

JSR C

E-ISSN: 2117 - 8633

Number 4

June 2023

# JOURNAL OF SCIENTIFIC REPORTS.C



Kutahya Dumlupinar University Scientific Reports C  
Evliya Celebi Campus Tavsanli Road 10 KM. 43270 Kutahya

Phone : (0274) 443 19 29 - 30  
E-mail : [joursrc@gmail.com](mailto:joursrc@gmail.com)  
[www.gsjsrc.com](http://www.gsjsrc.com)

Dumlupinar University Press

gate of  
science



#### Sahibi

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi adına  
Prof. Dr. Kazım UYSAL (Rektör)  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü adına  
Doç. Dr. Arif KOLAY (Enstitü Müdürü)

#### Owner

On Behalf of Kütahya Dumlupınar University  
Prof. Dr. Kazım UYSAL (Rector),  
On Behalf of Institute of Graduate Studies  
Assoc. Prof. Dr. Arif KOLAY (Director)

#### Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Önder UYSAL	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. Cengiz YENİKAYA	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Cengiz KARAGÜZEL	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. Gürsel YANIK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Doç. Dr. Cemal PARLAK	Ege Üniversitesi / Fizik
Doç. Dr. Nevzat BEYAZIT	Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Çevre Mühendisliği
Doç. Dr. Levent URTEKİN	Ahi Evran Üniversitesi / Makine Mühendisliği
Prof. Dr. Fatih ŞEN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Biyokimya
Dr. Öğr. Üyesi Ümran ERÇETİN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Makine Mühendisliği

Journal of Scientific Reports-C dergisi, yayın hayatına 2000 yılında başlayan Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi ayrılmış olup, Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda düzenli olarak 2 kez yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir. Derginin yazım dili Türkçe ve İngilizce'dir. Dergiye gönderilen makaleler, editör kurulu tarafından seçilen ve konusunda uzman en az iki hakem tarafından değerlendirilmektedir. Dergiye sunulan bütün makaleler çift-körleme yöntemiyle değerlendirilmektedir. Değerlendirilmek üzere dergimize gönderilen makalelerin, daha önce yayınlanmamış, yayınlanmak üzere kabul edilmemiş ve yayınlanmak için başka bir dergide değerlendirilme sürecinde olmaması gerekmektedir. Dergide yayınlanan yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

Dergi, fen ve mühendislik bilimlerinde ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmalarını bilim insanları ve kamuoyu ile paylaşmayı amaçlar. Dergiye, fen ve mühendislik bilim dallarında yapılan, özgün araştırma makaleleri, derleme makaleleri ve kısa notlar kabul edilir. Özgün araştırma makalelerinin başka dergilerde yayınlanmamış olması, teorik ve deneysel sonuçlar içermesi beklenir. Derleme makalelerinde ise belirli bir konu üzerinde bilimsel, teknolojik ve güncel gelişmelerin geniş bir kaynakça kullanılarak yansıtılması ve bunların doyurucu bir değerlendirilmesinin yapılması aranır. Kısa notlar, özgün bir çalışmanın ilk bulgularının duyurulması amacıyla yönelik hazırlanan kısa yazılar olmalıdır.

#### **İçerik Politikası**

Dergimiz açık erişim dergisi olup, makale değerlendirme süresi 1-2 aydır

**Yazışma Adresi:** Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Yerleşkesi Fen Bilimleri Enstitüsü 43270 KÜTAHYA

**Telefon:** 0 274 443 19 42

**Faks:** 0 274 265 20 60

**E-posta:** [joursrc@gmail.com](mailto:joursrc@gmail.com)

**Web Sayfası:** [gsjrcc.com](http://gsjrcc.com)

Journal of Scientific Reports-C was separated from Journal of Science and Technology of Dumlupınar University which started its publication life in 2000 and is a national peer-reviewed journal published regularly twice a year in June and December. The language of the journal is Turkish and English. Articles submitted to the journal are evaluated by at least two referees who are experts in the subject and selected by the editorial board. All articles submitted to the journal are evaluated by the double-blind method. Articles submitted to our journal for review should not be previously published, accepted for publication and in the process of being evaluated for publication in another journal. All responsibility for the articles published in the journal belongs to the author(s).

The journal aims to share scientific studies carried out in the fields of science and engineering at national and international level with scientists and the public. Original research articles, review articles and short notes in science and engineering disciplines are accepted for the journal. Original research articles are expected to contain theoretical and experimental results and should not be published in other journals. In the review articles, it is expected that scientific, technological and current developments on a specific subject are reflected by using an extensive bibliography and made a satisfying evaluation of these. Short notes should be brief writings prepared to announce the first findings of an original study.

#### **Editorial Policy**

The journal is open access and the article evaluation period is between 1-2 months.

**Correspondence Address:** Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Yerleşkesi Fen Bilimleri Enstitüsü 43270 KÜTAHYA

**Phone:** 0 274 443 19 42

**Fax:** 0 274 265 20 60

**E-mail:** [joursrc@gmail.com](mailto:joursrc@gmail.com)

**Webpage:** [gsjrcc.com](http://gsjrcc.com)

**Bölüm Editörleri / Section Editors**

<b>İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering</b> Prof. Dr. M. Çağatay KARABÖRK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering</b> Prof. Dr. Ramazan KÖSE	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Elektrik-Elektronik Mühendisliği / Electrical-Electronics Engineering</b> Dr. Öğr. Üyesi Kadir VARDAR	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Bilgisayar Mühendisliği / Computer Engineering</b> Doç. Dr. Doğan AYDIN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering</b> Dr. Öğr. Üyesi Kerem CİDDİ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Maden Mühendisliği / Mining Engineering</b> Dr. Öğr. Üyesi Uğur DEMİR	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Jeoloji Mühendisliği / Geology Engineering</b> Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ÖZBURAN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Metalurji ve Malzeme Mühendisliği / Metallurgical and Materials Engineering</b> Prof. Dr. İskender IŞIK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Gıda Mühendisliği / Food Engineering</b> Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Çevre Mühendisliği / Environmental Engineering</b> Doç. Dr. Nevzat BEYAZIT	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
<b>Matematik / Mathematics</b> Dr. Öğr. Üyesi Cansu KESKİN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Fizik / Physics</b> Doç. Dr. Huriye Sanem AYDOĞU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Kimya / Chemistry</b> Doç. Dr. Bülent ZEYBEK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Biyoloji / Biology</b> Dr. Öğr. Üyesi Nüket Akalın BİNGÖL	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>Biyokimya / Biochemistry</b> Doç. Dr. Derya KOYUNCU ZEYBEK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
<b>İş Sağlığı ve Güvenliği / Occupational Health and Safety</b> Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

Prof. Dr. Sibel AKAR	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK	Selçuk Üniversitesi / Biyoloji
Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK	Gazi Üniversitesi / Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği
Prof. Dr. Uğur ARİFOĞLU	Sakarya Üniversitesi / Elektrik-Elektr. Mühendisliği
Prof. Dr. Oktay ARSLAN	Balıkesir Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Şükrü ASLAN	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi / Çevre Mühendisliği
Prof. Dr. Ülfet ATAV	Selçuk Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Mustafa BAYRAKTAR	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Niyazi BİLİM	Konya Teknik Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. İsmail BOZTOSUN	Akdeniz Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Erdal ÇELİK	Dokuz Eylül Üniversitesi / Metalurji Malzeme Müh.
Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Biyoloji
Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Gıda Mühendisliği
Prof. Dr. Mehmet Ali EBEOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Elektrik-Elektr. Müh.
Prof. Dr. İsmail Göktay EDİZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. İsmail EKİNCİOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Kaan ERARSLAN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Maden Mühendisliği
Prof. Dr. Zeynal Abiddin ERGÜLER	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Prof. Dr. Seyhan FIRAT	Gazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği
Prof. Dr. Remzi GÖREN	Sakarya Üniversitesi / Met. Malzeme Müh.
Prof. Dr. Rasim İPEK	Ege Üniversitesi / Makine Mühendisliği
Prof. Dr. Refail KASIMBEYLİ	Eskişehir Teknik Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği
Prof. Dr. Hamdi Şükür KILIÇ	Selçuk Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Prof. Dr. İsmail KOCAÇALIŞKAN	Yıldız Teknik Üniversitesi / Moleküler Biy. ve Genetik
Prof. Dr. Mahmut KOÇAK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / Mat.-Bilgisayar
Prof. Dr. Muhsin KONUK	Üsküdar Üniversitesi / Moleküler Biy. ve Genetik
Prof. Dr. Mustafa KURU	Başkent Üniversitesi / Moleküler Biy. ve Genetik
Prof. Dr. Ömer İrfan KÜFREVİOĞLU	Atatürk Üniversitesi / Biyokimya
Prof. Dr. Halim MUTLU	Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği
Prof. Dr. Ekrem SAVAŞ	İstanbul Ticaret Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Murat TANIŞLI	Eskişehir Teknik Üniversitesi / Fizik
Prof. Dr. Ali Rehber TÜRKER	Gazi Üniversitesi / Kimya
Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN	Giresun Üniversitesi / Biyoloji
Prof. Dr. Abdülmecit TÜRÜT	İstanbul Medeniyet Üniversitesi / Fizik Mühendisliği
Prof. Dr. Eşref ÜNLÜOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği
Prof. Dr. Nurettin YAYLI	Karadeniz Teknik Üniversitesi / Eczacılık
Prof. Dr. Yusuf YAYLI	Ankara Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Elçin YUSUFOĞLU	Uşak Üniversitesi / Matematik
Prof. Dr. Hüseyin Serdar YÜCESU	Gazi Üniversitesi / Otomotiv Mühendisliği
Prof. Dr. Mehmet Tevfik ZEYREK	Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Fizik

**JOURNAL OF SCIENTIFIC REPORTS-C**

**İÇİNDEKİLER / CONTENTS**

**ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES**

- Kurye ve Kargo Amaçlı Dikey İniş Kalkış Yapabilen İnsansız Hava Aracı Tasarımı ve Üretimi*** 1-13  
*Design and Manufacturing of Unmanned Aerial Vehicle for Courier and Cargo Purpose*  
Ömer Melih SEVİCİ, Ahmet Aziz BİLGİN, Soydan SERTTAŞ\*

**DERLEME MAKALELER / REVIEW ARTICLES**

- Farklı Cihazlarla Üç Boyutta Elde Edilen Verilerin Madencilik Çalışmalarında Kullanımı*** 14-32  
*The Use of Data Obtained in Three Dimensions with Different Devices in Mining Studies*  
Mehmet ÖZDEMİR\*
- The Synthesis of Nanoparticles and the Current Application in Different Domains*** 33-53  
*Nanoparçacıkların Sentezi ve Farklı Alanlarda Güncel Uygulamaları*  
Tuğçe AGACBOZAN, Ipek COBAS, Gulsade SAHİN, Dilay TASKIN, Nail OZSULUOĞLU, Ferhat UZEN, Alattin BOLUT, Fatih SEN\*



## KURYE VE KARGO AMAÇLI DİKEY İNİŞ KALKIŞ YAPABİLEN İNSANSIZ HAVA ARACI TASARIMI VE ÜRETİMİ

Ömer Melih SEVİCİ<sup>1</sup>, Ahmet Aziz BİLGİN<sup>2</sup>, Soydan SERTTAŞ<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Kütahya, [melihsevici@gmail.com](mailto:melihsevici@gmail.com), ORCID: 0009-0001-7315-0419

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Kütahya, [ahmetazizbilgin@gmail.com](mailto:ahmetazizbilgin@gmail.com), ORCID: 0009-0004-9387-5291

<sup>3</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kütahya, [soydan.sertas@dpu.edu.tr](mailto:soydan.sertas@dpu.edu.tr), ORCID: 0000-0001-8887-8675

Geliş Tarihi (Received Date): 05.05.2023

Kabul Tarihi (Accepted Date): 25.06.2023

### ÖZ

İnsansız Hava Araçları (İHA) içinde fiziksel olarak insan bulunmayan, uzaktan kumanda veya otonom olarak uçan araçlardır. Askeri ve sivil olmak üzere birçok alanda İHA'lar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sivil alanda kullanılmak üzere kurye veya kargo göreviyle kişi ve kurumlara destek olmak amacıyla düşük maliyetli, hızlı ve QR kod aktivasyonla yük taşıma haznesi bulunan ve dikey iniş kalkış yapabilen lojistik bir İHA tasarlanıp üretilmiştir. Bu İHA, geliştirilen yazılım sayesinde hedef/nesne tespiti ile kargo adres konumuna ulaşabilmektedir. Otonom ve manuel uçuşa yeteneğine de sahip olan İHA aynı zamanda görüntü, hız, konum ve basınç verilerini de bağlı olduğu yer istasyonuna anlık olarak aktarabilmektedir. Ayrıca Lidar, kamera, pitot tüp gibi bileşenler kullanılarak uçuş verilerindeki doğruluk artırılmıştır. Geliştirilen İHA 30 m irtifaya, 14 m/s yatay hıza ve yüksek manevra kabiliyetine sahip olmuştur. İHA'nın kanat açıklığı 1400 mm, uzunluğu 1200 mm ve ağırlığı 3 kg olacak şekilde üretilmiştir. Tasarlanan ve gerçekleştirilen İHA'nın performans başarısını ölçmek için havacılık, uzay ve teknoloji festivali olan Teknofest yarışmalarına katılmıştır. Yarışmada Türkiye birinciliği elde edilerek tasarımın başarısı ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *İnsansız Hava Araçları, Dikey İniş Kalkış, VTOL İHA, İHA Kargo, İHA Kurye*

### DESIGN AND MANUFACTURING OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR COURIER AND CARGO PURPOSE

### ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicles (UAV) are vehicles that are not physically human and fly remotely or autonomously. UAVs are used in many fields, including military and civilian. In this study, a low-cost, fast, and QR code activation logistics UAV capable of vertical take-off and landing was designed and produced for use in the civilian field, in order to support individuals and institutions with courier or cargo duties. Thanks to the software developed, this UAV can reach the cargo address location with target/object detection. Having the ability to fly autonomously and manually, the UAV can also instantly transfer image, speed, position, and pressure data to the ground station it is connected to. In

addition, the accuracy of flight data has been increased by using components such as Lidar, camera, and pitot tube. The developed UAV has an altitude of 30 m, a horizontal speed of 14 m/s, and high maneuverability. The wingspan of the UAV is 1400 mm, its length is 1200 mm and its weight is 3 kg. In order to measure the performance success of the designed and realized UAV, Teknofest competitions, which are aviation, space, and technology festivals, were attended. The success of the design was demonstrated by winning first place in Türkiye in the competition.

**Keywords:** *Unmanned Aerial Vehicles, Vertical Take-off and Landing, VTOL UAV, UAV Cargo, UAV Courier.*

## 1. GİRİŞ

İnsansız hava araçları (İHA), içerisinde fiziki olarak insan bulunmadan uçan ve üstlendikleri görevleri otonom olarak insan etkisi olmaksızın ya da uzaktan yönetilerek gerçekleyen hava araçları olarak tanımlanırlar [1]. İnsanlı uçakların operasyon ve manevra kabiliyetleri G-kuvveti veya yorgunluk gibi insani faktörlerle sınırlanmaktadır. Bu sınırlamalar İHA teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde azaltılmaya ve hatta ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır [2]. İHA'ların uçuş ve kontrolleri bir insan kullanıcı tarafından kumanda ile ya da belirli görevleri oto pilot olarak sisteme gömülü olan bilgisayar tarafından otonom olarak yapılmaktadır [3]. İHA'ların neredeyse tümü insansız uçuşuna rağmen İHA sistemlerinin insanlı olduğu unutulmamalıdır. İHA sistemleri belli bir dereceye kadar otonom işlev yapsa da görev süresince devamlı insan kontrolü ve müdahalesini gerektirmektedir. İHA sistemlerinde pilot, teknik bakım personeli, yük operatörü ve analiz personeli bulunur [4]. İHA çalışmalarında odaklanılan nokta insansız ve hatasız bir sistemin tasarımıdır. Örneğin, ABD ordusundaki İHA'lar hakkında yeterli veri toplanıp, İHA'ların güvenilirliği üzerine analizler yapılmıştır [5]. Analizler sonucunda, ABD üretimi ve İsrail üretimi İHA'ların arıza yapma (verme) yüzdelerinin yakın olduğu görülmüştür. Öngörüle insan hatası kaynaklı düşünülen kaza oranlarının pilotlu uçaklar ve İHA'lar arasında ters orantılı (%17'e karşı %85) olduğu saptansa da, İHA sistemlerinde ya da pilotlu uçakta insan hatalarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. İHA'larda sıkça meydana gelen sistem arızalarının bu gerçeği gizlediği de belirtilmiştir [6]. Üretilen araçların can kaybını engellediği fakat hata payının aynı oranda olduğu da görülmektedir. Üzerinde çalışılan İHA sistemlerinde insan gücünü ve hata payını en aza indirmek için İHA içerisinde bulunan otonom sistemlerin geliştirilmesi ve müdahalesiz bir sistem tasarlanması üzerine odaklanılmıştır. Bu sistemlerin özellikle askeri alanda kullanımı incelenerek bazı temel görev alanları belirlenmiştir. Bu alanlar, gözetleme, keşif, taarruz, hedef benzetimi, elektronik harp ve özel görevlerdir [7].

Teknolojinin ilerlemesiyle yaygınlaşan e-ticaret sitelerinin insanlara sunduğu imkânların artması ile insanlar, evlerinden çıkmadan tüm ihtiyaçlarını mobil veya web tabanlı yazılımlar üzerinden sipariş vererek karşılayabilmektedir. Satıcı firma tarafında oluşan fiyat ve zaman kayıpları bu işi gerçekleştiren (kurye, kargocu, postacı vb.) ara birimlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca gün geçtikçe artan zorlu trafik koşulları, çalışanların can ve mallarını tehlikeye atmaktadır. Çözüm ise trafik sorunu olmayan daha düşük maliyetli, hızlı ve dikey iniş kalkış yapabilen (VTOL) lojistik bir İHA geliştirilmesidir. Bu amaçla yapılan çalışmada QR kod aktivasyonla yük taşıma haznesi bulunan VTOL İHA tasarlanmış ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Mobil uygulama üzerinden verilen siparişlerin İHA ile teslim edilmesi başarı ile sağlanmıştır. Verilen siparişlerin görüntülenmesi, onaylanması, aracın anlık (hız, irtifa, konum, kamera görüntüsü) verilerinin gösterilmesi ve araca hareket komutları verilebilmesi için arayüz tasarlanmıştır.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Karaağaç çalışmasında İHA'ların insanlı uçaklara ve uydulara göre avantajlarını incelemiştir [8]. İnsanlı uçaklara göre avantajlarının işletme maliyeti, uzun uçuş süresi ve insan kaynaklı hata riskinin azlığı olarak belirtmiştir. Uydulara göre avantajlarının ise düşük tedarik, idame ve işletme maliyeti, elde edilen verilerin daha doğru ve kaliteli olması ve daha yüksek manevra kabiliyetinin bulunması olarak ifade etmiştir.

SSM çalışmasında [7] İHA sistemlerinin görev alanlarını askeri ve sivil kullanım olarak ayırmıştır. Askeri kullanım alanlarının Keşif/Gözetleme desteği, taarruz, hedef benzetimi, elektronik harp ve özel görevler olduğunu; Sivil kullanım alanlarının ise jeolojik araştırmalar, atmosfer araştırmaları, deniz devriyesi, uluslararası sınır devriyesi, uyuşturucu trafiği izleme, yol trafiği izleme, afet operasyon yönetimi, ekin ve hasat durumu izleme, arazi haritalama ve yüksek voltajlı güç hattı izleme olduğunu belirtmiştir. Korkmaz da çalışmasında [9] geçmişten günümüze İHA'ların tarihi sürecine odaklanmış ve özellikle sivil amaçlı İHA'ların kullanım alanlarını incelemiştir.

Literatürde İHA'lar ile alakalı tasarım çalışmaları da bulunmaktadır. Akşar çalışmasında [10] İHA kanat tasarımının uçuş süresi, kalkış hızı ve manevra kabiliyeti üzerine etkilerini incelemiş ve her üç parametreye de önemli oranda etki ettiğini göstermiştir. Ağır yük taşıyacak İHA'ların kanatlarına flapler eklenebileceği ve böylece İHA'nın yük kapasitesinin iki katına çıkarılabileceği hesaplanmıştır. İHA'nın pistten kısa sürede kalkması gerekiyorsa kanat tasarımında vstall hızını etkileyecek değişikliklerin yapılabileceği belirtilmiştir. İHA'nın sürüklenme katsayısının azaltılarak yakıt tüketiminin azaltılabileceği de eklenmiştir. Tüm İHA özellikleri sabit kalmak şartıyla havada kalma süresi arttırılmak istenirse kanat tasarımı ile bunun sağlanabileceği de ortaya konmuştur. Acar çalışmasında [11] kanat bağlantı açılarının önemine vurgu yapmış olup, 4 motorlu, 1.3 m kanat açıklığına, 1.45 m gövde uzunluğuna, 1 kg yük kapasitesine sahip toplamda 4.5 kg ağırlığında VTOL türünde bir İHA tasarlamıştır. Kanat bağlantı açıları 5 farklı değer ile Ansys Fluent programında incelenmiş olup en iyi değer 0 derece olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, optimum dihedral açısının optimum yine 0 derece, burulma açısı olarak da 10 derecenin en iyi değeri verdiğini belirtmiştir. Özbek de çalışmasında [12] elektromekanik doğa benzetimli gözlem yapan mini İHA tasarımı yapmış olup, İHA'yı yapısal ve aerodinamik olarak incelemiştir. İHA'ya kanat çırpma özelliği eklenerek doğaya en uygun, yenilikçi ve performanslı bir tasarıma ulaşılmıştır. Kanat çırparak ve süzülerek yapılan uçuş denemelerinde incelenen taşıma analizlerinde kanatların süzülme hareketi sırasında 11 N, aşağı hareketi sırasında 20 N ve yukarı hareketi sırasında 6 N kuvvet ürettiği görülmüştür. Bu uçuşlar esnasında İHA'nın 1.12 kg ağırlıkla havada kalabildiği ve 200 gram faydalı yük taşıyabildiği de görülmüştür. Pala çalışmasında uçuşu gerçekleştirmek üzere 4 rotor arasındaki itki değişiminin kullanıldığı ve mod geçişi karmaşıklığını azaltan 3 sabit kanatlı bir sistem kullanmıştır [13]. Tasarımın tilt-rotor benzeri tasarımlardan en büyük farkının, motor itki düzleminin bütün gövdeyle beraber değişmesi olduğunu da belirtmiştir. Tasarlanın İHA'nın havada kalma süresi 15 dk ve uçuş mesafesi de 10 km olarak gerçekleşmiştir. İslan ise kanat gövde tipindeki İHA'nın yapısal tasarımını incelemiş, kompozit malzeme kullanımının önemine değinmiştir [14]. İslan çalışmasında ayrıca kompozit malzeme kullanımının avantaj ve dezavantajlarını da sıralamıştır.

