

TÜRKİYE

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI DERGİSİ

E-ISSN 2687-6094

Turkish Journal of
Unmanned Aerial Vehicles

Cilt/Volume: 6
Sayı/Issue: 1
Haziran/June, 2024



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi



Dergi Hakkında

Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi; İHA gelişimi, kullanımı ve yer bilimleri ile ilgili yapılan çalışmaları yayınlayan ve Uluslararası İndeks ve Veri tabanlarında taranan hakemli bir dergidir. Dergi insansız hava aracı (İHA), İnsansız Hava Aracı Sistemleri (İHAS) ve Uzaktan Pilotlu Uçak Sistemleri vb. dahil olmak üzere insansız hava araçlarının tasarımına ve uygulamalarına odaklanmaktadır. Aynı şekilde insansız su / su altı insansız hava araçlarına ve insansız kara araçlarına dayalı katkılar da memnuniyetle karşılanmaktadır.

Amaç & Kapsam

Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi,

- İnsansız Hava Araçlarının kullanımı alanında ulusal ve uluslararası gelişmeleri Harita, Jeoloji, Çevre, Maden, Şehir Plancılığı, Ziraat vb. mühendislik alanı, Arkeoloji ve mimarlık ile ilgilenen bilim insanlarının bilgisine sunmak,
- Konu ile doğrudan veya dolaylı etkinliklerde bulunan bilim insanları, araştırmacılar, mühendisler ve diğer uygulayıcılar arasındaki bilgi ve deneyim paylaşımını güçlendirecek ve hızlandıracak, kolay erişilebilen, geniş katılımlı bir tartışma ortamı sağlamak ve bunları yayma olanağı yaratmak,
- Türkiye'nin teknolojik ve ekonomik kalkınmasında rol oynayabilecek mesleki gelişmelere ilişkin sorunların daha etkin bir şekilde çözüme kavuşturulması açısından büyük önem taşıyan kurumlar arası iş birliğinin başlatılmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmak,
- Türkçe'nin İnsansız Hava araçları alanında bilim dili olarak geliştirilmesini ve yabancı sözcüklerden arındırılmasını özendirmek amaçlarına sahiptir.

Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisinin kapsamı;

- ✓ İHA Tarihçe, Dünyada ve Türkiye'deki Yasal ve Hukuki Durumu
- ✓ İHA Üretimi ve İhracatı
- ✓ Askeri alanlarda İHA kullanımı (Hava-Deniz-Kara Kuvvetleri)
- ✓ Konvansiyonel (Geleneksel) ve Modern Savaşlarda İHA kullanımı
- ✓ İHA Tehditleri ve Güvenlik Yönetimi
- ✓ İHA Sensörleri
- ✓ İHA ile Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Uygulamaları
- ✓ Temel İHA Uygulamaları,
- ✓ İHA ile Yangın İzleme
- ✓ İHA ile Belgeleme Çalışmaları
- ✓ İHA Fotogrametrisi ve İHA ile Uzaktan Algılama,
- ✓ İHA LiDAR ve Uygulamaları,
- ✓ İHA ile Ormancılık Uygulamaları,
- ✓ İHA ile Karayolu Projeleri,
- ✓ İHA ile Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları,
- ✓ İHA ile Endüstriyel Ölçmeler,
- ✓ İHA ile Deformasyon ve Heyelan Ölçmeleri,
- ✓ İHA ile Madencilik Ölçmeleri,
- ✓ İHA ile Şehircilik ve Ulaşım Planları Çalışmaları,
- ✓ İHA ile Hassas Tarım Uygulamaları,
- ✓ İHA ile yapılan tüm multidisipliner çalışmalar,

Yayınlanma Sıklığı

Yılda 2 sayı (Haziran-Aralık)

ISSN

2687-6094

WEB

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

İletişim

tiha@mersin.edu.tr / aliulvi@mersin.edu.tr / aulvi78@gmail.com



About Journal

The Journal of Turkish Unmanned Aerial Vehicles is a peer-reviewed journal that publishes studies on UAV development, use, and earth sciences and is scanned in International Indexes and Databases. The journal unmanned aerial vehicle (UAV), Unmanned Aerial Vehicle Systems (UAS), and Remote Piloted Aircraft Systems (RPAS), etc. focuses on the design and applications of unmanned aerial vehicles, including. Likewise, contributions based on unmanned water/underwater drones and unmanned ground vehicles are also welcomed.

Aim & Scope

Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles,

- ✚ To inform present to people about the use and developments of UAVs in the fields of Geomatics, Civil, Geology, Environment, Mining, Urban Planning, Agriculture, Archeology and Architecture,
- ✚ To provide an easily accessible and wide-ranging discussion environment that will strengthen and accelerate the sharing of knowledge and experience between scientists, researchers, engineers, and other practitioners who are involved in direct or indirect activities with the following topics.
- ✚ To contribute to the initiation and development of inter-institutional cooperation, which is of great importance in terms of solving the problems related to professional developments that can play a role in technological and economic development in the world and Turkey

The scope of Turkey Unmanned Aerial Vehicles Journal;

- ✓ UAV History, Legal and Legal Status in the World and Turkey
- ✓ UAV Production and Exportation
- ✓ UAV use in military areas (Air-Navy-Army Forces)
- ✓ Use of UAVs in Conventional (Traditional) and Modern Wars
- ✓ UAV Threats and Security Management
- ✓ UAV Sensors
- ✓ Augmented Reality and Virtual Reality Applications with UAV
- ✓ Basic UAV Applications,
- ✓ Fire Monitoring with UAV
- ✓ Documentation Studies with UAV
- ✓ UAV Photogrammetry and Remote Sensing with UAV,
- ✓ UAV LiDAR and Applications,
- ✓ Forestry Applications with UAV,
- ✓ Highway Projects with UAV,
- ✓ Geographical Information Systems Applications with UAV,
- ✓ Industrial Measurements with UAV,
- ✓ Deformation and Landslide Measurements with UAV,
- ✓ Mining Measurements with UAV,
- ✓ Urban Planning and Transportation Planning Studies with UAV,
- ✓ Precision Agriculture Practices with UAV,
- ✓ All multidisciplinary studies with UAV,

Publication frequency

Biannual (June-December)

ISSN

2687-6094

WEB

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

Contact

tiha@mersin.edu.tr / ayasinyigit@mersin.edu.tr / aulvi78@gmail.com



Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles

EDİTÖR / EDITOR

Doç. Dr. Ali ULVİ

Mersin University, Institute of Science and Technology / Remote Sensing and Geographic Information Systems
Mersin

EDİTÖR YARDIMCILARI / CO-EDITOR

Dr. Öğr. Üyesi Fatih VAROL

Selçuk University, Konya/Turkey

EDİTÖR KURULU / EDITORIAL BOARD

- **Prof. Dr. Murat YAKAR**, Mersin University
myakar@mersin.edu.tr
- **Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ**, Aksaray University
hmuraty@gmail.com
- **Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU**, Konya Technical University
omutluoglu@ktu.edu.tr
- **Prof. Dr. Murat UYSAL**, Afyon Kocatepe University
muysal@aku.edu.tr
- **Prof. Dr. Khalil Valizadeh KAMRAN**, University of Tabriz, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Department of Remote Sensing and GIS, Tabriz, Iran
valizadeh@tabrizu.ac.ir
- **Assoc. Prof. Dr. Hayri ULVİ**, Gazi University
hayriulvi@gmail.com
- **Assoc. Prof. Dr. Alper AKAR**, Erzincan Binali Yıldırım University,
alperakar@erzincan.edu.tr
- **Assoc. Prof. Dr. Özlem AKAR**, Erzincan Binali Yıldırım University
oakar@erzincan.edu.tr
- **Dr. Nizar POLAT**, Harran University
nizarpolat@harran.edu.tr
- **Dr. Atta-ur RAHMAN**, Department of Geography and Geomatics, University of Peshawar-Pakistan
atta-urrehman@uop.edu.pk

DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD

- **Prof. Dr. İbrahim YILMAZ**,
iyilmaz@aku.edu.tr,
Afyon Kocatepe University
- **Assoc. Prof. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK**,
yilmazturk@aksaray.edu.tr,
Aksaray University
- **Dr. Mehmet Ali DERELİ**,
madereli@gmail.com
Giresun University
- **Dr. Resul ÇÖMERT**,
rcomert@gumushane.edu.tr,
Gümüşhane University

TİHA Dergisi Dil Editörleri / TUAV Journal Language Editors

Assist. Prof. Dr. Savaş ŞAHİN, Akdeniz University
savassahin@akdeniz.edu.tr

Mizanpaj

Doç. Dr. Ali ULVİ, Mersin University
aliulvi@mersin.edu.tr

İçindekiler

Contents

Araştırma Makaleleri; Research Articles*;

Sayfa/Page No	Makale Adı ve Yazar Adı Article Name and Author Name
01 - 06*	<i>İHA Verileri ile CBS Tabanlı 3B Kent Modeli Örneği; Şefaatli Yeni Mahalle</i> <i>3D City Model Example Using UAV Data in GIS: Şefaatli New Neighborhood</i> Alperen Erdoğan, Mahmut Görken & Tuba Coşkun
07 - 20*	<i>Açık Maden Ocağındaki Stok/Pasa Yığınının Hacim Hesaplamasında GNSS/CORS ve İHA Ölçümlerinin Karşılaştırıldığı Bir Çalışma Örneği</i> <i>A Case Study Comparing GNSS/CORS and UAV Measurements for Volume Calculation of Stockpile in an Open Pit Mine</i> Abdurahman Yasin Yiğit & Yunus Kaya
21 - 29*	<i>İnsansız Hava Araçları Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi</i> <i>Bibliometric Analysis of Postgraduate Theses on Unmanned Aerial Vehicles</i> Beyza Nur, Aksungur Habibe Sever, Emel Güven & Tamer Eren

Derleme Makaleleri; Review Articles**;

S. No	Makale Adı (En./Tr.) ve Yazar Adı
30 - 41**	<i>İnsansız Hava Araçlarının Segmentasyon Çalışmalarında Kullanımı</i> <i>Usage of Unmanned Aerial Vehicles in Segmentation Studies</i> Osman Villi & Murat YakaR



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

e-ISSN 2687-6094



İHA Verileri ile CBS Tabanlı 3B Kent Modeli Örneği; Şefaati Yeni Mahalle

Alperen Erdoğan^{1*}, Mahmut Görken¹, Tuba Coşkun¹

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Şefaati Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 66800, Yozgat, Türkiye;
(alperen.erdogan@bozok.edu.tr; mahmut.gorken@bozok.edu.tr; 36601121003@ogr.bozok.edu.tr)



Sorumlu Yazar:
alperen.erdogan@bozok.edu.tr

Araştırma Makalesi

Alıntı: Erdoğan, A., Görken, M. & Coşkun, T. (2024). İHA Verileri ile CBS Tabanlı 3B Kent Modeli Örneği; Şefaati Yeni Mahalle. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 6(1), 01-06.

