Serra Ay, Aybike Demir***

***Danışman: Doç.Dr. Canan Şamdan***

*eylul-d-kose@hotmail.com; serraay6060@gmail.com; canbilun@gmail.com;aybike.demir14@gmail.com; caydin@ogu.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Eskişehir Osmangazi Üniveristesi, 26040, Eskişehir*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Eskişhir Osmangazi Üniversitesi*

**ÖZET**

Yüksek yüzey alanları ve kimyasal aktiviteleriyle bilinen nanopartiküller, adsorpsiyon, antibakteriyel uygulamalar, elektronik ve atık su arıtımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu projede, Maclurapomifera kabuğu özütü kullanılarak yeşil bir yöntemle AgNP ve Ag–$TiO_2$ nanokompozitleri sentezlendi. Ag–$TiO_2$ fotokatalizörü, $TiO_2$'nin görünür ışık altındaki etkinliğini artırmak amacıyla kırmızı BMX boyasının giderilmesi için test edildi. SEM, EDS ve haritalama analizleri kullanılarak karakterizasyonlar gerçekleştirildi.

**Anahtar Kelimeler:** MacluraPomifera, yeşil sentez, gümüş nanoparçacık, fotokatalitik degradasyon, atıksu arıtımı.

**ABSTRACT**

Nanoparticles, knownfortheirhighsurfaceareaandchemicalactivity, arewidelyused in adsorption, antibacterialapplications, electronics, andwastewatertreatment. Inthisproject, AgNPandAg–$TiO_2$ nanocompositesweresynthesizedusingMaclurapomifera bark extractusing a greenmethod. TheAg–$TiO_2$ photocatalystwastestedfortheremoval of red BMX dyetoimprovetheeffectiveness of $TiO_2$ undervisiblelight. Characterizationswereperformedusing SEM, EDS, andmappinganalyses.

## 1. GİRİŞ

Nanopartiküller, hacimsel yapılı malzemelerden çok daha farklı ve üstün özelliklere sahip olup, boyutları 100 nm'nin altında ve kimyasal olarak oldukça aktif malzemelerdir. Gümüş nanopartiküller elektriksel, optik ve termal özelliklerinin yanı sıra yüksek katalitik aktiviteye sahip olmaları nedeniyle çevre teknolojilerinde sıklıkla tercih edilmektedir.Titanyum dioksit ($TiO_2$), çevre kirliliğinin önlenmesi ve su arıtımı süreçlerinde fotokatalitik özellikleri sayesinde en çok araştırılan materyallerden biridir. Ancak $TiO_2$'nin geniş bant aralığı, onun sadece ultraviyole (UV) ışık altında aktif olmasına neden olmakta ve güneş ışığının büyük bir kısmını oluşturan görünür bölgeden yararlanmasını kısıtlamaktadır. Bu proje kapsamında, $TiO_2$ yapısı gümüş ile modifiye edilerek fotokatalitik aktivitenin görünür bölgeye çekilmesi ve endüstriyel atıklarda sıkça rastlanan boyar maddelerin etkin bir şekilde giderilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Maclurapomifera kabuğu özütü yeşil indirgeyici ajan olarak kullanılarak Ag–$TiO_2$ nanokompozitleri sentezlendi. Özüt, 15 g kabuğun damıtılmış suda 70 °C'de ısıtılması, ardından filtrasyon ve santrifüjleme ile hazırlandı. Daha sonra, $AgNO_3$ çözeltisi $TiO_2$ süspansiyonu ile karıştırıldı ve özüt, karıştırma altında 60 °C'de damla damla eklendi, bu sırada pH, NaOH kullanılarak 9'a ayarlandı. Elde edilen çökelti santrifüjlendi, yıkandı ve 60 °C'de kurutuldu. Fotokatalitik aktivite, farklı ışık kaynakları altında Kırmızı BMX boyası kullanılarak değerlendirildi ve bozunma verimliliği, 520 nm'de UV-Vis analizi ile belirlendi.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

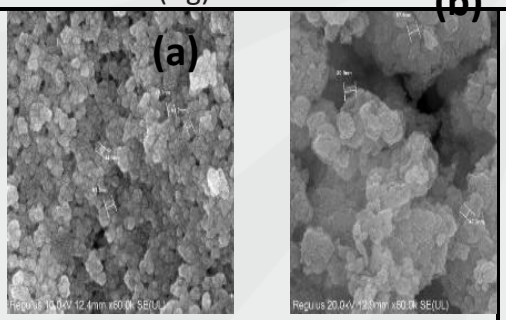
### 3.1. AgNP ve Ag-$TiO_2$'nin Karakterizasyon Çalışmaları

Sentezlenen Ag-$TiO_2$ nanokompozitinin optik davranışı UV-Vis spektroskopik analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda görünür bölgede, özellikle 400–500 nm civarında, belirgin bir soğurma piki elde edilmştir. Bu pik, Ag nanopartiküllerinin yüzey plazmon rezonansına (SPR) atfedilebilir. Bu sonuç, Ag nanopartiküllerinin başarıyla oluştuğunu ve $TiO_2$ yüzeyine biriktirildiğini göstermektedir.200–1100 nm dalga boyu aralığında analiz edildiğinde ise UV'den görünür bölgeye ve yakın kızılötesi bölgelere kadar uzanan geniş soğurma eldi edilmiştir. Bu sonuç Ag modifikasyonunun $TiO_2$'nin optik yanıtını artırdığını gösterir. Görünür bölgedeki karakteristik emilim, esas olarak Ag nanopartiküllerinin SPR davranışıyla ilişkilidirken, UV bölgesindeki emilim, $TiO_2$'nin içsel elektronik geçişleriyle ilişkilidir. Bu genişletilmiş soğurma aralığı, Ag-$TiO_2$ fotokatalizörün, modifiye edilmemiş $TiO_2$'ye kıyasla ışık spektrumunun daha geniş bir kısmını kullanabildiğini göstermektedir. Sonuç olarak, sentezlenen nanokompozitin UV, görünür ve güneş ışığı altında daha iyi fotokatalitik performans göstermesi beklenmektedir.Şekil 1a, saf gümüş nanopartiküllerin yeşil sentez yoluyla elde edilen tipik küresel bir morfoloji sergilediğini göstermektedir. Parçacıklar nispeten homojen bir boyut dağılımı gösterir ve nano ölçekli boyutlarını korur. Bu morfoloji, yüksek bir yüzey alanı ve dolayısıyla fotokatalitik reaksiyonlar için daha fazla sayıda aktif bölge sağlayabilir (Gao vd., 2019). Şekil 1b'de gösterilen kompozit yapıda, daha büyük $TiO_2$ (P25) parçacıkları karakteristik açısal morfolojiler sergilerken, daha küçük Ag nanopartikülleri $TiO_2$ yüzeyinde parlak noktalar olarak görünmektedir. $TiO_2$ yüzeyinde Ag nanopartiküllerinin nispeten homojen dağılımı, foto-uyarılmış elektronların yakalanmasını artırmak ve elektron-delik rekombinasyonunu en aza indirmek için çok önemlidir. Bu morfolojik bütünlük, özellikle görünür ışık spektrumunda, güneş ışığına maruz kaldığında katalizörün gelişmiş fotokatalitik aktivitesine katkıda bulunan önemli bir fiziksel faktör olabilir (Yu vd., 2006).Sentezlenen AgNP'ler ve Ag-$TiO_2$ nanokompoziti için EDS sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. AgNP numunesinde, gümüş, %73,32 ağırlık yüzdesi, Ag açısından zengin nanopartiküllerin başarılı bir şekilde oluşturulduğunu doğrulamaktadır. Karbon, oksijen ve klorun varlığı, Maclurapomifera özütünden kalan organik bileşiklere bağlanabilir (Purnomo vd., 2021). Ag-$TiO_2$ nanokompozit için, titanyum ve oksijen sırasıyla %45,45 ve %48,74 ağırlık yüzdeleriyle baskın elementler olarak tanımlanmıştır. Bu sonuç, kompozitin $TiO_2$ bazlı çerçevesiyle uyumludur. Ek olarak, %5,81 ağırlık oranında gümüşün

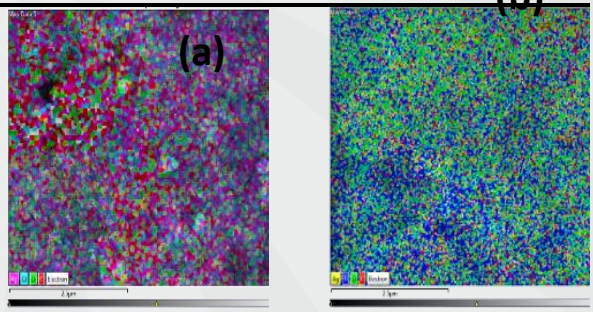
saptanması, Ag nanopartiküllerinin $TiO_2$ bazlı sisteme başarılı bir şekilde entegre edildiğini doğrulamaktadır (Albiter vd., 2015). Sentezlenen AgNP ve Ag-$TiO_2$ nanokompozit yapılarının yüzey elementel dağılım homojenliğini belirlemek amacıyla EDS-mapping (elementel haritalama) analizi gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen partiküllerin Şekil 2'de verilmiş olan EDS haritalama sonuçları, AgNPs'nin başarılı bir şekilde oluşumunu ve Ag'nin$TiO_2$ bazlı nanokompozite dahil edilmesini desteklemektedir.Ag sinyali AgNP numunesi boyunca homojen olarak dağıldığı söylenebilir ve bitki özütü destekli yeşil sentez yoluyla Ag içeren nanopartiküllerin oluşumunu doğrulamaktadır. Ag-$TiO_2$ nanokompozitinde, Ti ve O sinyalleri $TiO_2$ matrisiyle tutarlı olarak en çok görülen birincil bileşenlerdir, Ag sinyali ise Ag nanopartiküllerinin yapıya homojen olarak dahil edildiğini göstermektedir. Bu homojen dağılım, fotokatalitik uygulamalar açısından kritik bir öneme sahiptir; çünkü gümüşün yüzeydeki dengeli varlığı, ışıkla uyarılan elektronların tüm yüzey boyunca etkin bir şekilde yakalanmasını sağlayarak elektron-boşluk çiftlerinin rekombinasyonunu (yeniden birleşmesini) geciktirecektir (Ancy vd., 2021).

**Tablo 1.**AgNP ve Ag-$TiO_2$ 'in EDS Analiz Sonuçları

| **Numune** | Element | Ağırlıkça, % | | Element | Ağırlıkça, % |
|---|---|---|---|---|---|
| **AgNP** | Carbon (C) | 13.29 | **Ag@TiO2** | Carbon (C) | 13.29 |
| | Oksijen (O) | 2.78 | | Oksijen (O) | 2.78 |
| | Klor (Cl) | 10.62 | | Klor (Cl) | 10.62 |
| | Gümüş (Ag) | 73.32 | | Gümüş (Ag) | 73.32 |




**Şekil 1**. NP'lerin SEM görüntüleri, AgNP (a), Ag-$TiO_2$ (b)

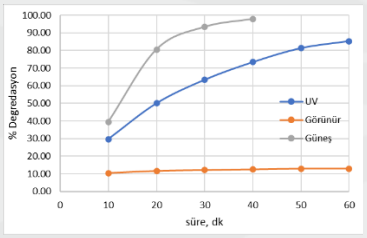



**Şekil 2.** EDS-mapping sonuçları, AgNP (a), Ag-$TiO_2$ (b)

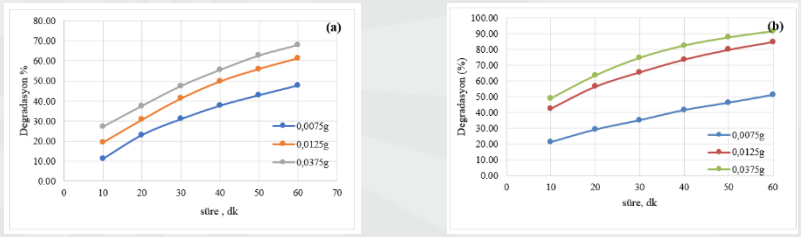
### 3.2. Fotokatalitik Degredasyon Çalışmaları

Ag-$TiO_2$ partiküllerinin fotokatalitik performansı UV ve Görünür ışık bölgelerinde sentetik Kırmızı BMX boya çözeltileri kullanılarak belirlenmiştir.Kırmızı BMX 'in fotokatalitik degredasyonu UV, Görünür ve Güneş olmak üzere 3 farklı ışık alanında incelenmiştir. 30 ppm başlangıç derişimi kullanılarak yapılan çalışma sonuçları Şekil 3'de verilmiştir. En yüksek bozunma verimliliği güneş ışığı altında elde edilmiş olup, 40 dakika sonra yaklaşık %97,85'e ulaşmıştır. UV ışığı altında da önemli bir fotokatalitik aktivite gözlemlenmiş olup, 60 dakika sonra yaklaşık %85,22'lik bir bozunma verimliliği elde edilmiştir. Buna karşılık, görünür ışık altında bozunma verimliliği önemli ölçüde daha düşük olup, 60 dakika sonra sadece yaklaşık %12,92'dir. Bu sonuçlar, Ag-$TiO_2$ fotokatalizörünün geniş spektrumlu güneş ışığı altında en etkili olduğunu

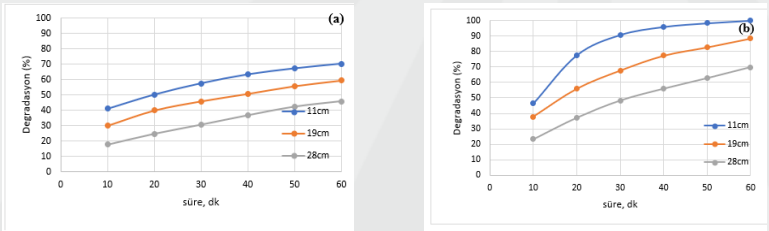
ve fotokatalitik bozunma verimliliğinin ışık kaynağının spektral özellikleri ve yoğunluğundan büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Fotokatalitik reaksiyonun verimliliğini belirleyen en önemli parametrelerden biri birim hacimdeki katalizör miktarıdır; nitekim farklı miktarlarda Ag-$TiO_2$ kullanılarak yapılan testlerde, katalizör miktarının artışıyla birlikte boya giderim veriminde doğrusal bir artış gözlemlenmiştir. Düşük dozajda (0.25 g) 60 dakika sonunda %70 civarında bir giderim elde edilirken, katalizör miktarının optimum dozaj seviyesi olan 1.0 g'a çıkarılmasıyla yüzeydeki aktif merkezlerin sayısı artmış ve aynı süre sonunda %90'ın üzerinde bir verime ulaşılmıştır. Analizler, belirli bir eşik değerinden sonra katalizör miktarındaki aşırı artışın çözelti içindeki bulanıklığı artırarak ışık geçirgenliğini azaltabileceğini öngörse de, çalışılan bu aralıkta 1.0 g dozajın en yüksek performansı sergilediği saptanmıştır.Işığın çözelti içerisindeki penetrasyon derinliği fotokatalitik aktiviteyi doğrudan etkilemekte olup; farklı sıvı yüksekliklerinde (11 cm, 19 cm, 28 cm) yapılan deneyler, ışık kaynağına olan mesafenin ve derinliğin önemini açıkça ortaya koymuştur. En düşük yükseklik olan 11 cm seviyesinde, ışığın katalizör yüzeyine daha etkin ulaşması sayesinde en hızlı degredasyon gerçekleşirken; sıvı yüksekliği arttıkça alt katmanlarda bulunan katalizörlerin fotonla uyarılma oranı düşmüş ve bu durum giderim hızının kademeli olarak yavaşlamasına neden olmuştur.