Elmas çalışmasında [15] dik-uçarların çalışma ilkelerini incelemiştir. Çalışmada, hareket denklemleri ve eksen takımları arasındaki matematiksel ilişki gösterilerek serbestlik açılarıyla ilişkili eşitlikler elde edilmiştir. Performans özelliklerini incelemek için "eCalc" isimli program kullanılmıştır. Yer

istasyonu yazılımı olarak da Mision Planner isimli program kullanılmıştır. Önal da VTOL bir İHA'nın optimum uçuş parametrelerinin belirlenmesi üzerine çalışmıştır [16]. Dikey kalkış yapan İHA'nın 12° hücum açısı ve 7,8 m/s hız ile en az güce ihtiyaç duyduğunu belirtmiş ve seyir uçuşu için de gerekli gücün 17,6 kW olduğunu hesaplamıştır. Ayrıca, azami menzil için en verimli enerji sarfiyatı için de 8° hücum açısı ve 8,9 m/s hız belirlemiş ve bu durumda enerji sarfiyatının 2,24 kJ/m olduğunu hesaplamıştır. Baykara çalışmasında [17] 1 saat dayanım süresine sahip, 450 knot hıza ve 15000 ft yüksekliğe çıkabilen bir İHA tasarımı gerçeklemiştir. Farklı konfigürasyonlara sahip prototiplerin rüzgâr tüneline testinin maliyetli olacağından FloEFD HAD yazılımı ile farklı konfigürasyonlardaki araçların limit hız tepkileri incelenmiştir. Ceylan çalışmasında [18] turbojet ve pervaneli yüksek irtifa tasarımları incelemiş olup, 1,5 m kanat açıklığı olan, 3.1 kg itki üretebilen, 2.2 kg ağırlığında, 25 dk uçuş yapabilen ölçekli ve pervaneli bir model oluşturmuştur. Konar ise çalışmasında [19] İHA'ların menzil ve uçuş sürelerinin iyileştirilmesi konusunda termal hava akımlarını incelemiş, stabil ve manuel uçuş modlarında termal hava akımı kullanımı ile yapılan uçuşta %61 daha fazla bir uçuş süresi elde etmiştir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Tasarım Ergonomisi**

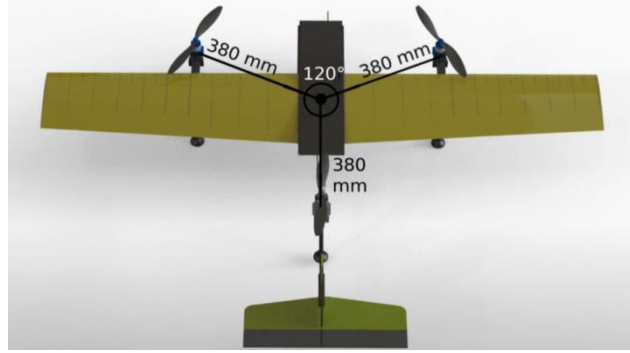
Tasarlanacak İHA'nın amacının sipariş noktalarına iniş yapabilmesi olmasından dolayı araç seçimi bu noktada en önemli kriterlerden birisi haline gelmektedir. Siparişlerin verildiği noktalarda iniş kalkış pistleri bulunmayacağından dolayı, aracın dikey kalkış ve iniş özelliklerine sahip olması çok önemlidir. Kalkış ve iniş için piste ihtiyaç duymaması ve multicopterlerden çok daha hızlı hareket edebilmesi VTOL araçları daha verimli kılmaktadır. Tasarlanan İHA'da, dikey kalkış özelliğinden ödün verilmeden standart VTOL araçlardan daha az motor sayısı ile ekonomiklik ve sadelik hedeflenmiştir. Araç önünde bulunan 2 adet motora tilt hareketi verilerek, yatay hareketi sağlamak için ekstra bir motordan kar sağlanmıştır.

#### **3.2. Tasarım Aşamaları**

Araç tasarımına öncelikle elektronik donanımların boyutları ve ağırlıkları hesaplanarak başlanmıştır. Balsa malzemeden üretilen gövdenin şase görevi görmesi için koza geçmeli gövde yöntemine göre parçaların çizimi Solidworks isimli CAD programı ile gerçekleştirilmiştir. Uçak üzerindeki şase bağlantı elemanları da programda çizilip STL formatına dönüştürüldükten sonra FDM baskıya hazır hale getirilmiştir.

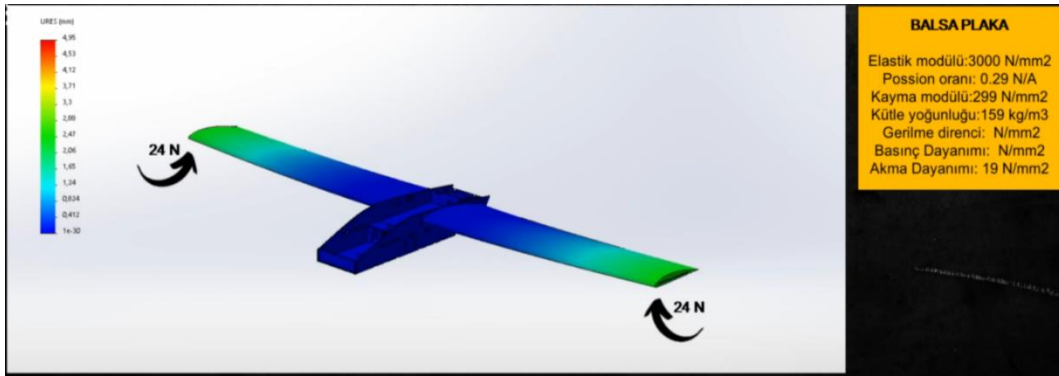
İHA'da hafiflik ve üretim kolaylığı açısından flat elevator ve rudder tasarımı kullanılmıştır. Hesaplanan reynold sayısı ve 15 m/s seyir hızı için s7055 profili tercih edilmiştir. 1.4 m kanat açıklığı 0,34 m<sup>2</sup> kanat alanı ve 1,20 m uzunluğa sahip İHA'nın motorları ağırlık merkezine göre konumlandırılmıştır. Üretim için gerekli olan profiller Dxf formatında alınarak üretim planı çıkarılmıştır. Gövde boyutları için elektronik donanımların ölçüleri ve ağırlıkları hesaplanmış, sonrasında aerodinamik esaslar göz önüne alınarak geometrisi tasarlanmıştır. CAD programı üzerinden tüm bileşenler çizilmiş veya hazır bulunan çizimleri kullanılarak gövde içerisi optimum şekilde kullanılmıştır.

Tüm İHA bileşenlerinin yerleşimi yapıldıktan sonra dikey kalkışı sağlayacak 3 dikey motorun konumları Şekil 1'de görüldüğü biçimde uçağın ağırlık merkezine göre 120 derecelik açıya denk gelecek şekilde gerçekleştirilmiştir. İcra edilecek görevde faydalı yük (yemek) taşımak için de gövde altına yük taşıma haznesi tasarlanıp yerleştirilmiştir.

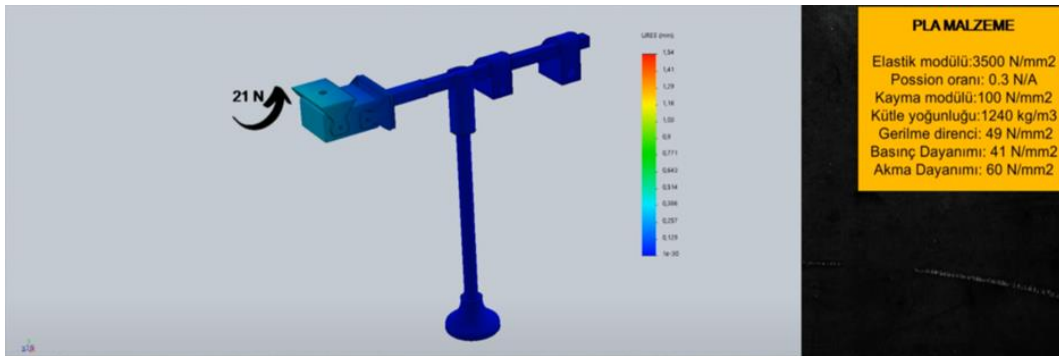


Şekil 1. 3 dikey motor konumları.

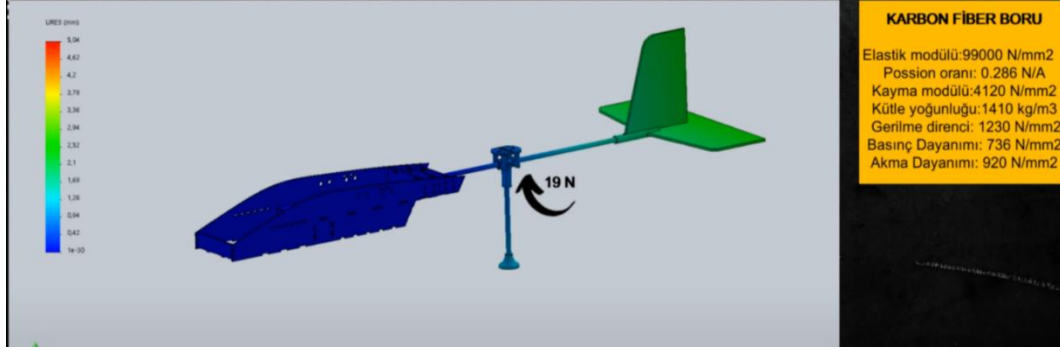
SolidWorks yazılımı ile İHA üzerine analizler yapılmış olup, Şekil 2’de kanat analizi, Şekil 3 ve Şekil 4’te gövde analizleri, Şekil 5’de İHA üzerindeki hız vektörleri ve Şekil 6’da İHA parametre değerleri gösterilmiştir.



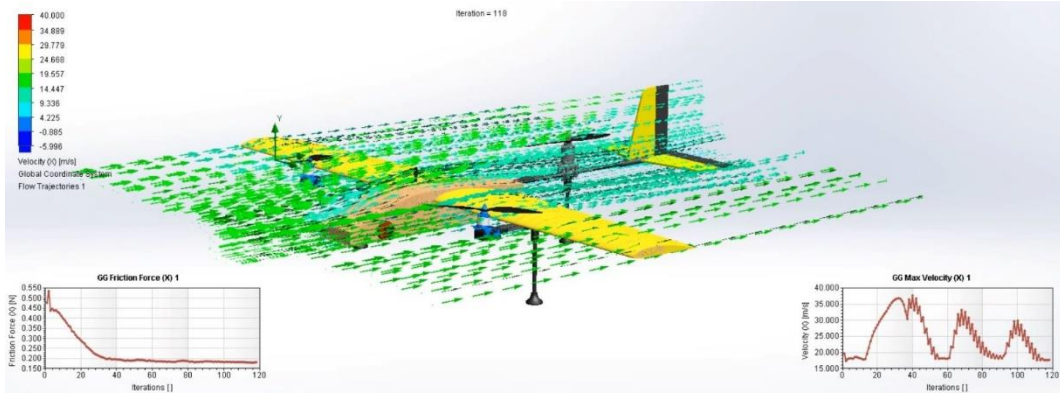
Şekil 2. Kanat analizi.



Şekil 3. Gövde analizi 1.



Şekil 4. Gövde analizi 2.



Şekil 5. İHA üzerindeki hız vektörleri.

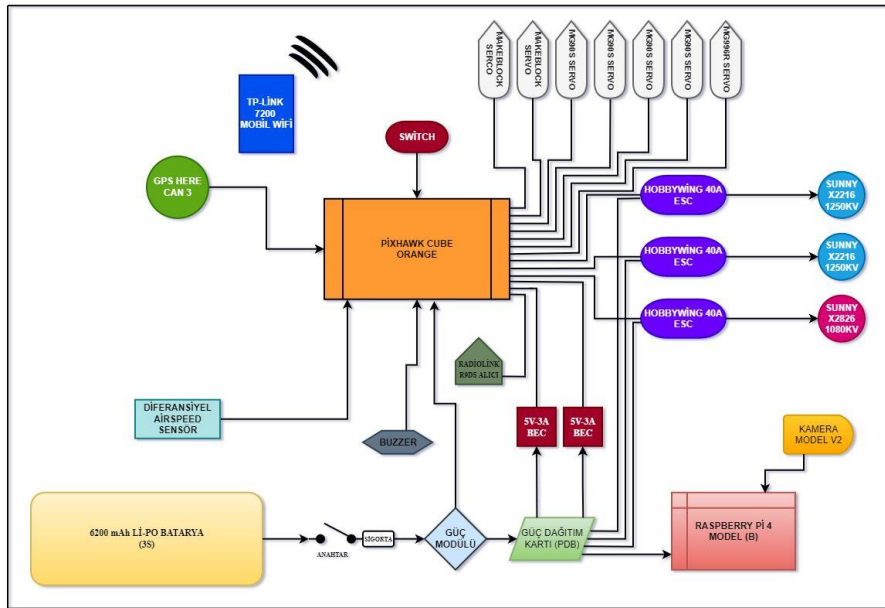
Name	Current Value	Progress	Criterion	Averaged Value
GG Force (Y) 1	13.5338 N	Achieved (IT = 53)	2.0691 N	12.7349 N
GG Friction Force (X) 1	0.639669 N	Achieved (IT = 63)	0.083627 N	0.622548 N
GG Max Temperature (Fluid)	293.649 K	Achieved (IT = 64)	0.0122523 K	293.649 K
GG Max Total Pressure 1	106312 Pa	Achieved (IT = 44)	5897.78 Pa	106731 Pa
GG Max Velocity (X) 1	35.2696 m/s	Achieved (IT = 62)	2.3334 m/s	35.5621 m/s
GG Max Velocity (Y) 1	12.568 m/s	95%	0.536004 m/s	12.2305 m/s
GG Max Velocity (Z) 1	10.9277 m/s	Achieved (IT = 164)	1.19291 m/s	11.4426 m/s
GG Max Velocity 1	44.6174 m/s	87%	4.12671 m/s	46.9495 m/s

Şekil 6. İHA parametre değerleri.

Tasarım aşamaları sonucunda oluşan İHA'nın render hali Şekil 7'de ve teknik çizimi Şekil 8'de gösterilmiştir.



Raspberry Pi 4b kullanılmıştır. Yüksek veri oranı ve pozisyon tutarlılığından dolayı Here 3 Can GPS modülü kullanılmıştır. Hava aracında gerekli itki için, ön motorlar SunnySky x2216, arka motor ise Sunnysky x2826 olarak tercih edilmiştir. Motor verilerinden alınan bilgiler doğrultusunda maksimum akım değerlerini karşılayan Hobbywing Xrotor 40a ESC tercih edilmiştir. 6 dk olarak öngürülen görev süresi boyunca gerekecek gücü sağlayabilmesi için Leopard 3s 6200 mAh Lipo batarya tercih edilmiştir. Uçuş esnasında anlık verilerin yer istasyonuna iletebilmesi için alışıla gelmiş telemetri modelleri yerine internet üzerinden haberleşme sağlanmıştır. Bernoulli ilkesine dayanarak basınç farkı ile hız ölçümüne olanak sağlayacak olan “Diferansiyel Airspeed Sensör” kullanılmıştır. Aracımızda kontrol yüzeyleri hareketi için 2 kg torka sahip 4 adet mg90s servo motor, dikey kalkış modundan yatay uçuş moduna geçerken hareketin sağlanabilmesi için 15 kg torka sahip 2 adet Makeblock Robot Servo ve faydalı yük haznesinin hareketini sağlayan 15 kg torka sahip mg996r servo motor kullanılmıştır. İHA üzerindeki güç dağıtımı 14, 16 ve 22 awg kablolar ile sağlanmıştır. Kablolama arasında ise xt60 güç konektörü kullanılmıştır. Li-Po batarya üzerinden sağlanacak olan gücün bütün sistemlere aktarılmasında 264 A matek pdb kullanılmıştır. Opto tipi Esclerde bec bulunmadığından dolayı servolar için 2 adet 5V-3A BEC, Raspberry Pi için ise pdb üzerindeki BEC kullanılmıştır. Hava aracı üzerinde bulunacak olan tüm motorların maksimum akım değeri 120 A'dir. Bu değer göze alındığında sistem güvenliğini sağlamak amacıyla 200 A sigorta ve anahtar kullanılmıştır. 2.4 Ghz frekansa ve 3,4 km menzile sahip “RadioLink R9DS” alıcı kullanılmıştır. Kamera olarak Raspberry Pi 4 ile uyumlu 1920x1080 Pixel çözünürlük ve sabit odak özelliklerinden dolayı model v2 kamera tercih edilmiştir. İHA elektronik devre şeması Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. İHA elektronik devre şeması.

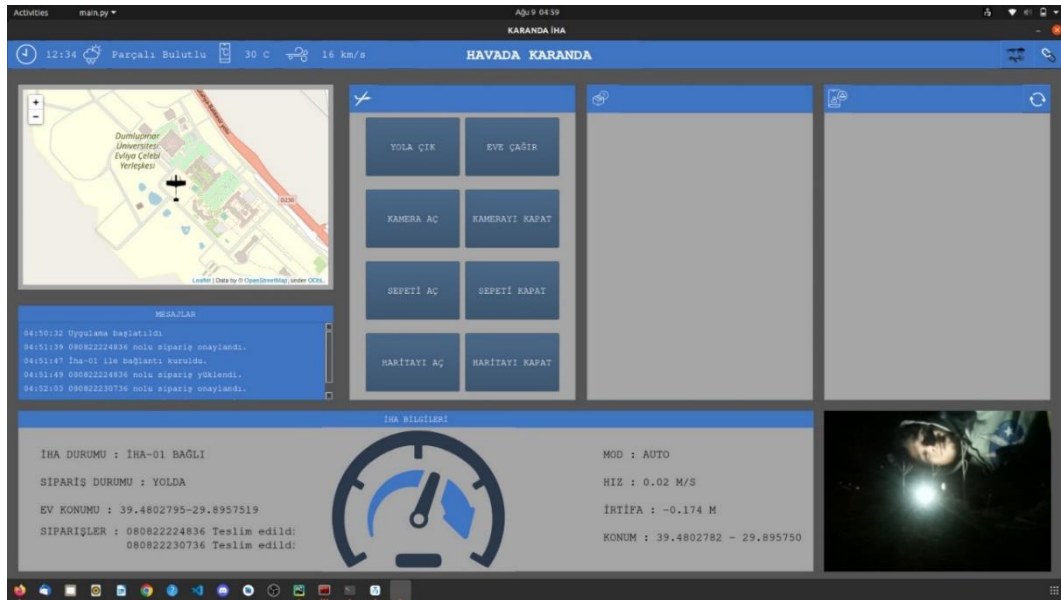
### 3.4. Haberleşme ve Kontrol

İnsansız hava aracında taşınabilir 4.5 G mobil Wifi modülü kullanılmıştır. Raspberry Pi taşınabilir dağıtıcı yardımı ile internet erişimine açıktır. Pixhawk'dan alınan uçuş verileri Raspberry Pi üzerinden bulut teknolojisi kullanılarak internete aktarılmakta ve Raspberry Pi üzerinde haberleşme yazılımları

ile aracımız teorik olarak sınırsız bir menzile sahip olmaktadır. Ayrıca yer istasyonu olarak internet erişimi olan tüm cihazlar kullanılabilir. Araç tamamen otonom uçuş yapmasına karşın oluşabilecek risk anlarında araç kontrolünün pilot tarafından devir alınabilmesi için 2.4 Ghz frekansa ve 3,4 km menzile sahip "RadioLink R9DS" alıcı kullanılmıştır.

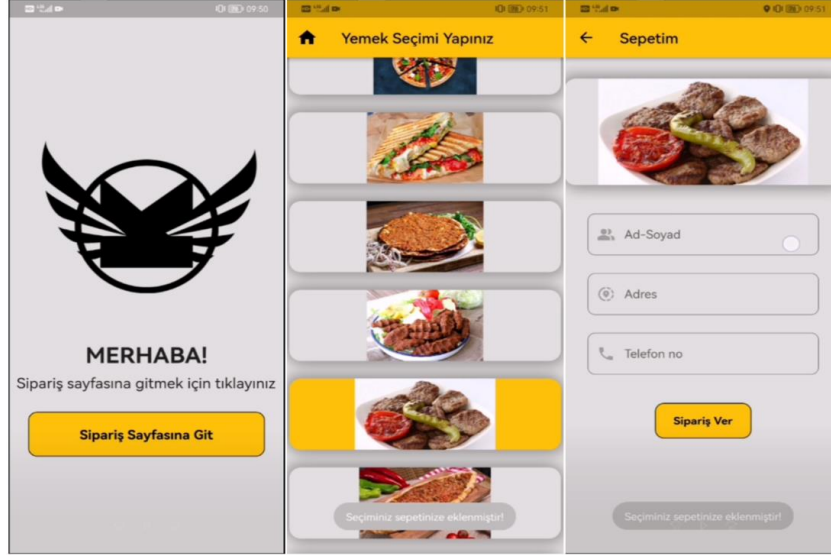
### 3.5. Yönetim Yazılımı ve Mobil Yazılım

Tasarlanan İHA'yı kontrol etmek için yazılan arayüz vasıtası ile mobil uygulama üzerinden sipariş alınıp ilgili adrese teslim edilebilmektedir. Yazılım, Firebase veri tabanına aktarılan sipariş ve konum verilerini çekerek, alınan koordinatlara göre uçuş görevini arayüz üzerinde bulunan "yola çık" komutu ile başlatılabilmektedir. Arayüz yazılımı için Phytion ve QT Kütüphanesi, QR kod okutulması için OpenCV ve otonom uçuş için ise DroneKit kütüphanesi kullanılmıştır. Uçak ile bağlantı TCP port ile internet üzerinden sağlanmıştır. Şekil 10'da görüldüğü üzere arayüz üzerinde bulunan kısımlar: araç üzerinde bulunan yük (yemek) haznesinin hareketleri için açma/kapatma butonları ve İHA'nın anlık olarak hız, irtifa, konum ve kamera görüntüsünü görüntüleyebildiğimiz alanlardır.