Geliş : 22.10.2023
Reviz : 26.04.2024
Kabul : 29.05.2024
Yayınlama : 30.06.2024

Özet

Uzaktan algılama (UA) ve fotogrametri teknikleri ile üretilen haritalar günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Büyük bir hızla ilerleyen teknoloji birlikte UA, fotogrametrik algılayıcılar ve taşıma platformları, değişmekte ve gelişmektedir. Özellikle gelişen insansız hava araçlarının (İHA) teknolojisiyle hava görüntülerine erişimde kolaylaşmıştır. Diğer yöntemlere göre hızlı olmasının yanı sıra içerisinde mekânsal bilgilerin olması İHA görüntülerinin sağladığı büyük avantajların başında gelmektedir. Kent nüfusunun artması ile kentlerin sınırların genişlemesi, yenilenmesi ve büyümenin takip edebilmek için hızlı ve doğru toplanan konumsal veriye ihtiyacı arttırmıştır. İhtiyaç duyulan ham veriye erişim sürecinde yöntemlerden biri de İHA kullanımıdır. 3B bina modelleri ise 3B sanal kent modellerinin en önemli bileşenini oluşturduğu için İHA aracılığıyla elde edilen hava görüntülerinden fotogrametri yöntemi ile üretilen dijital ürünler kullanılarak mevcut binaların tespiti önemli bir adım oluşturmaktadır. Ülkemizin bir deprem ülkesi olması göz önünde bulundurulduğunda kentlerimizin 3B sanal modellerine ihtiyacımız oldukça fazladır. Oluşturulabilecek 3B sanal kent modeli, deprem sonrası maddi hasarın belirlenmesi, bölgede yaşayan insanların bilgilerine ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada Yozgat Şefaati ilçesinin Yeni Mahalle mevki uygulama alanı olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda dere yatağında bulunan mahallenin 3B sanal modeli oluşturulmuştur. 3B sanal model binaların 3B görünümünün yanında öznitelik bilgilerinde taşıdığı bilgilerle amaca ulaşmayı başarmıştır.

Anahtar Kelimeler: İHA, CBS, Kent Modeli, 3B, Sanal Kent.

3D City Model Example Using UAV Data in GIS: Şefaati New Neighborhood

*Corresponding Author:
alperen.erdogan@bozok.edu.tr

Research Article

Citation: Erdoğan, A., Görken, M. & Coşkun, T. (2024). 3D City Model Example Using UAV Data in GIS: Şefaati New Neighborhood. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 6(1), 01-06(in Turkish).

Received : 22.10.2023
Revised : 26.04.2024
Accepted : 29.05.2024
Published : 30.06.2024

Abstract

Maps produced using remote sensing (RS) and photogrammetry techniques are commonly used today. Alongside rapidly advancing technology, RS, photogrammetric sensors, and transportation platforms are changing and evolving. Particularly, the advancement in unmanned aerial vehicle (UAV) technology has facilitated access to aerial images. Besides being faster compared to other methods, the inclusion of spatial information makes UAV imagery advantageous. The increasing urban population and the expansion, renewal, and growth of cities have heightened the need for rapidly and accurately collected spatial data. UAV usage is one of the methods in accessing the required raw data. 3D building models, being a crucial component of 3D virtual city models, play an important role in detecting existing buildings through digital products produced via photogrammetric methods from UAV-obtained aerial imagery. Considering that our country is prone to earthquakes, there is a significant need for 3D virtual models of our cities. The possible creation of a 3D virtual city model enables the determination of material damage post-earthquake and facilitates access to information about the residents in the area. In this study, the New Neighborhood district of Şefaati, Yozgat, was selected as the application area. As a result of the study, a 3D virtual model of the neighborhood located in the stream bed was created. The 3D virtual model has successfully achieved its purpose by carrying information in addition to the 3D appearance of the buildings in the attribute data.

Keywords: UAV, GIS, City Model, 3D, Virtual City.

1. Giriş

Günümüzde dünya nüfusunun yarıya yakını kentsel alanlarda yaşarken, 2050 yılına kadar gelişmekte olan ülkelerin nüfusunun yaklaşık %64'ünün kentsel nüfus olması beklenmektedir (Özgür, 2019). Ayrıca kırsal alanlardan şehirlere doğru sürekli bir göç gerçekleşmektedir. Bu göç hareketinin önümüzdeki yıllarda özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızla artacağı tahmin edilmektedir. Şehir nüfuslarındaki bu hızlı artış, şehir sakinlerinin yaşam kalitesini korumak ve arttırmak amacıyla hizmet veren şehir yöneticileri için oldukça fazla zorluk oluşturacaktır. Bu zorluklar ile mücadele için, akıllı şehirlerin geliştirilmesinde ileri bilgi ve iletişim tekniklerinin, robot teknolojisinin ve akıllı çözümlerin kullanılmasına olan ilgi artmaktadır (Shreih, 2013; Ulvi & Yiğit, 2022). Bununla birlikte kentsel dinamiklere ilişkin son teoriler ışığında sistemlerin, şehirlerin ve bölgelerin kendi kendini örgütlemesini ortaya koyan niceliksel modeller kullanılabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) imkân sağladığı mekânsal modellemeden geniş ölçüde faydalanan bu modeller yardımıyla coğrafi değişiklikler ve tarihsel bilgilere dayalı olarak gelecekteki kentsel büyümenin simülasyonu yapılabilir. Bu teknolojiler, şehirlerin altyapı performansını ve bölge sakinlerinin konfor düzeyini artırmak için akıllı otomatik hizmetlerin oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

Akıllı şehir tasarımının temel amacı, daha düşük maliyetlerle verimli altyapı ve hizmetler sağlamaktır. Herhangi bir akıllı şehrin akıllı mobilite, akıllı yönetim, akıllı çevre ve akıllı insanlar gibi iyi tanımlanmış temelleri vardır. Bu temel unsurlar halk sağlığı, enerji ve su hizmetleri, şehir yönetimi, ekonomik kalkınma, ulaşım, güvenlik ve acil durum hizmetleri ve atık yönetimi gibi akıllı şehir uygulamalarının oluşturulmasına ve geliştirilmesine yardımcı olur (Khan vd., 2013).

Bu akıllı şehirleri oluştururken, CBS ve İnsansız Hava Araçları (İHA) yardımıyla şehirlerin 2B ve 3B modelleri oluşturularak hızlı bir şekilde değişen şehrin fonksiyonları ve morfolojisi hakkında hızlı ve düşük maliyetli bilgi elde edilebilir. (Tenedório vd., 2014). Kentsel coğrafi bilginin elde edilmesinde kullanılan teknolojiler, kente ilişkin bilginin oluşturulmasında vazgeçilmez bir araçtır (Biljecki, 2017; Rakićević, 2022; Hamal & Ulvi, 2022). Ayrıca coğrafi bilgi kentsel verilerin hesaplanmasını ve kent planları oluşturmak için gerekli olan 2B ve 3B modeller içinde oldukça önemlidir. Günümüzde İHA'lar fotogrametrik yöntem temelli, hızlı ve düşük maliyetli bir bilgi edinme teknolojisidir. (Colomina & Molina, 2014; Yılmaz vd., 2022). İHA'lar düşük maliyet ve hızlı bilgi edinimi sağlaması açısından iyi bir maliyet-zaman ilişkisine

olanak tanımaktadır. Veri elde etme sıklığı ve bu verileri elde ederken kullanılan sürenin az olması bu teknolojinin en önemli yeteneklerinden ikisidir (Colomina & Molina, 2014; Haala vd., 2013).

İHA teknolojisi, UA yoluyla kentsel veri edinimi için üst düzey teknolojilerden birisidir. 3B kentsel temsil için veri modelleme, fotogrametri ilkelerine dayalı olarak gerçekleştirilir. Fotogrametri yöntemiyle üretilen 3B veriler belirli bir yüzey geometrisini temsil eder. Bu yüzey geometrisi tek tip kalitede ve noktaların nesneden bağımsız dağılımını kullanarak oluşturulmaktadır. (Şasi & Yakar, 2017; Gergelova vd., 2020). 3B verilerin gerçeği tam olarak yansıtabilmesi için kullanılan altlıkların seviyesinin yeterli olması önem arz etmektedir. İlk 3B kent modellerinin yapılmasında yetersiz uygulama araçları ve yaygın olarak kullanılması için gerekli olan standartların olmamasından büyük zorluklar ile karşılaşmıştır (Yastıklı vd., 2017; Hamal & Ulvi, 2022). Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından alanda ilk olan uluslararası City Geography Markup Language (CityGML) standartları geliştirilmiştir.

Bu çalışmada İHA fotogrametrisi kullanılarak elde edilen nokta bulutlarından 3B sanal kent modeli oluşturulmuş ve bu kent modelinin akıllı şehirler uygulamalarında kullanımı değerlendirilmiştir. 3B kent modellemesini ele alan bu çalışmada öncelikle İHA fotogrametrisi üzerinde durulmuştur. 5 farklı ayrıntı düzeyi (Level of Detail/LoD) bulunan ve yapıları geometrik ve semantik olarak yapılandıran LoD'ları oluşturmak için nokta bulutu üzerinden yapıların tespiti gerçekleştirilmiştir. Yapılan tespit sonucunda LoD2 seviyesinde kent modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model üzerinde özellikle deprem gibi afetler sonrasında meydana gelen kent deformasyonlarının hızlı bir şekilde giderilmesi üzerine analizler gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada İHA görüntülerinden elde edilen nokta bulutları ve ortofoto kullanılarak LoD2 seviyesinde 3B kent modeli oluşturulmuştur. Bu kısım çalışma alanının tanıtımı, veri temini ile bu verilerin ArcGIS Pro yazılımına aktarılması ve öznitelik tablolarından oluşmaktadır.

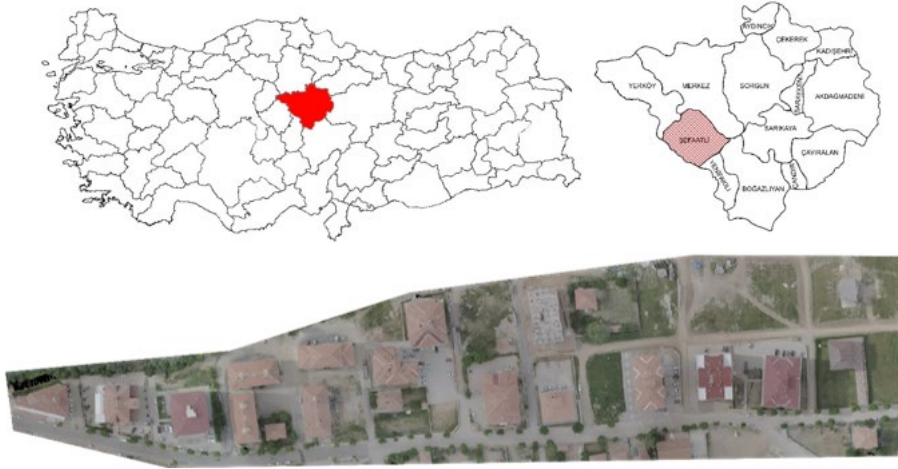


Şekil 1. LoD seviyeleri (Hamal & Ulvi, 2022'den uyarlanmıştır).

2.1. Çalışma Alanı

İHA'lar 3B kent modeli çalışması için, Yozgat ili, Şefaattli ilçesinde yer alan Yeni mahallesinin üniversiteye yakın mevkisi çalışma alanı olarak

belirlenmiştir (Şekil.1). Şefaattli 1954 yılında Yozgat'ın ilçesi olmuştur. Çalışma alanı olarak seçilme nedeni Şefaattli Meslek Yüksekokuluna yakın olması ve son zamanlarda yeni inşaatlar yapılmasıdır.



Şekil 2. Çalışma alanı.

2.2. Veri Temini

Çalışmaya görüntülerin çekilmesi ile başlanmıştır. Görüntülerin çekilmesinde Şekil 2' de ki İHA sistemi kullanılmıştır. Çoğunlukla binalardan oluşan alanda döner kanatlı İHA platformu tercih edilmiştir. DJI Phantom 4 Pro 30 dk'dan fazla uçuş yapabilme ve 20 mp bütünleşmiş kamerası ile uygulamalarda kolaylıkla kullanılabilir (Tablo 1).