**Şekil 3.** Işık türünün boya giderim verimi üzerine etkisi




**Şekil 4.** Katalizör miktarının zamana bağlı boya giderim verimi üzerine etkisi




**Şekil 5.** Çözelti yüksekliğinin (derinlik) fotokatalitik degredasyon hızı üzerindeki etkisi.

## 4. SONUÇLAR

Maclurapomifera özütü kullanılarak Ag–$TiO_2$ nanokompozitleri başarıyla sentezlendi ve UV–Vis analizi, 400–500 nm'de karakteristik SPR bantlarına sahip Ag nanopartiküllerinin oluşumunu gösterdi. Bu da $TiO_2$'ye kıyasla daha iyi ışık emilimine yol açtı. Ag–$TiO_2$ katalizörü, 1,0 g katalizör dozunda en yüksek giderme verimliliğini elde ederek Kırmızı BMX boyasını etkili bir şekilde parçaladı. Ek olarak, azaltılmış çözelti derinliği, ışık penetrasyonunu artırarak

fotokatalitik performansı iyileştirdi. Genel olarak, Ag–$TiO_2$ nanokompoziti, boya ile kirlenmiş atık suların arıtılması için etkili ve sürdürülebilir bir fotokatalizör olduğunu kanıtladı.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışmayı,Lisans Öğrencisi Katılımlı Araştırma Projesi (ID:3712) kapsamında destekleyen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi Koordinasyon birimine teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- Albiter, E., Valenzuela, M. A., Alfaro, S., Valverde-Aguilar, G., & Martínez-Pallares, F. M. (2015). Photocatalytic deposition of Ag nanoparticles on TiO2: Metal precursor effect on the structural and photoactivity properties. *Journal of Saudi Chemical Society*, *19*(5), 563-573. https://doi.org/10.1016/j.jscs.2015.05.009
- Ancy, K., Vijilvani, C., Bindhu, M. R., Bai, S. J. S., Almaary, K. S., Dawoud, T. M., Mubarak, A., & Alfadul, M. S. (2021). Visible light assisted photocatalytic degradation of commercial dyes and waste water by Sn–F co-doped titanium dioxide nanoparticles https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130247
- Cantarella, M., Mangano, M., Zimbone, M., Sfuncia, G., Nicotra, G., Maria Scalisi, E., Violetta Brundo, M., Lucia Pellegrino, A., Giuffrida, F., Privitera, V., & Impellizzeri, G. (2023). Green synthesis of photocatalytic TiO2/Ag nanoparticles for an efficient water remediation. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, *443*, 114838. https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2023.114838
- Gao, Q., Xu, J., & Bu, X.-H. (2019). Recent advances about metal–organic frameworks in the removal of pollutants from wastewater. *Coordination Chemistry Reviews*, *378*, 17-31. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2018.03.015
- Purnomo, F. O., Ningrum, S. S., & Kautsari, S. N. (2021). Synthesis and Characterization of Ag/TiO2 Nanoparticles using Mirabilis jalapa Plant Extract. *Jurnal Kimia Valensi*, *7*(1), 22-27. https://doi.org/10.15408/jkv.v7i1.18875
- Yu, J., Zhou, M., Cheng, B., & Zhao, X. (2006). Preparation, characterization and photocatalytic activity of in situ N,S-codoped TiO2 powders. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, *246*(1-2), 176-184. https://doi.org/10.1016/j.molcata.2005.10.034

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI
12-14 MAYIS 2026 - KONYA

## YER BİLİMLERİ, İNŞAAT, MALZEME, KİMYA TEKNOLOJİLERİ VE İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ (YİMKİ)

# DERECEYE GİRENLER

**1**

Tuana GÜMÜŞ
Berfin BATUR

SU ALTI ELEKTRONİK SİSTEMLERİNDE PARYLENE KAPLAMA İLE KOROZYON ÖNLEME

**2**

Ceren GÜNEŞ
Zeynep HAMAL

PECVD YÖNTEMİYLE FLOR İÇERMEYEN SÜPERHİDROFOBİK KAPLAMALARIN GELİŞTİRİLMESİ VE PV PANELLERDE UYGULANMASI

**3**

Halime ALTUNKAYA
Betül YILDIZ

BAŞLATICILI KİMYASAL BUHAR BİRİKTİRME (İCVD) YÖNTEMİ İLE TEKSTİL YÜZEYLERİNDE FLORSUZ SÜPERHİDROFOBİK NANO KAPLAMA SENTEZİ

# SU ALTI ELEKTRONİK SİSTEMLERİNDE PARYLENE KAPLAMA İLE KOROZYON ÖNLEME

***Tuana Gümüş, Berfin Batur***

***Danışman: Prof. Dr. Mustafa Karaman***

*f241216016@ktun.edu.tr;f241216020@ktun.edu.tr;mkaraman@ktun.edu.tr,*

*Kimya Mühendisliği,Mühendislik ve Doğa BilimleriFakültesi, Konya TeknikÜniversitesi,42130, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışmada, elektronik devrelerin su altı gibi zorlu çevresel koşullarda korozyona karşı korunması amacıyla parilen Ckaplaması uygulanmıştır. Geleneksel ıslak kaplama yöntemlerinde karşılaşılan homojenlik ve pinhole oluşumu gibi problemlerin aşılması için Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) tekniği tercih edilmiştir.Kaplama sonrası elde edilen ince filmlerin kimyasal yapısıFTIR spektroskopisiile doğrulanmıştır. Bakır yüzeylerin korozyon dayanımı %5 NaCl çözeltisi kullanılarak incelenmiş ve kaplanmamış yüzeylerde belirgin korozyon oluşumu gözlenirken, parilen kaplı altında aktif olarak çalışabildiği deneysel olarak gösterilmiştir. Bu sonuçlar, parilen kaplama teknolojisinin elektronik sistemlerin zorlu ortamlarda güvenilir bir şekilde çalışabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** CVD kaplama, Korozyon koruması, Parilen C

**ABSTRACT**

In this study, Parylene C coating was applied to electronic circuits in order to protect them against corrosion under harsh environmental conditions such as underwater environments. Chemical Vapor Deposition (CVD) was employed to overcome the limitations of conventional wet coating methods, including non-uniformity and pinhole formation. The chemical structure of the deposited thin films was confirmed byFTIR spectroscopy. The corrosion resistance of copper surfaces was evaluated using a 5% NaCl solution. The results showed that while uncoated surfaces exhibited significant corrosion, the parylene-coated surfaces were effectively protected. In addition, it was experimentally demonstrated that parylene-coated electronic circuits could operate actively under water. These findings indicate that parylene coating technology provides an effective solution for ensuring the reliable operation of electronic systems in harsh environments.

**Keywords:**Corrosion protection, CVD coating,Parylene C

## 1. GİRİŞ

Günümüzde elektronik sistemler; savunma, denizcilik, biyomedikal ve enerji gibi alanlarda zorlu çevresel koşullar altında çalışmaktadır. Özellikle su altı ortamları; yüksek nem, çözünmüş iyonlar ve oksijen varlığı nedeniyle elektronik devrelerde hızlı korozyona yol açarak performans kaybı ve sistem arızalarına neden olmaktadır. Bu nedenle elektronik bileşenlerin bu tür ortamlara karşı etkin bir şekilde korunması büyük önem taşımaktadır.

Geleneksel epoksi ve silikon bazlı kaplamalar genellikle ıslak kaplama yöntemleri ile uygulanmakta olup, bu yöntemlerde homojen ve konformal film elde etmek zorlaşmakta,

ayrıca pinhole oluşumu ve çözücü kalıntıları gibi problemler ortaya çıkabilmektedir. Bu tür kusurlar kaplama performansını düşürerek korozyonu hızlandırabilmektedir.Bu dezavantajların aşılması için Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) yöntemleri yüksek konformal kaplama yetenekleri ile öne çıkmaktadır. Bu yöntemler arasında yer alan parilen kaplama teknolojisi, vakum altında ve oda sıcaklığına yakın koşullarda pinhole içermeyen, homojen ve yüksek bariyer özellikli polimer filmler oluşturabilmektedir (Yılmaz ve ark., 2019)

Parilenin düşük gaz ve nem geçirgenliği, yüksek dielektrik dayanımı, kimyasal inertliği ve biyouyumluluğu gibi üstün özellikleri, bu malzemeyi elektronik devrelerin korozyona karşı korunmasında etkili bir çözüm haline getirmektedir. Bu yönüyle parilen kaplamalar, epoksi ve silikon bazlı geleneksel kaplama yöntemlerine kıyasla daha güvenilir ve uzun ömürlü bir koruma performansı sunmaktadır (Buchwalder ve ark., 2022). Literatürde yapılan çalışmalar, parilen kaplı yüzeylerde su temas açısının 100°'nin üzerinde olduğu ve hidrofobik özellik gösterdiği rapor edilmiştir. Ayrıca, parilen filmlerin su içerisinde 24 saat bekletildiktensonra su emilim oranının %0,1'in altında kaldığı belirlenmiştir. Bu düşük su absorpsiyonu, kaplamanın suya karşı yüksek bariyer özelliğe sahip olduğunu ve nem kaynaklı bozunma mekanizmalarına karşı iyi bir koruma sağladığını ortaya koymaktadır (Kim ve ark., 2018).

Bu projede, parilen-CVD yöntemi kullanılarak elektronik devreler üzerine parilen kaplamasıuygulanmış ve bu kaplamanın su ortamındaki koruyucu etkisi deneysel olarak ortayakonulmuştur.Bu kapsamda, kaplanan ve kaplanmayan devreler karşılaştırmalı olarak test edilerek korozyon dirençleri ve çalışma performansları analiz edilmiştir.Ayrıca, parilen kaplı devrenin su altında aktif olarak çalışabildiği görsel olarak gösterilmiş ve böylece kaplama teknolojisinin etkinliği somut bir şekilde ortaya konmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada kaplama materyali olarak parilen (para-ksililen) Ctercih edilmiştir.Kaplamaperformansını farklı yüzeyler üzerinde değerlendirmek için çeşitli altlıklar tercih edilmiştir. Bu nedenle bakır plaka, elektronik devre (Arduino devre), silikon alttaş, cam yüzey, bambu kumaş ve kâğıt altlıklar kullanılmıştır.

### 2.2. Parilen-CVD Yöntemiyle Parilen Filmlerinin Kaplanması

Parilen kaplamaları, özel olarak tasarlanmış bir Parilen-CVD sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.Kullanılan sisteme ait görüntüler Şekil 1.'de gösterilmiştir. Sistem; katı dimer kimyasalının buharlaştırıldığı bir süblimleşme ünitesi, oluşan gaz fazındaki türlerin yüksek sıcaklıkta parçalandığı bir piroliz fırını ve kaplamanın gerçekleştiği kaplama odasındanoluşmaktadır.İlk aşamada, parilen dimeri vakumlu ortamdayaklaşık 160 °C sıcaklıkta süblimleştirilmiştir. Ardından buhar fazındaki dimer, 650 °C sıcaklığa ayarlanmış piroliz bölgesinden geçirilerek reaktif monomer türlerine ayrıştırılmıştır.Elde edilen monomerler, oda sıcaklığında ve vakum altında tutulan kaplama odasına taşınarak yüzeye adsorplanmış; ardından yüzeyde kendiliğinden polimerleşerekkonformalpoli(parilen-C) ince film oluşturmuştur.Kaplama odasında yer alan döner alttaş tutucu mekanizma, numunelerin sürekli hareket etmesini sağlayarak yüzey boyunca homojenkaplama sağlamıştır. Reaktör içerisinde vakum ortamını sağlamak için kuru vakum pompası kullanılmıştır. Reaktör basıncı bir mikropiraniyardımıyla sürekli olarak izlenmiştir.Parilen-

CVD sistemi sayesinde, karmaşık geometrilere sahip yüzeyler homojen, konformal, pinhole içermeyen ve yüksek saflıkta parilen ince filmlerle kaplanmıştır.



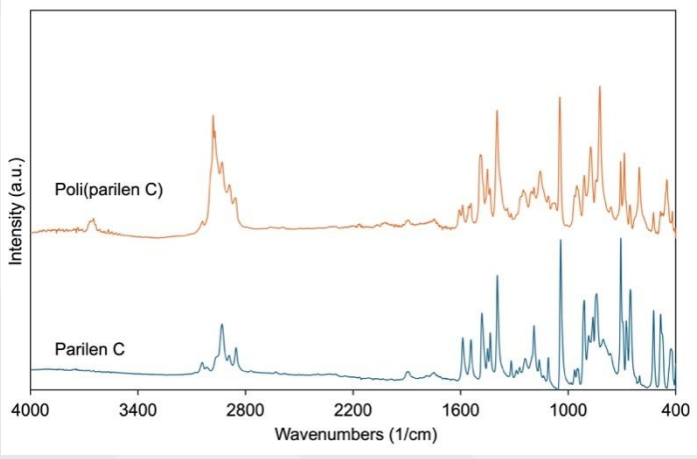
**Şekil 1.** Parilen-CVD yöntemine ait sistem görüntüler

### 2.3.Karakterizasyonlar

Kaplanan parilen C ince filmlerin kimyasal yapısı,Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) spektroskopisikullanılarak doğrulanmıştır.Korozyon dayanımını değerlendirmek amacıyla, bakır yüzeyler üzerinde hızlandırılmış korozyon testleri uygulanmıştır. Korozyon testleri için yüzeylere %5 NaCl çözeltisi püskürtülmüş ve numuneler 1 hafta boyunca çevresel koşullar altında bekletilmiştir.

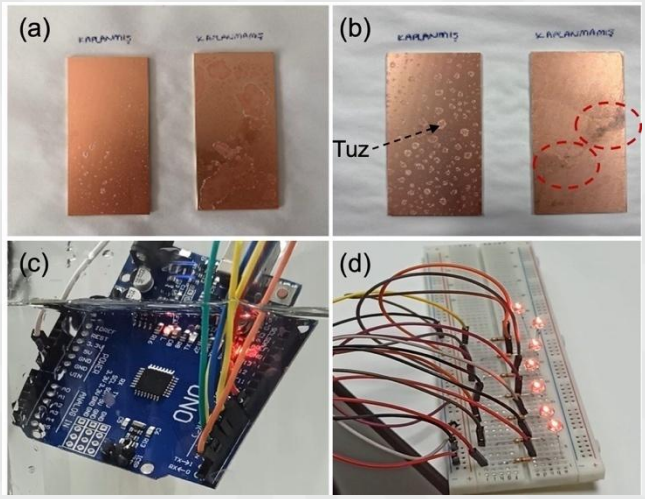
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şekil 2'de, parilen C ve poli(parilen C) ince filmlerine ait FTIR spektrumları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.Her iki spektrumda da benzer karakteristik piklerin gözlenmesi, kaplama sonrası parilenin kimyasal yapısının korunduğunu göstermektedir.Yaklaşık 1600–1500 $cm^{-1}$ arasındaki pik aromatik C=C titreşimlerine karşılık gelirken, 2800–3100 $cm^{-1}$ aralığındaki pikler C–H gerilme titreşimlerine atfedilmektedir. Ayrıca yaklaşık 1050 $cm^{-1}$ civarında gözlenen pik C–Cl bağının varlığını doğrularken, 800–900 $cm^{-1}$ aralığındaki pikler aromatik halka üzerindeki C–H titreşimleri ile ilişkilidir.Elde edilen spektrumda bu karakteristik piklerin korunması, monomerin başarılı bir şekilde polimerleşerek yüzey üzerinde parilen C yapısını oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca, kaplama süreci sonrasında yeni fonksiyonel grupların oluşmaması, kimyasal yapının büyük ölçüde değişmeden korunduğunu ortaya koymaktadır(Lee ve ark., 2022).