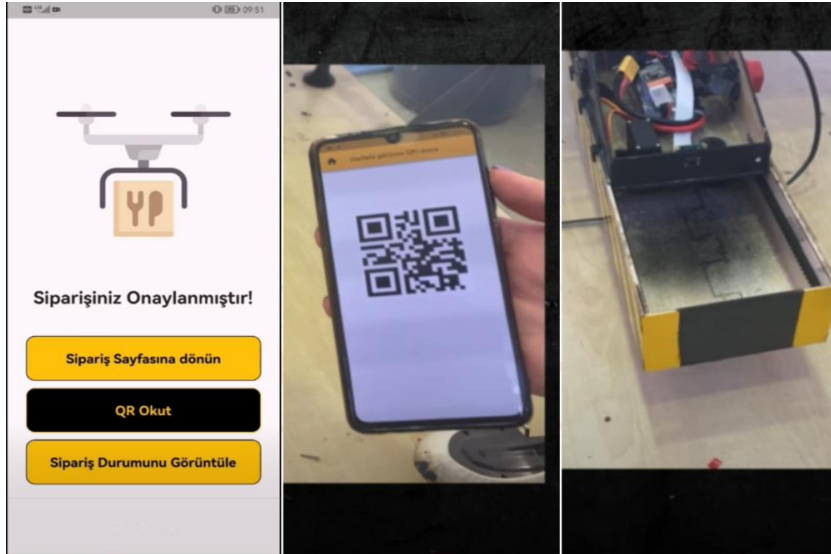


Şekil 10. İHA'nın anlık olarak hız, irtifa, konum ve kamera görüntüsü.

Siparişleri almak ve teslim etmek için geliştirilen mobil uygulama yazılımında Flutter teknolojisi kullanılmıştır. Menü sayfasından yapılan seçimle sepetim sayfasında alınan kullanıcı ve konum bilgisi Firebase veri tabanına kayıt edilmiştir. Şekil 11'de görüldüğü gibi Mobil uygulamada kullanım kolaylığı açısından giriş, menü, sepetim ve sipariş teslimat sayfaları bulunmaktadır. Şekil 12'de de mobil uygulama onay sayfası ve QR kodu görülmektedir.



Şekil 11. Mobil uygulama giriş ve menü sayfaları.



Şekil 12. Mobil uygulama onay sayfası ve QR kodu.

Şekil 12’de görülen mobil uygulama üzerinden sipariş verme işlemi tamamlandıktan sonra bilgilendirme sayfasında bulunan “QR Okut” butonuna basıldığında ekrana gelen QR kodu, aracın önünde bulunan kameraya okutulduğunda faydalı yük haznesi açılmaktadır.



#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yapılan uçuşlardan alınan veriler ile uçuş performans parametreleri Tablo 1’de verilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen İHA otonom bir şekilde uçabilmekte ve hedeflenen görevleri başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.

**Tablo 1.** Uçuş performans parametreleri.

Uçuş süresi	6,3 dk
Seyir hızı	14 m/s
Stall hızı	10,382 m/s
Seyir irtifası	30 m
Dönüş yarıçapı	20 m

Bu çalışmada kurye, kargocu, postacı vb kişi ve kurumlara destek olacak olan, trafik sorunu olmayan düşük maliyetli, hızlı ve lojistik bir VTOL İHA geliştirilmiştir. Bu doğrultuda QR kod aktivasyonla yük taşıma haznesi bulunan VTOL İHA tasarımı yapılmış ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen İHA 30 m irtifaya, 14 m/s yatay hıza ve yüksek manevra kabiliyetine sahip olmuştur. İHA' nın kanat açıklığı 1400 mm, uzunluğu 1200 mm ve ağırlığı 3 kg olacak şekilde üretilmiştir.

Tasarımı ve üretimini gerçekleştirilen İHA ile toplamda 250 başarılı uçuş gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ülkemizde gerçekleşen Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali olan Teknofest’in Uluslararası Serbest Görev İnsansız Hava Araçları yarışmasına katılım sağlanmıştır. Hem yarışma finalistlerinin belirlendiği son aşama olan detaylı tasarım videosu başlığı altında gönderilen raporda hem de final yarışmalarında Türkiye birinciliği elde edilmiştir.

#### TEŞEKKÜR

Bu araştırma Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından #2022-08 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Hacıoğlu, A. (2010). Gözetleme/saldırı amaçlı mini insansız hava aracı tasarımı ve üretimi. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 4(3), 1-6.
- [2] Demir M., Güneş, B. (2017). Zagi tipi bir insansız hava aracının (iha) tasarımı ve bilgisayar görmesine dayalı olarak kontrol yazılımının geliştirilmesi. Sakarya Üniversitesi, Bitirme Tezi.
- [3] Akpınar, M. ve Topal, A. (2021). Hale sınıfı insansız hava aracı teknolojisi ve konvansiyonel (geleneksel) savaştaki yeri. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 3 (1), 17-22.
- [4] Karaağaç, C. (2016). İHA sistemleri yol haritası, geleceğin hava kuvvetleri 2016-2050. STM Future Technology Institute.

- [5] Kahveci, M., ve Can, N. (2017). İnsansız hava araçları: tarihçesi, tanımı, dünyada ve Türkiye'deki yasal durumu. Selçuk Üniversitesi. Müh. Bilim ve Teknik. Dergisi. 5(4), 511-535.
- [6] Kenaroğlu, Y. (2013). İnsansız hava aracı: ne kadar güvenilir?. Mühendis ve Makina, 54(636), 54-69.
- [7] SSM (2021). Türkiye iha sistemleri yol haritası 2011-2030, Savunma Sanayi Müsteşarlığı, [http://www.ssm.gov.tr/\\_layouts/images/iha\\_ekatalog\\_web/files/assets/seo/toc.html](http://www.ssm.gov.tr/_layouts/images/iha_ekatalog_web/files/assets/seo/toc.html), (Erişim tarihi: 01. 04. 2021).
- [8] Karaağaç, C. (2014). İHA sistemlerine genel bakış, İnsansız Hava Araçları Semineri, TÜTEV Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı, Ankara, 19 Şubat 2014.
- [9] Korkmaz, Y., Iyibilgin, O., ve Findik, F. (2015). Geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(2), 103-109.
- [10] Akşar, E. ve Selim, S. (2018). Sabit kanatlı insansız hava araçlarında (iha) kanat tasarımının uçuş süresi, manevra kabiliyeti, kalkış hızı (vstall) üzerine etkilerinin araştırılması, VII. Uzaktan Algılama CBS Sempozyumu, 1, 945-951.
- [11] Yazar, E. (2018). VTOL İHA'nın kanat bağlantı açılarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [12] Özbek, E. (2018). Elektromekanik doğa benzetimli gözlem mini iha tasarımı: yapısal ve aerodinamik analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [13] Pala, E., (2018). Dikey kalkış ve iniş yapabilen sabit kanatlı hava aracı tasarımı, kontrolü ve imalatı, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [14] Yılmaz İlaslan, A. G. ve Kandemir, İ. (2021). Kanat gövde tipindeki bir insansız hava aracının yapısal tasarımı ve analizi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Özel Sayı 2021 (ICAENS), 775-780, DOI: 10.31590/ejosat.1011249
- [15] Elmas E.E., Alkan M., Bir insansız hava aracı sisteminin tasarımı, benzetimi ve gerçekleştirilmesi, Politeknik Dergisi, \*(\*) : \*, (\*). DOI: 10.2339/politeknik.1037319
- [16] Önal, M., Çoban, S., Yapıcı, A., Bilgiç, H.H. (2019). Dikey iniş kalkış yapabilen bir iha'nın azami menzili ve asgari güç gereksinimi için en uygun uçuş parametrelerinin belirlenmesi. Journal of Aviation, 3 (2), 106-112. DOI: 10.30518/jav.633775
- [17] Baykara, U., Alemdaroğlu, N. (2016). Yüksek hızlı sahte hedef iha tasarımı, Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi, 1, 55-64.
- [18] Ceylan, A. (2019). Yüksek irtifa uzun menzil iha tasarımı ve uçuş testleri, Yüksek Lisans Tezi Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- [19] Konar, M., Kekeç E.T. (2021). İnsansız hava araçlarının uçuş süresinin termal hava akımları kullanılarak arttırımı, European Journal of Science and Technology, 23, 394-400.



## FARKLI CİHAZLARLA ÜÇ BOYUTTA ELDE EDİLEN VERİLERİN MADENCİLİK ÇALIŞMALARINDA KULLANIMI

Mehmet ÖZDEMİR<sup>1,\*</sup>

<sup>1\*</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, [mehmet.ozdemir@dpu.edu.tr](mailto:mehmet.ozdemir@dpu.edu.tr),  
ORCID: 0000-0002-8164-8874

*Geliş Tarihi (Received Date): 12.04.2023*

*Kabul Tarihi (Accepted Date): 11.05.2023*

### ÖZ

Madencilik çalışmalarında üç boyutlu yüzeylerin ve verilerin elde edilmesi proje hassasiyeti ve güvenilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Teknolojik gelişmelerle birlikte bu gibi çalışmalar daha kolay hale gelebilmektedir. Stabilité çalışmaları, madencilik haritalarının çıkarılması, hacim hesabı ve benzeri çalışmalarda, üç boyutta elde edilen veriler günümüz teknolojileri vasıtasıyla kullanılmaktadır. Bu veriler açık veya yeraltı işletmesi şeklinde yürütülen maden sahalarında insansız hava araçları (İHA), uydu verileri, yersel ölçümler, radar veya benzeri yöntemlerle elde edilmektedir. Bu çalışmada bu verilerin elde edilme yöntemlerini, madencilikte çeşitli alanlardaki kullanımlarını ve önemi hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *3B veri, İnsansız hava aracı, Uydu, Radar, Yersel ölçümler.*

### THE USE OF DATA OBTAINED IN THREE DIMENSIONS WITH DIFFERENT DEVICES IN MINING STUDIES

#### ABSTRACT

Obtaining three-dimensional surfaces and data in mining works is of great importance in terms of project precision and reliability. With technological developments, such studies can become easier. The data obtained in three dimensions are used by today's technologies in stability studies, mining maps, volume calculation and similar studies. These data are obtained by unmanned aerial vehicles (UAV), satellite images, terrestrial measurements, radar or similar methods in mine sites operated as open or underground operations. In this study, evaluations were made about the methods of obtaining these data, their use in various fields in mining and their importance.

**Keywords:** *3D data, Unmanned Aerial Vehicle, Satellite, Terrestrial Measurements.*

#### 1. GİRİŞ

Maden sahalarında hızla gelişen teknolojilerin kullanımı günümüz şartlarında daha hızlı ve verimli sonuçların elde edilmesi açısından son derece önemlidir. Birçok maden işletmesi artık bu teknolojileri

kendi bünyesine katarak, kiralama veya danışman şirketler yoluyla kullanılmaktadırlar. İnsansız hava araçları (İHA), uydu, radar ve yersel ölçüm cihazları bu cihazlara örnektir.

Son zamanlarda maden sektöründe kullanılan İHA, uydu, radar ve yersel ölçüm cihazları (Total Station, Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) cihazı, vb.) açık veya yeraltı maden işletmesi şeklinde yürütülen madenlerde çok sıklıkla kullanılmaktadır. Bu cihazlara üç boyutta veri üretebildikleri için şev stabilitesi, haritalamalar, şev deplasman hareketleri, alan ve hacim hesapları, üç boyutta yeraltı galerileri oluşturma, galeri stabilitesi ve benzeri konularda ihtiyaç duyulmaktadır [1,2].

Üç boyutta elde edilen veriler genellikle X (Doğu veya Batı), Y (Kuzey veya Güney) ve Z (Yükseklik) yönünde konumsal değerlere sahip olan verilerdir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), Sayısal Arazi Modeli (SAM), nokta bulutu veya ortofoto gibi veriler konum değerlerine sahiptir ve genellikle maden sahalarında hacim hesabı ve yüzey modellemelerinde kullanılmaktadırlar [3].

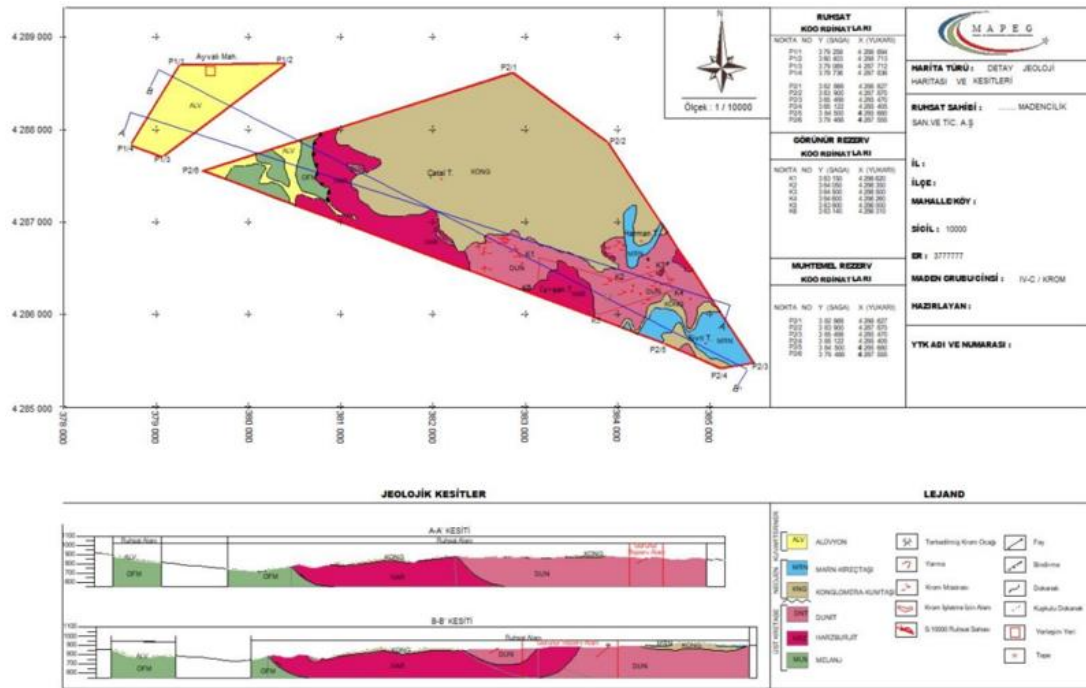
Yavuz [4] açık maden işletmelerinde İHA kullanımlarının ve elde edilecek sonuç verilerinin analizini yapmıştır. Yapılan analizde İHA'ların Sayısal Yükseklik Modellerinin (SYM), eşyüksekti eğrilerinin, cevher ve stok alan ve hacim hesaplarının elde edilmesinde başarılı oldukları belirtilmiştir. Kun ve Özcan [5] insansız hava aracının (İHA) bir maden ocağında hacim ölçümü için kullanmışlardır. Nokta bulutu, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve orto-mozaiik gibi verilerle ve 12 milyon nokta ile  $\pm 17$  cm hassasiyetinde hacim hesabı yapılmıştır. Kun ve Güler [6] Antalya ili Korkuteli'nde bulunan bir mermer ocağının verimini İHA ile 15 aylık düzenli veriler olarak hesaplamaya çalışmışlardır. 120 bin  $m^3$  kazı ve 110  $m^3$  pasa hacimi hesaplanmıştır. Ocak verimi ise %8,74 olarak hesaplanmıştır. Şener [7] Isparta Kasımlar köyü sahasında kaya düşmelerini İHA ile 3 boyutta modellemeye çalışmıştır. Sahada olası düşme riski bulunan boyutları 26  $m^3$  ile 355  $m^3$  arasında olan 4 blok saptanmıştır. Kabadayı [8] Muğla ili Yatağan ilçesinde bulunan bir maden sahasında GNSS ve İHA verileri ile hacim hesaplarını karşılaştırmıştır. İki cihaz ile yapılan hacim hesaplarında %1,3 fark olduğu tespit edilmiştir. Ancak İHA ile 40 dakikada yapılan ölçümün GNSS ile 3 saati bulduğu ifade edilmiştir. Kabadayı [9] Balıkesir Cavlan maden ocağını İHA ile haritalandırmaya çalışmıştır. Yer kontrol noktası (YKN), Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve ortofoto verileri ile uygulama gerçekleştirilmiştir. GNSS ve Total Station ile elde edilen haritalardan daha kısa sürede ve daha az maliyetle sonuçlar elde edildiği ifade edilmiştir. Yüksel [10] açık işletme sahalarında kullanılan İHA'ların kullanımı hakkında yaptığı derlemede İHA'ların zor saha koşullarında bile havadan ölçüm alabildiğini, hızlı alan ve hacim hesabına olanak sağladığını, pratik ve az maliyetli olduğunu dile getirmiştir.

Konumsal bilgilerin elde edilmesinin yanında kayaçların tenör dağılım bölgeleri, kullanılan kamera türlerine (Termal veya Multispektral kameralar) göre maden sahasındaki kayaç malzemelerinin türlerinin tespiti, termal kameralar ile kendiliğinden yanma olan kömür stoklarının analizi, konsantre ve pasa sahalarında İHA ile parça boyut analizi gibi değişik alanlarda çalışmalar ihtiyaca göre şekillendirilebilmektedir [1,11-14].

Bu çalışmanın amacı, son zamanlarda üç boyutta veriler oluşturabilen cihazların madencilik çalışmalarında farklı alanlardaki kullanımları, veri oluşturma yöntemleri ve önemleri hakkında farkındalık yaratmak ve değerlendirmelerde bulunmaktır. Bu sayede maden sahalarında kullanılacak cihazların seçiminde kolaylık sağlanacağı düşünülmektedir.

## 2. MADENLERİN HARİTALANDIRILMASI

Maden sahalarında Total Station gibi yersel ölçümlerle veri elde eden cihazların kullanımı günümüz madencilik çalışmalarında İHA kullanımına göre daha az oranda olmaktadır. İnsansız hava araçları daha fazla alanı yüksek hassasiyette ve daha kısa zamanda tarayabilmekte ve veriler oluşturulabilmektedir. Bu veriler MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) Harita Standartları'ndaki [15] ölçüm hassasiyetlerine ( $\pm 7$  cm) göre elde edilebilmektedir. İHA sürücü ehliyeti ve haritacılık bilgisi olan kişiler bu çalışmaları yürütebilmektedir (Şekil 1).



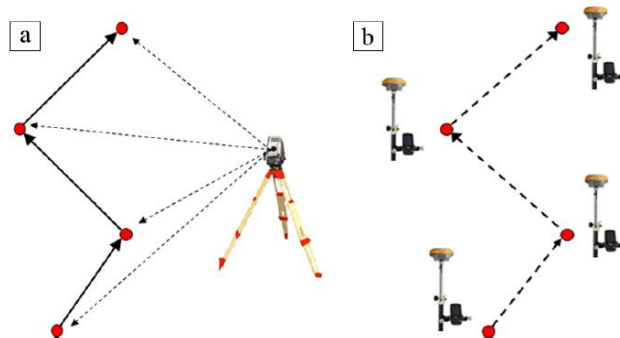
Şekil 1. MAPEG halihazır haritalarına ait bir örnek [16].

Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK), Sonradan İşlenmiş Kinematik (PPK) sistemi destekli İHA'lar ile daha az yer kontrol noktası (YKN) kullanılarak daha kısa sürede üç boyutta veriler elde edilmektedir. Ayrıca bu sistemlerden daha hassas ve mm düzeyinde veriler elde edilebilen Lidarlı İHA'lar ile de veriler oluşturulabilmektedir[17]. Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) cihazları ile yer kontrol noktaları yeryüzünde işaretlenerek hassasiyet artırılmaktadır. Bu cihazlar Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı Aktif (TUSAGAKTİF) ağına bağlanarak cm hassasiyetinde konum bilgisi elde etmektedirler. İHA cihazından elde edilen ve konum bilgisi olan görüntüler ile görüntü işleme yazılımları kullanılarak (Agisoft Metashape, DJI Terra, Pix4Dmapper, vb.) maden sahalarının iki veya üç boyutta hassas verileri oluşturulmaktadır (Şekil 2).



**Şekil 2.** İHA uçuş planı ve fotoğraf çekim konumlarına ait bir örnek [9].

Total Station ve GNSS cihazlarından elde edilen veriler yardımıyla maden haritaları yapılabilir. Ancak İHA'lara kıyasla daha fazla zamanda daha az alanda haritalama yapılabilmektedir. Total Station yansıtıcıları ya da prizmaları ve GNSS cihazı gezici istasyon ile nokta kotları elde edilebilmektedir. Şev üstü, şev altı, düzlükler veya diğer maden bölgeleri noktaları birleştirilerek madencilik programları (Netcad, Micromine, Datamine, Virtual Surveyor, vb.) ile harita detayları oluşturulabilmektedir (Şekil 3).