Şekil 3. İHA platformu (URL-1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan İHA teknik özellikleri (URL-2).

Ağırlık	1388 g
Hız (P-Mode)	50 km/s
Maksimum uçuş süresi	30
Uydu sistemleri	GPS/GLONASS
Çözünürlük	FC6310_8.8_5472x3648
Sensör	20 mp / 1

İHA aracı 7.80 ha'lık bir alan üzerinde toplam 220 adet görüntü alımı gerçekleştirilmiştir (Tablo 2). Dijital fotogrametride uçuş planlamasında yükseklik görüntü çözünürlüğü ile alakalıdır. Bir başka deyişle uçuş irtifası Yer Örneklem Aralığı (YÖA) ile isimlendirilen piksel çözünürlüğü ile alakalıdır (Ulvi & Hamal,2022.

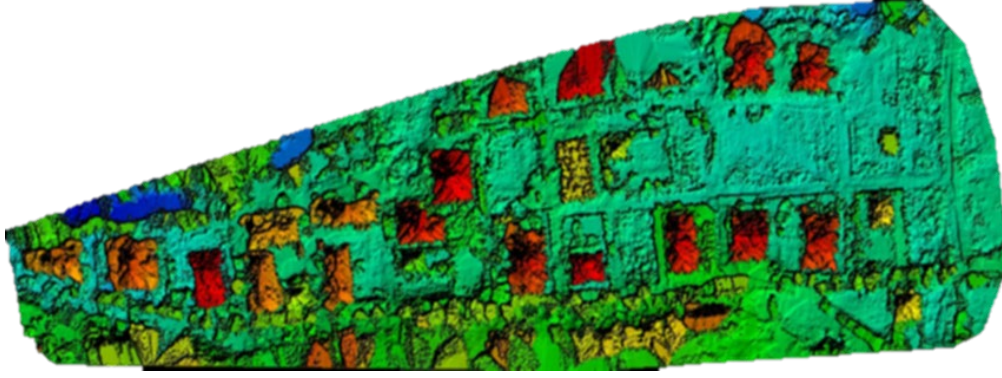
Tablo 2. İHA uçuş özellikleri özeti.

Uçuş Özellikleri	
Veri tarihi-saati	06/06/2022 – 11:45-12:05
Görüntü sayısı	220
Uçuş yüksekliği	50
Konumsal çözünürlük	~1.85 cm
Boyuna Bindirme	% 75
Enine Bindirme	% 70

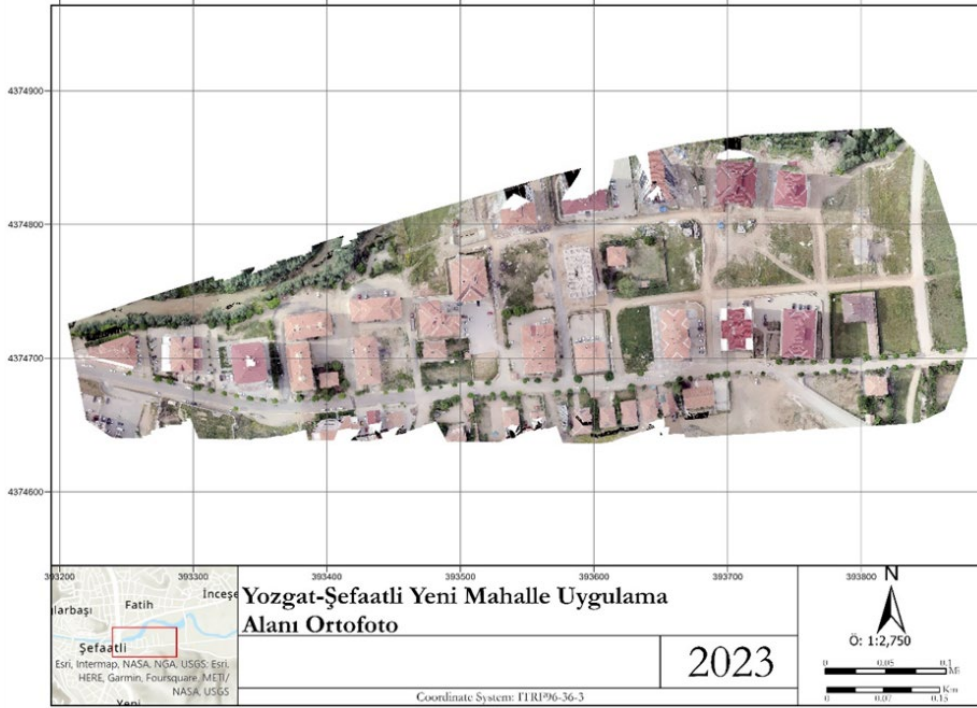
2cm altında bir hassasiyet istenildiği için 50 m yükseklikten uçuş gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanına uçuş öncesinde 5 adet yer kontrol noktası (YKN) işaretlenmiştir. Bu YKN'ler GNSS alıcısı ile uçuş öncesi ve uçuş sonrası olmak üzere 10 epok şeklinde 2 kez ölçülmüştür.

3. 3B Modelleme ve Tartışma

Akıllı şehir kentsel planı, hesaplamalara dayalı yüksek kaliteli bilgi gerektirir. Bu, iki tür ürünün ortaya çıkmasına neden olabilir: 2B ortofotolar ve 3B kentsel modeller. Bu ürünleri kullanarak, plan için faydalı diğer niceliksel bilgilerin yanı sıra bina cephe yüksekliği, bina hacmi, güneş ışığına maruz kalma, kamusal alanlar, yeşil alanlar, kentsel sürdürülebilirlik göstergeleri gibi kentsel parametreleri ölçülebilir ve çıkarabiliriz (Tenedório vd., 2016). Ölçülebilen bu parametrelerin kolayca elde edilmesine olanak sağlayan İHA'lar günümüzde oblik görüntü alımı ile birlikte sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada oblik görüntü alınmamış ve düşey görüntüler ile ortofoto (Şekil 5) ve sayısal yükseklik modeli (Şekil 4) (sym) oluşturulmuştur. Pix4d programında üretilen ortofoto ve bina konumları çakıştırılmıştır.



Şekil 4. Sayısal yükseklik modeli.



Şekil 5. ArcgisPro ortofoto görüntüsü.



Şekil 6. Bina ve yolların ortofoto ile çakışmış görüntüsü.

OBJECTID	SHAPE	SHAPE_Length	SHAPE_Area	kat_adedi	Bins_Yüks	Kişi_sayısı	binayükseklik
1	Polygon Z	69.716783	285.075531	3	9	10	9
2	Polygon Z	101.69799	554.773348	4	12	12	12
3	Polygon Z	111.192915	784.362757	6	18	36	18
4	Polygon Z	104.807017	735.718183	9	27	54	27
5	Polygon Z	105.172738	615.673096	4	12	24	12
6	Polygon Z	51.112574	155.03928	2	6	12	6
7	Polygon Z	104.649402	609.127062	4	12	24	12
8	Polygon Z	60.932697	211.277893	1	3	6	3
9	Polygon Z	19.07131	22.685349	1	3	6	3
10	Polygon Z	115.894001	632.253332	6	18	36	18
11	Polygon Z	117.432328	798.038205	7	21	63	21
12	Polygon Z	113.989087	637.638367	4	12	26	12
13	Polygon Z	105.601832	619.614532	3	9	18	9
14	Polygon Z	84.319599	442.403689	1	3	6	3
15	Polygon Z	118.840449	846.756651	7	21	62	21
16	Polygon Z	122.170149	768.781034	6	18	72	18

Şekil 7. Arcgis Pro binalar için oluşturulan öznitelik tablosu (ekran görüntüsü).



Şekil 8. Çalışma alanının 3B görünümü.

Çalışmada binaların yüksekliklerini, kat adetlerini ve su basman kotlarını belirlemek için nokta bulutundan faydalanılmıştır. Binaların ve yolların 2B haritası şekil 6'da görülmektedir. Sıralanabilir. ArcgisPro yazılımında bina ve evlerin öznitelik verileri girilmiştir. Bu verileri kentin olası değişikliklerinde yöneticilere fikir vermesi düşünülerek girilmiştir. Binadaki bağımsız bölüm sayısı, hanede yaşayan kişi, cinsiyetleri ve gerektiğinde isimleri de girilebilmektedir. Şekil 7'de öznitelik bilgilerinin bir kısmı görülmektedir.

Çalışma da amaçlanan son veri Şekil 8'de görülmektedir. Çalışma alanında meydana gelebilecek değişiklikler, afetler bu veri yardımı ile takip edilebilir revizyon yapılabilir.

4. Sonuç ve Tartışma

İHA ile elde edilen 3 boyutlu verilerin kentsel analizler ve dolayısıyla kent planlarının tasarımı açısından önemi, bazı sınırlılıklara rağmen önceki bölümlerde ortaya konmuştu. Bir yandan İHA ile elde edilen veriler, küçük coğrafi alanlarla sınırlı olsa da düşük maliyetli 3 boyutlu bilgiler içeren kentsel veri tabanlarını destekleyebilir. Kentsel analiz ve şehir planlarının oluşturulması için İHA verilerinin modellenmesinin avantajlarını vurgulamak gerekmektedir.

- Düşük maliyet
- Düşük iş gücü ve az zamanda istenilen parametrelere uygun 3 boyutlu kentsel modeller oluşturma imkânı;

- Güncelleme açık ve üzerinden yeniden ölçü alınabilir;
- Kentsel etkiye sahip aşırı doğa olaylarının (seller, depremler vb.) izlenmesi ve sonrasında karar verme mekanizmasına katkısı;
- Kentsel evrimin dijital arşivlerini oluşturmak ve sürdürmek.

Veri toplama ve modelleme teknolojisi akıllı-sanal şehirler fikrinin uygulanmasını teşvik etmektedir. Aslında araştırma ve haritalama amaçlı İHA, şehir akıllılığı boyutlarına hizmet edecek veri ve bilgilerin üretilmesine katkı sağlayabilir. Oluşturulan 3B kent modeli ile bölge hakkında yapılması beklenen analizlerin yapılmasına imkân tanımaktadır.

Bilgilendirme/Teşekkür

Danışmanlığını Öğr. Gör. Alperen Erdoğan'ın yaptığı Tuba Coşkun'un 1919B012109508 numaralı Tubitak 2209-A projesi kapsamında desteklenmiştir.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 92, 79-97.
- Gergelova, M. B., Kuzevicova, Z., Labant, S., Kuzevic, S., Bobikova, D., & Mizak, J. (2020). Roof's potential and suitability for PV systems based on LiDAR: A case study of Komárno, Slovakia. *Sustainability*, 12(23), 10018.
- Haala, N., Cramer, M., & Rothermel, M. (2013). Quality of 3D point clouds from highly overlapping UAV imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40, 183-188.
- Hamal, S. N. G., & Ulvi, A. (2022). 3B Kent Modelleri oluşturma sürecinde İHA fotogrametrisi ve CBS entegrasyonu: Mersin Üniversitesi Çiftlikköy

Kampüsü Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 97-105.