**Şekil 2.** Toz parilen C ve CVD yöntemiyle elde edilen poli(parilen C) filmlerine ait FTIR spektrumları

Şekil 3'te %5 NaCl çözeltisi ile gerçekleştirilen korozyon testi sonucunda, (a) 1. gün ve (b) 7. gün sonunda elde edilen kaplanmış ve kaplanmamış bakır yüzeylerin karşılaştırılması verilmiştir. Yedinci günün sonunda kaplanmamış yüzeylerde (kırmızı daire ile işaretlenen bölgelerde) korozyon başlangıcı ve ilerlemesi açıkça gözlenirken, parilen Cile kaplanmış yüzeylerde korozyon oluşumunun önemli ölçüde engellendiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, kaplamanın korozif ortamlara karşı etkin bir bariyer oluşturduğunu göstermektedir. Şekil (c) ve (d)'de ise kaplanan elektronik devrenin su altında aktif olarak çalışabildiği gösterilmektedir. Bu durum, parilen kaplamanın yalnızca korozyona karşı koruma sağlamakla kalmayıp aynı zamanda elektronik devrelerin zorlu ortamlarda çalışabildiğini ortaya koymaktadır.




**Şekil 3.** Kaplanmamış ve parilen Cile kaplanmış bakır yüzeylerin tuzlu ortamda gerçekleştirilen korozyon testi sonuçları: (a) 1. gün ve (b) 7. gün; ayrıca kaplı elektronik devrenin su altı çalışma performansı (c–d)

## KAYNAKLAR


- Buchwalder, S., Borzì, A., Diaz Leon, J. J., Bourgeois, F., Nicolier, C., Nicolay, S., Neels, A., Zywitzki, O., Hogg, A., & Burger, J. (2022). Thermal Analysis of Parylene Thin Films for Barrier Layer Applications. *Polymers*, 14(17), 3677. https://doi.org/10.3390/polym14173677

- Kim, S., &Tentzeris, M. M. (2018). Parylenecoatedwaterproofwashableinkjet-printed dual-band antenna on papersubstrate.*International Journal of Microwave and Wireless Technologies, 10*(7), 814–818.https://doi.org/10.1017/S1759078718000685

- Lee, Y.-S., Yoon, J.-H., Raji, A., Baek, S.-Y., Choi, Y., Lee, J., Gasonoo, A., & Lee, J.-H. (2022). Optical and ElectricalCharacterization of VisibleParylene Films. *Materials*, 15(19), 6717. https://doi.org/10.3390/ma15196717

- Yılmaz, K., Şakalak, H., Gürsoy, M., & Karaman, M. (2019). Initiatedchemicalvapordeposition of poly(ethylhexylacrylate) films in a large-scalebatchreactor.*Industrial& Engineering Chemistry Research, 58*(32), 14795–14801.https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b02213

# PECVD YÖNTEMİYLE FLOR İÇERMEYEN SÜPERHİDROFOBİK KAPLAMALARIN GELİŞTİRİLMESİ VE PV PANELLERDE UYGULANMASI

***Ceren Güneş, Zeynep Hamal***

***Danışman: Prof.Dr.Mustafa Karaman***

*221216009@ktun.edu.tr;221216006@ktun.edu.t;mkaraman@ktun.edu.tr,*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42250, Konya*

**ÖZET**

Bu çalışma, güneş paneli camlarında çevresel kirlenmeyi azaltmak amacıyla çevre dostu ve sürdürülebilir süperhidrofobik bir yüzey geliştirmeyi hedeflemektedir. Literatürde yaygın kullanılan florlu bileşiklere alternatif olarak, doğrudan cam yüzeyine uygulanabilen florsuz ve HMDSO temelli bir yöntem tercih edilmiştir. Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, nano-pürüzlülük oluşturmak için sol-jel yöntemiyle farklı tetraetilortosilikat (TEOS) miktarlarında sentezlenen $SiO_2$ nanopartikülleri spin kaplama ile yüzeye uygulanmıştır. İkinci aşamada, düşük yüzey enerjisi sağlamak amacıyla PECVD yöntemiyle 20 W ve 50 W güçlerinde heksametil-disiloksan (HMDSO) bazlı ince film kaplamalar elde edilmiştir. Yüzeyler temas açısı ile karakterize edilmiştir. Sonuçlar, temas açısının 150°'ye kadar ulaşabildiğini ve yüzeylerin süperhidrofobik özellik kazandığını göstermiştir. Ayrıca, silika ile oluşturulan nano-pürüzlülüğün hidrofobik performansı artırdığı belirlenmiştir. Bu durum, yüzey yapısı ile üst kaplama arasındaki etkileşimin belirleyici olduğunu göstermektedir. Uygun koşullarda florsuz kaplama ile yüksek su iticilik ve kendi kendini temizleme özelliği elde edilerek optik geçirgenlik korunmakta, verim kaybı, bakım ihtiyacı ve su tüketimi azaltılabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Flor içermeyen, HMDSO, İnce film, PECVD, Hidrofobik, Güneş Paneli.

**ABSTRACT**

This study aims to develop an environmentally friendly and sustainable superhydrophobic surface for solar panel glass to reduce environmental pollution. As an alternative to commonly used fluorinated compounds in the literature, a fluorine-free and HMDSO-based method that can be applied directly to the glass surface was chosen. The study was carried out in two stages. In the first stage, $SiO_2$ nanoparticles synthesized with different amounts of tetraethylorthosilicate (TEOS) by the sol-gel method were applied to the surface by spin coating to create nano-roughness. In the second stage, thin film coatings based on hexamethyl-disiloxane (HMDSO) were obtained at 20 W and 50 W power levels using the PECVD method to provide low surface energy. The surfaces were characterized by their contact angle. The results showed that the contact angle could reach up to 150°, and the surfaces acquired superhydrophobic properties. Furthermore, it was determined that the nano-roughness created with silica enhanced the hydrophobic performance. This indicates that the interaction between the surface structure and the top coating is crucial. Under suitable conditions, fluorine-free coatings can achieve high water repellency and self-cleaning properties while maintaining optical transmittance, reducing efficiency loss, maintenance needs, and water consumption.

**Keywords:**Fluorine-free, HMDSO, Thin film, PECVD, Hydrophobic, Solar panel.

## 1. GİRİŞ

Güneş enerjisi sistemlerinin verimi, yalnızca ışınıma değil panel yüzeylerinin temizliğine de bağlıdır. Açık ortamda paneller zamanla toz ve kalıntılarla kaplanarak ışık geçirgenliğini düşürmekte ve enerji kayıplarına yol açmaktadır. Bu kaybın tozlu bölgelerde %17'ye ulaşabildiği rapor edilmiştir. Yaygın temizlik yöntemleri yüksek su tüketimi, iş gücü ihtiyacı ve yüzey aşınması gibi dezavantajlar taşımaktadır. Bu nedenle kendi kendini temizleyebilen kaplamalara yönelim artmıştır. Bu yüzeyler genellikle düşük yüzey enerjisi ve mikro/nano pürüzlülük ile elde edilmektedir (Gürsoy, 2021). Ancak hidrofobik özellik için kullanılan florlu bileşikler çevresel kalıcılık ve toksisite açısından risk oluşturmaktadır (Yurtsever, 2025; EuropeanChemicalsAgency, 2023).

Bu çalışmada florsuz bir kaplama yaklaşımı geliştirilmiştir. Silika tabanlı alt yapı ile yüzey pürüzlülüğü sağlanmış, ardından plazma destekli kaplama (PECVD) ile düşük yüzey enerjisi kazandırılmıştır. Böylece su itici yüzey elde edilmiştir. Geliştirilen yöntem çözücüsüz, düşük sıcaklıkta uygulanabilir olup çevre dostu bir alternatif sunmakta ve panel verim kayıplarını azaltmaya yönelik pratik bir çözüm sağlamaktadır. Çevreye zararlı bileşenlere alternatif oluştururken güneş panellerinde verim kayıplarını azaltmaya yönelik pratik bir çözüm sağlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Kullanılan Materyaller

Yüzey hazırlığı aşamasında nano-pürüzlü yapıyı oluşturmak için silika öncülü olarak tetraetilortosilikat (TEOS), çözücü olarak etanol ve saf su, katalizör olarak ise amonyum hidroksit kullanılmıştır. İkinci aşamada ince film kaplamasının ana materyali olarak hidrofobik karakter sağlayan heksametil-disiloksan (HMDSO) monomeri kullanılmıştır. (Gürsoy ve Karaman, 2016). Sistem temizliği ve atık gazların uzaklaştırılması için yüksek saflıkta inert gaz (Azot) tercih edilmiştir.

### 2.2. SiO2 Nanopartiküllerin Sol-Jel Yöntemiyle Sentezi

Cam yüzeylerde nano pürüzlü $SiO_2$ yapısını oluşturmak amacıyla, partikül boyutu üzerinde yüksek kontrol sunan sol-jel tekniği kullanılmıştır. Oda sıcaklığında hazırlanan etanol, saf su ve amonyak karışımına; konsantrasyonun partikül oluşumuna etkisini gözlemlemek için üç farklı hacimde (1.0 ml, 1.4 ml ve 1.8 ml) TEOS ilave edilmiştir. Sentezlenen koloidal $SiO_2$ çözeltileri, temizlenmiş cam altlıklar üzerine Spin Kaplama yöntemiyle uygulanmıştır.

### 2.3. PECVD Sistemi ile Polimerik İnce Film Kaplama

Hidrofobik ince film tabakası, tek aşamalı, çözücüsüz ve düşük sıcaklıkta kaplama sağlayan PECVD yöntemiyle üretilmiştir. Çalışmada, 1.0, 1.4 ve 1.8 ml TEOS ile hazırlanan nano pürüzlü cam yüzeyler PECVD reaktörüne yerleştirilmiş ve sistem 100–200 mTorr basınca vakumlanmıştır. Yoğunlaşmayı önlemek için ısıtılan besleme ünitesinden verilen sıvı HMDSO monomeri plazma ortamında polimerleştirilmiştir. Kimyasal yapı ve çapraz bağlanmayı optimize etmek için 20 W ve 50 W plazma güçleri uygulanmıştır. Bu işlem sonucunda elde

edilen kaplamaların kimyasal yapıları ve statik su temas açıları sırasıyla FTIR spektrofotometresi ve temas açısı gonyometresi ile tespit edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yürütülen deneysel çalışmalar neticesinde, kaplamaların güneş paneli camları için hedeflenen yüzey özelliklerini başarıyla sağladığı görülmüştür.Yapılan ölçümlerde statik su temas açısının 150˚ ye ulaştığı görülmüştür. Ulaşılan bu değerler, $SiO_2$ alt katmanı ile poli-HMDSO üst katmanının uyumlu bir etki yaratarak yüzeye süperhidrofobik karakter kazandırdığını doğrulamaktadır. Tablo 1 ve 2'de deneysel parametrelerin temas açısı üzerine etkileri verilmiştir. Şekil 1'de ise kaplama neticesinde elde edilen yüzeylerin su temas açısı görüntüleri verilmiştir.

**Tablo 1.**Plazma gücünün silika kaplanmış ve kaplanmamış camlarınsu temas açısına etkisi

| Plazma Gücü | Silika Durumu | Temas Açısı |
|---|---|---|
| 20W | Silika Kaplı | 150˚ |
| | Silika Kaplanmamış | 87˚ 135˚ |
| 50W | Silika Kaplı | |
| | Silika Kaplanmamış | 115˚ |

**Tablo 2.**Silika kaplı camların farklı plazma gücü ve TEOS miktarlarındaki temas açıları sonuçları

| TEOS Miktarı (ml) | 1.8 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|



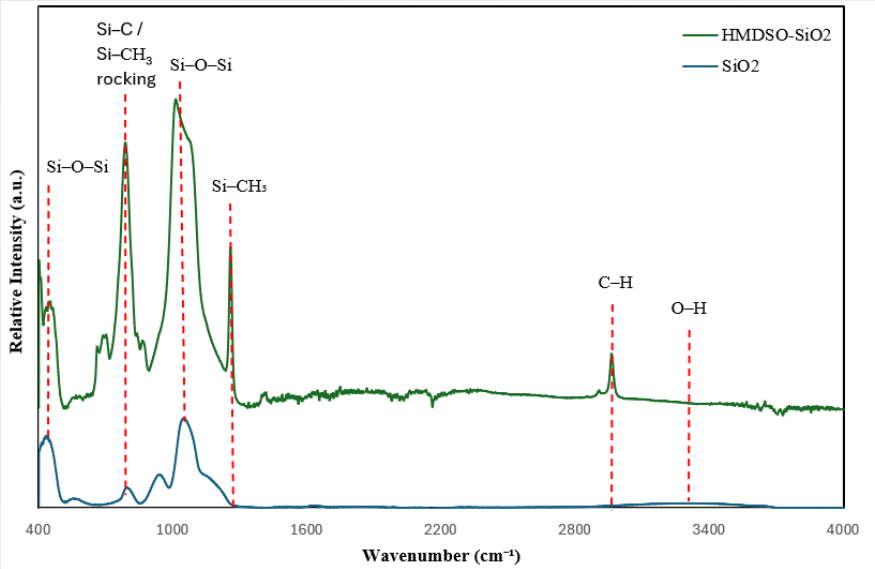

| Plazma Gücü (W) | 20 | 50 | 20 | 50 | 20 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temas Açısı | 150˚ | 135˚ | 125˚ | 140˚ | 100˚ | 120˚ |

**Şekil 1.** 1 ml(sol) ve 1.8 ml (sağ) TEOS kullanılarak elde edilen PECVD ile kaplı yüzeylerin temas açıları

HMDSO ile modifiye edilmiş $SiO_2$ ve saf $SiO_2$ filmlerinin FTIR spektrumları kalitatif olarak karşılaştırıldığında (Şekil 2) ,her iki numunede de ~460 ve ~800 $cm^{-1}$ bölgelerinde Si–O–Si titreşimleri gözlenmiş olup silika yapısının korunduğu görülmüştür. HMDSO kaplı numunede ~800 $cm^{-1}$ civarında pik şiddetinin artması, Si–C ve Si–$CH_3$ titreşimlerinin katkısını göstermektedir. ~1050–1100 $cm^{-1}$ aralığındaki güçlü bant silika omurgasını doğrulamaktadır.