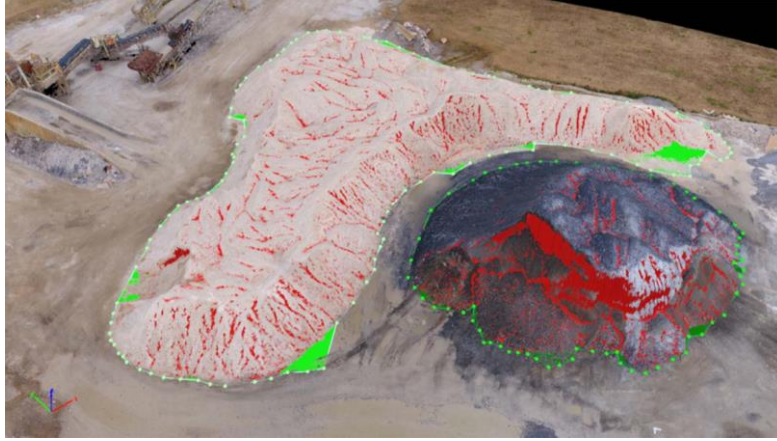


**Şekil 3.** Total Station (a) ve GNSS (b) ile nokta alımı [18].

### 3. ALAN ve HACİM HESAPLAMALARI

Madencilikte alan ve hacim hesapları iki boyutlu ve üç boyutlu yüzeylerin elde edilmesiyle yapılmaktadır. Bu hesaplamaları yapabilmek için yersel ölçüm cihazlarına (GNSS, Total Station, vb.), İHA, radar, yersel lazer tarayıcılar veya uydu görüntülerine ihtiyaç duyulmaktadır.

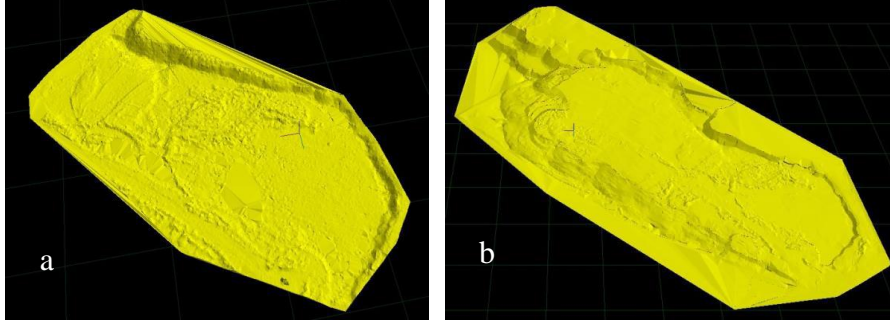
Alan hesaplamaları geometrik yöntemler, Gauss alan hesabı, en kesit yöntemi veya madencilik programlarına girilen noktalar yardımıyla elde edilmektedir. Hacim hesaplamaları ise genellikle madencilik (Netcad, Datamine, Micromine, Surpac, vb.) ve fotogrametri yazılımlar (Agisoft Metashape, Pix4DMapper, DJI Terra, vb.) vasıtasıyla elde edilmektedir [19,20]. Yazılımlar tarihler arasında modeller oluşturularak iki model arasında oluşan kazı veya dolgu hacmini verebilmektedirler. Modellerdeki kazı veya dolgu hacmi tek bir arazi modelinden kotlara veya model tabanına göre hesaplanabilmektedir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Pix4D programından elde edilen örnek hacim hesabı [20].

İHA ve yersel ölçüm cihazlarıyla arazi modeli oluşturularak hesaplanan hacimlerde İHA'ların araziye daha iyi modellediği ve daha net hacim hesapları oluşturdukları görülmektedir [21]. Şekil 5'teki örnekte İHA ve yersel ölçüm cihazları kıyaslamasında kazı alanı yarma ve dolgu hesaplamaları için  $191 \text{ m}^3$  dolgu ve  $401 \text{ m}^3$  yarma hacim farkı elde edilmiştir. Bu durum ise hesaplama hassasiyetinde İHA'ların daha önde olduğunu göstermektedir [22].





Şekil 5. İHA (a) ve Yersel Ölçüm (b) ile hacim hesabı için arazi modelleri [22].

Yersel lazer tarayıcılar ve İHA'lar ile açık işletme yüzey çalışmalarının [23,24] yanı sıra bu cihazlar ile yeraltı galerileri modellemeleri de yapılarak kazı planı veya hacim hesabı yapılabilir. 360 derece dönebilen cihazlar galeri cidarlarının yaklaşık tümünü oluşturabilmektedirler. Bu sayede hesaplamalar cihazların oluşturduğu nokta bulutları vasıtasıyla son derece hassas olmaktadır (cm hassiyetinde) [25–29] (Şekil 6).



Şekil 6. Yersel lazer tarayıcı (1) ve İHA (2) ile 3 boyutta galeri oluşturma [25,27].

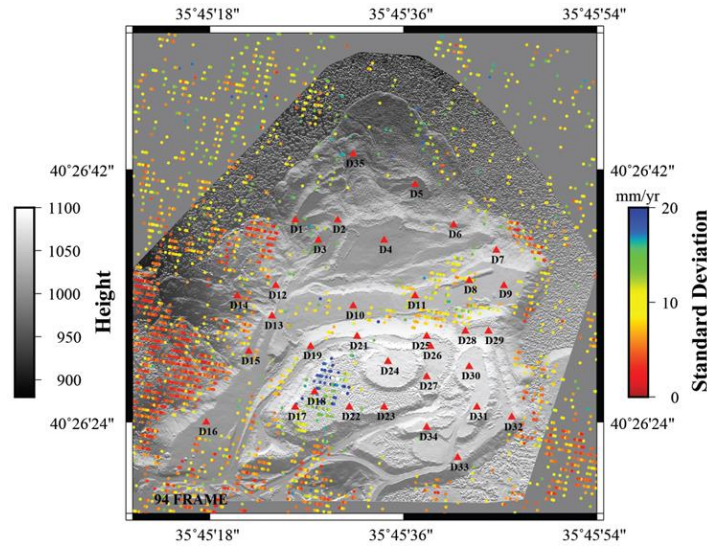
Alan ve hacim hesaplarında yukarıda bahsedilen teknolojilerin kullanımı, madencilikte maliyet hesaplarının (cevher veya pasa yığımları hesapları) net olarak tahmininde, açık ve yeraltı işletme madenciliği tasarımlarının hassaslığında ve müteahhit firma rödvans hesaplarında yardımcı olacaktır.

#### 4. UYDU ÇALIŞMALARI

Gelişen teknolojilerle birlikte uydu verileri mühendislik çalışmalarında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır [30,31]. Bu veriler koordinat değerlerine sahip veriler olmakla birlikte mühendislik çalışmalarında farklı alanlarda kullanılabilir. Genel olarak koordinat değerlerine sahip yüzey sıcaklıkları, iklim, atmosferik koşullar, alan hesaplamaları, dijital yüzey modelleri, dijital yükseklik modelleri, eğim, bakı ve deplasman hareketleri analizleri gibi çalışmalar yapılmaktadır. Landsat, Sentinel, MODIS ve benzeri uydu görüntüleri Google Earth Engine, QGIS, ArcGIS ve benzeri programlarla analiz edilebilmektedir [32–34].

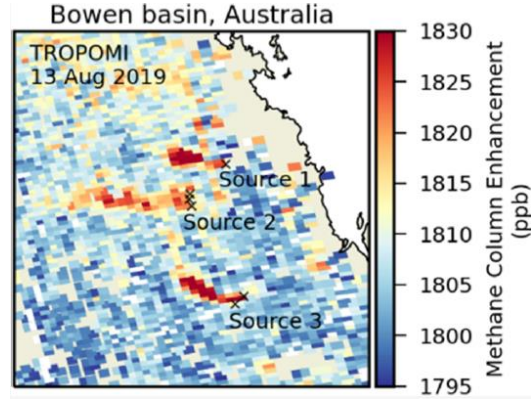
Madencilik çalışmalarında uydu verileri genel olarak yüzey deplasman hareketleri, açık ocak cevher ve pasana alanları tespiti, yüzey sıcaklıkları tespiti ve emisyon değerleri analizleri için kullanılmaktadır [28].

Türkiye Amasya ili Elikteke köyünde bulunan mermer ocağında olması muhtemel deplasmanlar Sentinel-1A uydu görüntüleri ve PSI tekniği ile analiz edilmiştir (Şekil 7). Sahanın kuzey-güney yönünde büyük deformasyonların oluştuğu tespit edilmiştir [35].



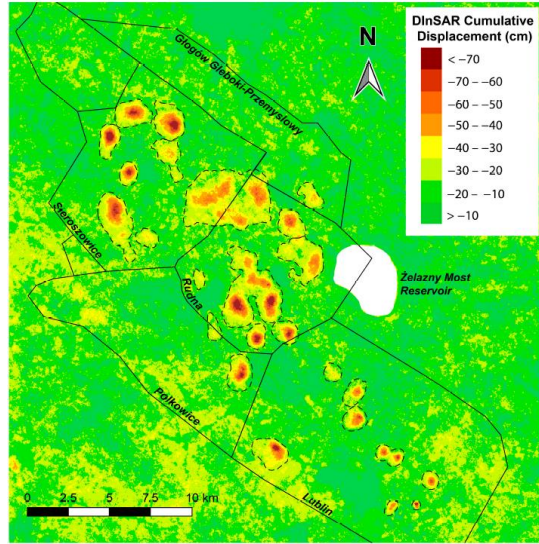
Şekil 7. Uydu verileri ile deplasman analizi [35].

Avustralya Queensland bölgesindeki açık ve yeraltı maden ocaklarının oluşturduğu metan emisyonları 2 yıllık TROPOMI uydusu gözlemleri ve bu cihaza uyumlu algoritmalar ile tespit edilmiştir (Şekil 8). Bu emisyonların yaklaşık %40'ının Hail Creek'deki maden şirketlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Metan emisyonun çok olduğu bölgelerde metan kazanımı tesislerinin oluşturulması için yatırım tavsiye edilmiştir [36].



Şekil 8. Uydu verileri ile metan salınımı analizi [36].

Polonya Legnica Glogow şehrindeki yeraltı bakır madenin 2014-2019 yılları arasında yüzeyde oluşturduğu tasmanlar 400 Sentinel-1 uydu görüntüleri ile analiz edilmiştir (Şekil 9). Bazı bölgelerde 70 cm'i aşan tasmanlar olduğu gözlemlenmiştir. O bölgelerde alınması gereken önlemler sunulmuştur [37]. İtalya Tuscany bölgesindeki yeraltı madenin yüzeyde oluşturduğu deplasmanlar ve obruklar Sentinel-1 uydu görüntüleri vasıtasıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. 250 mm/yıl'a kadar deplasmanlar olduğu ve 100'e yakın farklı büyüklükte obrukların meydana geldiği tespit edilmiştir [38].



Şekil 9. Tasman bölgeleri analizi [37].

Madencilik çalışmalarının belirli kanun ve yönetmeliklerle çevreye asgari hasar verecek şekilde yürütülmesi istenmektedir. Ancak bu kurallara uymayıp çevreyi izinsiz olarak kullanan ve tahrip eden birçok maden şirketi bulunmaktadır. Bu şirketleri küçük bir bölgede kontrol etmek İHA'lar vasıtasıyla

olabilmektedir. Ancak daha büyük alanlardaki birçok maden şirketini kontrol etmek uydu teknolojilerini gerektirmektedir. İzin verilen işletme sınırlarının aşılmadığını, atık sahasının alansal olarak tahribatını, maden ve atık sahası tespiti, yerleşim yerine madencilik faaliyetlerinin yaklaşım yaklaşımını Landsat ve Sentinel gibi uydu görüntüleri ile takibine yönelik çalışmalar artmaktadır [30,32,33,39] (Şekil 10). Bu sayede doğanın korunması, madencilik faaliyetlerinin izlenmesi ve denetlenmesi sağlanmış olacaktır.



**Şekil 10.** Uydu görüntüleri vasıtasıyla madencilik faaliyetlerinin izlenmesi-açık kahverengi bölgeler: madencilik çalışmaları yapılan yerler [33].

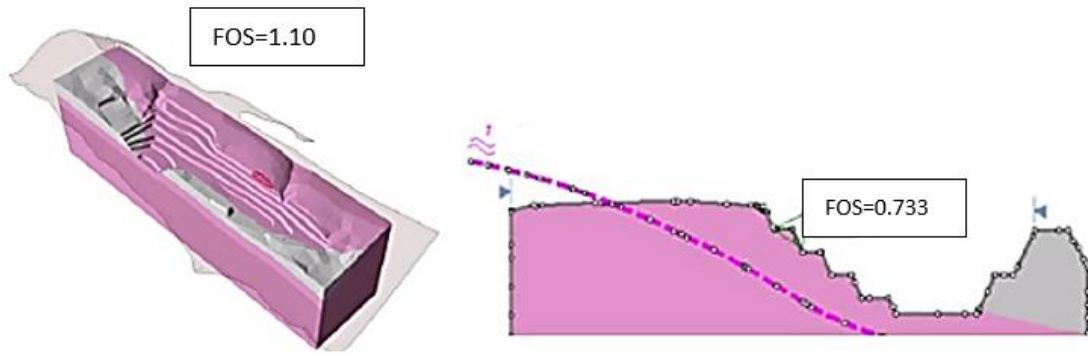
## 5. STABİLİTE ÇALIŞMALARI

Şev stabilitesi çalışmaları açık işletme şeklinde yürütülen maden işletmelerinde genel olarak 2 boyutta alınan kesitlerden yapılmaktadır. Bu yaklaşım maden ocaklarındaki tüm geometrilerin ve kayaç birimlerinin bütünsel olarak değerlendirilmesinde eksiklikler ortaya çıkarabilmektedir. Dolayısıyla teknolojik çalışmalar ile 3 boyutta elde edilen veriler vasıtasıyla şev stabilitesi çalışmaları maden ocakları için güvenli çalışabilme olanakları sağlayabilmektedir.

Sondaj verilerinden elde edilen veya yerinde gözleme dayalı oluşturulan kesitlerle çalışmalar yürütülmektedir. Ancak bu kesitler tüm sahanın belirli bir bölgesini yansıtmakta, tüm sahayı temsil etmemektedir. Dolayısıyla maden ocağının tüm geometrisi ve kaya mekaniksel özellikleri bu çalışmalarda yer almamaktadır. Bu durum üç boyuttaki çalışmaların değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır [40-46].

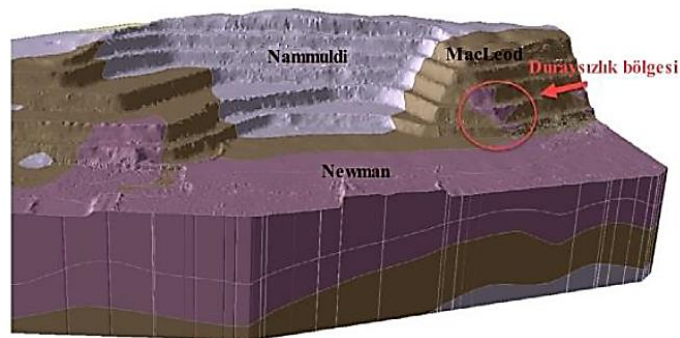
Üç boyutta yapılan şev stabilitesi çalışmaları genel olarak günümüzde kullanılan modern teknolojileri içerebilmektedir. Bunlar maden sahası yüzeyinin İHA'lar vasıtasıyla elde edilmesi, madencilik yazılım programları ile oluşturulan maden yatağı katmanları ve kaya mekaniksel veriler olabilmektedir.

İki ve üç boyutlu şev stabilitesi çalışmalarında oluşan emniyet katsayısı değerleri farklı olabilmektedir. Çeşitli araştırmacıların [47–49] Avustralya'daki Pilbara demir madeninde yaptıkları şev analizlerinde iki boyutta elde edilen şev analizleri sonuçlarının (FOS) üç boyuttaki analizlere kıyasla maden sahasının bazı bölgelerinde yaklaşık yüzde 25'e (FOS) kadar daha az olduğunu vurgulamışlardır (Şekil 11). Bu durumun sebebi olarak 3 boyutta daha fazla geometrinin ve yükün hesaplamalara katıldığı belirtilmiştir. Şev emniyet katsayılarındaki bu fark maden işletmelerindeki tasarımları değiştirebileceğinden dolayı maliyetleri etkileyeceği düşünülmektedir.



Şekil 11. Üç ve iki boyutta şev emniyet katsayıları [49] (FOS: şev emniyet katsayısı).

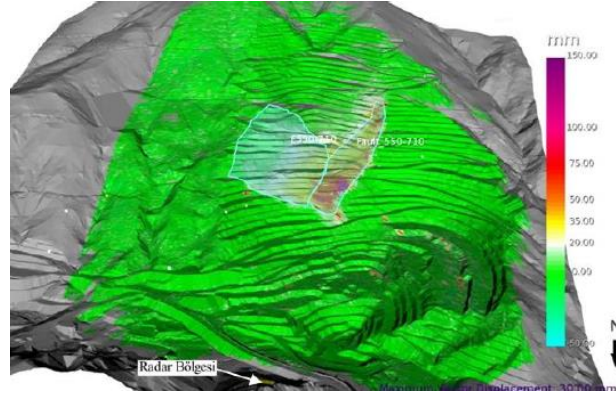
Üç boyutlu şev stabilitesi hesaplamalarında maden yatağı geometrisi, kaya mekaniksel veriler, süreksizlik konumları ve benzeri veriler sisteme doğruya yakın bir şekilde aktarıldığında sonuçlar gerçek değerlere yakın olabilmektedir. Şev yenilmelerinin olduğu veya olabileceği bölgeler doğru tahmin edilebilmektedir. Bar vd. [50] yaptıkları üç boyutlu şev dizayn hesaplamalarında 24 metre yükseklik ve 40 metre genişlikte olan düzlemsel kaymayı hesaplamalarda ortaya çıkarabilmişlerdir (Şekil 12). Bu durum doğru model ve veri ile gerçeğe yakın sonuçların elde edilebileceğini göstermektedir.



Şekil 12. Üç boyutlu düzlemsel kayma [50].

Yersel 3 boyutlu lazer tarayıcılar, İHA'lar, sentetik açıklıklı radarlar (SAR) ve benzeri cihazlar açık veya yeraltı maden işletmelerinde deformasyon analizi, yüzey hareketlerinin hız tespiti, yüzey

modellemeleri, tasmanların yüzeye etkisi, üç boyutta şev stabilitesi gibi çeşitli çalışmalar ile stabilite problemlerinin çözümü sağlanabilmektedir [31,51–59] (Şekil 13).

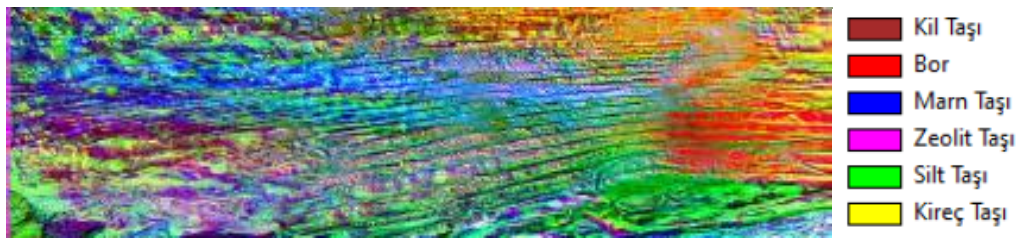


Şekil 13. Saha yersel radar görüntüleri ile yüzey deplasman tayini [60].

## 5. FARKLI ALANLARDA ÇALIŞMALAR

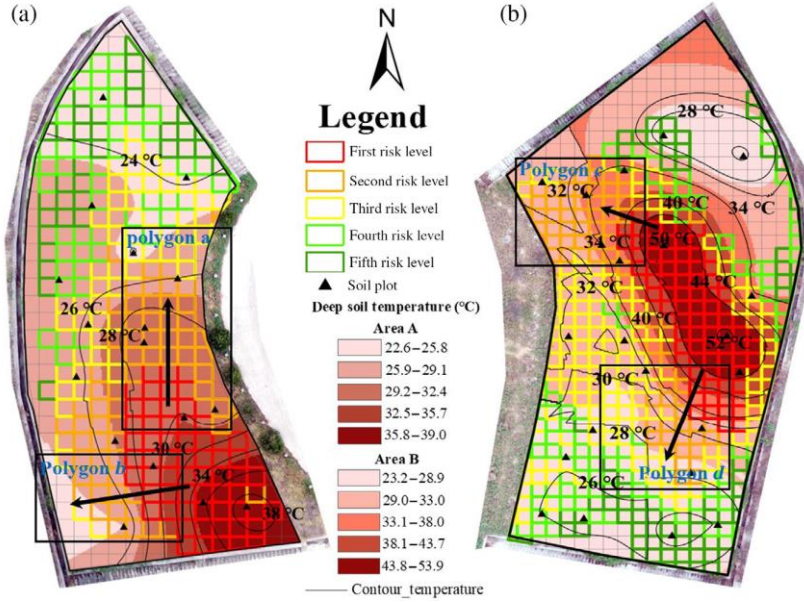
Madenlerin haritalandırılması, alan ve hacim hesaplamaları, uydu ve stabilite çalışmaları madencilikte üç boyuttaki veriler ile yapılan gerekli ana çalışmalardır. Bu çalışmaların yanında maden sahalarında ihtiyaçlar doğrultusunda farklı çalışmalar yapılabilmektedir. Bu çalışmalar da çoğunlukla İHA ve uydu gibi aynı cihazlar kullanılmaktadır.

Can vd. [12] Balıkesir Bigadiç bor madeni işletmesinde bor ve diğer maden türlerinin fotogrametrik yollarla tespiti için RGB, multispektral ve termal kameralar ile ortofotolar üretmişlerdir. Bu ortofotoların analizi için Temel Bileşen Analizi (TBA) kullanarak maden türleri tespiti yapılmıştır. Zeolitik tuf ve bor tespitinde sırasıyla yaklaşık %87 ve %80 oranında doğruluk sağlanmıştır (Şekil 14).