- Khan, Z., Anjum, A., & Kiani, S. L. (2013, December). Cloud based big data analytics for smart future cities. In *2013 IEEE/ACM 6th International Conference on Utility and Cloud Computing* (pp. 381-386). IEEE.
- Özgür, E. M. (2019). Nüfus Artışı ve Değişimi. *Erişim adresi: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/89741/mod_resource/content/0/PopGeo_3_Population%20Growth%20and%20Change.pdf*.
- Shreih, R. (2013). Intelligent Systems for Smarter Cities. *King Abdullah University Of Science & Technology*, 26.
- Şasi, A., & Yakar, M. (2017). Photogrammetric modelling of sakahane masjid using an unmanned aerial vehicle. *Turkish Journal of Engineering*, 1(2), 82-87.
- Tenedório, J. A., Estanqueiro, R., Matos Lima, A., & Marques, J. (2016). Remote sensing from unmanned aerial vehicles for 3D urban modelling: case study of Loulé, Portugal. In *Back to the Sense of the City: International Monograph Book*, 1118-1128. Centre de Política de Sòl i Valoracions.
- Tenedório, J. A., Rebelo, C., Estanqueiro, R., Henriques, C. D., Marques, L., & Gonçalves, J. A. (2016). New developments in geographical information technology for urban and spatial planning. In *Geospatial research: Concepts, methodologies, tools, and applications*, 1965-1997.
- Ulvi, A., & Yiğit, A. Y. (2022). Comparison of the Wearable Mobile Laser Scanner (WMLS) with Other Point Cloud Data Collection Methods in Cultural Heritage: A Case Study of Diokaisareia. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 15(4), 1-19.
- Yastıklı, N., Çetin, Z., Üçok, U., & Koçdemir, K. H. (2017). Fotogrametrik Harita ve LiDAR Verileri ile 3B Kent Modeli Üretimi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 16, 26-27.
- Yılmaz, A., & Ulvi, H. (2022). Kentsel Hava Sahasında İnsansız Hava Aracı Sistemleri Trafik Yönetimi için Verilmesi Gereken Hizmetler ve Kullanılabilecek Bazı Teknolojiler. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(1), 8-18.

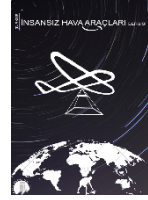
İnternet Kaynakları:

- URL-1 <https://www.dji.com/global/downloads/products/phantom-4-pro>
- URL-2 <https://www.dji.com/global/phantom-4-pro> Erişim tarihi: 20/10/2023



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Açık Maden Ocağındaki Stok/Pasa Yığınının Hacim Hesaplamasında GNSS/CORS ve İHA Ölçümlerinin Karşılaştırıldığı Bir Çalışma Örneği

Abdurahman Yasin Yiğit ^{1*}, Yunus Kaya ²

^{1*} Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33110, Mersin, Türkiye; (abdurahmanyasinyigit@gmail.com; ayasinyigit@mersin.edu.tr)

² Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 63000, Şanlıurfa, Türkiye; (yunuskaya@harran.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
ayasinyigit@mersin.edu.tr

Araştırma Makalesi

Ablntı: Yiğit, A. Y. & Kaya, Y. (2024). Açık Maden Ocağındaki Stok/Pasa Yığınının Hacim Hesaplamasında GNSS/CORS ve İHA Ölçümlerinin Karşılaştırıldığı Bir Çalışma Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 6(1), 07-20.

Geliş : 06.04.2024
Revize : 12.06.2024
Kabul : 19.06.2024
Yayınlama : 30.06.2024

Özet

Madenler ve maden faaliyetleri ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan alanlardan biridir. Maden ocağında yapılacak olan çalışmalar için hızlı ve hassas bir şekilde üretim planlanması yapmak madencilik faaliyetleri için önemlidir. Bu amaçla maden sahalarının düzenli olarak haritalandırılması ve pasa alan ve hacimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Teknolojinin gelişimi ile farklı alanlarda kullanılmaya başlanan İHA'lar madencilik sektöründe de kendine farklı amaçlar doğrultusunda yer bulmuştur. Özellikle maden sahalarında gerçekleştirilen ölçümlerde İHA'lar diğer pahalı teknolojilere kıyasla çok daha ucuz ve kullanım açısından pratiktir. Bu çalışmada İHA ile elde edilen verilerden sayısal yükseklik modeli ve ortomozaik harita üretilmiştir. Üretilen sayısal haritalar kullanılarak maden sahasının haritası yapılmış ve son olarak maden sahasındaki 2 atık/pasa alanının hacim hesaplaması iki farklı yazılımda gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, İHA teknolojisinin madencilik sektöründe, özellikle açık ocak madenlerinde kullanımının etkin bir yöntem olduğu ve geleneksel yöntemlere göre önemli avantajlar sunduğu gözlemlenmiştir. İHA teknolojisi kullanılarak yapılan hacim hesaplamalarının yüksek doğrulukta olduğu ve klasik yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlarla oldukça tutarlı olduğu da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İHA, maden sahası, fotogrametri, hacim.

A Case Study Comparing GNSS/CORS and UAV Measurements for Volume Calculation of Stockpile in an Open Pit Mine

*Corresponding Author:
ayasinyigit@mersin.edu.tr

Research Article

Citation: Yiğit, A. Y. & Kaya, Y. (2024). A Case Study Comparing GNSS/CORS and UAV Measurements for Volume Calculation of Stockpile in an Open Pit Mine. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 6(1), 07-20 (in Turkish).

Received : 06.04.2024
Revised : 12.06.2024
Accepted : 19.06.2024
Published : 30.06.2024

Abstract

Mining and mining activities are among the sectors that make a major contribution to the national economy. Fast and accurate production planning for the work to be carried out in the mine makes an important contribution. For this purpose, it is necessary to map the mine sites and measure their volumes. UAVs, which have been used in various fields as the technology has developed, have found a place in the mining sector for various purposes. UAVs are much cheaper and more practical to use compared to other expensive technologies, especially for measurements in mining areas. In this study, a digital elevation model and an orthomosaic map were produced from the data collected by the UAV. Using the digital maps produced, a state-of-the-art map of the mine site was made and finally the volume calculation of the 2 waste areas in the mine site was performed in two different software. As a result, it was observed that the use of UAV technology in the mining sector, especially in open pit mines, is an effective method and offers significant advantages over conventional methods. It was also found that the volume calculations made using UAV technology are highly accurate and highly consistent with the results obtained using conventional methods.

Keywords: UAV, mine site, photogrammetry, volume.

1. Giriş

Maden sahaları ve mineral kaynakları hem hammadde hem de enerji için önemlidir ve ekonomik kalkınmada önemli bir konuma sahiptir (Hu vd. 2014; Xiao vd. 2018; 2019). Sanayinin ve kentleşmenin büyümesiyle birlikte maden kaynaklarına olan talep önemli ölçüde artmış ve bu da madencilığe daha fazla ihtiyaç duyulmasına yol açmıştır. Genel olarak, iki tür madencilik yaygın olarak kullanılmaktadır: yüzey madencilığı ve yeraltı madencilığı. Yüzey madencilğinde, cevher kütesinin üzerindeki ve etrafındaki kaya çıkarılıp atıldıktan sonra cevher kütesi ortaya çıkarılarak işlenir. Yüzey madenleri sınırlıdır ve tipik olarak delme, patlatma, yükleme, taşıma ve boşaltma için büyük miktarda mekanik ekipman kullanır. Yeraltı madencilığı, cevher kütlelerinin yeraltı yataklarından çıkarılması işlemidir. Genellikle yatağın yüzeyin çok altında olduğu yerlerde gerçekleştirilir ve madencilik süreçleri esas olarak cevher yatağını geliştirmeyi, kesmeyi ve yakalamayı amaçlar (Yang vd., 2015). Tüm bu madencilik süreçlerinin kaçınılmaz olarak üretimin güvenliğini ve kalitesini etkileyen bazı sorunları vardır. Açık ocak madencilğinde, çukurun derinliği ve açısı arttıkça, kazı doğrudan şev stabilitesini etkiler ve bu da üretim kalitesini etkiler. Aynı zamanda, açık ocak madenlerindeki toz emisyonları kontrolsüzdür ve işçilerin sağlığını tehlikeye atar. Yeraltı operasyonları sırasında tavan, aşırı yükün ağırlığı altında çökebilir. Nakliye koridorlarındaki havalandırma genellikle yetersizdir ve zararlı gazların uzaklaştırılmasını zorlaştırır. İyi mühendislik tasarımı, madencilikte jeolojik tehlikelerin oluşumunu azaltmanın temelidir ve bu da daha yüksek düzeyde maden güvenliği ve istikrarı elde edilmesine yardımcı olabilir.

Madencilik sırasında güvenlik ve yönetim konularına ek olarak madencilığın neden olduğu çevresel sorunlar daha sonra göz ardı edilemez (Yücel & Turan, 2016). Arazi ıslahı ve ekolojik restorasyon madencilik faaliyetlerinin ek bir odak noktası haline gelmiştir. Aşırı ve plansız madencilik toprağa, suya ve ekolojiye ciddi zararlar vermektedir. Maden kaynaklarının kullanımı, madenin ömrü boyunca devam eden karmaşık bir süreçtir ve farklı madencilik biçimlerini ve madencilik sürecinin güvenli kontrolünü içerir. Açık ocak madencilığı atıklara, atık kayaya, katı atıklara ve arazi kullanımını etkileyen diğer sorunlara neden olmaktadır (Özdemir & Kumral, 2019). Maden derinliklerinin ve maden açılarının artmasıyla birlikte, açık ocak madenlerinin bulunduğu maden sahalarında şev stabilitesi gizli bir tehlike haline gelmiştir. Aynı zamanda, tarım arazileri etkilenmekte ve ürünlerin yetiştirildiği çevre zarar görmektedir. Bu nedenle, maden sahalarında arazi

ıslahı ve ekolojik restorasyon için madencilik sonrası gerçek zamanlı çevresel izlemeye (özellikle arazi kullanımı, ekolojik ve jeolojik tehlike izleme) ihtiyaç vardır ve bu da sürdürülebilir madencilik için uygun planlamanın sağlanmasında kilit öneme sahiptir (Polat & Uysal, 2018).