Buna karşılık, ~1260 $cm^{-1}$ ve ~2900 $cm^{-1}$ bölgelerinde yalnızca HMDSO kaplı yüzeyde görülen pikler, metil gruplarının yüzeye bağlandığını göstermektedir. ~3300 $cm^{-1}$ civarında gözlenen –OH bandının azalması ise yüzeyin daha hidrofobik hale geldiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, HMDSO kaplama işlemi silika yapısını korurken yüzeye organik fonksiyonel gruplar kazandırmış ve yüzey özelliklerinde belirgin bir değişime yol açmıştır.

Yapılan film kalınlık ölçümlerinde PECVD ile 20 W plazma gücünde elde edilen kaplama kalınlığı 60 nm, 50 W plazma gücünde ise 85 nm olarak bulunmuştur.




**Şekil 2.** HDMSO kaplanmış ve kaplanmamış yüzeylerin FTIR spektrumları

Sonuç olarak, elde edilen üzeylerinsüper su iticilik özellikleri sayesinde, cam yüzeylerde kirlenmeye bağlı verim kayıplarının pasif temizlik mekanizmasıyla minimize edilebileceği öngörülmektedir. Şekil 3'te kaplanmış bir cam yüzeyin kendi kendini temizleme davranışı



gösterilmiştir.

**Şekil 3.**Kaplama uygulanmış yüzeyde su damlası ile kendi kendini temizleme davranışı

## KAYNAKLAR


- European Chemicals Agency, (2023). ANNEX XV Restriction Report: Per-and Polyfluoroalky Substances (PFASs).
- Gürsoy, M., (2021). PECVD yöntemi ile tohumların hidrofobik ince filmle enkapsülasyonu, Konya Journal of Engineering Sciences, 9, 1, 1–9.
- Gürsoy, M. ve Karaman, M., (2016). Hydrophobiccoating of expanded perlite particles byplasmapolymerization, Chemical Engineering Journal, 284, 343–350.
- Yurtsever, M., (2025). Çevredeki per ve polifloroalkil madde (PFAS) kirliliği, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6, 1, 403–427.

# BAŞLATICILI KİMYASAL BUHAR BİRİKTİRME (İCVD) YÖNTEMİ İLE TEKSTİL YÜZEYLERİNDE FLORSUZ SÜPERHİDROFOBİK NANO KAPLAMA SENTEZİ

***Halime ALTUNKAYA, Betül YILDIZ***

***Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAMAN***

*f221216003@ktun.edu.tr;f221216029@ktun.edu.tr; mkaraman@ktun.edu.tr,*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42130, Konya*

**ÖZET**

Tekstil endüstrisinde su iticilik kazandırmak amacıyla kullanılan florlu bileşiklerin ekosistem üzerindeki kalıcı zararları, sektörü çevre dostu arayışlara yöneltmiştir. Bu proje, tekstil yüzeylerineflor içermeyen hidrofobik özellikler kazandırmak için yenilikçi Başlatıcılı Kimyasal Buhar Biriktirme (iCVD) yöntemini kullanmaktadır. Solvent kullanımı gerektirmeyen iCVD teknolojisi, düşük sıcaklıkta gerçekleşen bir gaz fazı polimerizasyon işlemi olup, enerji tüketimini minimize ederken atık su oluşumunu tamamen engellemektedir. Proje kapsamında, florsuz monomerler kullanılarak tekstil yüzeylerinin nefes alabilirliğini koruyan, konformal ve homojen nano kaplamalar geliştirilmektedir. Elde edilen kaplamaların yüksek temas açıları ile süperhidrofobik performans sergilemesi ve roll-to-roll sistemler aracılığıyla endüstriyel ölçekte uygulanabilir olması hedeflenmektedir. Bu çalışma, geleneksel ıslak kimya süreçlerine sürdürülebilir bir alternatif sunarak tekstil sektörünün yeşil dönüşümüne ve uluslararası çevre düzenlemelerine uyumuna stratejik bir katkı sağlamaktadır. Verimlilik ve çevresel hassasiyeti odağa alan proje, sürdürülebilir kaplama teknolojilerinde öncü bir model sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** iCVD, Konformal, Nanokaplama, Süperhidrofobik

**ABSTRACT**

The lasting damage to the ecosystem caused by fluorinated compounds used to achieve water repellency in the textile industry has led the sector to seek environmentally friendly solutions. This project utilizes the innovative Initiator-Driven Chemical Vapor Deposition (iCVD) method to impart fluorine-free hydrophobic properties to textile surfaces. iCVD technology, which does not require solvent use, is a gas-phase polymerization process that takes place at low temperatures, minimizing energy consumption while completely preventing wastewater generation. Within the scope of the project, conformal and homogeneous nano-coatings that maintain the breathability of textile surfaces are developed using fluorine-free monomers. The aim is for the resulting coatings to exhibit superhydrophobic performance with high contact angles and to be applicable on an industrial scale via roll-to-roll systems. This study provides a sustainable alternative to traditional wet chemistry processes, making a strategic contribution to the green transformation of the textile sector and compliance with international environmental regulations. Focusing on efficiency and environmental sensitivity, the project presents a pioneering model in sustainable coating technologies.

**Keywords:**Conformal,iCVD,Nanocoating, Superhydrophobic

## 1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisi; yüksek su tüketimi ve küresel emisyonlardaki %10'luk payı nedeniyle sürdürülebilirlik hedefleriyle doğrudan ilişkili stratejik bir sektördür. Geleneksel tekstil kaplama yöntemlerinde tercih edilen florlu bileşikler, doğada uzun süre parçalanmadan kalabildikleri için ekosistem üzerinde kalıcı ve zararlı etkiler bırakmaktadır. Günümüzde REACH ve EPA gibi küresel kısıtlamalar, tekstil sektörünü bu kimyasallardan arındırılmış, çevre dostu ve yenilikçi alternatiflere yöneltmektedir(Abunada vd., 2020;Karlsson vd., 2024; Heydebreck vd., 2016).

Literatürde yüzeylere su iticilik özellik kazandırmak için yaygın olarak sol-gel, daldırma ve püskürtme gibi geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerdeyüksek miktarda solvent tüketimi, çok adımlı süreçler ve lif yapısındaki deformasyona yol açma gibi dezavantajlara sahiptir.Bu sınırlamaları aşmak için iCVDyöntemi, tekstil yüzeylerinin fonksiyonelleştirilmesindeyenilikçi bir alternatif yöntem olarak öne çıkmaktadır.iCVD yöntemi; solvent kullanmadan, tek adımda, alttaşdan bağımsız, düşük sıcaklıkta (30–60°C) ve vakum altında gerçekleştirilmektedir. Atık su oluşumunu tamamen engelleyen bu yöntem, homojen ve konformal kaplama özelliği sayesinde kumaşın nefes alabilirliğini ve fiziksel bütünlüğünü korumaktadır. “Yeşil Dönüşüm” hedefleriyle tam uyumlu olan bu yöntem, ölçeklenebilir yapısıyla tekstil sanayisinin küresel rekabet gücüne ve Türkiye’nin temiz üretim vizyonuna stratejik bir katkı sunacaktır(Gleason, 2021; Yılmaz vd., 2021;Şimşek vd., 2020).

Bu projenin temel özgünlüğü, yüksek zincir uzunluğuna sahip flor içermeyen polimerlerin iCVD yöntemi kullanılarak tekstil yüzeylerine ilk kez tek adımda kaplanmasıdır. Çalışma, bu çevreci yöntemle oluşturulan konformal tabakanın, geleneksel flor içeren polimerlerin kaplamalarına kıyasla hem yıkama dayanımı hem de 150° üzeri temas açılarıyla çok daha üstün bir süperhidrofobik performans sergilenmesi hedeflenmektedir (Catarino vd., 2025;Espanhol-Soares vd., 2020; Rungruangkitkrai vd., 2024).

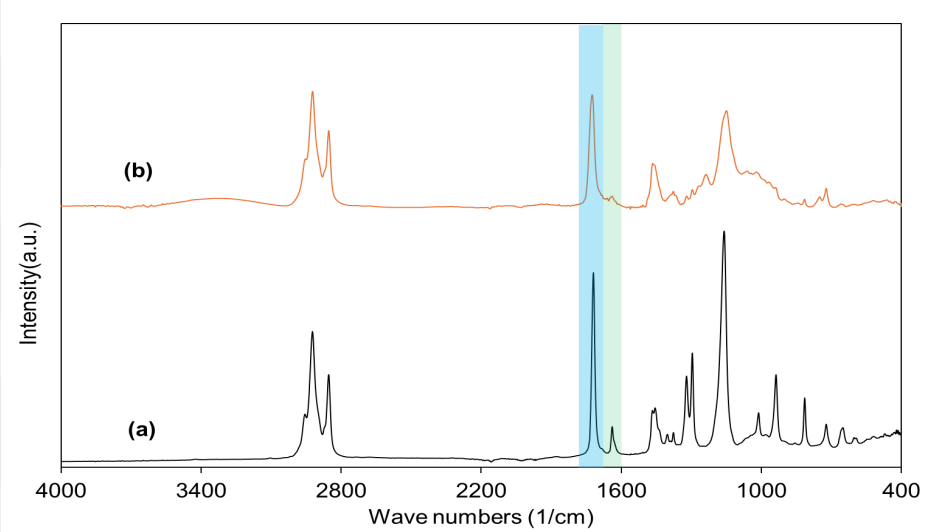
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada monomer olarak, su itici özellik sağlaması amacıyla seçilen yüksek saflıktaki florsuz monomer Lauryl metakrilat Sigma-Aldrich firmasından tedarik edilmiş ve herhangi bir ön saflaştırma işlemine tabi tutulmadan doğrudan kullanılmıştır. Polimerleşme reaksiyonunu başlatmak amacıyla başlatıcı olarak tert-bütil peroksit (TBPO, %98 saflıkta) kullanılmıştır. Kaplama işlemlerinde alttaş olarak pamuklu dokuma kumaşlar temas açısı ölçümü amacıyla kullanılmaktadır. Standart silikon tabakalar film kalınlığı ve kaplama özelliklerinin karaterizasyonu amacıylatercih edilmiştir.

Flor içermeyen polimer ince film üretimi, özel tasarım bir iCVD reaktöründe kontrollü parametrelerle gerçekleştirilmiştir. Süreçte, tekstil substratlarını termal hasardan korumak için zemin sıcaklığı su banyosu destekli sirkülatörle 30–40°C aralığında sabitlenmiştir. Sistemde yoğuşmayı önlemek amacıyla monomer kabı 120°C, besleme hatları ise 125°C'de PID kontrolörlerle ısıtılmıştır. Akış hızları iğne vanalarla ayarlanırken, reaktör basıncı baratron manometre ve PID kontrollü kelebek vana düzeneğiyle yönetilmiştir. Polimerleşmeyi başlatan aktivasyon enerjisi ise reaktörün üstündeki Ni-Cr filament dizisinden sağlanan ısıyla moleküllerin radikallere parçalanması sonucu elde edilmiştir.

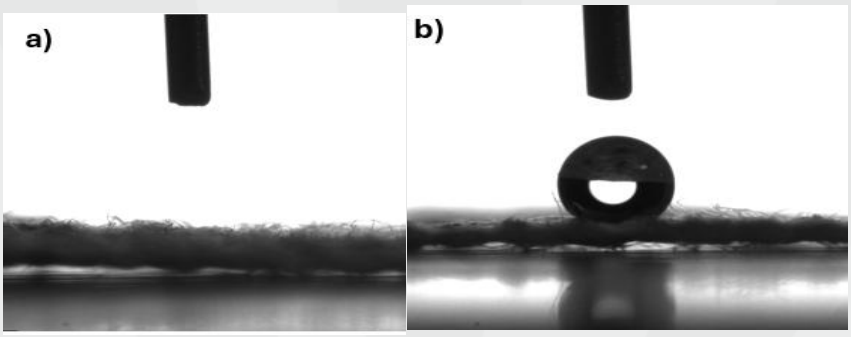
## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sentezlenen ince filmin kimyasal yapısını ve fonksiyonel gruplarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen FTIR analizi sonuçları Şekil 1'de sunulmuştur. Spektrum incelendiğinde, 2980 ve 2889 $cm^{-1}$ civarında gözlenen karakteristik pikler, polimer yapısındaki $CH_2$gruplarının asimetrik ve simetrik gerilme titreşimlerine karşılık gelmektedir. Yapının en belirgin özelliği, 1753 $cm^{-1}$ dalga sayısında ortaya çıkan keskin ve şiddetli karbonil C=O gerilme piki olup, bu durum monomer yapısındaki ester gruplarının iCVD işlemi sonrasında da korunduğunu kanıtlamaktadır. 1457$cm^{-1}$ bölgesindeki orta şiddetli bantlar $CH_2$ eğilme titreşimlerini temsil ederken, 1100-1300 $cm^{-1}$ aralığında gözlenen geniş ve çoklu pikler C-O gerilme titreşimleri varlığına işaret etmektedir. Monomerin spektrumunda (a) 1637 $cm^{-1}$ civarında gözlemlenen pik, yapıdaki karakteristik C=C çift bağına karşılık gelmektedir. Polimer spektrumunda (b)bu pikin tamamen kaybolması, polimerizasyonun bu bağ üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca iCVD yöntemi ile yüksek saflıkta polimer ince film sentezinin gerçekleştirildiğini doğrulamaktadır.




**Şekil1.**(a) Lauril metakrilat monomerinin ve (b)Lauril metakrilat polimer filminin İCVD işlemiyle biriktirilen ATR – FTIR spektrumları

Kimyasal yapıdaki bu dönüşüm, yüzey özelliklerine de doğrudan yansımıştır. Saf bambu kumaş başlangıçta damlayı tamamen emerek süperhidrofilik karakter sergilemiştir.iCVD kaplama sonrası oluşturulan 200 nm kalınlığındaki film su damlasının yüzeyde yüksek bir temas açısıyla (153°±2) küresel formda kalabildiği süperhidrofobik bir yapıya dönüşmüştür(Şekil 2). Bu morfolojik değişim, sentezlenen konformal polimer tabakasının lif yüzeylerini başarıyla modifiye ederek hedeflenen su iticilik performansını sağladığını görsel olarak kanıtlamaktadır.




**Şekil2.**(a)Saf bambu ve (b) Lauril metakrilat polimeri ile kaplanmış bambu yüzeyinde su temas açısı ölçümü

## KAYNAKLAR


- Abunada, Z., Alazaiza, M. Y. D., &Bashir, M. J. K. (2020). An overview of per-and polyfluoroalkylsubstances (PFAS) in theenvironment: Source, fate, risk and regulations. *Water*, *12*(12), 3590.
- Catarino, M. L., Sampaio, F., &Gonçalves, A. L. (2025). Sustainablewetprocessingtechnologiesforthetextileindustry: A comprehensivereview. *Sustainability*, *17*(7), 3041.
- Espanhol-Soares, M., Costa, L., Silva, M. R. A., SoaresSilva, F., Ribeiro, L. M. S., &Gimenes, R. (2020). Super-hydrophobiccoatings on cottonfabricsusing sol–gel techniquebyspray. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, *95*(1), 22–33.
- Gleason, K. K. (2021). Controlledreleaseutilizinginitiatedchemicalvapordeposited (iCVD) of polymericnanolayers. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *9*, 632753.
- Heydebreck, F., Tang, J., Xie, Z., &Ebinghaus, R. (2016). Emissions of per-and polyfluoroalkylsubstances in a textilemanufacturingplant in China and theirrelevanceforworkers' exposure. *EnvironmentalScience&Technology*, *50*(19), 10386–10396.
- Karlsson, K., &Selimovic, A. (2024). *Alternativesto Per-and PolyfluorinatedAlkylSubstances: A RapidReviewAboutAlternativesfor Per-and PolyfluorinatedAlkylSubstances*.
- Rungruangkitkrai, N., Phromphen, P., Chartvivatpornchai, N., Srisa, A., Laorenza, Y., Wongphan, P., &Harnkarnsujarit, N. (2024). Water repellentcoating in textile, paper and bioplasticpolymers: a comprehensivereview. *Polymers*, *16*(19), 2790.
- Şimşek, B., & Karaman, M. (2020). Initiatedchemicalvapordeposition of poly (hexafluorobutylacrylate) thinfilmsforsuperhydrophobicsurfacemodification of nanostructuredtextilesurfaces. *Journal of CoatingsTechnology and Research*, *17*(2), 381–391.
- Yılmaz, K., Şakalak, H., Gürsoy, M., & Karaman, M. (2021). Vapordeposition of stablecopolymerthinfilms in a batchiCVDreactor. *Journal of AppliedPolymerScience*, *138*(13), 50119.