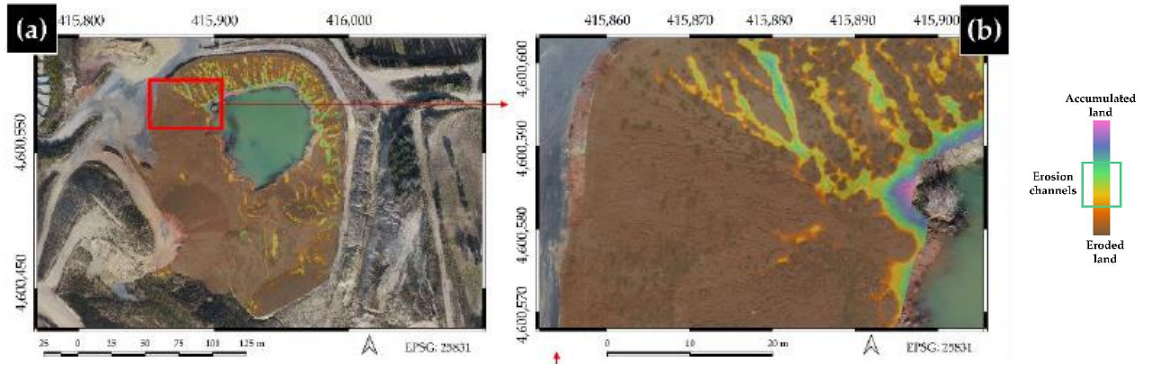
Şekil 14. Fotogrametrik yollarla maden türü tespiti [12].

Ren vd. [14] yaptıkları çalışmada Çin Wangzhuang kömür madeni atık sahasında rekültivasyon çalışmaları sonrası kendiliğinden yanma olabilecek bölgeleri İHA ortofotoları ve kullandıkları analiz metodu (Alfalfa Aboveground Biomass: AGB) yardımıyla değerlendirmişlerdir (Şekil 15). AGB metodu kendiliğinden yanma olan bölgeler ve zemin sıcaklığı artan bölgelerde yaklaşık %60 oranında tahmin başarısı sağladığı belirtilmiştir.



Şekil 15. Kömür atıkları kendiliğinden yanma bölgeleri tahmini [14].

Padro vd. [61] İspanya Terrassa şehri agrega malzemesi (kum ve çakıl) çıkarılan işletmede patlatma ve kazı gibi madencilik işlemleri sonucu yüzeylerde oluşan erozyonların, su kanalları ve havzalarının analizi için İHA görüntülerini kullanmışlardır. Şekil 16'da görülen, erozyon ve su kanalları oluşan bölgelerde şev stabilitesi için ek önlemler ve tasarım değişiklikleri önerilmiştir.



Şekil 16. Madencilik çalışmaları sonucu oluşan yüzey erozyonları tespiti [61].

Maden sahası rekültivasyon çalışmalarında ağaçların konumları ve sayıları tespiti son derece önemlidir. Rekültivasyon raporlama işlemlerinde ağaç ekiminin hangi bölgelerde ve sayıda yapılmasında fikir verecektir. Luo vd. [62] çalışmasında İHA ve geliştirdikleri algoritmaları kullanarak kömür madeni sahasında bulunan ağaçların sayısını ve konumlarını tespit ederek rekültivasyon işlemlerinde katkıda bulunmuşlardır (Şekil 17).



**Şekil 17.** Maden sahası ağaç sayısı tespiti [62].

Yukarıda belirtilen çalışmalar dışında İHA ile parça boyut analizi [11], yeraltı maden işlemlerinin yeryüzünde oluşturduğu fissür, çatlak ve kırıkların İHA termal kameraları ile tespiti [63], yeraltı kömür madeni havalandırma kuyularından sızan metan emisyonlarının İHA ile belirlenmesi [64], İHA oblik kameralarıyla maden sahası hacim değişikliğinin sürekli izlenmesi ve kontrolü [65], uydu görüntüleri, İHA ve yersel gözlemler ile maden atık barajında oluşabilecek sızmaların ve diğer negatif durumların tespiti [34] çalışmaları bu gibi çeşitli araştırmaların sayısını artırmaktadır. Çalışmaların çeşitliliği araştırma konularına ve ihtiyaçlara göre şekillenmektedir.

## 6. TARTIŞMA

Bu çalışma farklı cihazlarla elde edilen üç boyutlu verilerin madencilikteki çeşitli çalışmalarda kullanımı ve değerlendirmelerini içermektedir. Bu cihazların kullanımı günümüz teknolojisindeki gelişmeler sonucu gerekli hale gelmiştir. Çalışma süresi kısalığı, hassasiyet ve kullanım kolaylığı sağlamaktadırlar.

İHA'lar uydulara kıyasla büyüklüklerine ve özelliklerine göre daha az oranda alan ölçümü sağlamaktadırlar. Madencilik çalışmaları çok büyük alanlarda yapılmadığı için İHA'lar genellikle yeterli olabilmektedir. Uydu çalışmaları daha çok büyük alansal gözlemler (hava, sıcaklık, nem vb.) için avantajlıdır.

GNSS ve Total Station cihazları nokta ölçümü için şev altı, şev üstü ve düzlüklerde rahatlıkla kullanılabilir. Ancak yersel ölçümler yoluyla bu ölçümler alındığı için daha fazla zamana ve cihaza ihtiyaç vardır. Tek bir İHA (RTK veya PPK destekli) ile bu ölçümler yapılabilmektedir. Fakat MAPEG'e verilen ölçümlerde yer kontrol noktaları istenmektedir. Yer kontrol noktalarında ise GNSS cihazlarına ihtiyaç vardır. Dolayısıyla İHA ve GNSS cihazları birlikte kullanımı zorunlu olabilmektedir. Haritalama işlerinde genellikle bu iki cihaz kullanılmaktadır.

Yersel lazer tarayıcılar ve yersel radarlar stabilite problemi yaşayan açık ve yeraltı maden ocaklarında daha çok kullanılmaktadır. Deplasman verileri, hız ölçümü, alan ve hacim hesapları gibi alanlarda başarılı cihazlardır. Haritalamada İHA, GNSS ve Total Station gibi cihazlara kıyasla yatırım maliyetleri nedeniyle çok az kullanılmaktadır.



## 7. SONUÇLAR

Bu çalışma madencilik çalışmalarının gerekli unsurlarından olan İHA, GNSS, Total Station, yersel lazer tarayıcılar gibi cihazlarla veya uydu radar görüntülerinin işlenmesiyle elde edilen üç boyutlu verilerin kullanım alanları ve değerlendirmelerini içermektedir. Bu alanlardaki çeşitli uygulamaları ve madencilik çalışmalarına katkıları sunulmuştur.

Total Station ve GNSS cihazları madencilik haritalama işlerinde kullanılmaktadırlar. Stabilite işlemlerinde alansal olarak çok fazla alanda çalışmadıkları için genellikle haritalama işlerinde yerlerini almaktadırlar. İHA'lara kıyasla küçük alanlardaki haritalama işlerinde kullanacak kişiler için tercih edilebilirler.

İHA'lar madencilik sahalarında çoğunlukla kullanılmaktadırlar. Bu cihazlar cm hassasiyetinde veriler oluşturabilmektedir. Günümüz koşullarında maden sahaları için cm hassasiyeti yeterli olmaktadır. Gelişen teknolojilerle mm hassasiyetinde veriler de elde edilebilmektedir. İHA ve GNSS cihazları ikilisi haritalama, şev stabilitesi, alan ve hacim hesaplarında kolaylık sağlamaktadırlar. Ayrıca verileri işlemek uzmanlık doğrultusunda kolay olmaktadır. Günümüz madencilik ve danışman şirketleri çalışmalarında kullanılması gerekli iki cihazı olarak tavsiye edilmektedir.

Yersel lazer tarayıcılar ve yersel radarlar stabilite çalışmalarında yer bulmaktadırlar. Ancak bu cihazlar İHA, GNSS ve Total Station gibi cihazlara kıyasla daha pahalı ve oldukça maliyetli oldukları için her maden sahasında bulunmamaktadırlar. Yüksek hassasiyet içeren stabilite çalışmaları ve metalik madenlerde önerilmektedirler.

Uzay radar verilerine (uydu) ulaşım kolay olmaktadır. Ancak verileri işlemek diğer cihazlara kıyasla daha zor olmaktadır. Algoritmalar oluşturmak ve işlemek uzmanlık gerektirdiği için diğer cihazlara nazaran uydu verileri daha az tercih edilmektedir. Bu sebeple bu konuda uzman kişiler tarafından kullanılması ve değerlendirilmesi önerilmektedir.

Madencilikte üç boyutlu (X, Y, Z yönünde) verileri ve bu verilere bağlı ölçümleri (sıcaklık, nem, eğim, vb.) elde etmek İHA, uydu, GNSS, Total Station, yersel lazer tarayıcılar ve sentetik açıklıklı radarlar vasıtasıyla olmaktadır. Bu cihazlar mühendislik çalışmalarının hassasiyetinde yüksek oranda katkılar sunmaktadırlar. Teknolojik gelişimler cihazların özelliklerini ve dolayısıyla hassasiyetini artıracaktır. Maden şirketlerinin bu teknolojik gelişmeleri takip etmesi ve kullanması son derece önemli ve gerekli olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada madencilik çalışmalarında üç boyutta veri üretebilen cihazların çeşitleri ve değişik kullanım alanları hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Üç boyutta veri üretebilen cihazlarla yapılmış ve yapılacak çalışmalara katkı sağlayan ve sağlayacak tüm araştırmacılara teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- [1] Kekeç, B., Bilim, N., Dündar, S., and Ghiloufi, D. (2018). Madencilik Faaliyetlerinde İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Kullanımı. 2. Uluslararası Bilim. Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar

Sempozyumu (ISAS 2018), 174–178.

- [2] Villi, O. and Yakar, M. (2022). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Sensör Tipleri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*. 4 (2), 73–100.
- [3] Özcan, O. (2017). İnsansız Hava Aracı (İHA) ile Farklı Yüksekliklerden Üretilen Sayısal Yüzey Modellerinin (SYM) Doğruluk Analizi. *Journal of Engineering and Earth Science*. 2 (1), 1–7.
- [4] Gül, Y. (2019). Açık Maden İşletmelerinde İnsansız Hava Aracı (İHA) Uygulamaları. *Türkiye Jeoloji Bülteni / Geological Bulletin of Turkey*. 62 99–112.
- [5] Kun, M. and Özcan, B. (2019). Maden ocaklarında insansız hava aracı kullanımı: örnek bir saha çalışması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 21 (2), 554–564.
- [6] Kun, M. and Güler, Ö. (2019). İnsansız Görüntüleme Sistemleri ile Elde Edilen Sayısal Yüzey Modellerinin Mermer Madenciliğinde Kullanımı. *Dokuz Eylül University-Faculty of Engineering Journal of Science and Engineering*. 21 (63), 1005–1013.
- [7] Şener, E. (2019). İnsansız Hava Araçları Kullanılarak Olası Kaya Düşmelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı 3D Modellenmesi: Kasımlar Köyü (Isparta-Türkiye) Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 23 (2), 419–426.
- [8] Kabadayı, A. (2022). Açık Maden Ocağında Hacim Hesabı için GNSS ve İHA Ölçümlerinin Karşılaştırıldığı Bir Çalışma Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*. 4 (2), 52–57.
- [9] Kabadayı, A. (2022). Maden Sahasının İnsansız Hava Aracı Yardımıyla Fotogrametrik Yöntemle Haritalanması. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*. 4 (1), 19–23.
- [10] Yüksel, G. (2022). Use of Unmanned Aerial Vehicles in Open Mine Sites. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*. 4 (1), 29–37.
- [11] Arrieta, M. (2022). UAV photogrammetry for particle size distribution (PSD) and rock fill characterization. *GeoCalgary 2022 Reflect. Resorces*, 1–9.
- [12] Can, F., Polat, A.B., and Akçay, Ö. (2022). Açık Maden Ocağının Fotogrametrik Yöntem ile Geometrik ve Spektral Analizi: Bigadiç Bor Maden İşletmesi Örneği. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*. 22 (1), 175–186.
- [13] Ren, H., Zhao, Y., Xiao, W., and Hu, Z. (2019). A review of UAV monitoring in mining areas: current status and future perspectives. *International Journal of Coal Science and Technology*. 6 (3), 320–333.
- [14] Ren, H., Zhao, Y., Xiao, W., Yang, X., Ding, B., and Chen, C. (2022). Monitoring potential spontaneous combustion in a coal waste dump after reclamation through unmanned aerial vehicle RGB imagery based on alfalfa aboveground biomass. *Land Degradation and Development*. 33 (15), 2728–2742.

- [15] MAPEG (2022). "Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Harita Standartları", 15.12.2022, <https://www.mapeg.gov.tr/Custom/MadenHarita>.
- [16] Netcad (2023). "MAPEG Haritaları", 17.03.2023, <https://wiki.netcad.com.tr/display/HELP/MAPEG>.
- [17] Liu, X., Zhu, W., Lian, X., and Xu, X. (2023). Monitoring Mining Surface Subsidence with Multi-Temporal Three-Dimensional Unmanned Aerial Vehicle Point Cloud. *Remote Sensing*. 15 (2).
- [18] Kweon, H., Seo, J. Il, and Lee, J.W. (2020). Assessing the applicability of mobile laser scanning for mapping forest roads in the republic of Korea. *Remote Sensing*. 12 (9), 1–14.
- [19] Onargan, T. and Küçük, K. (2014). Maden Mühendisleri için Ölçme Tekniği. 4. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:312, İzmir.
- [20] Pix4D (2023). "Drone-mapping streamlines surveys in mineral operations", 05.03.2023, <https://www.pix4d.com/blog/drone-mapping-streamlines-surveys-in-mineral-production-operations/>.
- [21] Şahin, V. and Yılmaz, H.M. (2021). Hacim Hesaplarında İnsansız Hava Aracı (İHA) Verilerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*. 3 (2), 36–48.
- [22] Seki, M., Tiryakioğlu, İ., and Uysal, M. (2017). Farklı Veri Toplama Yöntemleriyle Yapılan Hacim Hesaplamalarının Karşılaştırılması. *Geomatik Dergis*. 2 (2), 106–111.
- [23] Yakar, M., Yılmaz, H.M., and Mutluoğlu, Ö. (2009). Hacim Hesaplamalarında Laser Tarama ve Yersel Fotogrametrinin Kullanılması. 12. Türkiye Harit. Bilim. ve Tek. Kurult., TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara. 1–5.
- [24] Ozdogan, M.V. and Deliormanli, A.H. (2016). Monitoring of Landslide at Tuncbilek Open Pit Stripping Area with Terrestrial Laser Scanner and Optical Images. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*.
- [25] Turner, R.M., Bhagwat, N.P., Galayda, L.J., Knoll, C.S., Russell, E.A., and MacLaughlin, M.M. (2018). Geotechnical characterization of underground mine excavations from UAV-captured photogrammetric & thermal imagery. *ARMA* 18, 1–11.
- [26] Karasaka, L. and Beg, A.A.R. (2021). Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile Farklı Geometrik Yapıdaki Özelliklerin Modellenmesi. *Geomatik*. 6 (1), 54–60.
- [27] Ozdogan, M. V and Deliormanli, A.H. (2022). Yersel Lazer Tarayıcıların Yeraltı Madencilik Faaliyetlerinde Kullanımı : Örnek bir Yeraltı Metalik Maden Uygulaması. *MT Bilimsel*. 1 (21), 13–19.
- [28] Nguyen, L.Q., Dang, M.T., Bui, L.K., Ngoc, Q.B., and Tran, T.X. (2023). Application of Unmanned Aerial Vehicles for Surveying and Mapping in Mines: A Review. 1–22.

- [29] Rocamora, B.M., Lima, R.R., Samarakoon, K., Rathjen, J., Gross, J.N., and Pereira, G.A.S. (2023). Oxpecker: A Tethered UAV for Inspection of Stone-Mine Pillars. *Drones*. 7 (2), 1–26.
- [30] Steenkamp, N.C., Goosen, S.L., and Bouwer, P.J. (2020). Satellite applications in diamond exploration and mine monitoring. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 120 (10), 575–580.
- [31] Bayer, B., Simoni, A., Schmidt, D., and Bertello, L. (2017). Using advanced InSAR techniques to monitor landslide deformations induced by tunneling in the Northern Apennines, Italy. *Engineering Geology*. 226 (May), 20–32.
- [32] Ostapenko, S.P. and Mesyats, S.P. (2022). Recovery Dynamics of Mining-Altered Natural Ecosystems by Satellite Data. *Journal of Mining Science*. 58 (5), 839–848.
- [33] Kotaridis, I. and Lazaridou, M. (2020). Satellite imagery segmentation in lignite mine areas. *Eighth Int. Conf. Remote Sens. Geoinf. Environ.*, 1–15.
- [34] Wan, Y., Zhong, Y., Ma, A., Hu, X., and Wei, L. (2023). Satellite-air-ground integrated multi-source earth observation and machine learning processing brain for tailings reservoir monitoring and rapid emergency response. *Land Degradation & Development*. (November 2022), 1–19.
- [35] Poyraz, F., Gül, Y., and Duymaz, B. (2020). Determination of deformations by using the PSI technique at a common dump site of three different open-pit marble mines in Turkey. *TURKISH JOURNAL OF EARTH SCIENCES*. 29 (6), 1004–1016.
- [36] Sadavarte, P., Pandey, S., Maasackers, J.D., Lorente, A., Borsdorff, T., Denier van der Gon, H., et al. (2021). Methane Emissions from Superemitting Coal Mines in Australia Quantified Using TROPOMI Satellite Observations. *Environmental Science and Technology*. 55 (24), 16573–16580.
- [37] Antonielli, B., Sciortino, A., Scancella, S., Bozzano, F., and Mazzanti, P. (2021). Tracking deformation processes at the Legnica Glogow copper district (Poland) by satellite insar—i: Room and pillar mine district. *Land*. 10 (6), 1–20.
- [38] Solari, L., Montalti, R., Barra, A., Monserrat, O., Bianchini, S., and Crosetto, M. (2020). Multi-temporal satellite interferometry for fast-motion detection: An application to salt solution mining. *Remote Sensing*. 12 (23), 1–21.
- [39] Balaniuk, R., Isupova, O., and Reece, S. (2020). Mining and tailings dam detection in satellite imagery using deep learning. *Sensors (Switzerland)*. 20 (23), 1–26.
- [40] Kabuya, J.M., Simon, R., Carvalho, J., and Haviland, D. (2020). Numerical back-analysis of highwall instability in an open pit: a case study. *Slope Stab.* 2020, pp. 937–952.
- [41] Collin, J.G., Stark, T.D., Lucarelli, A., Taylor, T.P., and Berg, R.R. (2021). Stability and Stress-Deformation Analyses of Reinforced Slope Failure at Yeager Airport. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 147 (3), 1–11.

- [42] Javankhoshdel, S., Cami, B., Yacoub, T., Ma, T., and Abolfazlzadeh, Y. (2021). Multi Modal failure mechanism in open pit mines using LEM and FEM approaches. *Arma* 21, 1–5.
- [43] Bar, N., McQuillan, A., Graaf, P. de, and Ndlovu, X. (2022). Three-Dimensional Slope Stability Analysis for Late-Stage Slope Design Optimization Options Trade-off Studies at Venetia Diamond Mine. *Slope Stab.* 2022, Tucsonpp. 1–9.
- [44] Bar, N., McQuillan, A., Ma, T., Wai, D., Hammah, R., Corkum, B., et al. (2023). A geotechnical evaluation of the Cumba Pit Slope Failure, Dominican Republic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 1124 (1), 1–12.
- [45] Cobián, J.C., Bautista, M.M., Bar, N., and Hammah, R. (2022). 3D Limit Equilibrium Analysis and Risk Appraisal of Hondo Waste Rock 3D Limit Equilibrium Analysis and Risk Appraisal of Hondo Waste Rock Stockpile Designs. *Rocscience Africa Conf. 2022, Accra, Ghanapp.* 1–11.
- [46] McQuillan, A. and Bar, N. (2023). The necessity of 3D analysis for open-pit rock slope stability studies: Theory and practice. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy.* 123–2 (February), 63–69.
- [47] Bar, N. and McQuillan, A. (2018). 3D limit equilibrium slope stability analysis for anisotropic and faulted rock masses in Australian coal and iron ore mines. *ISRM Int. Symp. - 10th Asian Rock Mech. Symp. ARMS 2018, Singapore.*
- [48] Bar, N. and Weekes, G. (2017). Directional Shear Strength Models in 2D And 3D Limit Equilibrium Analyses To Assess The Stability Of Anisotropic Rock Slopes in The Pilbara Region Of Western Australia. *Journal and News of the Australian Geomechanics Society.* 52 (4), 91–104.
- [49] McQuillan, A., Bar, N., and Yacoub, T. (2022). On the comparison of 2D and 3D stability analyses of an anisotropic slope. *Evol. Geotech - 25 Years Innov.,* 295–306.
- [50] Bar, N., Kostadinovski, M., Tucker, M., Byng, G., Rachmatullah, R., Maldonado, A., et al. (2020). Pit slope failure evaluation in near real time using UAV photogrammetry and 3D limit equilibrium analysis. *Australian Geomechanics Journal.* 55 (2), 33–47.
- [51] Sertabipoğlu, Z., Özer, Ü., and Tunçdemir, H. (2014). InSAR Verilerinin Madencilikte Kullanımı. 5. Uzak Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2014), İstanbul, 1–10.
- [52] Li, Z., Wang, J., Li, L., Wang, L., and Liang, R.Y. (2015). A case study integrating numerical simulation and GB-InSAR monitoring to analyze flexural toppling of an anti-dip slope in Fushun open pit. *Engineering Geology.* 197 20–32.
- [53] Ozdogan, M.V. and Deliormanli, A.H. (2018). Yersel Lazer Tarayıcı ile Yeraltı Galerisinde Meydana Gelen Deformasyonların Belirlenmesi. *Dokuz Eylul University-Faculty of Engineering Journal of Science and Engineering.* 20 (59), 663–675.
- [54] Ozdogan, M.V. and Deliormanli, A.H. (2019). Landslide detection and characterization using

- terrestrial 3D laser scanning (LIDAR). *Acta Geodynamica et Geomaterialia*. 16 (4), 379–392.
- [55] Ćwiakła, P., Gruszczyński, W., Stoch, T., Puniach, E., Mrocheń, D., Matwij, W., et al. (2020). UAV applications for determination of land deformations caused by underground mining. *Remote Sensing*. 12 (11), 1–25.
- [56] Puniach, E., Gruszczyński, W., Stoch, T., Mrocheń, D., Ćwiakła, P., Sopata, P., et al. (2023). Determination of the coefficient of proportionality between horizontal displacement and tilt change using UAV photogrammetry. *Engineering Geology*. 312 (November 2022), 1–16.
- [57] Lashgari, M. and Ozturk, C.A. (2022). Slope failure and stability investigations for an open pit copper mine in Turkey. *Environmental Earth Sciences*. 81 (5), 1–17.
- [58] Li, J., Li, B., He, K., Gao, Y., Wan, J., Wu, W., et al. (2022). Failure Mechanism Analysis of Mining-Induced Landslide Based on Geophysical Investigation and Numerical Modelling Using Distinct Element Method. *Remote Sensing*. 14 (23), 6071.
- [59] Zhang, Y., Lian, X., Ge, L., Liu, X., Du, Z., Yang, W., et al. (2022). Surface Subsidence Monitoring Induced by Underground Coal Mining by Combining DInSAR and UAV Photogrammetry. *Remote Sensing*. 14 (19), 1–14.
- [60] Özdemir, M. (2021). Anizotropik Davranış Gösteren Metamorfik Kaya Kütlelerinde Şev Stabilitesi Analizleri, Doktor Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitimi Enstitüsü, Kütahya.
- [61] Padró, J.-C., Cardozo, J., Montero, P., Ruiz-Carulla, R., Alcañiz, J.M., Serra, D., et al. (2022). Drone-Based Identification of Erosive Processes in Open-Pit Mining Restored Areas. *Land*. 11 (2), 1–13.
- [62] Luo, M., Tian, Y., Zhang, S., Huang, L., Wang, H., Liu, Z., et al. (2022). Individual Tree Detection in Coal Mine Afforestation Area Based on Improved Faster RCNN in UAV RGB Images. *Remote Sensing*. 14 (21), 5545.
- [63] Zhao, Y., Sun, B., Liu, S., Zhang, C., He, X., Xu, D., et al. (2021). Identification of mining induced ground fissures using UAV and infrared thermal imager: Temperature variation and fissure evolution. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 180 (August), 45–64.
- [64] Andersen, T., Vinkovic, K., de Vries, M., Kers, B., Necki, J., Swolkien, J., et al. (2021). Quantifying methane emissions from coal mining ventilation shafts using an unmanned aerial vehicle (UAV)-based active AirCore system. *Atmospheric Environment: X*. 12 (May), 100135.
- [65] Cao, D., Zhang, B., Zhang, X., Yin, L., and Man, X. (2023). Optimization methods on dynamic monitoring of mineral reserves for open pit mine based on UAV oblique photogrammetry. *Measurement*. 207 (November 2022), 112364.