Birçok ülkede maden haritalaması, madencilik sonrası geniş bir yelpazedeki arazi kullanımlarının ve olanaklarının belirlenmesinde zorunlu bir adımdır. Açık ocak madencilığının dünya çapında önemli ölçüde yaygınlaşmasıyla birlikte, maden haritalaması giderek daha önemli hale gelmektedir. Maden haritalarına ek olarak, maden sonrası hacim hesaplamaları hem ekonomik hem de sonraki çevre düzenlemesi için önemli bir adımdır. Madencilik, değerli minerallerin hem ticari hem de ticari olmayan amaçlarla cevher şeklinde yeryüzünden çıkarılmasını içerir. Cevheri çıkarmak için madencilik işlemleri genellikle yeraltı veya yüzey madencilığı ile gerçekleştirilir. Yüzey madencilığı, cevhere ulaşmak için aşırı yükün kaldırılmasını gerektirir. Bu süreçte cevherin yanı sıra büyük miktarda atık malzeme de sıyrılır (Suleman & Baffoe, 2017). Çıkarılan atık malzeme ve cevher miktarı hem maden müteahhitleri hem de maden yöneticileri için önemlidir. Maden müteahhitlerine ve işçilere çıkarılan malzeme miktarına göre ödeme yapılır. Madencilik ekipmanlarının verimliliği de belirli bir dönemde çıkarılan malzeme miktarı ile ölçülür. Madenin verimliliği de belirli bir dönemde çıkarılan malzeme miktarı ile ölçülür. Maden çalışmalarında mühendisler bir gün, hafta veya ay içinde çıkarılan atık ve cevher miktarını tahmin etmekten sorumludur. Bu genellikle stok sahası, atık sahası ve aktif ocaklar incelenerek gerçekleştirilir. Yıllar içinde, operatörlerin hacimsel amaçlarla veri toplamasına yardımcı olmak için çeşitli teknolojiler ve teknikler geliştirilmiştir. Bunlar arasında total istasyonlar ve küresel navigasyon uydu sistemleri (Global Navigation Satellite System/GNSS) dikkat çekmektedir (Arango & Morales, 2015; Fitzpatrick, 2016). Ancak, hacim tahmini için veri toplamak üzere bu teknolojileri kullanmak genellikle yoğun emek gerektirir ve bazen operatörlerin tehlikeli ve güvensiz ortamlarda çalışmasını gerektirmektedir (Labant vd., 2013; Barry & Coakley, 2013). Buna ek olarak hacim tahmini için veri toplamak sahada nispeten uzun bir zaman gerektirmektedir. Operatörlerin erişemediği alanlarda veri toplanamamakta, bu da toplanan verilerin kalitesini ve zenginliğini azaltmaktadır (Rathore & Kumar, 2015). Total station ve GNSS teknolojisi kullanılarak toplanan veriler kullanıcının yargısına, deneyimine ve sezgilerine dayanır ve bu nedenle kalite kullanıcıdan kullanıcıya değişir. GNSS teknolojisi kullanıldığında, eğimler daraldıkça ve derinleştikçe GNSS sinyallerini

takip etmek zorlaşır. Geleneksel teknikler kullanılarak günlük, haftalık ve aylık hacim tahminleri için veri toplamak çok stresli, sıkıcı ve zaman alıcıdır.

Yaygın olarak drone olarak bilinen insansız hava aracı (İHA), insan pilotu olmayan bir hava aracı olan ve madencilikte uygulamaları olan gelişmekte olan bir teknolojidir (Mantey, 2019; Miljkovi'c vd., 2017; Cryderman vd., 2014; Merz & Chapman, 2012; Everaerts, 2008). İHA teknolojisi, ölçme, haritalama ve veri toplama ile ilgili stresi ve el emeğini azaltma potansiyeline sahiptir (Mantey, 2019; Rathore & Kumar, 2015; Manyoky vd., 2011). Özellikle, gelişmiş konumlandırma sistemlerinin İHA'lara monte edilebilmesi hassas mühendislik projelerinde kullanımlarını artırmıştır. Örneğin, İHA'lar yüksek mekânsal doğruluğa sahip ortofoto ve yükseklik haritaları üretmek için kullanılabilir. Sayısal platformda üretilen bu haritalar birçok çalışmaya altlık olarak kullanılmaktadır. Bu dijital çıktılar ile İHA'lar kazı hesaplamalarından saha çalışmalarına ve malzeme kontrolüne kadar geniş bir alanda kullanılabilen hem zamandan hem de paradan tasarruf sağlamaktadır. İHA'lar maden sahalarının ölçülmesi, halihazır harita ve kübaj hesaplamalarının yapılması ve tüm arazinin yer ölçümlerinden daha detaylı bir şekilde dijital olarak yakalanması için kullanılmaktadır (Forum Makine, 2019).

Kun ve Özcan (2019), özellikle hesaplanması zor olan alanlarda hacim, kütle, kabarma faktörü gibi kavramların arazide belirlenmesi için İHA'ların kullanımı üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda klasik yöntemlerle yapılan hesaplamalar ile İHA'larla elde edilen verilerin uyumlu ve birbirine çok yakın olduğunu tespit etmişler ve sonuçları yorumlamışlardır. Gül (2019), açık işletmelerde İHA tabanlı haritalama uygulamalarının avantajlarını açıklamıştır. Bu kapsamda İHA fotogrametrisi ile üretilen ortofoto haritalar, SYM, dekapaj ve üretim miktarı hesaplamaları, stok ve stok hacmi belirleme ve deformasyon ölçüm çalışmalarını sunmuştur. Kekeç vd. (2018), İHA denetiminin maden sahalarında gereksiz zaman kaybını önlemek ve maliyet kontrolü için etkili bir yöntem olabileceğinden bahsetmiştir. Ayrıca, madencilikte İHA kullanımının, madenin havadan izlenmesi ve yönetilmesi için geleneksel yöntemlere kıyasla önemli ölçüde zaman tasarrufu ve ölçüm doğruluğu sağladığından bahsetmişlerdir. İHA'lar, açık ocak madencilik sektöründe 3B haritalama veya hacim hesaplama için giderek daha önemli hale gelmektedir (Park vd., 2013; Cryderman vd., 2014). İHA'lar üretkenlik, maliyet ve verimlilik açısından madencilik endüstrisi üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir. Doğruluk kaybı olmadan geniş alanlarda veri toplamak daha az zaman alır. İHA

teknolojisi, geleneksel araştırma tekniklerinden çok daha zengin veriler sağlar ve erişilemeyen alanları kapsayabilir.

Açık maden ocaklarındaki pasa yığınlarının hacim hesaplamaları, madencilik faaliyetlerinin verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Doğru hacim hesaplamaları, maden sahalarının etkin bir şekilde yönetilmesini, üretim planlamasının optimize edilmesini ve çevresel etkilerin minimize edilmesini sağlar. Madencilik faaliyetlerinin çevresel etkileri önemli bir endişe kaynağıdır. Hassas hacim hesaplamaları, çevresel rehabilitasyon ve arazi restorasyonu süreçlerinin etkin bir şekilde planlanmasına olanak tanır. İHA'lar, geniş alanların detaylı haritalanması ve izlenmesi konusunda üstün performans gösterir, bu da çevresel izleme ve yönetim süreçlerini iyileştirir. Ayrıca açık maden ocaklarında yapılan çalışmalar, işçi güvenliği açısından yüksek riskler barındırır. İHA'lar, tehlikeli alanlarda veri toplama sürecini uzaktan gerçekleştirerek işçilerin güvenliğini artırır. Şev stabilitesi ve pasa yığınlarının izlenmesi gibi kritik güvenlik konularında hassas ve güvenilir veri sağlanması, potansiyel kazaların önlenmesine yardımcı olur. Yukarıda bahsedilen temel sorunlar ve potansiyel çözümler ve avantaj için bu çalışmanın yapılması ve bulguların sunulması, gelecekteki araştırmalara ve madencilik uygulamalarına yön verecek nitelikte olup, bilimsel bilginin genişlemesine katkıda bulunma potansiyeli gerekli olmuştur.

Bu çalışma, bir açık ocak madeninde çıkarılan malzemenin stok hacmini tahmin etmek için İHA ve GNSS tabanlı yöntemleri karşılaştırmaktadır. Sonuç olarak, İHA'ların madencilikte hacim hesabında uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda hem klasik yöntemlerle bir bölgenin hacmi hesaplanmış ve doğru kabul edilmiştir. Seçilen bu alan İHA'dan elde edilen veriler kullanılarak iki farklı yazılımda da hacmi hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma, İHA ve GNSS/CORS teknolojilerinin açık maden ocaklarında pasa yığınlarının hacim hesaplamalarındaki etkinliğini değerlendirerek madencilik sektöründe verimlilik, güvenlik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlamaktadır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Veri Toplama

Aktif olarak çalışan maden ocaklarının modellenmesindeki en büyük zorluk sürekli değişen maden sahasının değişimlerini kayıt altına almaktır. Büyük alanların belgelenmesi ve analizlerinin yapılmasında çeşitli yöntemler kullanılsa da en etkili

çözümlerden biri fotogrametri tekniğidir. Bu çalışmada da temel yöntem olarak fotogrametri benimsenmiştir (Kahveci & Can, 2017). Fotogrametri genel itibari ile yersel ve hava fotogrametrisi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Son zamanlarda yaygınlaşan İHA'lar sayesinde daha geniş alanların daha kısa zamanda görüntülenebilmesi ve modellenebilmesi ile İHA fotogrametrisi tabiri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada İHA fotogrametrisi uygulanmış olup hava fotoğrafları için Şekil 1'de gösterilen İHA kullanılmıştır.



Şekil 1. Phantom 4 İHA (URL-1).

Çalışmanın gerçekleştiği maden sahasının topoğrafyası nedeniyle uygun İHA seçimi önemli bir adımdır. Uygun arazi şartları gözetilmesi gerekmekte olup çalışma alanı döner kanatlı İHA'lar için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu sebepten dolayı çalışmada Şekil 1'de gösterilen döner kanatlı bir İHA olan DJI Phantom 4 Pro v2.0 tercih edilmiştir. Kullanılan İHA, yüksek mekansal çözünürlüklü görüntüler sağlamak üzere alçak irtifalarda stabil uçuşa olanak sağlayan dört adet döner kanat içermektedir. Hafifliği, çok yönlülüğü ve kullanımı kolay olması, bu İHA'yı günümüzde hava fotogrametrisinde profesyonel kullanıcılar tarafından yaygın olarak kullanılan bir cihaz haline getirmektedir. Üstelik 20 Megapiksel kamerasına sahip olması diğer bir tercih edilme sebebi olmuştur. Ayrıca tercih edilen İHA, GPS ve GLONASS, uydu konumlandırma sinyallerini alabilen çok frekanslı bir GNSS alıcısıyla donatılmıştır. Kullanılan İHA'ya ait teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Çalışma kapsamında hava fotoğraflarını çekmek için tam otomatik bir uçuş görevi tasarlanmıştır.

Tablo 1. DJI Phantom 4 Pro özellikleri.

Özellik	Değer
Boyut	Diyagonal 35 cm
Ağırlık	1,375 kg (kamera dahil)
Maksimum uçuş süresi	30 dakika
Maksimum hız	20 km s ⁻¹ , konumlandırma modu 13 89 m s ⁻¹
Maksimum yükselme hızı	6 m s ⁻¹ , konumlandırma modu, 5m s ⁻¹
Rotor sayısı	4
Kamera	Entegre 1" CMOS 20 Mp
Etkili Piksel	5,472 x 3.648 (20 MP)
Sensör Boyutu	Diyagonal 1 inç
Görüntü Formatı	JPEG, DNG (RAW)

İHA verilerinin fotogrametrik amaçla kullanılabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı durumlar vardır. Örneğin bir alanın haritalandırılması veya 3B modelinin üretilmesi için o alana ait çekilen fotoğrafların eşit miktarda bindirmeli olması modelin veya haritanın doğruluğunu artırmaktadır. Bu amaçla İHA ile hava görüntü verilerinin elde edilmesi için Maps Made Easy uçuş yazılımı kullanılmıştır (URL2). İHA ile elde edilen hava fotoğraflarının işlenmesinde iç yöneltmeye yardımcı olması için ve görüntü koordinat sistemi ile yer koordinat sisteminin ilişkilendirilmesi ve yeryüzündeki yükseklik farklılıklarından kaynaklanan hataların düzeltilmesi için arazinin belirli noktalarına yer kontrol noktası (YKN) tesis edilmiştir. Arazide homojen olarak dağılan ve eğimin sert olarak değiştiği bölgelere daha fazla tesis edilmek üzere toplam 18 YKN yerleştirilmiştir. Bu noktalardan 8'i fotogrametrik dengeleme için kontrol noktası (KN) olarak, 10 tanesi de doğruluk analizinde

denetleme noktası (DN) olarak kullanılmıştır. YKN ve DN'lerin ölçümü için Topcon GR5 GNSS/CORS cihazı kullanılmıştır (Şekil 2).