# TİBİA KIRIKLARI İÇİN İTİZARA TİPİ SİRKÜLER EKSTERNAL FİKSATÖR HALKALARININ KARBON FİBER KOMPOZİTTEN TASARIMI VE ÜRETİMİ

***Elkana Gamaliel KONATE***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Okan DEMİR***

*f211210112@ktun.edu.tr;odemir@ktun.edu.tr*

*Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi,42250, KONYA*

**ÖZET**

Bu çalışma, tibia kırıklarının tedavisinde kullanılan geleneksel paslanmaz çelik ve titanyum Ilizarov tipi sirküler eksternal fiksatör halkalarının karbon fiber kompozit malzemeden tasarlanması ve değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Karbon fiber kompozitlerin sağladığı yüksek mukavemet ve düşük ağırlık oranı ile radyolüsent özellikleri, hasta konforunu ve iyileşme sürecini iyileştiren yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Araştırma kapsamında SolidWorks ile üç boyutlu modelleme yapılmış, ANSYS yazılımında Sonlu Elemanlar Yöntemi ile mekanik analizler gerçekleştirilmiştir. Üretim sürecinde vakum infüzyon yöntemi kullanılarak prototip imalatı planlanmıştır. Çalışma, yurt dışından yüksek maliyetle ithal edilen bu ürünlerin yerli üretimle erişilebilirliğini artırmayı ve Türkiye'deki bilgi açığını gidermeyi hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:**Biyomekanik, İlizarov, Karbon fiber, Kompozit malzeme, Sonlu elemanlar analizi

**ABSTRACT**

This study aims to design and evaluate Ilizarov-type circular external fixator rings, used in the treatment of tibia fractures, using carbon fiber composite materials. The high strength-to-weight ratio and radiolucent properties provided by carbon fiber composites, compared to traditional metal rings, offer an innovative solution that improves patient comfort and the healing process. Within the scope of the research, three-dimensional modeling was performed with SolidWorks, and mechanical analyses were carried out using the Finite Element Method in ANSYS software. During the production process, prototype manufacturing is planned using the vacuum infusion method. The study aims to increase the accessibility of these high-cost imported products through domestic production and to bridge the knowledge gap in Türkiye.

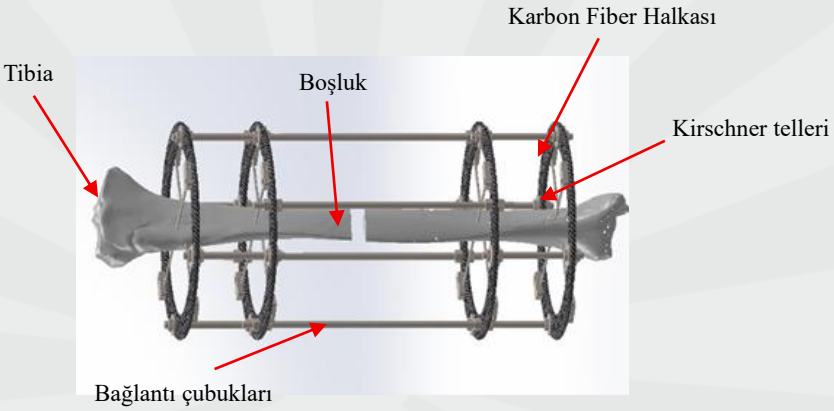
**Keywords:**Biomechanics, Carbon fiber, Composite material, Finite element analysis, Ilizarov

## 1. GİRİŞ

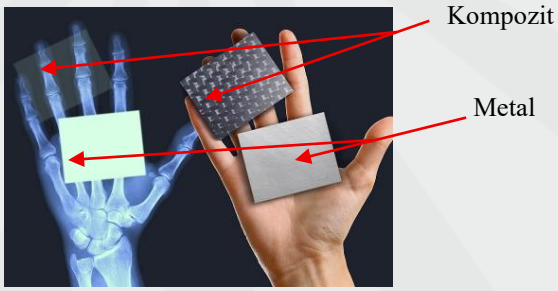
Sirküler eksternal fiksatörler; halkalar, Kirschner telleri ve bağlantı çubuklarından oluşan, kemik stabilizasyonu sağlayan sistemlerdir (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Geleneksel paslanmaz çelik ve titanyum fiksatörler, yüksek mukavemet sunsa da ağırlıkları nedeniyle hasta mobilitesini kısıtlamakta ve radyografik görüntülerde artefaktoluşturarak teşhisi zorlaştırmaktadır. Malzeme iyileştirmesi, komplikasyon riskini azaltarak hasta iyileşme performansını artırabilir (Kalova, 2019).Karbon fiber takviyeli kompozitler (CFRP), bu dezavantajlara karşı hafiflik ve yüksek mukavemet/ağırlık oranıyla güçlü alternatiflerdir (Ibrahim, 2018; J. Longo, 2000). Kompozit kullanımı, biyomekanik özelliklerin

optimizasyonuna ve kemik iyileşmesinin daha etkili desteklenmesine olanak tanır (Bronson, 1998). Araştırmalar, karbon kompozitlerin çelikle kıyaslanabilir performans sergilerken ağırlıkta %30 azalma sağladığını ve Şekil 2'de görüldüğü gibi radyolüsent özellikleri sayesinde radyografik muayeneleri olumlu etkilediğini göstermektedir (Murat, 2015; K. Baidya, 2001; U. Nele, 1994).

Bu çalışmanın temel amacı, karbon fiber halkaların mekanik bütünlükten ödün vermeden daha hafif ve hasta dostu bir seçenek sunup sunamayacağını araştırmaktır. Türkiye'de bu alandaki klinik çalışmaların sınırlı olması ve ithal ürünlerin yüksek maliyeti önemli bir boşluk yaratmaktadır. TÜBİTAK 2209-A kapsamında desteklenen bu proje; kompozit halkaların performansını Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) ile değerlendirmeyi ve vakum infüzyon yöntemiyle yerli prototipler üretmeyi hedeflemektedir. Çalışma, medikal teknoloji alanında dışa bağımlılığı azaltarak maliyetleri düşürmeyi ve yerli, bilimsel temelli bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır.




Şekil 1: Ilizarov Eksternal Fiksatör Sisteminin Temel Bileşenleri




Şekil 2: Metal ve Kompozit Malzemelerin Radyolusentlik Karşılaştırması (GreeneTweed, 2021)

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma; karbon fiber takviyeli kompozit halkaların mekanik ve yapısal performansını değerlendirmek amacıyla bilgisayar destekli tasarım, sonlu elemanlar analizi ve prototip üretim planlaması olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır.

**2.1.** Tasarım ve Parametrik Optimizasyon

Çalışma; bilgisayar destekli tasarım, sonlu elemanlar analizi ve prototip üretimi olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır. **Solidworks** ile gerçekleştirilen modelleme sürecinde, halka kalınlığı şu iki kritik kriter doğrultusunda optimize edilmiştir:

- **Klinik Gerinim:** Kemik iyileşmesini tetiklemek için **0,6 mm** eksenel mikro-hareket ve **%16-%50** arası basma gerinimi hedeflenmiştir.
- **Mühendislik Güvenliği:** 1500 N yük altında, karbon fiberin yapısı gereği minimum **2,0** Güvenlik Faktörü **(FoS)** şartı aranmıştır.

Bu kriterleri karşılayan en uygun değer **3,5 mm halka kalınlığı** olarak belirlenmiştir. Hazırlanan model; 3 mm kırık boşluğu ve 1,8 mm çapındaki Kirschner telleriyle valide edilerek analizlere hazır hale getirilmiştir

Tablo 1: Karbon Fiber Halka Kalınlığı İçin Parametrik Analiz Sonuçları ve Tasarım Karar Matrisi

| No | Kalınlık | Güvenlik Faktörü (FoS) | Y Ekseni Eksenel Deplasman | 2,0 mm Boşluktaki Gerinim (ε) | 3,0 mm Boşluktaki Gerinim (ε) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.50 mm | 2.00 | 0.611 mm | 30.5% (Optimal) | 20.4% (Optimal) |
| 2 | 4.00 mm | 2.36 | 0.426 mm | 21.3% (Optimal) | 14.2% (FazlaRijit) |
| 3 | 5.00 mm | 3.08 | 0.245 mm | 12.3% | 8.2% |

Tablo 1'de de sunulan veriler incelendiğinde, 3,50 mm kalınlık; 0,611 mm deplasman değeriyle ideal mikro-hareket sınırına en yakın tasarımdır. Bu konfigürasyon, hem 2,0 mm (%30,5) hem de 3,0 mm (%20,4) kırık boşluklarında ideal gerinim aralığında kalarak biyomekanik performansını kanıtlamıştır. Yaklaşık 2,0 güvenlik faktörüyle yapısal emniyeti de sağladığı için optimum tasarım olarak seçilmiştir.

**2.2. Sistem Tasarımı ve Montaj Detayları**



Şekil 3: Karbon Fiber Takviyeli Sirküler Eksternal Fiksatör Sisteminin Tam Montaj Görünümü

Proje kapsamında geliştirilen sirküler fiksatörün temel yapı taşı, **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'te gösterilen halka ünitesidir. Bu alt montaj; 3,5 mm kalınlığındaki Karbon Fiber Takviyeli Polimer (CFRP) halka, halkaya delikler aracılığıyla bağlanan çapraz Kirschner telleri ve bu telleri sabitleyen somun-cıvata bileşenlerinden oluşmaktadır. Analizlerde sistemin genel davranışı, bu temel ünitelerin belirli bir mesafe ile üst üste konumlandırılması (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**) ve bağlantı rotları aracılığıyla birleştirilmesiyle elde edilen tam montajlı İlizarov tipi tertibat üzerinden incelenmiştir (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Bu sayede, cihazın kemik üzerindeki yapısal bütünlüğü ve yük aktarımı simüle edilmiştir.

### 2.3. Sonlu Elemanlar Analizi ve Malzeme Tanımlamaları

Tasarlanan sistemin mekanik davranışı **ANSYS Workbench** üzerinden **Sonlu Elemanlar Analizi (FEA)** ile simüle edilmiştir. Analiz doğruluğu için bileşenlere yüksek mukavemetli **CFRP (halkalar)**, paslanmaz çelik (rot/somun), titanyum alaşımı (teller) ve kortikal kemik özellikleri atanmıştır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**).Analiz süreci iki temel aşamadan oluşmaktadır:

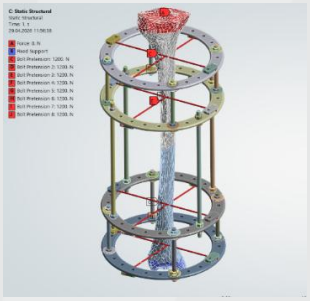
1. **Ön Gerilme Aşaması:** 1,8 mm çapındaki titanyum tellere **1200 N ön gerilme** uygulanarak ameliyat esnasındaki tel germe işlemi ve başlangıç stabilitesi modellenmiştir (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**).

2. **Yükleme Aşaması:** Tellere uygulanan gerginlik korunarak, kemik yüzeyine dikey yönde **1500 N** fizyolojik hasta yükü uygulanmıştır (Şekil 6).

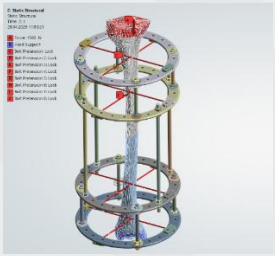
Analiz hassasiyetini artırmak için yüksek kaliteli bir mesh yapısı kullanılmıştır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Tel-kemik arayüzlerinde sürtünmeli, halka-çubuk bağlantılarında ise yapışık temas koşulları tanımlanarak sistemin gerilme ve çökme miktarları incelenmiştir.



Şekil 4: Analiz Modelinde Tanımlanan Malzeme Atamaları ve Bileşen Detayları



Şekil 5: Birinci Analiz Aşaması: Tellere 1200 N Ön Gerilme Uygulanması



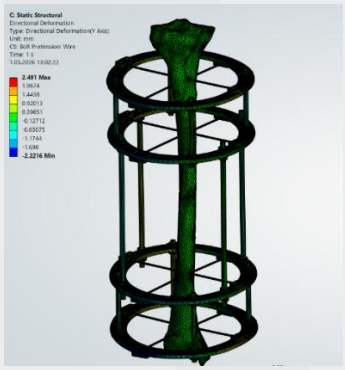
Şekil 6: İkinci Analiz Aşaması: Kemiğe 1500 N Dikey Hasta Yükü Uygulanması



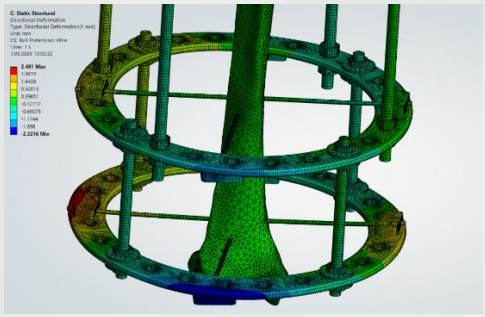
Şekil 7: Analiz Modelinin Sayısal Çözüm Ağı (Mesh) Yapısı

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

CFRP ve titanyum bileşenli sistemin biyomekanik performansı FEA ile değerlendirilmiştir. Ameliyat simülasyonu kapsamında tellere uygulanan **1200 N ön gerilme** sonucunda; CFRP halkalarda **2,49 mm** esneme görülürken, kemik üzerinde **0 mm** sapma saptanmıştır.Bu bulgu, iskeletin yüksek çekme kuvvetlerini başarıyla absorbe ederek hasarsız bir şekilde gerekli rijitliğe ulaştığını kanıtlamaktadır. Devam eden **1500 N dikey yük** analizlerinde de, optimize edilmiş tasarımın plastik deformasyona uğramadan güvenli sınırlar içerisinde kalacağı öngörülmektedir.



Şekil 8: Fiksatör Sisteminin Ön Gerilme Altındaki (1200 N) Genel Deformasyon Dağılımı



Şekil 9: CFRP Halkalar Üzerindeki Lokal Deplasmanların Yakın Çekim Görünümü

**TEŞEKKÜR**

Yazarlar, desteklerinden dolayı TÜBİTAK 2209-A programına ve danışman Dr. Öğr. Üyesi Okan DEMİR'e teşekkür ederler.