**THE SYNTHESIS OF NANOPARTICLES AND THE CURRENT APPLICATION IN  
DIFFERENT DOMAINS**

Tugce AGACBOZAN<sup>1</sup>, Ipek COBAS<sup>2</sup>, Gulsade SAHIN<sup>3</sup>, Dilay TASKIN<sup>4</sup>, Nail OZSULUOGLU<sup>5</sup>,  
Ferhat UZEN<sup>6</sup>, Alattin BOLUT<sup>7</sup>, Fatih SEN<sup>8\*</sup>

<sup>1</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye,  
[tugceagacbozan123@gmail.com](mailto:tugceagacbozan123@gmail.com), ORCID: 0000 0001 8154 3274

<sup>2</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye, [ipek.cobas@ogr.dpu.edu.tr](mailto:ipek.cobas@ogr.dpu.edu.tr)  
ORCID: 0000-0002-9259-3389 ,

<sup>3</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye, [gulsade.sahin@ogr.dpu.edu.tr](mailto:gulsade.sahin@ogr.dpu.edu.tr)  
ORCID: 0000-0003-2149-2158

<sup>4</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye, [dilaytaskin237@gmail.com](mailto:dilaytaskin237@gmail.com),  
ORCID: 0000-0003-1411-276X

<sup>5</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye,  
[nail.ozsuluoglu@ogr.dpu.edu.tr](mailto:nail.ozsuluoglu@ogr.dpu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-8787-7635

<sup>6</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye, [uzenferhat1@gmail.com](mailto:uzenferhat1@gmail.com)  
ORCID: 0000-0001-9077-5026

<sup>7</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye, [alaattinbolut@gmail.com](mailto:alaattinbolut@gmail.com) ,  
ORCID: 0000-0002-3053-0286

<sup>8</sup> Sen Research Group, Department of Biochemistry, Dumlupınar University, Kutahya, Türkiye, [fatihsen1980@gmail.com](mailto:fatihsen1980@gmail.com),  
ORCID: 0000-0001-6843-9026

*Geliş Tarihi (Received Date):06.02.2023*

*Kabul Tarihi (Accepted Date):24.05.2023*

**ABSTRACT**

Nanomaterials are one of the most popular materials that can be used in many fields in recent years. According to the related definition, these materials are known to be formed by the combination of at least one size less than 100 nm or very small materials. In nanomaterials, size is very important as it generally provides information about their structure and properties. There are different synthesis methods for the production of nanomaterials. The most preferred method among these is the environmentally friendly green synthesis method. This method is a cost-effective, environmentally friendly, non-toxic biological method. In addition, the usage areas of nanomaterials vary depending on their size. At this point, the dimensions of nanomaterials are; It can change their thermal, mechanical, optical, electrical, and magnetic properties. At the same time, nanomaterials are widely used in the materials and manufacturing industries, the medical-health industry, aerospace research, environmental and energy systems, biotechnology, agriculture, and food industries. In light of this information, within the scope of the study; The green synthesis production method of nanomaterials, their dimensions, general properties, and characterizations used to determine their physical and chemical properties are mentioned. In addition, research on drug release, antimicrobial, antifungal, anticarcinogenic, and environmental applications of nanomaterials were presented. Within the scope of these studies, it has been seen that nanomaterials are very interesting in the health sector, their applications should be increased, and it has been concluded that nanomaterials can produce solutions for many diseases with these applications. In addition, the data obtained show that nanomaterials with properties that can be used in many areas are very promising for the future.

**Keywords:** *Biotechnology, Nanomaterials, Nanotechnology, Green synthesis.*

## NANOPARÇACIKLARIN SENTEZİ VE FARKLI ALANLARDA GÜNCEL UYGULAMALARI

### ÖZ

Nanomalzemeler son yıllarda birçok alanda kullanılabilen en popüler malzemelerden biridir. Bu malzemelerin ilgili tanıma göre en az bir boyutu 100 nm'den küçük veya çok küçük malzemelerin bir araya gelmesiyle oluştuğu bilinmektedir. Nanomalzemelerde genellikle yapı ve özellikleri hakkında bilgi sağladığı için boyut çok önemlidir. Nanomalzemelerin üretimi için farklı sentez yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar arasında en çok tercih edilen yöntem çevre dostu yeşil sentez yöntemidir. Bu yöntemin uygun maliyetli, çevre dostu, toksik olmayan biyolojik bir yöntem olduğu bilinmektedir. Ayrıca nanomalzemelerin kullanım alanları boyutlarına göre değişmektedir. Bu noktada nanomalzemelerin boyutları; Termal, mekanik, optik, elektriksel ve manyetik özelliklerini değiştirebilir. Aynı zamanda nanomalzemeler, malzeme ve imalat endüstrilerinde, medikal-sağlık endüstrisinde, havacılık araştırmalarında, çevre ve enerji sistemlerinde, biyoteknolojide, tarım ve gıda endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bilgiler ışığında çalışma kapsamında; Nanomalzemelerin yeşil sentez üretim yöntemi ve genel özellikleri, boyutları, ilaç salımı, antimikrobiyal, antifungal ve antikarsinojenik özellikleri ve çevresel uygulamalarına değinilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda birçok alanda kullanılabilecek özelliklere sahip nanomalzemelerin gelecek için umut verici olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Biyoteknoloji, Nanomalzemeler, Nanoteknoloji, Çevre dostu sentez*

### 1. INTRODUCTION

The origin of the term nanotechnology comes from the Greek word 'nano' meaning 'small'. Nanoparticles range in size from 1 to 100 nanometers and are very small particles. Nanotechnology: It is a science that examines biological, chemical, and physical structures and usage areas. Nanotechnology can be defined as essentially consisting of the separation, assembly, and deformation of materials by an atom or a molecule. Today, nanotechnology activities are widely used, especially in the fields of industry and medicine, and facilitate human life. The main features that make nanotechnology different from other branches are those materials behave more uniquely in this dimension than in the macro-Earth. The weight/power ratio, optics, conductivity, and magnetic properties change significantly as you move from the macro to the nanoscale. Developed countries such as the USA, England, Germany, Singapore, Japan, and Austria conduct and use detailed research on nanotechnology and size. At this point, nanotechnology has become a brand-new and groundbreaking science with all its features [1–4]. Size is very important in nanotechnology and the nanomaterials that come with it, and these materials are examined in 4 classes according to their dimensions (zero, single, two, three dimensional). Of these materials, zero-dimensional nanomaterials; is the name given to materials whose entire scale is at the nanoscale. They are different materials in the form of nanopowder or nanodispersion. Today, these materials exist in different structures and are produced by various research groups. For example, quantum dots, nanospheres, fullerenes, core nanoparticles, and hollow nanospheres. One-dimensional (1D) nanomaterials are materials that have two dimensions at the nanoscale and one dimension at the microscale. One-dimensional nanomaterials



can be polycrystalline or single-crystalline, while impure nanomaterials can be chemically pure. Some nanomaterials can be used on their own, but some may be embedded in the matrix. Examples of one-dimensional nanomaterials are carbon nanotubes and metal oxide nanotubes, one-dimensional nanomaterials. Two-dimensional (2D) nanomaterials are materials that are one-dimensional at the nanoscale and two-dimensional at the microscale. Today, two-dimensional nanomaterials have become more valuable and their usage areas are quite common compared to others [5]. Examples of two-dimensional nanomaterials are graphene, boron nitride, molybdenum disulfide, nanofilms, and nanocoating. Finally, three-dimensional (3D) nanomaterials are the name given to materials that do not have any dimensions at the nanoscale. The most important differences that distinguish three-dimensional nanomaterials from other types are distinctive differences such as high surface area [6], surface porosity, optical, electrical, and magnetic properties. Examples of three-dimensional nanomaterials are hydrogels and metal oxide lattices. When the application areas of these nanomaterials are examined, it is seen that they are widely used [6]. For example, In the food industry, nanomaterial applications are used to improve food packaging for quality and reliable food production and to ensure traceability of food using biosensors. At the energy point, it increases lighting and heating efficiency, increases electricity storage capacity, and reduces pollution in energy production used for cleaning. For this sector, for example, the importance of nanomaterials used for new generation batteries, fuel cells and super capacitors has increased today [7]. In addition to these, nanomaterials are also widely used in the field of health. At this point, it is seen that it is widely used in antibacterial, anticancer, carrier drug systems [8]. Nanomaterials are promising for many fields and today many studies are carried out on nanomaterials. [9,10]. At this point, it is important to increase the production and application areas of these materials.

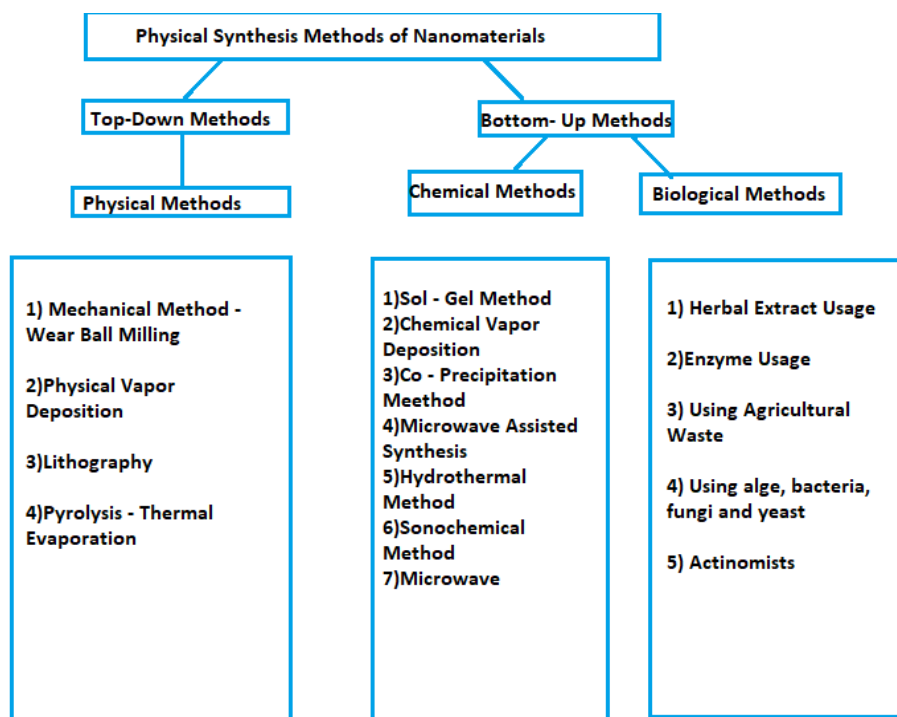
Within the scope of the study, the production methods of nanomaterials with superior properties were mentioned in general and it was shown that they have different application areas. At this point, attention was drawn to the green synthesis method, one of the production methods, and especially drug delivery systems and antibacterial applications were emphasized. In addition, the effects of nanomaterials on the environment and human health are also discussed. By compiling these studies, general information is given about the development and important effects of nanomaterials, especially in the field of health.

## **2. NANOMATERIAL SYNTHESIS**

Various synthesis methods are used to obtain nanomaterials. These synthesis methods can be said as 3 main topics, biological, physical, and chemical methods. Among the mentioned methods, the most environmentally friendly, simple, and easy method is the biological method. This method of synthesis is not limited to microorganisms but is also carried out using plant parts.

### **2.1. Physical Synthesis of Nanomaterials**

This synthesis method is divided into two top-down and bottom-up. In the top-down synthesis method, coarse materials are turned into powder using the grinding technique. The disadvantage here is the difficulty of obtaining the desired particle size and shape [11]. When the particles obtained here are compared with normal particles, it is seen that there are deviations in the magnetic properties of the samples prepared with defects in the lattice parameters due to grinding synthesis [12]. In bottom-up synthesis methods, nanoparticles in the liquid and gas phases are condensed. In this process, large materials are obtained by combining small ions. Physical synthesis methods are detailed in the table below [13–19].



**Figure 1.** Synthesis methods of nanoparticles [13–19].

## 2.2. Green Synthesis of Nanomaterials

As mentioned above, there are two approaches in the synthesis methods of nanomaterials: top-down and bottom-up. In the first approach (top-down), large volumes of materials are broken into nano-sized pieces. The second approach (bottom-up) is the opposite of the first approach and uses single atoms to transform them into large materials. In addition, nanomaterial synthesis methods fall into two main categories. One of them is the traditional method and the other is the green method. The use of green synthesis is more common, as the potential harms of the traditional method outweigh the benefits. A clean, safe, and environmentally friendly process is used in the green synthesis method. In this method, microorganisms such as bacteria, yeast, fungi, and algae act as substrates. At this point, the benefits from green synthesis extend to antimicrobial, natural reducing, and stabilizing properties. In this synthesis, some of the green species are composed of specific enzymes, amino acid groups, proteins, or chemical structures [16,20–23].

### 2.2.1. Herb and herb extract

In the green synthesis method, plant and food residues are used to create, without exception, the most interesting and environmentally friendly nanomaterials. In this synthesis, certain chemical compounds must be removed from plants and food wastes. Plant and food wastes are dried, ground, or cut to remove these chemical compounds. After these processes are done, it is filtered and stored at 4°C [24]. These obtained reagents have a range of bioactive molecules depending on the specific plant and plant materials from which they are extracted. These plant extracts contain flavonoids, terpenoids, and phenols. [25,26] Plant extracts are not only limited to these compounds but also proteins, glycosides, and polysaccharides play a role in the synthesis of these nanoparticles [24,27,28]. In this synthesis

method, a chemical that would be risky for the environment is not needed.[29] According to the literature, the most widely used nanoparticle type synthesized by plant material is silver nanoparticles.[30] The silver nanoparticle synthesis process is carried out with different plant materials for reducing, stabilizing, and capping substances in the extracts.[31,32] These are tea polyphenols, vegetable oil, capsicum corneum, hemp Sativa, and black currant. These herbs also act as reducing, stabilizing, and limiting agents as we have mentioned before. The most common plant material found in kitchens is vegetable oils. Another agent to be used in the synthesis of nanoparticles is aloe vera. Aloe vera is also used in traditional medicines and sunburns. As a result, the field and application of nanomaterials are expanding and continue to be researched. Conventional synthesis methods of nanomaterials (left-gel, chemical vapor deposition, laser ablation, pyrolysis, ultrasound, and hydrothermal) are harmful to the environment. Green synthesis methods cause little or no harm to the environment as previously stated. The chemicals used in the synthesis stage cause environmental damage. That's why today, the use of green synthesis is emphasized.

### **2.2.2. Synthesis of nanomaterials using microorganisms**

The most used microorganisms in studies using microorganisms are bacteria, algae, and fungi. These organisms contribute to the preparation of nanomaterials with an aqueous solution of metal salts. In the use of bacteria in biological synthesis, living organisms participate in the synthesis method using protein. For example, magnetotactic bacteria living on the seafloor and in anaerobic conditions use protein-coated magnetosomes to synthesize nano-sized magnetic iron oxide crystals and prepare the particles in the direction of their preferred habitat with a compass. [33,34]. In the use of fungi in biological synthesis, the fungus *Fusarium oxysporum* is used to synthesize extracellular nanoparticles. Today, studies on nanoparticle synthesis methods using algae are continuing. Algae extracts are easily synthesized and do not degrade rapidly. Algae are used as reductants in nanoparticle synthesis.

### **2.2.3. Use of biological templates and synthesis of nanomaterials**

In this synthesis method, dissimilar and complex nanostructures are produced using protein and DNA. The main product used for nanocomposite materials is proteins. DNA templates are also used to assemble these particles.

## **3. CHARACTERIZATION OF NANOMATERIALS**

Various techniques are used in the characterization process of nanomaterials. Thanks to these techniques, the structures of nanomaterials are better elucidated. The most commonly used techniques are X-ray diffraction (XRD), Transmissive electron microscopy (TEM), Atomic force microscopy (AFM), Scanning electron microscope (SEM), X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), Raman Spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). Apart from these techniques, Fluorescent correlation spectroscopy (FCS), Raman scattering (RS), Surface development Raman (SERS), Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS), Near field scanning optical microscopy (NSOM), Circular dichroism (CD), Mass spectroscopy (MS), Infrared spectroscopy (IR), Scanning tunneling microscope (STM), Nuclear magnetic resonance (NMR), Small angle x-ray scattering (SAXS) characterizations. Among these techniques, the most frequently used techniques are explained in detail.

### **3.1. XRD**

This method is generally used in the examination of the internal structure of the substance with x-rays, in the determination of crystals, in the measurement of grain size, and in the qualitative and

quantitative analysis of polycrystals[35,36]. The XRD technique is also used to characterize crystal size, shape, and lattice distortion in long-range order [37]. As a result of this technique applied to dusty samples, properties such as crystal structure as well as grain size are determined. Of course, this technique is used in liquid samples as well as powder samples. But with this technique, the best result is observed in powder samples. To measure the samples, the powder samples are placed in their special holders and placed in the special part of the XRD device, and the samples are analyzed. As the scope of XRD application; It is important in qualitative and quantitative analysis of samples of different thicknesses, geological samples, materials science and engineering, thin film analysis, cable industry, biomaterials, clinical samples, metal and alloy analysis, polymer analysis, archeology (detection of materials that make up historical buildings), ceramics and cement industry [38].

### **3.2. TEM**

The principle of this device is based on the imaging of high-energy electrons passed through a very thin sample.[39] This device allows us to obtain direct images and chemical information of nanomaterials at a spatial resolution down to atomic dimensions. This device transmits the incoming electron beams over a very thin foil sample. Meanwhile, electrons interacting with the sample; are converted to unscattered electrons, elastically scattered electrons, or inelastically scattered electrons [40]. TEM has advantages over SEM. TEM is better than SEM for spatial resolution[39].

### **3.3. AFM**

This device is a very versatile tool because it not only creates images on a 3D surface but also allows scientists and engineers to make various surface measurements according to their needs [41]. For this device to display an image, the needle at the end of the device must interact with the surface. In this way, the device can display images. The needle at the end of this device changes for different purposes and is examined using different tips. Here, besides only imaging the sample surfaces; phase is determined by electrical, conductivity, and magnetic differences. This technique is also a technique capable of imaging biomaterials without damaging the natural surface type and additional analytical measurements [42].

### **3.4. SEM**

SEM is a surface imaging technique. At the same time, the size, size distribution, and shape of nanomaterials are obtained directly by this method [43]. The lenses in this device are used to control the characteristics of the beam sent to the device. Electrons interact with the sample from electron and photon signals. Conductive samples, coated insulation samples, powder samples, thin films, biological samples, and polymers can be examined in SEM [44].

### **3.5. FTIR**

FT-IR spectroscopy is a frequently preferred technique in basic sciences, health sciences, and engineering fields, with the identification of bonds in the structure of molecules [45]. The basis of this technique is based on the absorption of movements such as vibration and rotation of the bonds of infrared rays falling on the intramolecular bonds. This method is also used for the determination of intramolecular bonds, the determination of the molecular formula, and the examination of functional groups[46]. This method is valid only for polar molecules with dipole moments. A molecule is capable of absorbing IR radiation if it has a time-varying dipole molecule and its oscillation frequency is the same as the frequency of the incident IR light. [47]. Diatomic molecules cannot absorb IR radiation. This method also includes matching pairs of atoms and covalent bonds. Therefore, the IR

spectrum showing the absorption or absorption corresponding to the IR frequency can be presented as a fingerprint of the molecule of interest [48].