Uçuş görevi yaklaşık 15 dakikalık uçuşlar ile planlanmış olup toplam 5 uçuş ile gerçekleştirilmiştir. Uçuş yüksekliği 115 metre (kalkış seviyesinden) ve yer örnekleme aralığı (YÖA) 3.15 cm/piksel olarak hesaplanmıştır. Boyuna ve enine bindirme oranları ise sırasıyla %80 ve %70 olarak seçilmiştir.



Şekil 2. Topcon GR5 GNSS/CORS (URL3).

İHA ile çekilen fotoğrafların fotogrametrik olarak değerlendirilmesi Agisoft MetaShape yazılımında (URL-6) gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonucu oluşan sayısal veriler yardımıyla maden sahasının 3 boyutlu (3B) çizimi Virtual Surveyor (URL-4) yazılımında yapılmıştır. Maden sahasının halihazır haritası Netcad yazılımında üretilmiştir. Ayrıca maden sahasında bulunan 2 adet pasa alanının hacimleri hem Virtual Surveyor yazılımında hem de Netcad yazılımının NETPRO/Mine modülünde (URL-5) hesaplanmıştır.

2.2. Fotogrametri ve Hareket Tabanlı Yapısal Algılama (SfM)

Fotogrametri, nesnelerin 3B nokta bulutlarını oluşturmak için 2B görüntü dizilerini ve üçgenleme algoritmasını kullanan bir tekniktir (Eisenbeiss, 2009; Kabadayı & Erdoğan, 2023). Tek bir görüntüden bir noktanın 3B koordinatlarını ayırt etmek mümkün olmadığından, 2B görüntüdeki bir nokta, kamera merkezinden 3B sahnedeki bu noktaya kadar olan görüş hattı (ışın) boyunca tüm konumlara karşılık gelir. Fotogrametride kullanılan örtüşen görüntülerin kamera konumları ve dış yönelim parametreleri, bir nesnenin yüzeyindeki noktaların 3B koordinatlarını belirlemek için kullanılır. Örtüşen görüntüler arasında en az üç kontrol noktası varsa, dış yönelim parametreleri belirlenebilir. İç yönelim parametrelerinin önceden bilinmesi gerekir, ancak kendi kendine kalibrasyon tekniği, Hareket Tabanlı Yapısal Algılama (Structure from Motion/SfM) gibi son teknoloji algoritmalar sayesinde bu gereksinimi ortadan kaldırır (Kabadayı & Uysal, 2019). SfM algoritmasına dayalı fotogrametrik yazılımlar sayesinde geleneksel kameralarla çekilen görüntülerden 3B modelleme ve yüzey yeniden yapılandırma nispeten kolay hale gelmiştir. SfM olarak bilinen bir fotogrametrik yöntem veya algoritma, önceden tanımlanmış ve 3B konumları bilinen bir hedef ağa ihtiyaç duymadan sahne geometrisini, kamera konumlarını ve yönünü algılayabilir (Dursun, 2022). Dijital kameraların, video kameraların veya kameralı cep telefonlarının piyasaya sürülmesi, bilgisayar görselleştirmesine dayalı bir ölçüm tekniği olan SfM'nin kullanımının artmasına neden olmuştur. SfM'nin düşük maliyeti, hızlı sonuçları ve basit 3B ölçüm kabiliyetinin bir sonucu olarak, bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve yerbilimi araştırmaları üzerinde dönüştürücü bir etkisi olmuştur (Ulvi, 2021). SfM, bindirmeli görüntü karelerindeki ortak noktaları tüm resimlerde bulup eşleyerek 3B yapılar üretir.

SfM, stereoskopik fotogrametri ile aynı prensipler üzerinde çalışır (Şenol & Orman, 2022). SfM'nin stereoskopik fotogrametriden farkı, üç boyutlu uzayda bir noktanın doğru konumunu elde etmek için gereken hesaplamaların otomatik olarak yapılması ve mükemmel kamera konumlandırması gerekliliğinin olmamasıdır. Ayrıca, kamera yönündeki değişiklik uzaydaki konumların yeniden yapılandırılmasını etkilemediği için video kayıtları SfM'de kullanılabilir. Fonstad vd. (2013) SfM'nin maliyet tasarrufu ve inşaa kolaylığı açısından avantajlı olabileceğini ileri sürmektedir. Carrivick vd. (2019)'e göre, SfM iş akışı önemli miktarda daha fazla otomasyona sahiptir ve bu nedenle kullanıcılar tarafından fotogrametriye göre çok daha basit ve daha erişilebilir olarak kabul edilmektedir. Gienko ve Terry (2014), SfM ile oluşturulan 3B modellerin gerçek nesnelerin güvenilir ve doğru bir temsili olabileceğini ve teknolojinin hızlı ve doğru değerlendirme için yararlı olduğunu belirtmiştir. Paket blok ayarı, anlık görüntü ile beklenen nokta konumu arasındaki projeksiyon hatalarını azaltmak için SfM'yi kullanan bir teknik yazılımdır. Seyrek bir nokta bulutu oluşturmak için fotoğraflar arasındaki ortak noktaları otomatik olarak ayıklamaya yönelik yerleşik yöntemler, SfM yazılımının temelini oluşturur. Radyometrik piksel değerleri üzerinde çalışan ölçekle değişmeyen özellik dönüşümü (Scale Invariant Feature Transform/SIFT) tekniği (Çağlayan, 2020), bu işlem için en yaygın kullanılan algoritmadır. SfM tarafından üretilen seyrek nokta bulutu görelidir ve gerçek boyutlara göre düzeltilmelidir. Bu kalibrasyon için bilinen birkaç YKN veya hedef işaretleri verileri kullanılır. SfM'deki bir diğer adım ise yoğun nokta bulutu oluşturma işlemidir. Bu adımda kullanılan algoritma yoğun çoklu görünüm stereo (multiview stereo/MVS) algoritmasıdır (Ulusoy vd., 2017). Bu aşamada, eşleşen pikseller ve tahmini 3B konumları, ağ modelleri üretmek için bir nokta bulutu haline gelir. Son olarak, modele fotogerçekçi bir ağ vermek için görüntüler kullanılır.

2.3. Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi, çalışmanın doğruluğunu ve güvenilirliğini ölçmek için son adımdır (Ulvi, 2021; Kaya vd., 2021; Yiğit vd., 2023). Bu çalışmada doğruluk analizini yapmak için literatürde sıklıkla kullanılan karesel ortalama hata (KOH) yöntemi kullanılmıştır. Karesel ortalama hata Denklem 1 ve 2 ile hesaplanır. Karesel ortalama hata değerinin küçük olması verilerin birbirine yakınlığı ve ölçünün duyarlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu çalışmada referans verisi olarak GNSS-cors verileri kabul edilmiştir.

$$V_{x,y,z,i} = X, Y, Z_{\text{GNSScors}_i} - X, Y, Z_{\text{UAV}_i} \quad (1)$$

$$KOH_{x,y,z} = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad (2)$$

Burada; $V_{x,y,z,i}$ Aynı noktanın farklı ölçümler sonucunda elde edilen konumsal farkını, $X, Y, Z_{\text{GNSScors}_i}$; noktanın GNSS alıcısı ile ölçülen koordinatlarını, X, Y, Z_{UAV_i} ; noktanın UAV uçuşlarından türetilen koordinatlarını (dengelemeden sonraki DN'ye ait) temsil etmektedir.

3. Uygulama

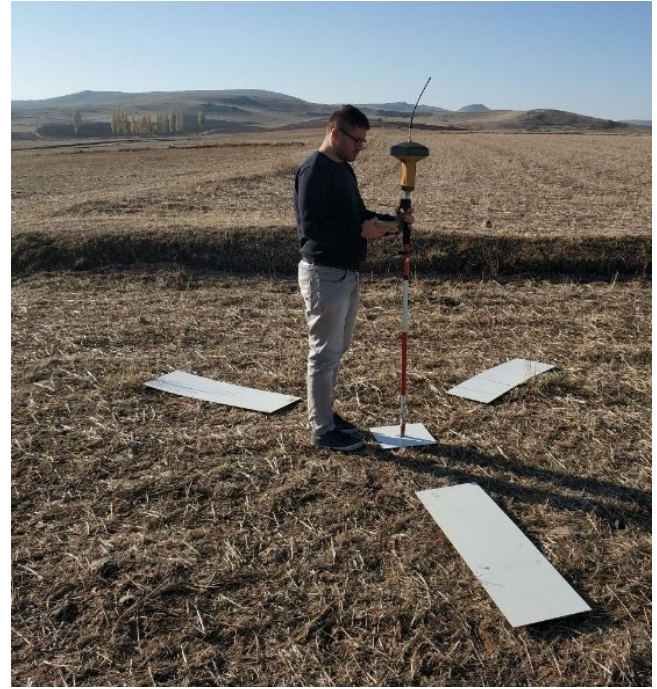
Çalışma alanı olarak Balıkesir ili Kepsut ilçesi sınırlarında bulunan bir açık maden sahası tercih edilmiştir. Çalışma alanının konumu yaklaşık olarak $39^{\circ}41'7.68''\text{K}$ ve $28^{\circ}7'28.55''\text{D}$ koordinatlarında bulunmaktadır. Çalışma alanı döküm/pasa alanları ile 600 m genişlik ve 800 m'lik bir uzunluğa sahip olmakla beraber yaklaşık olarak 28 hektarlık bir alana sahiptir. Arazide yapılan ön ölçümler doğrultusunda yükseklik değerleri en düşük (490) ile en yüksek (675) bölgeler arasındaki yükseklik farkı 185 m olarak ölçülmüştür. Çalışma alanının bulunduğu topografya oldukça engebeli ve yüksek eğime sahiptir. Uygulama arazi ve ofis çalışmasından oluşmaktadır.

3.1. Arazi Çalışması

Ortofoto görüntü verilerinin üretilmesinde görüntü koordinat sistemi ile yer koordinat sisteminin ilişkilendirilmesi ve yeryüzündeki yükseklik farklılıklarından kaynaklanan hatanın düzeltilmesi gerekmektedir. Bu amaçla görüntülere ait yörünge ve kalibrasyon bilgileri ile YKN kullanılmaktadır. Bu amaç doğrultusuna araziye tesis edilen YKN ve DN'lerin ölçümü arazi çalışmasının ilk adımını oluşturmaktadır.

Fotogrametrik çalışmalarda YKN ve DN'ler fotoğraf çekimi öncesinde araziye tesis edilirken, genellikle görüntüde kolay bulunabilen doğal veya yapay nesnelere seçilir. Noktaların seçimi, dağılımı ve doğruluğu çalışmanın sonuçlarını etkilemesi açısından çok önemlidir. YKN ve DN'ler, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG)'nin yayınlamış olduğu harita standartlarına göre (Mapeg Harita Standartları, 2018); her nokta arası 250 metreyi geçmeyecek şekilde eğim ve yüksekliğin değiştiği yerlere tesis edilmiştir. YKN ve DN koordinatları ve elipsoidal yükseklikler GNSS/CORS

ile ölçülmüştür (Şekil 3). Bütün YKN'ler en az 1 saat ara ile 2 kez olmak üzere 30 epok (Her epok 1 saniyedir) ölçülmüştür.



Şekil 3. Nokta tesisi ve ölçümü.