**KAYNAKLAR**

- Bronson, D. S. (1998). Stability of external circular fixation: a multi-variable biomechanical analysis. Clinical biomechanics.
- Ibrahim, N. D. (2018). Effect of Ring Material and Diameter on Orthopedic Implant Stability: External Fixation in Femur Bone. International Journal of Engineering & Technology.
- J. Longo, J. K. (2000). Orthopedic Applications of Carbon Fiber Composites.
- K. Baidya, S. R. (2001). Advanced textile composite ring for Ilizarov external fixator system. Proceedings of the Institution of mechanical engineers. Part H, journal of engineering in medicine.
- Kalova, M. R. (2019). mold design for rıngs of external fıxator. MM Science Journal.
- Murat, K. M. (2015). Temperature and Stress Examinations on Pistons for Damage Prevention and Efficiency Enhancement: Carbon/Carbon Composite Piston vs Conventional Aluminum Pistons.
- U. Nele, N. M. (1994). Biomechanics of radiotransparent circular external fixators. Clinical Orthopaedics and Related Research.

# SİS TOPLAMA UYGULAMALARI İÇİN iCVD YÖNTEMİYLE HİDROFİLİK/HİDROFOBİK YÜZEYLERİN GELİŞTİRİLMESİ

***Gayenaz Kaynar, Beyzanur Dikmen***

***Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAMAN***

*f231216030@ktun.edu.tr;f231216027@ktun.edu.tr;mkaraman@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa BilimleriFakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42050, Konya*

**ÖZET**

Artan su kıtlığı, alternatif ve sürdürülebilir su üretim teknolojilerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu çalışmada, sis toplama verimliliğini arttırmak için hidrofilik ve hidrofobik özelliklere sahip desenli yüzeyler geliştirilmiştir. Bu kapsamda, poli(2,2,3,4,4,4-hekzaflorobütil akrilat) (PHFBA) ince filmleri, başlatıcılı kimyasal buhar biriktirme (iCVD) yöntemi ile cam altlıklar üzerine kaplanmıştır. Elde edilen kaplamaların kimyasal yapısı FTIR analizi ile doğrulanmıştır. Temas açısı ölçümleri, kaplama sonrası yüzeyin hidrofobik karakter kazandığını göstermiştir. Desenli yüzeylerde hidrofilik bölgelerin damlacık oluşumunu desteklediği, hidrofobik bölgelerin ise damlacıkların yüzeyden uzaklaşmasını kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Yapılan sis toplama deneyleri, bu iki mekanizmanın birlikte çalışmasıyla su toplama performansında artış sağlandığını ortaya koymuştur. Sonuçlar, geliştirilen PHFBA kaplı desenli yüzeylerin çevre dostu ve verimli su toplama uygulamaları için önemli bir potansiyele sahipolduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrofobik, Hidrofilik, iCVD, İnce film kaplama, Sis toplama

**ABSTRACT**

Increasing water scarcity has intensified the need for alternative and sustainable water production technologies. In this study, hydrophilic and hydrophobic patterned surfaces were developed to enhance fog harvesting efficiency. Poly(2,2,3,4,4,4-hexafluorobutyl acrylate) (PHFBA) thin films were deposited onto glass substrates using the initiated chemical vapor deposition (iCVD) technique. The chemical composition of the coatings was confirmed via FTIR analysis.Contact angle measurements indicated that the surface obtained hydrophobic character after coating. On patterned surfaces, it was observed that hydrophilic regions promote droplet formation, while hydrophobic regions facilitate the detachment of droplets from the surface. Fog harvesting experiments demonstrated that the combined effect of these two mechanisms led to an improvement in water collection performance. The results suggest that PHFBA-coated patterned surfaces hold significant potential for environmentally friendly and efficient fog harvesting applications.

**Keywords:** Fog harvesting, Hydrophilic,Hydrophobic, iCVD, Thin film coating

## 1. GİRİŞ

Küresel ısınmanın etkilerinin artmasıyla birlikte temiz suya erişim, günümüzün en önemli küresel sorunlarından biri haline gelmiştir. Dünya nüfusunun önemli bir kısmının su kıtlığı yaşayan bölgelerde bulunduğu ve bu durumun önümüzdeki yıllarda daha da kötüleşeceği öngörülmektedir (UNESCO, 2023). İçme suyu, tarım, sanayi ve sağlık için vazgeçilmez olan su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde elde edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri deniz suyunun tuzdan arındırılması yöntemidir. Bu yöntem yüksek enerji tüketimi ve çevresel etkileri nedeniyle sürdürülebilir bir çözüm sunmamaktadır (Yılmaz ve ark., 2024). Bu nedenle, düşük maliyetli ve çevre dostu alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan sis toplama teknolojisi, özellikle nemli bölgelerde atmosferdeki su damlacıklarının toplanmasına dayanmaktadır. Sis toplama verimi büyük ölçüde yüzey özelliklerine bağlıdır. Hidrofilik yüzeyler damlacık oluşumunu kolaylaştırırken, hidrofobik yüzeyler damlacıkların uzaklaşmasını sağlamaktadır. Bu iki özelliğin bir arada bulunduğu desenli yüzeyler ise daha yüksek verim sunmaktadır. Doğada bunun en bilinen örneği Namib çöl böceğidir (Nørgaard ve Dacke, 2010).

Bu çalışmada, hidrofilik ve hidrofobik desenli yüzeylerin kontrollü olarak üretilmesi ve bu yapıların sis toplama performansına etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, ince film kaplama tekniklerinden biri olan Başlatıcılı Kimyasal Buhar Biriktirme (iCVD) yöntemi kullanılarak farklı ıslanabilirlik özelliklerine sahip desenli yüzeylerin elde edilmesi hedeflenmektedir. iCVD yöntemi; düşük sıcaklıklarda çalışabilmesi, kaplama özelliklerinin hassas bir şekilde kontrol edilebilmesi ve karmaşık yüzeyler üzerinde homojen film oluşturabilmesi gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca çözücü kullanılmadan uygulanabilmesi sayesinde çevre dostu bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Park ve ark., 2025). Bu yöntemle hem kaplama kalınlığı hem de yüzey özellikleri yüksek hassasiyetle ayarlanabilmekte, böylece hidrofilik ve hidrofobik bölgeler kontrollü ve tekrarlanabilir biçimde üretilebilmektedir. Geliştirilecek bu yüzeyler sayesinde sis damlacıklarının oluşumu ve yüzey üzerindeki hareketinin yönlendirilmesi amaçlanmakta olup, bu sayede sis toplama veriminin artırılması hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Kullanılan Materyaller

Poli(2,2,3,4,4,4-hekzaflorobütil akrilat) (PHFBA) ince filmleri, iCVD yöntemi kullanılarak cam ve silikon altlık yüzeyleri üzerine kaplanmıştır. Kaplama sürecinde monomer olarak %95 saflıkta HFBA, başlatıcı olarak ise %98 saflıkta tert-bütil peroksit (TBPO) kullanılmıştır. Kullanılan kimyasallar, herhangi bir ek saflaştırma işlemine tabi tutulmadan doğrudan kullanılmıştır.

### 2.2. iCVD Yöntemi ile Desenli Yüzeylerin Üretimi

Cam alttaş yüzeyinde hiyerarşik bir yüzey morfolojisi oluşturmak için, farklı çaplara sahip parçacıklar yüzey üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra iCVD yöntemiyle parçacıkların alttaş ile temas ettiği bölgeler kaplamaya maruz kalmazken, açıkta kalanbölgeler PHFBA ile kaplanmıştır. Bu yöntemle yüzeyde mikro/nano yapılı hiyerarşikdesenler oluşturulmuştur. Ayrıca yüzey üzerinde eş zamanlı olarak hidrofilik ve hidrofobik bölgelerden oluşan hiyerarşik ve fonksiyonel bir yapı elde edilmiştir.Bu çalışmada kullanılan iCVD reaktörü, döner kanatlı vakum pompası (Edwards RV12) ile düşük basınç ortamına getirilmiştir. Polimerizasyonu başlatmak için gerekli ısı, altlık yüzeyinin üzerine yerleştirilmiş nikrom filamentler ile sağlanmıştır. Kaplama boyunca Filament sıcaklığı ve reaktör basıncı sırasıyla 220 °C ve 1100 mTorr'da sabit tutulmuştur.Kaplama işleminde kullanılan HFBA monomeri

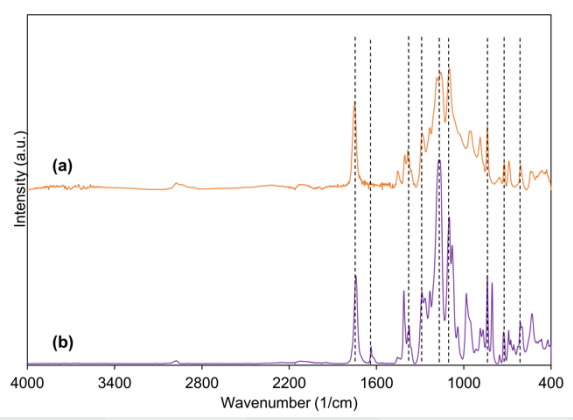
ve TBPO başlatıcısı, oda sıcaklığında buharlaştırılarak reaktöre verilmiş ve akış hızları iğne vanalar (Swagelok) ile kontrol edilmiştir. Altlık sıcaklığı ise reaktör tabanına yerleştirilen bir soğutma sistemi ((Lab. Companion RW-0525G) yardımıyla 12,5 °C'de sabit tutulmuştur. Yaklaşık 10 dakika süren kaplama işlemi sonucunda, yüzeyler üzerinde 500 nm kalınlığında homojen ve desenli polimer filmler elde edilmiştir.

### 2.3. Karakterizasyonlar

PHFBA filmlerinin kimyasal yapısı, ATR aksesuarı kullanılarak Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR, Thermo Fisher Scientific, Nicolet iS20) ile analiz edilmiştir. Yüzeylerin ıslanabilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla temas açısı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Deneylerde özel olarak tasarlanmış bir sis üretim ve toplama düzeneği kullanılmıştır. Yapay sis, ultrasonik bir nebülizatör (Pulsemed, Model: GL-2205) ile üretilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

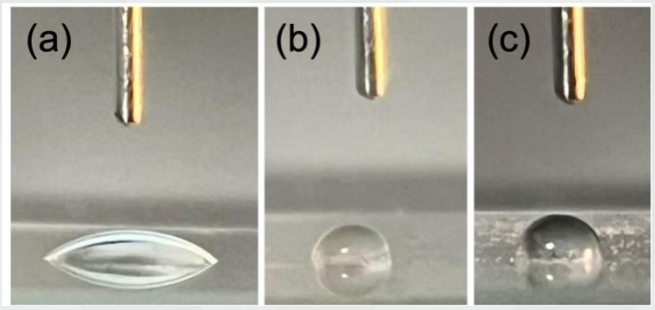
Şekil 1'de, HFBA monomeri ile PHFBA ince filmin FTIR spektrumları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Her iki spektrum da 1747 $cm^{-1}$'deki C=O gerilme pikine göre normalize edilmiştir.2840 ve 3050 $cm^{-1}$'de gözlenen pikler sırasıyla asimetrik ve simetrik $CH_2$ gerilme titreşimlerine karşılık gelmektedir. 1457 $cm^{-1}$'deki pik $CH_2$ bükülme titreşimlerinden kaynaklanırken; 1383, 1283, 1154 ve 1095 $cm^{-1}$'deki pikler sırasıyla simetrik $CF_3$ gerilmesi, $CF_2$ titreşimleri, CF gerilmesi ve $CF_2$ gerilme titreşimlerine aittir. Bu pikler yapıda flor içeren fonksiyonel grupların bulunduğunu açıkça göstermektedir. Ayrıca 945, 885 ve 840 $cm^{-1}$'deki pikler $CF_2$ ve $CF_3$ gruplarının bükülme titreşimlerine karşılık gelmektedir. 747–568 $cm^{-1}$ aralığındaki pikler ise florlu gruplara ait deformasyon titreşimlerinden kaynaklanmaktadır.Spektrumlar incelendiğinde, HFBA monomerine ait 1651 $cm^{-1}$'de gözlenen karakteristik C=C gerilme pikinin PHFBA spektrumunda kaybolduğu görülmektedir. Bu durum, polimerleşme sırasında doymamış C=C çift bağlarının reaksiyona girerek yapıya katıldığını açıkça göstermektedir.(Yılmaz ve ark., 2025)




**Şekil 1.** (a) HFBA monomerine ve (b) PHFBA polimerine ait FTIR spektrumları

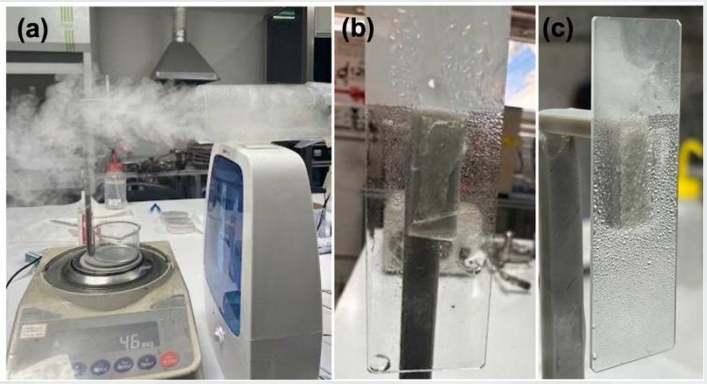
Şekil 2'de farklı yüzeylere ait su temas açısı ölçümleri gösterilmektedir. Referans düz cam yüzeyde 25±2,3° temas açısı, yüzeyin hidrofilik karakter gösterdiğini ortaya koymaktadır. HFBA ile kaplanan yüzeyde temas açısının 110±1,8°'ye yükselmesi, kaplama sonrasında yüzeyin hidrofobik özellik kazandığını göstermektedir. Desenli yüzeyde ise temas açısının

120±0,82° olarak ölçülmesi, yüzey pürüzlülüğünün etkisiyle hidrofobikliğin arttığını ve buna bağlı olarak yüzeyin ıslanabilirlik davranışının değiştiğini göstermektedir.




**Şekil 2.** (a) Kaplanmamış cam yüzey, (b) HFBA ile kaplanmış yüzey ve (c) desenli yüzeye ait su temas açısı görüntüleri

Şekil 3'te sis toplama deney düzeneği ve farklı yüzeylerdeki damlacık oluşumları gösterilmektedir. Kaplanmamış düz cam yüzey (Şekil 3b) ile desenli PHFBA kaplı yüzey (Şekil 3c) karşılaştırıldığında, damlacık oluşumu ve su tutma davranışı açısından belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Düz cam yüzeyde suyun yüzeye yayılma eğilimi gösterdiği, buna karşılık desenliyüzeyde damlacıkların daha belirgin şekilde oluştuğu ve yüzeyden daha kolay uzaklaştığı görülmüştür. Sis toplama deneylerinde düz cam yüzeyinde sis toplama hızı 1,95 mg/dk iken, desenli PHFBA kaplı yüzeyde bu değer 2,3 mg/dk olarak hesaplanmış ve yaklaşık %17,94 oranında bir artış elde edilmiştir.Bu durum, yüzey modifikasyonunun sis toplama performansını artırma potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır.