### **3.6. SERS**

This device works by inelastic scattering of light falling on the bonds by intramolecular bonds [49]. This device is generally used in the fields of basic sciences, medicine, pharmacy, and engineering [50]. This device is also used to examine the melting mechanisms of volatiles such as H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> in aluminum cyclase melts and glasses. SERS also has ultra-high sensitivity and selectivity, and studies on SERS are promising in the future [51]. With SERS, it is possible to determine the chemical and structural information of the samples, determine homogeneity and purity, distinguish stem cells from differentiated cells, and analyze polymer mixtures.

### **3.7. XPS**

SOFC, the surface of the cathode layers is a technique used to study elemental composition. This technique is also used to quantitatively analyze the surface electronic structure of the crystalline solid. The XPS device determines the kinetic energy of the electrons in the sample to be measured. In this way, the device reveals the electron energy distribution in the material. This device not only provides information about the above-mentioned conditions. It also gives information about the binding energy of certain core levels, the chemical composition near the surface region, and the oxidation of an element [37].

## **4. APPLICATION OF NANOMATERIALS**

### **4.1. The Role of Nanomaterials in Drug Delivery Systems**

Nano-sized materials are used in life science, aerospace, medicine, electronics, and agriculture [52]. There are differences in mechanical properties between conventional materials and nano-sized materials. The mechanical properties of metals consist of ten parts. These are brittleness, strength, plasticity, hardness, toughness, fatigue strength, elasticity, ductility, rigidity, and yield stress. Inorganic non-metallic materials are also brittle. On the other hand, the mechanical properties of nanomaterials are more suitable due to volume, surface, and quantum effects. As nanomaterials are added to the base material, the particles are refined to a certain extent. In this case, it allows improvement in mechanical properties. For example, By adding nano-SiO<sub>2</sub> to the concrete, the compressive and tensile strength is increased [53].

Nanocarriers are used in gene delivery, targeted drug delivery, imaging, artificial implants, and biosensors. In short, it has many uses in medicine, from diagnosis to treatment [54,55]. The most common uses are in cancer treatments and drug delivery systems. In classical method drug applications, it should be applied in certain doses during the day. At the same time, these doses should not be given at low or toxic levels. In this case, drug delivery systems using nanocarriers come into play. Many types of nanomaterials are used in drug delivery systems, from nanoparticles to fullerenes [56,57]. The small structures of these nanomaterials provide significant advantages [58].

#### **4.1.1. Nanoparticle**

Nanoparticles can be synthesized by both natural and chemical methods. Therefore, it is the materials that attract attention. Today, natural synthesis methods are in demand. The best example of this method is green synthesis. Gold and silver nanoparticles synthesized by green synthesis are among the best metal nanoparticles in drug delivery systems [59,60] at the same time, it is environmentally friendly [61]. AgNPs have been the subject of research in the field of nanomedicine due to their high

specific surface area, and special chemical, and physical properties [62]. Studies conducted, it has given positive results in every experiment in terms of multi-drug resistance, especially against chemotherapeutic agents [63]. At the same time, its known antibacterial properties have made AgNPs more useful. [59,64] Gold nanoparticles (AuNPs) are nanoparticles that attract attention with their optoelectronic and physicochemical properties [65]. With its ability to modify, it can enter application areas such as biosensors, diagnostics, DNA, and drug delivery [66,67]. AuNPs have a biosensing role. However, thanks to their large surface areas such as AgNP's, they enable the delivery of chemotherapy drugs to the cancerous cell in cancer treatments. In diagnostics, they can detect biological targets thanks to their optical properties and are the number one nanoparticle for labeling DNA or proteins [68].

#### **4.1.2. Nanogels**

As the name suggests, nano gels are in a gel-like form. This form provides itself with various advantages. Low viscosity, large surface area, and fast reaction are among the advantages. Nanogels resemble hydrogels in structure. That is, they swell without dissolving in a thermodynamically good solvent [69]. At the same time, thanks to the hydrophilic polymers used in the synthesis stage, they respond to environmental stimuli in the form of reversible volume-phase transitions [70]. These transitions are due to weak molecular bonds. The degree of swelling of nano gels is affected by the osmotic pressure of the medium, so different degrees of swelling can be observed. Which makes nano gels one of the alternative drug carriers [71].

#### **4.1.3. Liposomes**

Liposomes, which have recently emerged as carrier antigen agents, can also be used in vaccine deliveries because they are non-toxic and naturally degraded phospholipids [72]. Liposomes not only regulate the antigen release rate but also make them resistant to physical and biological degradation [73].

#### **4.1.4. Nano-emulsions**

Nano-emulsions, which attract the attention of researchers most among drug delivery systems, have emerged because of combining two immiscible liquids with the help of an emulsifier [74]. It has succeeded in surpassing nanomaterials due to its high kinetic stability, long-term release profile, improved therapeutic efficacy, good dermis permeability, photosensitive drug delivery, hydrophilicity, and self-assembly. It is not only used in the field of medicine, but also in areas such as food, cosmetics, and pharmaceuticals [75].

#### **4.1.5. Niosomes**

Niosomes are nanocarriers clinically like liposomes. Non-ionic surfactant (NIS) based vesicles, niosomes carrying a nucleus in a bilayer structure, are noteworthy for their regulation of the delivery of amphiphilic agents. The most obvious difference between them and liposomes is that liposomes are composed of phospholipids while niosomes are created from inexpensive NISs. Modifying niosomes with PEG (polyethylene glycol ) to increase drug holding capacity and stability is one of the most frequently used methods in recent times [76].

#### **4.1.6. Dendrimers**

The dendrimer is a spherical nanoparticle with a 3D structure with hyper-branching. It consists of three main structures: a central core, repeating units, and surface terminal groups [77]. It is

physiochemically versatile and functional. These nanoparticles can easily overcome the obstacles encountered in traditional drug delivery mechanisms [59].

#### **4.1.7. Nanosuspension**

Nanosuspension is the form of particles smaller than 1 micron colloidal dispersed in water [78]. The solubility of nanosuspensions is high in the aqueous and lipid phases. In this way, nanosuspensions increase the permeability of the brain and reduce the virus load. It does this not only in nanosuspensions but also in nanoemulsions, micelles, nanoparticles, liposomes, and other nanocarrier formulations [79].

#### **4.1.8. Polymer micelles**

Polymer micelles have become a nanomaterial that has attracted attention in recent years with their combination without extra support, hydrophobic functional compounds, and the delivery system used in drug transport. Plays an important role in the design and application of micelles in synthetic polymers. Starch is the most suitable biopolymer for a micelle. Starch; it has advantages such as low price, easy modification, and more modification methods. But the most popular is starch micelle modified with octanoyl succinyl anhydride (OSA) [80].

#### **4.1.9. Solid lipid nanoparticle (SLN)**

Solid lipid nanoparticles (SLN) are made with solid lipids stabilized with surfactants and excipients [81]. Although it is said that SLNs have little toxicity as they are biodegradable, this is still a subject of research. Physicochemical properties such as nanoparticle shape, size, and polydispersity index (PDI) determine the biological activity of SLN [82]. SLNs are involved in transporting lipophilic and hydrophilic substances, drugs, proteins, and genetic material. In addition, SLN also has properties such as increasing the solubility of substances, targeting, drugs promoting and controlling their release [83].

#### **4.1.10. Fullerene and carbon nanotube**

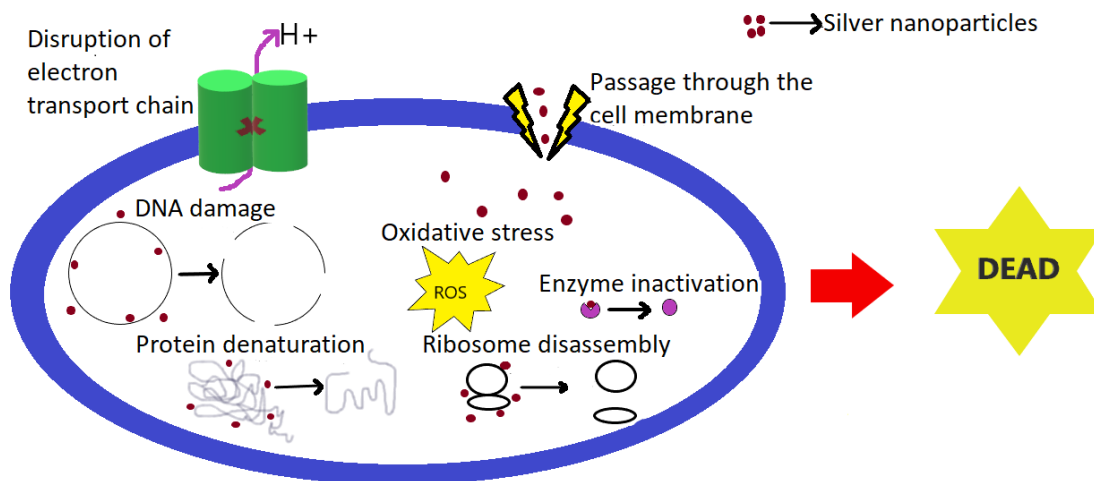
Finally, fullerene and carbon nanotubes are included in drug delivery systems. Fullerenes have the most widespread adaptation with the largest  $C_{60}$  molecule. This has made fullerenes a sought-after material in various fields of study such as gas storage, drug transport, batteries, and transistors [84,85]. Carbon nanotubes are the dimerization of fullerene molecules found in 'peapods'.

In conclusion, In drug delivery systems, nanocarriers provide advantages in controlling drug release, breaking down drugs, preventing harmful side effects, accumulating the drug in the targeted area, and increasing bioavailability and drug permeability. In addition, while they have positive features such as being able to carry two substances at the same time and being able to move easily in the vessels due to their small size; It also has negative features such as rapid clumping and release before reaching the target area. Today, it is being investigated whether the detected negativities are eliminated and whether there are other disadvantages [58].

## **4.2. Antimicrobial Applications**

Microorganisms are the common name of harmful or harmless living things in micro size. While some of the microorganisms are harmless and even necessary for our survival, some of them are extremely harmful. Studies conducted to neutralize harmful microorganisms are called antimicrobial studies. The resistance of microorganisms to given drugs is called antimicrobial resistance. Antimicrobial resistance is harmful to human and environmental health. Today, the increase in antimicrobial resistance reduces the use of antibiotics and increases the use of more efficient nanomaterials[86].In

the studies conducted in the past years, it has been learned that metals such as gold, silver, and copper reduce the formation of bacteria. Today, these metals are synthesized as nanoparticles [87]. These nano-sized materials exhibit superior properties compared to their large-scale counterparts. The surface/volume ratio of nano-sized materials varies greatly and, in this case, provides high reactivity.



**Figure 2.** General antimicrobial action mechanism of silver nanoparticles [88].

By examining the morphological and structural changes of metallic silver, silver ions, and silver nanoparticles on bacterial cells, the mechanism is tried to be understood clearly. The mechanism shown in Figure.2 is the working mechanism that has been accepted in the studies conducted so far [89]. Silver nanoparticles adhere to the cell membrane, interact with the proteins in the thiol (-SH) groups, reduce the membrane permeability in that part and enter the cell by replacing the hydrogen cation. AgNPs that enter the cell inactivate enzymes, disrupt protein structures, cause ribosome units to separate from each other, and cause the cell to die by damaging its DNA [23,64].

### 4.3. Antifungal Drugs

Antifungal drugs are a pharmaceutical fungicide used to treat and prevent serious systemic infections and mycosis (a disease caused by fungi). In general, antifungal drugs can work in two different ways, either by directly killing fungal cells or by preventing the growth and development of fungal cells. These drugs target structures that are required in fungal cells but not in human cells to work. So they fight fungal infection without damaging the body's cells [90].

#### 4.3.1. Types of antifungal drugs

There are several types of antifungal drugs available to combat fungal cells. Some of those; are azoles, polyenes, and echinocandin [91].

##### *Azoles*

Triazole and imidazole derivative antifungals are collectively called azole antifungals. They are often used to prevent and treat IFEs. These drugs act by inhibiting the enzyme lanosterol 14 $\alpha$ - demethylase



and blocking the synthesis of ergosterol, the most important stroller of the fungal cell membrane. In addition, inhibition of ergosterol biosynthesis disrupts the structure of the cytoplasmic membrane, resulting in the loss of essential cell components [90].

#### Polyenes

Amphotericin B acts by binding to ergosterol and then ruptures the cell membrane, causing the death of the fungal cell by leakage of the resulting intracellular compounds. The interactions of these drugs are due to their pharmacological action on cell membranes. These effects cause undesirable effects by reducing the excretion of the drug or metabolites from the organism [90].

#### Echinocandin

Echinocandin, a structure not found in mammalian cells, targets the biosynthesis of the fungal cell wall. These drugs are effective against *Candida* species. But they are fungistatic against molds such as *Aspergillus* species [92].

#### **4.3.2. Relationship of antifungal drugs and nanomaterials**

Recently, due to the continued growth of life-threatening fungal diseases and the emergence of resistance to developed antifungal drugs, there has been a trend towards synthesizing antifungal nanomaterials with low toxicity and more effective for eukaryotic systems. Antifungal nanomaterials have been developed against life-threatening systemic infections. Another reason for the development of antifungal nanomaterials is to overcome the problems caused by the water insolubility of antifungal drugs used in the treatment of fungal diseases [91].

### **5. NANOTECHNOLOGY AND CANCER RELATIONSHIP**

To understand the relationship between nanotechnological drugs and cancer, we must first understand cancer. Cancer is one of the most difficult diseases to treat worldwide. Despite all the efforts of scientists, the prevalence of cancer is increasing rapidly [93]. The purpose of the production of anti-cancer drugs is to try to stop uncontrolled dividing cells through effective formulations while preserving healthy tissue. Scientists target cells that cannot be stopped non-specifically dividing. Nanotechnology, on the other hand, sheds light on the scientific World for this purpose and produces pharmacologically appropriate paradigms, especially in the production of anti-cancer drugs, the delivery of effective drugs, in the development and production of nano-based implants. Nano based drugs specifically recognize and target diseased cells. Nano-based drugs are on the agenda in diseases that require the continuous release of a drug. Another important activity of nano-based drugs is that they increase the half-life of the drug used and prevent the degradation of enzymes. Nanocarriers have a revolutionary effect against the nasty pharmacological barriers of anticancer drugs by positively affecting the stability and solubility of anticancer drugs [94,95].

#### **5.1. Drug Targeting Approaches**

##### **5.1.1. Passive targeting**

Intravenous injection is one of the most used methods for nanotechnology-based anticancer drugs. In this type of injection, the aim is to bypass the absorption step that must be done along the intestinal epithelium, allowing the nanocarriers to accumulate in the tumor tissue immediately after disrupting the vascular barrier [93,96].

### **5.1.2. Active targeting**

This method is also referred to as the 'ligand-mediated targeted approach' as it is thought of as the facilitated recruitment of previously targeted cells. There are several specific molecular interaction steps for active targeting [93,96]. The most well-known interactions are receptor-ligand interactions, charge-based interactions, and chemical affinity. Thanks to the active targeting approach, target cells recognize nanoparticles and improve drug distribution, and proteins, sugars, or lipids in organs, even molecules secreted by tumor cells, can be target substrates [96]. There are differences in substrate molecules between normal and diseased cells, and targeting approaches achieve results by taking advantage of these differences [93].

### **5.1.3. Critical aspects of targeting systems**

There are some points to be considered in the use of the targeting system. One of them is the conjugation of ligands on the nanoparticle. Because the density of these ligands is directly proportional to the strength of the substrate activity. Although the covalent conjugation process is mostly preferred, physical absorption applications using affinity complexes are also used effectively. The critical issue to consider is maintaining the stability of conjugated drugs exposed to adverse environments. Attention to payload capacity and targeting freedom is crucial to increase in vivo efficacy in nanoparticle-based active targeting systems.

### **5.1.4. Release strategy in nano-based drugs**

The effective packaging of the drug used depends on the load-carrying capacity of the drug. The packaging term in question depends on how efficient the conjugation of the drug is. In nano-systems, there are 2 different systems determined according to the activation factors of drug release. These systems are open-loop and closed-loop systems. In open-loop control systems, the factors that stimulate drug release are electric fields, magnetic-acoustic pulses, and thermal factors. In closed-loop control systems, the drug release rate changes depending on the presence and intensity of the stimulus in the targeted area [93,96].

## **6. ECOLOGICAL SAFETY AND EFFECTS IN NANOMATERIALS**

### **6.1. Unseen Dangers in Nanotechnology**

Today, thanks to nanotechnology, millions of products are ordered for sale on market shelves. Now, some products produced with nanotechnology have side effects. These side effects are harmful to both food and the environment. Today, scientists have examined whether nanotechnological structures have side effects or risks. As a result of the studies carried out, effects against ecology were found.

### **6.2. Effects of Nanoparticles on Human Health**

How nanoparticles enter the human body is known as respiration, skin, and nutrition. Nanoparticles entering the body can easily pass into the blood [97]. Many organs of the body are targeted and the most affected target area because of respiration is usually the lungs. When gaseous nanoparticles are inhaled into the lungs, they reach the outer membrane of the chest wall (parietal pleura). It is inactivated by being surrounded by macrophages of short size. It has been suggested that the toxic effect of vapor and gaseous nanoparticles reach the lungs through the respiratory system and other systems and that the effect is pulmonary and systemic inflammation [98]. According to this idea, it has been reported that pulmonary endothelial dysfunction resulting from inflammation, platelet activation, stimulation of thrombotic factors, atherosclerotic plaque lesion and rupture, vascular

endothelial dysfunction, stimulation of lung and liver reflexes, disturbance in heart rate and rhythm and even sudden cardiac arrest may result.

### **6.3. Effect of Nanomaterials on the Environment**

With the increase in the production of nanomaterials, the effect on people and the environment is increasing. The residues of nanoparticles mostly reach us by reaching the water, then the soil, and from the soil to the plant. As a result of an experiment performed on freshwater creatures, the effect of nanoparticle wastes on aquatic organisms was investigated [99]. It is known that ecotoxicity tests on vertebrates, fish, artemia, and algae create a low hazardous potential on living things.

As mentioned in the scope of the study, nanomaterials are used in many application areas in the field of health. At this point, although nanomaterials promise useful features that shed light on the future, it is seen that there are some disadvantages as well. Especially in terms of human health, it is known that nanoparticles can easily pass into the blood in the body. At this point, developments continue, and it is seen that important results will be obtained in the treatment of many diseases, especially in the field of health, as a result of eliminating the disadvantages. Within the scope of the study, it has been seen that nanomaterials are very important in terms of human health as well as in the advancement and development of technology and it is of great importance to increase their studies.

## **7. CONCLUSION**

The fact that nanomaterials can be applied in many areas rapidly increases the prevalence of nanomaterial production. At this point, many technological and biotechnological products are developed. Within the scope of the study, the properties, production, and application areas of nanomaterials needed for these developments are mentioned. Studies have shown that there are many production methods in the production of nanomaterials and that chemical methods are harmful to the environment. At this point, it is seen that the green synthesis method is more promising in terms of reducing the damages since it is an environmentally friendly method. In addition, it is seen that the use of nanomaterials for drug delivery systems, antibacterial and cancer cells is important and used in many applications. At this point, although it is aimed to send the transported drug directly to the target region, studies are continuing on the production of nanomaterials that can overcome the obstacles encountered while being sent to the target region. It has also been observed that nanomaterials give very good results in antibacterial applications and Ag metal is the most preferred in these applications. The obtained research has shown that nanomaterials provide significant improvements in many aspects such as drugs, sensors, and antibacterial and anticancer applications in the health sector. These results show that nanomaterials are promising in the advancement and development of biotechnology and that increasing studies are of great importance.

## **ACKNOWLEDGMENT**

No support has been received.

## **REFERENCES**

- [1] Lines, M.G., (2008), Nanomaterials for practical functional uses, Journal of Alloys and Compounds, 449, 242–245.