Noktaların tesisi ve ölçümü sonrası uçuş planlaması ve uçuş yapılmıştır. İHA ile havadan fotoğraf çekiminde 2 tip uçuş vardır. Birincisi yüzey modeline (Terrain Model) göre oluşturulan yükseklik profili ile yapılan uçuş, diğeri ise belirli bir yükseklikten klasik olarak yapılan uçuştür. Çalışmada yüzey modeline göre oluşturulan yükseklik profili ile uçuş yapılmıştır. Uçuşta %80 boyuna %70 enine bindirmeli olmak üzere toplam 786 fotoğraf çekilmiştir. Uçuşlar, 3.15 cm/piksel YÖA ile 115 metre yükseklikten yapılmıştır. Toplam uçuş süresi 75 dakikadır.

3.2. Ofis Çalışması

Ofis çalışmasında ilk olarak arazide ölçümü yapılan noktaların dengelenmesi (Tablo 1) ve elipsoidal yüksekliğin ortometrik yüksekliğe çevrilmesi yapılmıştır (Tablo 2). Ortometrik yükseklik için ondülasyon değeri (N) 38.630 bulunmuştur.

YKN'lere ait kesin koordinatlar elde edildikten sonra İHA ile çekilen araziye ait fotoğraf verilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Fotogrametrik değerlendirme işlemi Agisoft Metashape yazılımında gerçekleştirilmiştir. Arazide yüzey modeline göre yapılan uçuşta çekilen fotoğrafların konumu Şekil 4'te gösterilmiştir.

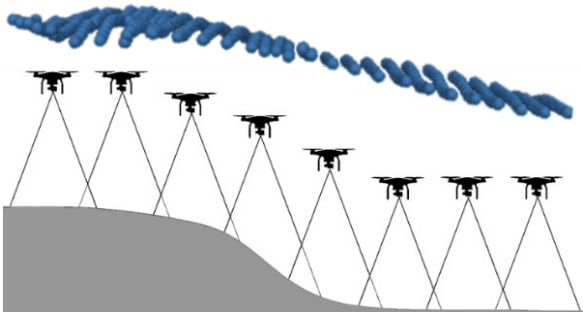
Tablo 2. Farklı oturum zamanlarında ölçülen YKN'lere ait dengelenmiş ve kesin koordinatlar.

Nokta No	Oturum Zamanı (UTC)	Koordinat			Kesin Koordinat (ITRF-TM 3°27° E)		
		Sağa Değer (m) (Y)	Yukarı Değer (m) (X)	Elipsoid Yüks. (m) (h)	Sağa Değer (m) (Y)	Yukarı Değer (m) (X)	Elipsoid Yüks. (m) (h)
P.1	30 01 2019 09:20:14	611732.315	4398831.615	659.328	611732.319	4398831.624	659.319
	30 01 2019 10:40:15	611732.323	4398831.633	659.309			
P.2	30 01 2019 08:56:32	612385.822	4399589.197	697.259	612385.814	4399589.214	697.257
	30 01 2019 11:10:25	612385.805	4399589.230	697.254			
P.3	30 01 2019 09:07:07	612177.071	4399056.015	630.979	612177.070	4399056.021	630.989
	30 01 2019 11:35:44	612177.068	4399056.026	630.998			
P.4	30 01 2019 08:21:43	611987.313	4398225.427	586.178	611987.317	4398225.420	586.175
	30 01 2019 10:55:37	611987.320	4398225.413	586.171			
P.5	30 01 2019 08:47:02	611812.517	4398090.311	609.235	611812.513	4398090.315	609.237
	30 01 2019 12:00:20	611812.509	4398090.318	609.238			
P.6	30 01 2019 09:32:20	612056.515	4398214.129	577.966	612056.500	4398214.149	577.936
	30 01 2019 12:10:20	612056.485	4398214.169	577.906			
P.7	30 01 2019 09:44:20	612180.963	4397961.406	552.086	612180.967	4397961.384	552.096
	30 01 2019 12:21:20	612180.970	4397961.361	552.106			
P.8	30 01 2019 09:56:20	611980.889	4397759.268	520.693			
	30 01 2019 12:43:20	611980.829	4397759.278	520.685	611980.859	4397759.273	520.689
	30 01 2019 13:18:20	612435.845	4399412.230	687.254			

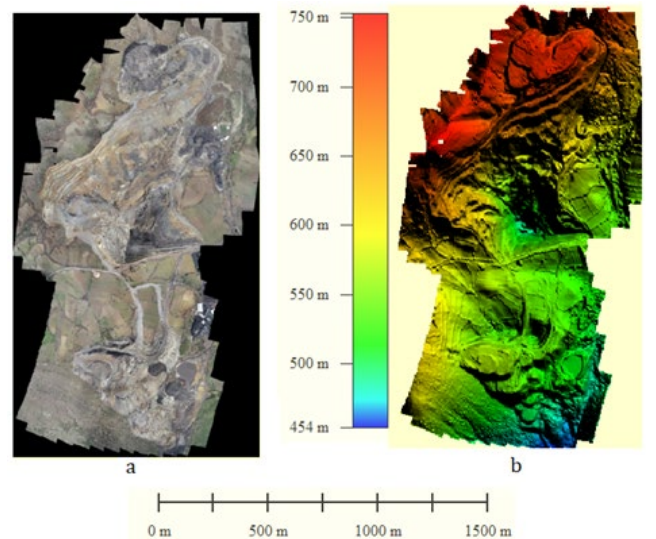
Tablo 3. YKN'lerin ortometrik yükseklik değerleri.

NOKTA NO	Ortometrik Yükseklik (m) (H)
P.1	620.689
P.2	658.627
P.3	592.359
P.4	547.545
P.5	570.607
P.6	539.306
P.7	513.466
P.8	482.059

sonrasında DN kullanılarak dengeleme sonucu koordinatlar Tablo 3'te, koordinat hataları Tablo 4'te ve konum hatası Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Şekil 5.** Yoğun nokta bulutu.**Şekil 4.** Yüzey modeline göre çekilen fotoğrafların konumu.

Fotogrametrik değerlemede ilk olarak ham fotoğrafların sıralanması, kalibrasyonu ve dengelenmesi yapılmıştır. Daha sonra arazide ölçümü yapılan YKN'ler işaretlenerek görüntü koordinat sistemi ile yer koordinat sistemi ilişkilendirilmiştir. Son olarak yoğun nokta bulutu (Şekil 5) üretilmiş ve son olarak araziye ait Ortomozaik ve Yükseklik modeli haritaları (Şekil 6) oluşturulmuştur. Dengeleme

**Şekil 6.** Ortomozaik (a) ve Sayısal Yükseklik Modeli (b)

Tablo 4. DN'lere ait kesin koordinatlar ile Dengeleme sonucu oluşan değerler.

GNSS/CORS (Kesin Koordinatlar)				Agisoft Yazılımında Fotogrametrik Değerleme Sonucu Elde Edilen Koordinatlar			
N.N	X (m)	Y (m)	Z (m)	N.N	X (m)	Y (m)	Z (m)
P.1	611732.319	4398831.624	620.689	P.1	611732.342	4398831.642	620.684
P.2	612385.814	4399589.214	658.627	P.2	612385.822	4399589.229	658.622
P.3	612177.070	4399056.021	592.359	P.3	612176.990	4399055.906	592.358
P.4	611987.317	4398225.420	547.545	P.4	611987.325	4398225.418	547.522
P.5	611812.513	4398090.315	570.607	P.5	611812.535	4398090.350	570.592
P.6	612056.500	4398214.149	539.306	P.6	612056.523	4398214.186	539.304
P.7	612180.967	4397961.384	513.466	P.7	612180.995	4397961.419	513.467
P.8	611980.859	4397759.273	482.059	P.8	611980.878	4397759.287	482.073
P.9	612118.377	4397549.347	458.548	P.9	612118.390	4397549.355	458.562
P.10	612435.834	4399412.211	648.619	P.10	612435.844	4399412.215	648.628

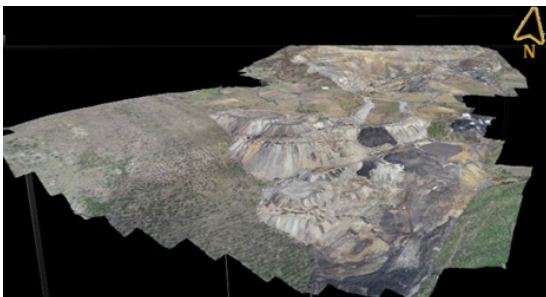
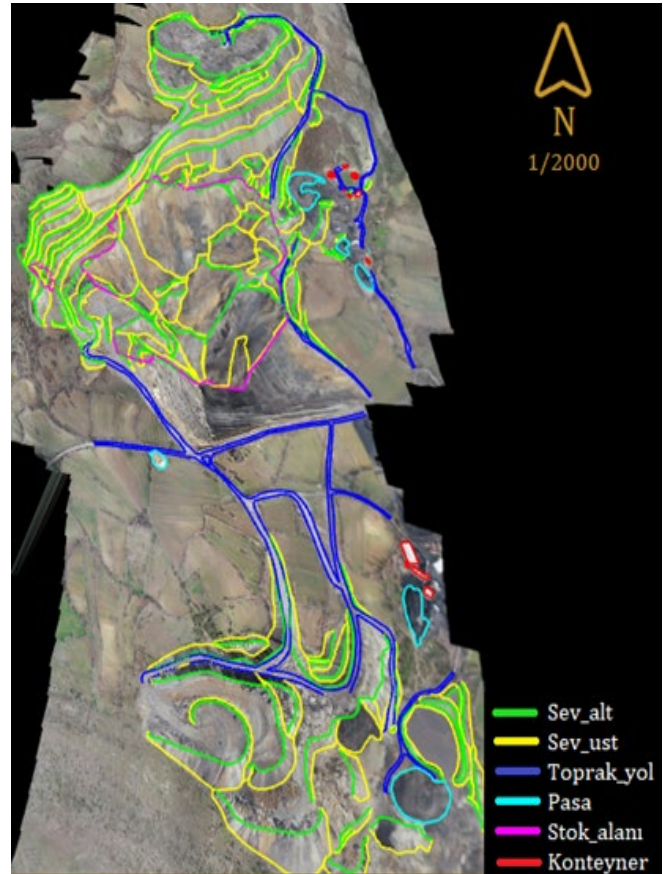
Tablo 5. Dengeleme sonucu oluşan hata değerleri.

N.N	Vi Farklar (cm)			Vi Vi Farklar cm ²		
	Vx	Vy	Vz	VxVx	VyVy	VzVz
P.1	2,31	1,79	-3,49	5,32	3,19	12,16
P.2	0,82	1,50	-4,41	0,67	2,26	19,49
P.3	-2,90	-1,45	-3,03	8,44	2,11	9,17
P.4	0,83	-0,15	-2,28	0,69	0,02	5,18
P.5	2,23	3,58	-1,47	4,95	12,80	2,17
P.6	2,31	3,72	-3,20	5,32	13,80	10,23
P.7	2,88	3,54	2,09	8,28	12,55	4,35
P.8	1,94	1,45	3,40	3,78	2,09	11,57
P.9	1,34	0,83	2,42	1,79	0,69	5,85
P.10	1,06	0,42	2,98	1,13	0,18	8,89

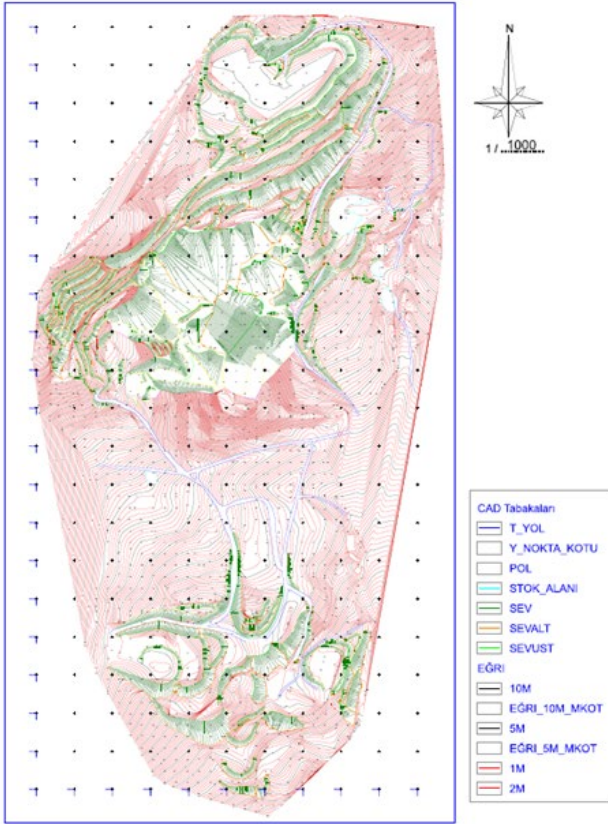
Tablo 6. YKN'lerin konum hatası.