**Şekil 3.** (a) Sis hasadı deney düzeneği, (b) kaplanmamış düz cam yüzey ve (c) desenli PHFBA kaplı yüzey üzerinde gözlenen damlacık oluşumları

**KAYNAKLAR**


- Nørgaard, T., & Dacke, M. (2010). *Fog-basking behaviour and water collection efficiency in Namib Desert beetles*. Frontiers in Zoology, 7, 23.
- Park, K.-W., Gleason, K. K., & Yang, R. (2025). *Advanced morphological control of polymeric surfaces using initiated chemical vapor deposition (iCVD)*. Advanced Functional Materials, 35(24), 2417620.
- UNESCO. (2023). *The United Nations world water development report 2023: Partnerships and cooperation for water*. UNESCO. https://www.unesco.org/reports/wwdr/2023/en
- Yılmaz, K., Gürsoy, M., & Karaman, M. (2024). *Environmentally friendly and all-dry hydrophobic patterning of graphene oxide for fog harvesting*. ACS Omega, 8810–8817.

# SİPROFLOKSASİNİN $NaBH_4$İLE İNDİRGENEREK BOZUNMASINA $Ni^{2+}$VE $Ag^{+}$ HOMOJEN KATALİZÖRLERİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

***Gamze OK***

***Danışman: Prof.Dr.Türkan ALTUN***

*f221216024@ktun.edu.tr; taltun@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi, 42150, Konya*

**ÖZET**

Çevredeki antibiyotik kirliliği günümüzde çevresel antibiyotik direncinin oluşumuna yol açması sebebiyle önemli bir problem teşkil etmektedir. Bu çalışmada nikel ($Ni^{2+}$) ve gümüş ($Ag^{+}$) iyonları homojen katalizör olarak kullanılarak siprofloksasin antibiyotiğinin sodyum borhidrür ($NaBH_4$) ile indirgenerek giderimi amaçlanmıştır.
Çalışmada siprofloksasin giderimi üzerine temas süresi, pH, $NaBH_4$ derişimi, katalizör derişimi parametrelerinin etkileri incelenmiştir. Deneysel sonuçlar doğrultusunda optimum temas süresi 30 dakika, pH 3, $NaBH_4$ derişimi 25 mM, katalizör derişimi 1 mM olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda her iki homojen katalizör ile siprofloksasin oldukça verimli şekilde giderilmiştir. Elde edilen sonuçlar, $NaBH_4$ ile indirgeme yönteminin ve kullanılan $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ katalizörlerinin siprofloksasin gideriminde oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antibiyotik,Katalitikindirgeme,Katalizör,Metal,Sodyum borhidrür.

**ABSTRACT**

Environmental antibiotic pollution is a significant problem today due to the development of environmental antibiotic resistance. This study aimed to remove the antibiotic ciprofloxacin by reduction with sodium borohydride (NaBH4) using nickel (Ni2+) and silver (Ag+) ions as homogeneous catalysts. The effects of contact time, pH, NaBH4 concentration, and catalyst concentration on ciprofloxacin removal were investigated. Based on the experimental results, the optimum contact time was determined to be 30 minutes, pH 3, NaBH4 concentration 25 mM, and catalyst concentration 1 mM. Under these conditions, ciprofloxacin was removed quite efficiently with both homogeneous catalysts. The results obtained show that the reduction method with NaBH4 and the Ni2+ and Ag+ catalysts used are quite effective in ciprofloxacin removal.
**Keywords:**Antibiotics, Catalyticreduction, Homogeneouscatalyst,Metal, Sodiumborohydride.

## 1.GİRİŞ

Antibiyotikler, mikroorganizmaların gelişimini durdurma veya yok etme yetenekleri sayesinde tıp ve hayvancılık sektöründe yaygın olarak kullanılan kritik biyoaktif maddelerdir. Bu bileşiklerin vücutta tam metabolize edilemeden yüksek oranlarda dışarı atılması ve birçok kaynaktan atıklar yoluyla toprağa ve yeraltı sularına karışan bu kalıntılar, doğal ekosistemler üzerinde ciddi bir çevresel tehdit oluşturmaktadır(Topal vd.,2015). Etkili bir bakterisidal güce sahip olan siprofloksasin, kritik bir tedavi edici ajan olarak yaygın kullanılmaktadır (Anadonvd.,1995; San Martinvd.,2007).

Homojen katalizörler,moleküler düzeyde kontrol edilebilen yapıları sayesinde özellikle yüksek saflık gerektiren özel kimyasalların sentezinde temel bir yapı taşı haline gelmiştir. Bu sistemlerin sunduğu düşük sıcaklık ve basınç gibi reaksiyon koşulları ile üstün ürün seçiciliği, geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi zor olan karmaşık kimyasal dönüşümlerin çok daha verimli ve tek adımda yapılabilmesine olanak tanır (Parshallvd.,1985).

$NaBH_4$indirgeyicisi kullanılarak antibiyotiklerin katalitik bozunmasının incelendiği çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır. Yapılan araştırmalarda bu konuda yalnızca sekiz çalışmaya rastlanmıştır (Altun ve Ecevit, 2023; Edebali, 2023; Hevd., 2022a; He vd., 2022b; Li vd., 2022; Lv vd., 2022; Ravikumar vd., 2016).Bu çalışmada, $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ katalizör çözeltileri eşliğinde, $NaBH_4$ reaktifi kullanılarak siprofloksasin antibiyotiğinin ortamdan giderilmesi hedeflenmiştir. Süreçte homojen katalizörlerin kullanıldığı bu yöntemle ilgili literatürde mevcut bir çalışma bulunmaması, çalışmanın özgün değerini artırmaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

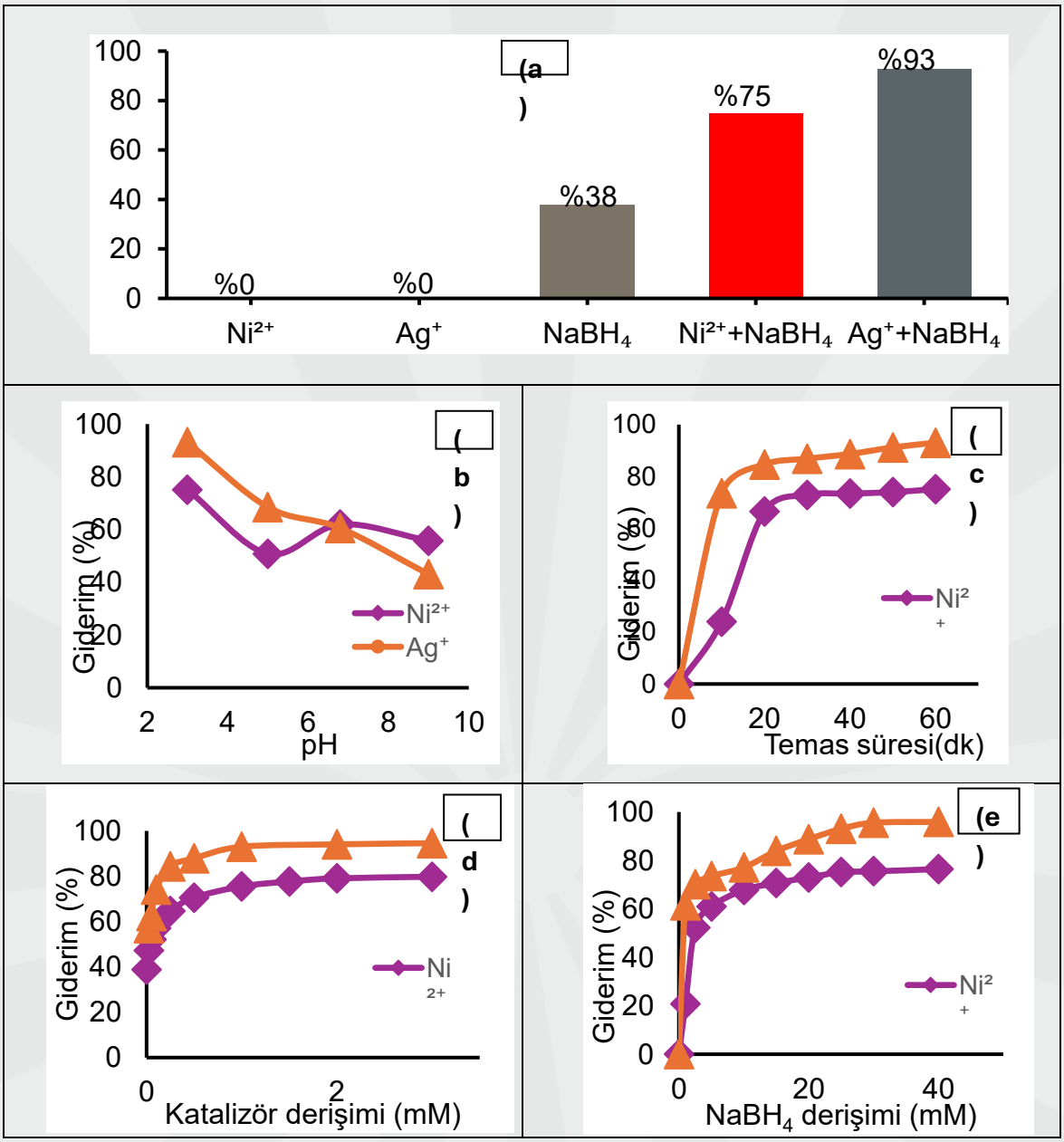
### 2.1.Cipro Giderim Denemeleri

$Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ homojen katalizörleri kullanılarak siprofloksasin (Cipro)antibiyotiği $NaBH_4$ reaktifi ile giderimine etki eden temas süresi, pH, $NaBH_4$ derişimi ve katalizör derişimi parametrelerinin etkileri kesikli denemeler yardımıyla incelenmiş, prosesler optimize edilmiştir.

Giderim denemeleri için, 20 ppm derişiminde cipro çözeltisi hazırlanmış ve bu çözeltiden 5 mL alınarak deney tüpüne aktarılmıştır. Ardından, $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$homojen katalizörleri kaynağı olarak $Ni(NO_3)_2$ veya $AgNO_3$çözeltilerinden uygun miktarda ilave edilmiştir. Reaksiyon, taze hazırlanmış bir $NaBH_4$çözeltisinden uygun miktarda eklenmesiyle başlatılmıştır.Karışım, çalkalayıcıda 280 rpm hızda karıştırılmış ve 60 dakikalık temas süresinin sonunda oluşan Ni ve Ag nanoparçacıkları santrifüj yöntemiyle ortamdan uzaklaştırılmıştır. Çözeltide kalan cipro derişimi, UV-visible spektrofotometre kullanılarak 276 nm dalga boyunda kantitatif olarak analiz edilmiştir.

## 3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şekil 1'de Cipro giderim denemelerine ilişkin sonuçlar sunulmuştur.Şekil 1(a)'da sadece $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ homojen katalizörleri kullanıldığında giderimin olmadığını görülmektedir. $NaBH_4$ kullanıldığında %38'lik giderim verimi elde edildiği, $NaBH_4$ile birlikte $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ katalizörleri kullanıldığında ise sırasıyla %75 ve %93 giderim verimlerinin elde edildiği Şekil 1(a)'da görülmektedir. Bu sonuçlardan $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ homojen katalizörlerinin, reaksiyon verimini arttırmakta etkili olduğu anlaşılmaktadır.




**Şekil 1.(a)** Cipro Gideriminde Kullanılan Katalizörler ve $NaBH_4$Reaktifinin Tekil veSinerjik Etkileri veGiderim Verimine; **(b)**pH, **(c)** Temas Süresi, **(d)**KatalizörDerişimiEtkisi, **(e)** $NaBH_4$DerişimiEtkisi.

Şekil 1(b-e)'deki grafikleri incelediğimizde, asidik ortamda (pH 3) giderim verimi en yüksek seviyededir; pH arttıkça verim genel bir düşüş eğilimi göstermektedir.Temas süresine göre ilk 30 dk içinde giderim verimi hızla artmakta, yaklaşık 40. dakikadan sonra ise dengeye ulaşarak sabitlenmektedir. Katalizör miktarı ve $NaBH_4$ derişimleri arttıkça verim başlangıçta dik bir artış sergilemekte, belirli bir derişimden sonra doygunluğa ulaşarak yatay seyretmektedir.

Bu çalışmada kesikli denemeler sonucunda 20 ppm cipro giderimi için optimum pH'ın 3, optimum $NaBH_4$ derişiminin 25 mM, optimum $Ni^{2+}$ve $Ag^{+}$ katalizör derişimlerinin1mM olduğu ve katalitik bozunma prosesinin 30 dakika sonunda dengeye ulaştığı görülmektedir.Sonuç olarak $Ni^{2+}$ve $Ag^{+}$ katalizörlerinin cipro antibiyotiğinin $NaBH_4$ reaktifi ile bozunmasında etkili bir katalizör olarak kullanılabileceği görülmüştür.

## KAYNAKLAR


- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. R., Díaz, M. J., Bringas, P., Martínez, M. A., Fernández-Cruz, M. L., ... &Fernández, R. (1995). Pharmacokineticsandresidues of enrofloxacin in chickens. AmericanJournal of VeterinaryResearch, 56(4), 501-506.
- Altun, T., & Ecevit, H. (2024). Fabricationandcharacterization of Halloysite–Fe3O4–Ag nanocomposite as efficientcatalystfor metronidazole degradationbyusingsodiumborohydride: Artificialneural network modeling. MaterialsChemistryandPhysics, 317, 129145.
- Ecevit, H., & Altun, T. (2025). Catalyticdegradation of metronidazole by NaBH4 reductionusing Ag/Fe3O4-bentonite nanocomposite: Artificialneural network modeling. Journal of WaterProcessEngineering, 76, 108177.
- Edebali, S. (2023). Synthesisandcharacterization of MIL-101 (Fe) as efficientcatalystfortetracyclinedegradationbyusing NaBH4: Artificialneural network modeling. AppliedSurfaceScienceAdvances, 18, 100496.
- He, J., Song, G., Wang, X., Zhou, L., & Li, J. (2022a). Multifunctionalmagnetic Fe3O4/GO/Ag compositemicrospheresfor SERS detectionandcatalyticdegradation of methyleneblueandciprofloxacin. Journal of AlloysandCompounds, 893, 162226
- He, X., Kim, H., Dong, T. G., Gates, I., & Lu, Q. (2022). Greensynthesis of Ag/lignin nanoparticle-loadedcelluloseaerogelforcatalyticdegradationandantimicrobialapplications. Cellulose, 29(17), 9341–9360.
- Li, Y., Wang, Y., Lu, H., & Li, X. (2020b). Preparation of CoFe2O4–P4VP@Ag NPs as effectiveandrecyclablecatalystsforthedegradation of organicpollutantswith NaBH4 in water. International Journal of HydrogenEnergy, 45(32), 16080–16093.
- Lv, Z., Chen, W., Cai, Y., Chen, K., Li, K., Fang, M., Tan, X., & Wang, X. (2022). HomogeneousNinanoparticlesanchored on mesoporous N-dopedcarbon as highlyefficientcatalystsforCr (VI), tetracyclineanddyesreduction. AppliedSurfaceScience, 575, 151748.
- Parshall, G. W., Nugent, W. A., Chan, D. M.-T., & Tam, W. (1985). A new role fororganometallicreactions in organicsynthesis in industry. PureandAppliedChemistry, 57(12), 1809–1818.
- Ravikumar, K. V. G., Dubey, S., pulimi, M., Chandrasekaran, N., &Mukherjee, A. (2016). Scale-upsynthesis of zero-valentironnanoparticlesandtheirapplicationsforsynergisticdegradation of pollutantswithsodiumborohydride. Journal of MolecularLiquids, 224, 589–598.
- San Martín, B., Cornejo, J., Iragüen, D., Hidalgo, H., &Anadón, A. (2007). Depletionstudy of enrofloxacinandits metabolite ciprofloxacin in edibletissuesandfeathers of whiteleghornhensbyliquidchromatographycoupledwith tandem massspectrometry. Journal of FoodProtection, 70(8), 1952-1957.
- Topal, M., Uslu Şenel, G., Arslan Topal, E. I. ve Öbek, E. (2015). Antibiyotikler ve kullanım alanları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 31(3), 121-127.