- [2] Xia, C., Jin, X., Garalleh, H. AL, Garaleh, M., Wu, Y., Hill, J.M., et al., (2023), Optimistic and possible contribution of nanomaterial on biomedical applications: A review, *Environmental Research*, 218, 114921.
- [3] El-Kady, M.M., Ansari, I., Arora, C., Rai, N., Soni, S., Verma, D.K., et al., (2023), Nanomaterials: A comprehensive review of applications, toxicity, impact, and fate to environment, *Journal of Molecular Liquids*, 370, 121046.
- [4] Calipinar, H. and Ulas, D., (2019), Development of Nanotechnology in the World and Nanotechnology Standards in Turkey, *Procedia Computer Science*, 158, 1011–1018.
- [5] Baig, N., (2023), Two-dimensional nanomaterials: A critical review of recent progress, properties, applications, and future directions, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 165, 107362.
- [6] Khan, I., Saeed, K., and Khan, I., (2019), Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, *Arabian Journal of Chemistry*, 12, 908–931.
- [7] Chong, L., Wen, J., Kubal, J., Sen, F.G., Zou, J., Greeley, J., et al., (2018), Ultralow-loading platinum-cobalt fuel cell catalysts derived from imidazolate frameworks, *Science*, 362, 1276–1281.
- [8] Kulshrestha, S. and Khan, A.U., (2018), Nanomedicine for anticancer and antimicrobial treatment: an overview, *IET Nanobiotechnology*, 12, 1009.
- [9] Algin Yapar, E. and Inal, Ö., (2012), NANOMATERIALS AND COSMETICS, *Istanbul Ecz. Fak. Derg. / J. Fac. Pharm. Istanbul*, 42,.
- [10] Orooji, Y., Sohrabi, H., Hemmat, N., Oroojalian, F., Baradaran, B., Mokhtarzadeh, A., et al., (2020), An Overview on SARS-CoV-2 (COVID-19) and Other Human Coronaviruses and Their Detection Capability via Amplification Assay, *Chemical Sensing, Biosensing, Immunosensing, and Clinical Assays, Nano-Micro Letters 2020 13:1*, 13, 1–30.
- [11] Thakore, S., Rathore, P.S., Jadeja, R.N., Thounaojam, M., and Devkar, R. V., (2014), Sunflower oil mediated biomimetic synthesis and cytotoxicity of monodisperse hexagonal silver nanoparticles, *Materials Science and Engineering: C*, 44, 209–215.
- [12] Dutz, S., Hergt, R., Mürbe, J., Müller, R., Zeisberger, M., Andrä, W., et al., (2007), Hysteresis losses of magnetic nanoparticle powders in the single domain size range, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 308, 305–312.
- [13] Maleki, A., Rahimi, R., Maleki, S., and Hamidi, N., (2014), Synthesis and characterization of magnetic bromochromate hybrid nanomaterials with triphenylphosphine surface-modified iron oxide nanoparticles and their catalytic application in multicomponent reactions, *RSC Advances*, 4, 29765–29771.
- [14] Zhao, S., Guo, J., Li, W., Guo, H., and You, B., (2018), Fabrication of cobalt aluminate

- nanopigments by coprecipitation method in threonine waterborne solution, *Dyes and Pigments*, 151, 130–139.
- [15] Dong, H., Du, S.R., Zheng, X.Y., Lyu, G.M., Sun, L.D., Li, L.D., et al., (2015), Lanthanide Nanoparticles: From Design toward Bioimaging and Therapy, *Chemical Reviews*, 115, 10725–10815.
- [16] Okoli, C.U., Kuttiyiel, K.A., Cole, J., McCutchen, J., Tawfik, H., Adzic, R.R., et al., (2018), Solvent effect in sonochemical synthesis of metal-alloy nanoparticles for use as electrocatalysts, *Ultrasonics Sonochemistry*, 41, 427–434.
- [17] Low, S.S., Yew, M., Lim, C.N., Chai, W.S., Low, L.E., Manickam, S., et al., (2022), Sonoproduction of nanobiomaterials - A critical review, *Ultrasonics Sonochemistry*, 82,.
- [18] Panahi-Kalamuei, M., Mousavi-Kamazani, M., Salavati-Niasari, M., and Hosseinpour-Mashkani, S.M., (2015), A simple sonochemical approach for synthesis of selenium nanostructures and investigation of its light harvesting application, *Ultrasonics Sonochemistry*, 23, 246–256.
- [19] Hasany, S.F., Ahmed, I., J, R., and Rehman, A., (2012), Systematic Review of the Preparation Techniques of Iron Oxide Magnetic Nanoparticles, *Nanoscience and Nanotechnology*, 2, 148–158.
- [20] Huston, M., Debella, M., Dibella, M., and Gupta, A., (2021), Green Synthesis of Nanomaterials, *Nanomaterials*, 11,.
- [21] Birla, S.S., Tiwari, V. V., Gade, A.K., Ingle, A.P., Yadav, A.P., and Rai, M.K., (2009), Fabrication of silver nanoparticles by *Phoma glomerata* and its combined effect against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*, *Letters in Applied Microbiology*, 48, 173–179.
- [22] Ganesh Babu, M.M. and Gunasekaran, P., (2009), Production and structural characterization of crystalline silver nanoparticles from *Bacillus cereus* isolate, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 74, 191–195.
- [23] Bansal, V., Rautaray, D., Ahmad, A., and Sastry, M., (2004), Biosynthesis of zirconia nanoparticles using the fungus *Fusarium oxysporum*, *Journal of Materials Chemistry*, 14, 3303–3305.
- [24] Yap, Y.H., Azmi, A.A., Mohd, N.K., Yong, F.S.J., Kan, S.Y., Thirmizir, M.Z.A., et al., (2020), Green Synthesis of Silver Nanoparticle Using Water Extract of Onion Peel and Application in the Acetylation Reaction, *Undefined*, 45, 4797–4807.
- [25] Saravanakumar, K., Chelliah, R., Shanmugam, S., Varukattu, N.B., Oh, D.-H., Kathiresan, K., et al., (2018), Green synthesis and characterization of biologically active nanosilver from seed extract of *Gardenia jasminoides* Ellis, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 185, 126–135.

- [26] Stozhko, N.Y., Bukharinova, M.A., Khamzina, E.I., Tarasov, A. V., Vidrevich, M.B., and Brainina, K.Z., (2019), The Effect of the Antioxidant Activity of Plant Extracts on the Properties of Gold Nanoparticles, *Nanomaterials* 2019, Vol. 9, Page 1655, 9, 1655.
- [27] Fardsadegh, B. and Jafarizadeh-Malmiri, H., (2019), Aloe vera leaf extract mediated green synthesis of selenium nanoparticles and assessment of their in vitro antimicrobial activity against spoilage fungi and pathogenic bacteria strains, *Green Processing and Synthesis*, 8, 399–407.
- [28] Behravan, M., Hossein Panahi, A., Naghizadeh, A., Ziaee, M., Mahdavi, R., and Mirzapour, A., (2019), Facile green synthesis of silver nanoparticles using *Berberis vulgaris* leaf and root aqueous extract and its antibacterial activity, *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 148–154.
- [29] Ma, W., Zhan, Y., Zhang, Y., Mao, C., Xie, X., and Lin, Y., (2021), The biological applications of DNA nanomaterials: current challenges and future directions, *Signal Transduction and Targeted Therapy* 2021 6:1, 6, 1–28.
- [30] Göl, F., Aygün, A., Seyrankaya, A., Gür, T., Yenikaya, C., and Şen, F., (2020), Green synthesis and characterization of *Camellia sinensis* mediated silver nanoparticles for antibacterial ceramic applications, *Materials Chemistry and Physics*, 250, 123037.
- [31] Kocak, Y., Oto, G., Meydan, I., Seckin, H., Gur, T., Aygun, A., et al., (2022), Assessment of therapeutic potential of silver nanoparticles synthesized by *Ferula Pseudalliacea* rech. F. plant, *Inorganic Chemistry Communications*, 140, 109417.
- [32] Gulbagca, F., Ozdemir, S., Gulcan, M., and Sen, F., (2019), Synthesis and characterization of *Rosa canina*-mediated biogenic silver nanoparticles for anti-oxidant, antibacterial, antifungal, and DNA cleavage activities, *Heliyon*, 5, e02980.
- [33] Kannan M Krishnan, (2016), *Fundamentals and Applications of Magnetic*, Oxford University Press,.
- [34] Bazylinski, D.A., Garratt- Reed, A.J., and Frankel, R.B., (1994), Electron microscopic studies of magnetosomes in magnetotactic bacteria, *Microscopy Research and Technique*, 27, 389–401.
- [35] Bunaciu, A.A., Udriştioiu, E. gabriela, and Aboul-Enein, H.Y., (2015), X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications, [Http://Dx.Doi.Org/10.1080/10408347.2014.949616](http://Dx.Doi.Org/10.1080/10408347.2014.949616), 45, 289–299.
- [36] Bishnoi, A., Kumar, S., and Joshi, N., (2017), Wide-Angle X-ray Diffraction (WXR): Technique for Characterization of Nanomaterials and Polymer Nanocomposites, *Microscopy Methods in Nanomaterials Characterization*, 313–337.
- [37] Lin, P.C., Lin, S., Wang, P.C., and Sridhar, R., (2014), Techniques for physicochemical characterization of nanomaterials, *Biotechnology Advances*, 32, 711.
- [38] Karimi, F., Akin, M., Bayat, R., Bekmezci, M., Darabi, R., Aghapour, E., et al., (2023),

Application of Quasihexagonal Pt@PdS<sub>2</sub>-MWCNT catalyst with High Electrochemical Performance for Electro-Oxidation of Methanol, 2-Propanol, and Glycerol Alcohols For Fuel Cells, *Molecular Catalysis*, 536, 112874.

- [39] Inkson, B.J., (2016), Scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) for materials characterization, *Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods*, 17–43.
- [40] Williams, D.B. and Carter, C.B., (2009), Transmission electron microscopy: A textbook for materials science, *Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science*, 1–760.
- [41] Rydz, J., Šišková, A., and Andiešová Eckstein, A., (2019), Scanning Electron Microscopy and Atomic Force Microscopy: Topographic and Dynamical Surface Studies of Blends, Composites, and Hybrid Functional Materials for Sustainable Future, *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019,.
- [42] Marti, O., Ribí, H.O., Drake, B., Albrecht, T.R., Quate, C.F., and Hansma, P.K., (1988), Atomic Force Microscopy of an Organic Monolayer, *Science*, 239, 50–52.
- [43] Crucho, C.I.C. and Barros, M.T., (2017), Polymeric nanoparticles: A study on the preparation variables and characterization methods, *Materials Science and Engineering: C*, 80, 771–784.
- [44] Meydan, I., Seckin, H., Burhan, H., Gür, T., Tanhaei, B., and Sen, F., (2022), Arum italicum mediated silver nanoparticles: Synthesis and investigation of some biochemical parameters, *Environmental Research*, 204, 112347.
- [45] Wu, Y., Altuner, E.E., El Houda Tiri, R.N., Bekmezci, M., Gulbagca, F., Aygun, A., et al., (2022), Hydrogen generation from methanolysis of sodium borohydride using waste coffee oil modified zinc oxide nanoparticles and their photocatalytic activities, *International Journal of Hydrogen Energy*,.
- [46] Oh, S.Y., Yoo, D. Il, Shin, Y., and Seo, G., (2005), FTIR analysis of cellulose treated with sodium hydroxide and carbon dioxide, *Carbohydrate Research*, 340, 417–428.
- [47] Kazarian, S.G. and Chan, K.L.A., (2006), Applications of ATR-FTIR spectroscopic imaging to biomedical samples, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1758, 858–867.
- [48] Kane, S.R., Ashby, P.D., and Pruitt, L.A., (2009), ATR-FTIR as a thickness measurement technique for hydrated polymer-on-polymer coatings, *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 91B, 613–620.
- [49] Parrott, E.P.J. and Zeitler, J.A., (2015), Terahertz Time-Domain and Low-Frequency Raman Spectroscopy of Organic Materials, *Applied Spectroscopy*, Vol. 69, Issue 1, Pp. 1-25, 69, 1–25.
- [50] Reddy, K.R., (2017), Green synthesis, morphological and optical studies of CuO nanoparticles, *Journal of Molecular Structure*, 1150, 553–557.

- [51] Moskovits, M., Braun, G.B., Lee, S.J., Laurence, T., Fera, N., Fabris, L., et al., (2009), Generalized approach to SERS-active nanomaterials via controlled nanoparticle linking, polymer encapsulation, and small-molecule infusion, *Journal of Physical Chemistry C*, 113, 13622–13629.
- [52] An, C., Sun, C., Li, N., Huang, B., Jiang, J., Shen, Y., et al., (2022), Nanomaterials and nanotechnology for the delivery of agrochemicals: strategies towards sustainable agriculture, *Journal of Nanobiotechnology* 2021 20:1, 20, 1–19.
- [53] Wu, Q., Miao, W.S., Zhang, Y. Du, Gao, H.J., and Hui, D., (2020), Mechanical properties of nanomaterials: A review, *Nanotechnology Reviews*, 9, 259–273.
- [54] Nikaeen, G., Abbaszadeh, S., and Yousefinejad, S., (2020), Application of nanomaterials in treatment, anti-infection and detection of coronaviruses, *Nanomedicine*, 15, 1501–1512.
- [55] Yoosefian, M., Karimi-Maleh, H., and Sanati, A.L., (2015), A theoretical study of solvent effects on the characteristics of the intramolecular hydrogen bond in Droxidopa, *Journal of Chemical Sciences*, 127, 1007–1013.
- [56] Dang, Y. and Guan, J., (2020), Nanoparticle-based drug delivery systems for cancer therapy, *Smart Materials in Medicine*, 1, 10–19.
- [57] Adeyemi, O.S. and Sulaiman, F.A., (2015), Evaluation of metal nanoparticles for drug delivery systems, *Journal of Biomedical Research*, 29, 145.
- [58] Tüylek, Z., (2019), Arşiv Kaynak Tarama Dergisi Archives Medical Review Journal İlaç Taşıyıcı Nanosistemler Drug Delivery Nanosystems, *Archives Medical Review Journal*, 28, 184–192.
- [59] Bapat, R.A., Chaubal, T. V., Joshi, C.P., Bapat, P.R., Choudhury, H., Pandey, M., et al., (2018), An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry, *Materials Science and Engineering: C*, 91, 881–898.
- [60] Mukherjee, S., Mukherjee, S., Abourehab, M.A.S., Sahebkar, A., and Kesharwani, P., (2022), Exploring dendrimer-based drug delivery systems and their potential applications in cancer immunotherapy, *European Polymer Journal*, 177, 111471.
- [61] Ahmad, S., Munir, S., Zeb, N., Ullah, A., Khan, B., Ali, J., et al., (2019), Green nanotechnology: A review on green synthesis of silver nanoparticles — An ecofriendly approach, *International Journal of Nanomedicine*, 14, 5087–5107.
- [62] Mousavi, S.M., Hashemi, S.A., Ghasemi, Y., Atapour, A., Amani, A.M., Savar Dashtaki, A., et al., (2018), Green synthesis of silver nanoparticles toward bio and medical applications: review study, <https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1517769>, 46, S855–S872.
- [63] Govindaraju, K., Krishnamoorthy, K., Alsagaby, S.A., Singaravelu, G., and Premanathan, M., (2015), Green synthesis of silver nanoparticles for selective toxicity towards cancer cells, *IET*



Nanobiotechnology, 9, 325–330.

- [64] Chinnathambi, A., Alharbi, S.A., Joshi, D., V, S., Jhanani, G.K., On-uma, R., et al., (2023), Synthesis of AgNPs from leaf extract of *Naringi crenulata* and evaluation of its antibacterial activity against multidrug resistant bacteria, *Environmental Research*, 216, 114455.
- [65] Eskandari-Nojedehe, M., Jafarizadeh-Malmiri, H., and Rahbar-Shahrouzi, J., (2018), Hydrothermal green synthesis of gold nanoparticles using mushroom (*Agaricus bisporus*) extract: Physico-chemical characteristics and antifungal activity studies, *Green Processing and Synthesis*, 7, 38–47.
- [66] Bollella, P., Schulz, C., Favero, G., Mazzei, F., Ludwig, R., Gorton, L., et al., (2017), Green Synthesis and Characterization of Gold and Silver Nanoparticles and their Application for Development of a Third Generation Lactose Biosensor, *Electroanalysis*, 29, 77–86.
- [67] Ganeshkumar, M., Ponrasu, T., Raja, M.D., Subamekala, M.K., and Suguna, L., (2014), Green synthesis of pullulan stabilized gold nanoparticles for cancer targeted drug delivery, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 130, 64–71.
- [68] Magogotya, M., Vetten, M., Roux-van der Merwe, M.P., Badenhorst, J., and Gulumian, M., (2022), In vitro toxicity and internalization of gold nanoparticles (AuNPs) in human epithelial colorectal adenocarcinoma (Caco-2) cells and the human skin keratinocyte (HaCaT) cells, *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 883–884, 503556.
- [69] Ramos, J., Imaz, A., Callejas-Fernández, J., Barbosa-Barros, L., Estelrich, J., Quesada-Pérez, M., et al., (2011), Soft nanoparticles (thermo-responsive nanogels and bicelles) with biotechnological applications: from synthesis to simulation through colloidal characterization, *Soft Matter*, 7, 5067–5082.
- [70] Rimondino, G.N., Miceli, E., Molina, M., Wedepohl, S., Thierbach, S., Rühl, E., et al., (2017), Rational design of dendritic thermoresponsive nanogels that undergo phase transition under endolysosomal conditions, *Journal of Materials Chemistry B*, 5, 866–874.
- [71] Yurdasiper, A., Şahiner, A., and Gökçe, E.H., (2022), Preparation of thermoresponsive triclosan poly (N-isopropylacrylamide) nanogels and evaluation of antibacterial efficacy on *Cutibacterium acnes*, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 76, 103734.
- [72] Dymek, M. and Sikora, E., (2022), Liposomes as biocompatible and smart delivery systems – the current state, *Advances in Colloid and Interface Science*, 309, 102757.
- [73] Kazemi, M., Aghamaali, M.R., Madani, R., Emami, T., and Golchinfar, F., (2022), Evaluating the Immunogenicity of recombinant VP1 protein from the foot-and-mouth disease virus encapsulated in nanoliposome in guinea pig animal model, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 253, 110497.
- [74] Elsewedy, H.S., Al-Dhubiab, B.E., Mahdy, M.A., and Elnahas, H.M., (2021), Basic concepts of nanoemulsion and its potential application in pharmaceutical, cosmeceutical and nutraceutical

fields, *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 14, 3938–3946.

- [75] Moghassemi, S., Dadashzadeh, A., Azevedo, R.B., and Amorim, C.A., (2022), Nanoemulsion applications in photodynamic therapy, *Journal of Controlled Release*, 351, 164–173.
- [76] Munekane, M., Kosugi, A., Yamasaki, M., Watanabe, Y., Kannaka, K., Sano, K., et al., (2022), Biodistribution study of indium-111-labeled PEGylated niosomes as novel drug carriers for tumor-targeting, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 75, 103648.
- [77] Gligor, G., Maria Juncan, A., Frum, A., Maximiliana Dobrea, C., Căta, A., Maria Carmen Ienas, I., et al., (2023), Properties and Bioapplications of Amphiphilic Janus Dendrimers: A Review, *Pharmaceutics* 2023, Vol. 15, Page 589, 15, 589.
- [78] Kancharla, S., Kolli, P., and Gopaiah, D.K.V., (2021), Nanosuspension formulation & evaluation of ritonavir & valsartan by using poloxamer as a stabilizing agent to enhance the oral bio availability, *International Journal of Health Care and Biological Sciences*, 2, 04–17.
- [79] Kakad, S.P., Gangurde, T.D., Kshirsagar, S.J., and Mundhe, V.G., (2022), Nose to brain delivery of nanosuspensions with first line antiviral agents is alternative treatment option to Neuro-AIDS treatment, *Heliyon*, 8, e09925.
- [80] Li, Y. and Gao, Q., (2023), Novel self-assembly nano OSA starch micelles controlled by protonation in aqueous media, *Carbohydrate Polymers*, 299, 120146.
- [81] Basso, J., Mendes, M., Cova, T., Sousa, J., Pais, A., Fortuna, A., et al., (2022), A Stepwise Framework for the Systematic Development of Lipid Nanoparticles, *Biomolecules* 2022, Vol. 12, Page 223, 12, 223.
- [82] Alqarni, M.H., Foudah, A.I., Alam, A., Salkini, M.A., Muharram, M.M., Labrou, N.E., et al., (2022), Coumarin-Encapsulated Solid Lipid Nanoparticles as an Effective Therapy against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*, *Bioengineering* 2022, Vol. 9, Page 484, 9, 484.
- [83] Moraes-Lacerda, T. and de Jesus, M.B., (2022), Mechanisms of solid lipid nanoparticles-triggered signaling pathways in eukaryotic cells, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 220, 112863.
- [84] Bibi, S., Ur-Rehman, S., Khalid, L., Bhatti, I.A., Bhatti, H.N., Iqbal, J., et al., (2022), Investigation of the adsorption properties of gemcitabine anticancer drug with metal-doped boron nitride fullerenes as a drug-delivery carrier: a DFT study, *RSC Advances*, 12, 2873–2887.
- [85] Kalika, E.B., Katin, K.P., Kochaev, A.I., Kaya, S., Elik, M., and Maslov, M.M., (2022), Fluorinated carbon and boron nitride fullerenes for drug Delivery: Computational study of structure and adsorption, *Journal of Molecular Liquids*, 353, 118773.
- [86] Xie, M., Gao, M., Yun, Y., Malmsten, M., Rotello, V.M., Zboril, R., et al., (2023), Antibacterial Nanomaterials: Mechanisms, Impacts on Antimicrobial Resistance and Design Principles, *Angewandte Chemie International Edition*, e202217345.

- [87] Korkmaz, N., Ceylan, Y., Taslimi, P., Karadağ, A., Bülbül, A.S., and Şen, F., (2020), Biogenic nano silver: Synthesis, characterization, antibacterial, antibiofilms, and enzymatic activity, *Advanced Powder Technology*, 31, 2942–2950.
- [88] Roy, A., Bulut, O., Some, S., Mandal, A.K., and Yilmaz, M.D., (2019), Green synthesis of silver nanoparticles: Biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity, *RSC Advances*, 9, 2673–2702.
- [89] Yavuz, İ., Fen, G.Ü., Dergisi, F., and Şebnem Yılmaz, E., (2021), *Biyolojik Sistemli Nanopartiküller*, 93–108.
- [90] Asghari, F., Jahanshiri, Z., Imani, M., Shams-Ghahfarokhi, M., and Razzaghi-Abyaneh, M., (2016), Antifungal nanomaterials: Synthesis, properties, and applications. in: *Nanobiomaterials Antimicrob. Ther. Appl. Nanobiomaterials*, William Andrew Publishing, pp. 343–383.
- [91] Niemirowicz, K., Durnaś, B., Piktel, E., and Bucki, R., (2017), Development of antifungal therapies using nanomaterials, *Nanomedicine*, 12, 1891–1905.
- [92] Denning, D.W., (2003), Echinocandin antifungal drugs, *The Lancet*, 362, 1142–1151.
- [93] Navya, P.N., Kaphle, A., Srinivas, S.P., Bhargava, S.K., Rotello, V.M., and Daima, H.K., (2019), Smart Polymers in Drug Delivery Application, *Nano Convergence* 2019 6:1, 6, 1–30.
- [94] You, W. and Henneberg, M., (2018), Cancer incidence increasing globally: The role of relaxed natural selection, *Evolutionary Applications*,.
- [95] Huda, S., Alam, M.A., and Sharma, P.K., (2020), Smart nanocarriers-based drug delivery for cancer therapy: An innovative and developing strategy, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 60, 102018.
- [96] Navya, P.N., Kaphle, A., Srinivas, S.P., Bhargava, S.K., Rotello, V.M., and Daima, H.K., (2019), Current trends and challenges in cancer management and therapy using designer nanomaterials, *Nano Convergence*,.
- [97] Wang, Z. and Tang, M., (2021), Research progress on toxicity, function, and mechanism of metal oxide nanoparticles on vascular endothelial cells, *Journal of Applied Toxicology*, 41, 683–700.
- [98] Nho, R., (2020), Pathological effects of nano-sized particles on the respiratory system, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 29, 102242.
- [99] Amoatey, P. and Baawain, M.S., (2019), Effects of pollution on freshwater aquatic organisms, *Water Environment Research*, 91, 1272–1287.