# METRONİDAZOLÜN HOMOJEN KATALİTİK İNDİRGEME İLE GİDERİMİ: $NABH_4$ / $Ag^+$ - $Ni^{2+}$ SİSTEMİ

***Zehra KAYA***

***Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ECEVİT***

*f221216014@ktun.edu.tr; hecevit@ktun.edu.tr*

*Kimya Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Konya Teknik Üniversitesi,42250, Konya*

**ÖZET**

Antibiyotiklerin önemli bir kısmı, uygulandıkları canlı organizmalardatamamıyla metabozile edilmeden vücuttan atılır. Antibiyotiklerin yaygın kullanımı sonucunda ise bu durum çeşitli halk sağlığı sorunlarına yol açar. Metronidazol, arıtma süreçlerinde gösterdiği dirençli yapısından kaynaklı olarak atıksu arıtımında giderimi zor olan kirleticiler arasındadır.

Bu çalışmada, metronidazol antibiyotiğinin katalitik bozunması için $NaBH_4$ reaktifi ile homojen katalizör olarak gümüş ($Ag^+$) ve nikel ($Ni^{2+}$) iyonlarının kullanımları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında farklı ortam şartlarında giderim denemeleri yapılarak pH, temas süresi, $NaBH_4$ ve katalizör derişimiparametrelerinin reaksiyona etkileri incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda $NaBH_4$ destekli $Ag^+$ ve $Ni^{2+}$ içeren homojen katalitik sistemin metronidazol giderimi üzerinde etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antibiyotik, Antibiyotik giderimi, Homojen kataliz, Metronidazol

**ABSTRACT**

A significant portion of antibiotics are excreted from the body of the living organisms to which they are administered without being completely metabolized. The widespread use of antibiotics leads to various public health problems. Metronidazole, due to its resistant nature in wastewater treatment processes, is among the pollutants that are difficult to remove.

In this study, the use of silver (Ag+) and nickel (Ni2+) ions as homogeneous catalysts with NaBH4 reagent for the catalytic degradation of metronidazole antibiotic was investigated. Within the scope of the study, removal experiments were conducted under different environmental conditions, and the effects of pH, contact time, NaBH4, and catalyst concentration parameters on the reaction were examined. As a result of this study, it was determined that the homogeneous catalytic system containing NaBH4-supported Ag+ and Ni2+ is an effective and applicable method for metronidazole removal.

**Keywords:**Antibiotic,Antibioticremoval, Homogenouscatalysis, Metronidazol

## 1. GİRİŞ

Antibiyotikler bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılan, mikroorganizmaların büyümesini durduran veya öldüren farmasötik bileşiklerdir (Özkan, 2025). Evsel ve tarımsal faaliyetler sonucunda antibiyotikler göller, yer altı suları gibi su kaynaklarına ulaşarak bakteriyel direnç gelişimini artırmaktadır (Elrayani, 2025). Antibiyotiklerin dünya çapında

çok yaygın kullanılmaktadır. Bu durum antibiyotikleri; çoklu dirence sahip bakterileri artırmasından kaynaklı ekolojik dengeyi tehdit eden önemli bir sorundur (Güngördü, 2018).

Metronidazol,nitromidazol türevi olan bir antibiyotiktir. Nitromidazoller özellikle anaeroblar, protozonlar ve bazı helmintlere karşı etkili olan antibiyotiklerdir (Baltaoğlu, 2019). Metronidazol mutajonik ve kanserojen bir türdür bu sebepler halk sağlığı konusunda ciddi problemlere yol açmaktadır. Geleneksel su arıtma yöntemleri metronidazolü ortadan kaldırmada yeterli kalmamaktadır (Ecevit, 2024).

Konvansiyonel atıksu arıtma işletmelerinde filtrasyon, kogülasyon, çökeltme, sedimentasyon ve biyolojik prosesler uygulanmaktadır. Fakat bu yöntemlerin de antibiyotik giderimi için yeterli kalmadığından çeşitli yöntemlere başvurulmaktadır (Ecevit, 2024). Konvansiyonel biyolojik arıtma sistemleri, antibiyotiklerin mikrobiyal aktivite üzerindeki inhibisyon (durdurucu) etkisi nedeniyle düşük verimle çalışmaktadır (Akın, 2021).

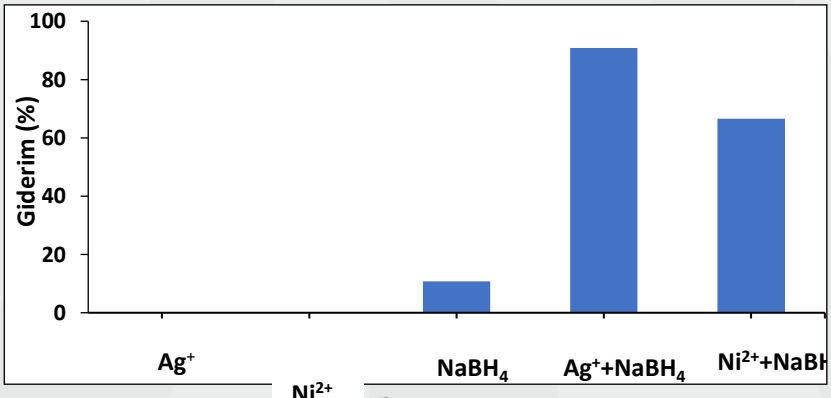
Homojen kataliz, katalizör ile reaksiyon sistemi aynı fazda olduğu katalitik süreçlerdir. Heterojen katalize göre daha seçici ve yüksek performans gösterebilmekle birlikte katalizörün ayrılması ve geri dönüştürülmesi konusunda zorluklara sahiptir (Yılmaz, 2018).

Bu çalışmada $Ni^{2+}$ ve $Ag^{+}$ homojen katalizörleri kullanılarak metronidazolün indirgenerek bozunması ve giderimi incelenmiştir. Literatürde antibiyotiklerin katalitik indirgeme yoluyla giderimleri üzerine az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma, antibiyotik içeren atıksuların arıtımı için verimli ve etkili süreçlerin geliştirilmesi üzerine literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

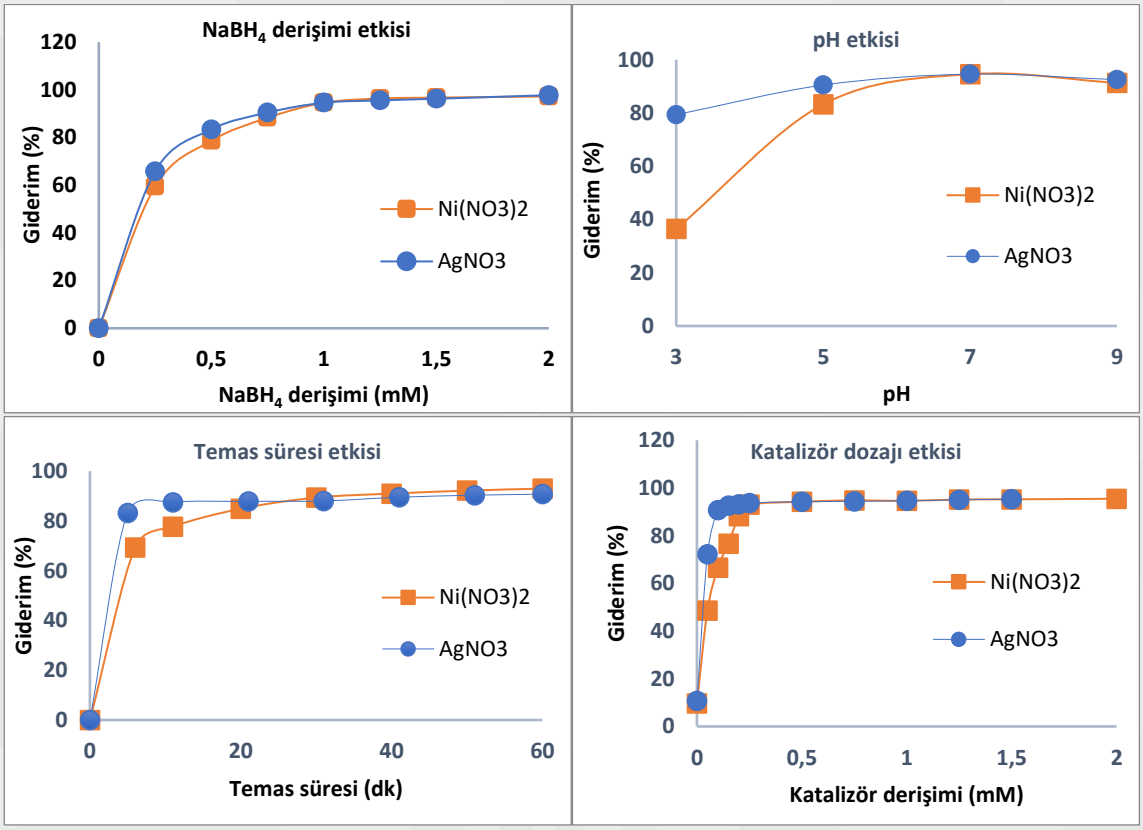
Giderim denemeleri için 30 ppm'lik metronidazol (MNZ) çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiden deney tüpüne 5 mL alınmış ve üzerine katalizör olarak ayrı ayrı uygun miktarlarda 0,01 M'lık$Ni(NO_3)_2$ ve $AgNO_3$ çözeltilerinden eklenmiştir. Daha sonra belirli derişimde $NaBH_4$ çözeltisinden istenilen miktarda eklenmiştir. Karışım çalkalayıcıya konulup 180 rpm'de 60 dakika boyunca karışması sağlanmıştır. Santrifüj cihazı ile parçacıklar uzaklaştırılıp çözeltide kalan MNZ derişimleri UV-visible spektrofotometresinde 319 nm dalga boyunda analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar yüzde giderim olarak verilmiştir. Böylece optimum verimin elde edildiği pH, temas süresi, $NaBH_4$ derişimi ve katalizör dozajı belirlenmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA



**Şekil 1.** MNZ Gideriminde $Ag^{+}$, $Ni^{2+}$ ve $NaBH_4$'ün Tekil ve Sinerjik Etkileri

Şekil 1'de görüldüğü gibi, MNZ çözeltisine sadece $NaBH_4$ eklendiğinde giderim yüzdesi %10 iken ortama $Ag^{+}/Ni^{2+}$ katalizörlerinin ilavesiyle reaksiyon giderim yüzdesi %88 ve %90 seviyelerine çıkmıştır. Yani $NaBH_4$ tek başınayken giderim ihmal edilebilir düzeydedir.




**Şekil 2.**$NaBH_4$, pH, Temas Süresi ve Katalizör Dozajının Etkisi

Şekil 2'de verilen sonuçlara göre;pH: 7, $NaBH_4$ derişimi: 0,1 mM, $Ni(NO_3)_2$ dozajı: 0,25 mM, $AgNO_3$ dozajı: 0,1 mM, temas süresi: 60 dakika iken optimum verimin elde edildiği görülmüştür. $AgNO_3$ katalizörlüğünde %90, $Ni(NO_3)_2$ katalizörlüğünde %88 verim elde edilmiştir. Bu $Ni^{2+}$ve $Ag^{+}$, MNZ'ninnitro ($-NO_2$) grubunun amino ($-NH_2$) grubuna indirgemesinde etkin bir rol oynadığını göstermektedir. $NaBH_4$ çözeltide $BH_4^{-}$ iyonlarını oluştururken, bu iyonlar katalizör iyonları yardımıylaMNZ moleküllerini indirgemektedir. Sonuç olarak, $Ag^{+}$ ve $Ni^{2+}$ iyonları reaksiyondaki, elektron transferini hızlandırarak reaksiyon süresini 5 dakikaya kadar indirmiştir.

## KAYNAKLAR


- Akın, S., (2021). Grafen Esaslı Nanokompozitlerin Sentezi ve Antibiyotiklerin Katalitik Olarak Gideriminde Kullanımı. (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baltaoğlu, E., (2009). Metronidazol'ün Elektrokimyasal Özelliklerinden Yararlanılarak İlaç Dozaj Formlarından Miktarının Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Onsekiz Mart Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı.
- Cantopcu, E., Ticari Olarak Temin Edilen Homojen Katalizör Etkisinde ArilAzidlerin Primer Aminlere İndirgenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Düzce Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı.
- Demir, D., N-HeterosiklikKarbenlerin Bakı(I) Kimyası: Sentez ve Homojen Kataliz Uygulamaları. (Doktora Tezi) Celal Bayar Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı.
- Ecevit, H,. (2024). Gümüş Katkılı Manyetik Kil Nanokompozitleri Kullanılarak Metronidazol ve Siprofloksasin Antibiyotiklerinin Katalitik Bozunması ve Prosesin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi. (Doktora Tezi) Konya Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Elrayani, M., (2025). Metronidazol İlaç Etken Maddesinin Sulu Çözeltilerinden Adsorpsiyonu. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Güngördü, A.,(2018) Atıksulardan İleri Arıtım Yöntemleri ile Antibiyotik Giderimi. (Doktora Tezi).Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkan, D,. (2025). Ag / Ni Destekli BaWO4 Sentezi karakterizasyonu ve Fotokatalitik Uygulamaları: Flumequin Antibiyotik Giderimi ve Bakteriyel İnaktivasyon Etkinliğinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı.
- Yılmaz, A., Gümüş Nanoparçacıkları İçeren Montmorrilonitin Sentezlenmesi ve Boyaların Bozunması İçin Kullanılması, (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı.

www.ktun.edu.tr

KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
1970

/ KTUNEDU

GELİŞİMİN ÖNCÜSÜ

# 10. KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK ÖĞRENCİ PROJE PAZARI

12-14 MAYIS 2026 - KONYA

TÜBİTAK

ETİ ALÜMİNYUM

BENİM ŞEHRİM

KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

KAPSUL TEKNOLOJİ PLATFORMU

MEPSAN Innovation in motion

petek PLASTİK

SIMKON Mühendislik-Otomasyon

tmmob makina mühendisleri odası konya şubesi

FOTOKOPİ 99
PROFESYONEL DİJİTAL BASKI MERKEZİ
Yayıncılık & Matbaacılık
Sertifika No: 76711

E-book ISBN
978-625-95466-2-9
9 786259 546605

DETAYLI BİLGİ
https://ktmopp
ktun.edu.tr