	Vi farklar (cm)		
	Vx	Vy	Vz
Vmin	0.82	0.15	1.47
Vmax	2.9	3.72	4.41
Vort	1.86	1.84	2.88
KOH _{x,y,z}	2.1	2.3	3.1

Agisoft Metashape yazılımında ortomozaik ve yükseklik modeli üretildikten sonra 3B çizim için Virtual Surveyor yazılımına geçilmiştir. Virtual Surveyor yazılımında üretilen dijital ürünler verileri kullanılarak (Şekil 7) 3B'lu çizimler yapılabilmektedir. Virtual Surveyor yazılımında maden sahasına ait 3B çizimler Şekil 8'de gösterilmiştir.

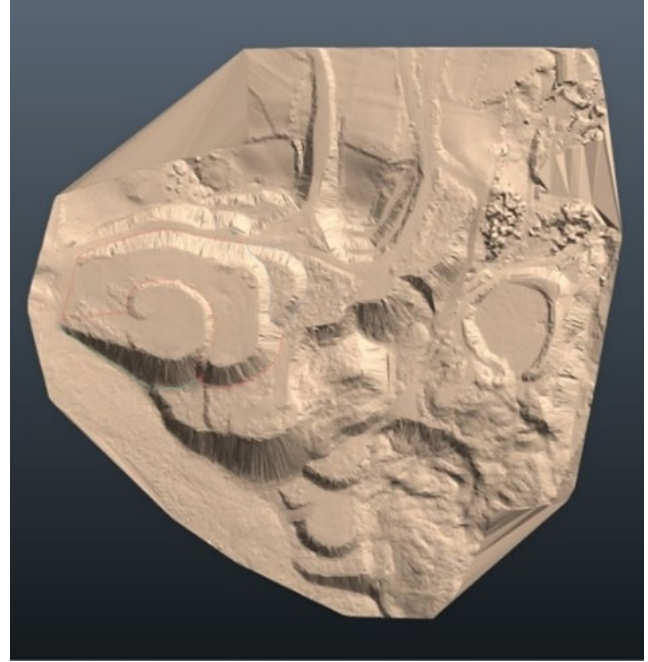
**Şekil 7.** Virtual Surveyor yazılımında ortofoto ve SYM eklenmiş 3B model.**Şekil 8.** Virtual Surveyor yazılımında yapılan 3B çizim.

Virtual Surveyor yazılımında gerekli detaylar 3B olarak çizildikten sonra Netcad yazılımında maden sahasına ait 1/1000 ölçeğinde halihazır haritası üretilmiştir (Şekil 9).

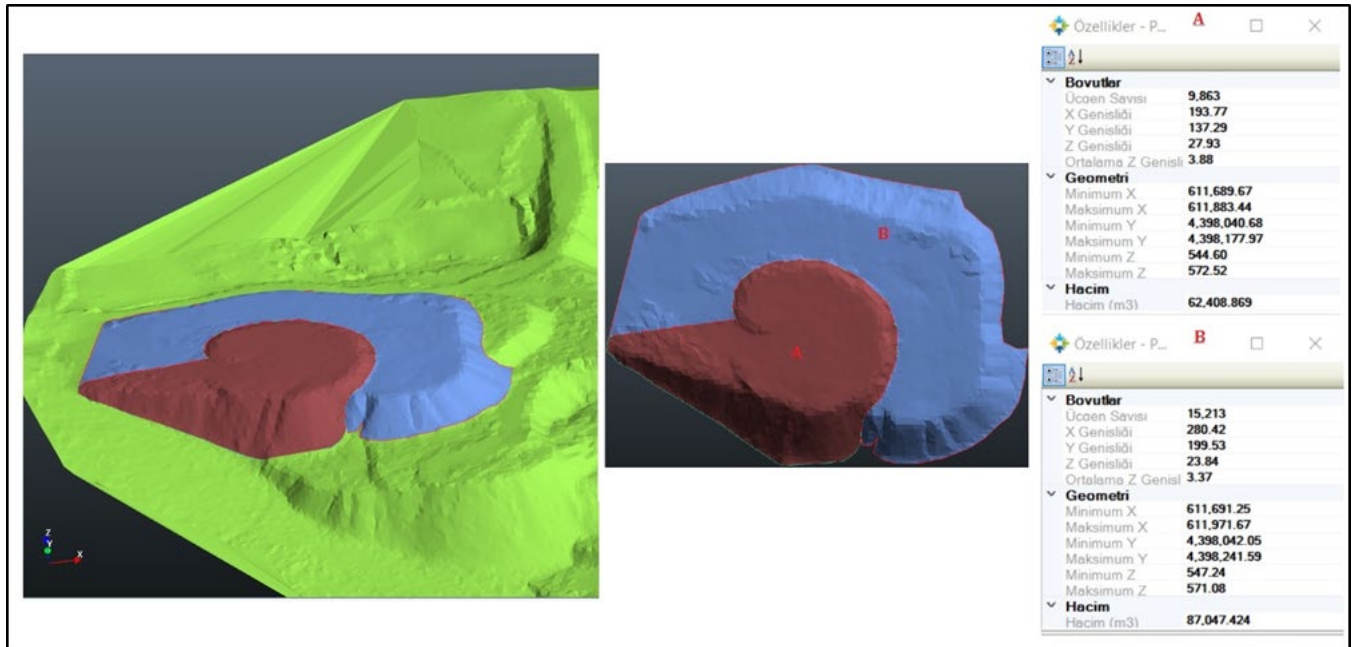


Şekil 9. 1/1000 ölçeğinde halihazır harita.

Netcad yazılımında halihazır harita üretildikten sonra pasa alanına ait hacim hesabı yapılmıştır. Hacim hesabı hem Netcad yazılımında NETPRO/Mine modülünde hem de Virtual Surveyor yazılımında gerçekleştirilmiştir. NETPRO/Mine modülünde ilk olarak üçgen model üzerinden yeni bir yüzey modeli üretilmiştir (Şekil 10). Daha sonra bu yüzey modelinden hacim hesabı yapılmıştır (Şekil 11).



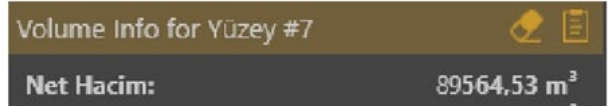
Şekil 10. NETPRO/Mine modülünde üretilen yüzey.



Şekil 11. NETPRO/Mine modülünde yapılan hacim hesabı.

NETPRO/Mine yazılımında "A" ile gösterilen pasa alanı 62408,869 metreküp, "B" ile gösterilen pasa alanı 87047,424 metreküp bulunmuştur.

Virtual Surveyor yazılımında ise üçgenler oluşturulduktan sonra hacim hesaplanacak olan pasaya ait yüzey belirlenmiş ve hacim hesaplatılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Virtual Surveyor yazılımında hacim hesabı

Virtual Surveyor yazılımında "A" ile gösterilen pasa alanı 61711,09 metreküp, "B" ile gösterilen pasa alanı 89564,53 metreküp bulunmuştur. Arazide GNSS/CORS ölçüm cihazı ile klasik olarak bu pasa alanlarının ölçümü yapılmış olup toplamda A ve B pasa alanı için 810 nokta verisi toplanmıştır. Klasik

olarak toplanan veriler sonucunda, "A" pasasına ait hacim: 60,986.37 metreküp; "B" pasasına ait hacim: 90,147.71 metreküp hesaplanmıştır. Hacim hesabı için yapılan karşılaştırmalar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 7. Hacim karşılaştırması (hacim için birim metreküp'tür)

Pasa Alanı	GNSS/CORS		Netcad NETPRO/Mine		Virtual Surveyor			
	Nokta	Hacim	Hacim	Fark	Yüzde	Hacim	Fark	Yüzde
A	398	62086,370	62408,87	-322,499	100,52	61.711,090	375,280	99,40
B	412	88347,710	87047,42	1300,286	98,53	89.564,530	-1216,820	101,38

4. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, açık maden ocağında yer alan iki adet pasa alanının hacim hesaplamaları GNSS/CORS ve İHA verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GNSS/CORS ölçümleri ile elde edilen veriler referans alınarak, İHA ile yapılan ölçümlerin doğruluğu ve tutarlılığı incelenmiştir.

İHA verileri, GNSS/CORS verileri ile yüksek oranda tutarlılık göstermiştir. İHA ile hesaplanan hacimlerin GNSS/CORS verileri ile %99 üzerinde bir uyum gösterdiği tespit edilmiştir. "A" pasa alanı GNSS/CORS verileri ile 62086.37 metreküp, İHA verileri ile 61711.09 metreküp olarak hesaplanmıştır. "B" pasa alanı GNSS/CORS verileri ile 90147.71 metreküp, İHA verileri ile 89564.53 metreküp olarak hesaplanmıştır. Farklı yazılımlar kullanılarak yapılan hesaplamalarda küçük farklar gözlemlenmiştir, ancak

genel olarak yüksek doğruluk sağlanmıştır. İHA teknolojisi, GNSS/CORS yöntemine göre daha hızlı ve maliyet etkin bir çözüm sunmaktadır. İHA ile yapılan saha çalışmaları yaklaşık 75 dakika sürerken, GNSS/CORS ölçümleri daha uzun zaman almaktadır. İHA kullanımı, özellikle geniş alanların hızlı ve detaylı bir şekilde haritalanmasında büyük avantaj sağlamaktadır. İHA verileri kullanılarak üretilen sayısal yükseklik modelleri ve ortomozaik haritalar, maden sahasının detaylı ve doğru bir şekilde haritalanmasına olanak tanımıştır. Fotogrametrik değerlendirme sonucunda, İHA verilerinin yüksek mekansal doğruluğa sahip olduğu ve madencilik uygulamalarında güvenilir bir veri kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, İHA teknolojisinin açık maden ocaklarında pasa alanlarının hacim hesaplamasında etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. İHA verilerinin

GNSS/CORS verileri ile yüksek oranda uyum göstermesi, bu teknolojinin madencilik sektöründe güvenilir bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır. İHA kullanımının sağladığı zaman ve maliyet avantajları, madencilik operasyonlarının verimliliğini artırmakta ve güvenliği sağlamaktadır. GNSS/CORS verilerinin doğruluğu ile uyumlu olan İHA verileri, madencilik uygulamalarında İHA kullanımının geçerliliğini desteklemektedir. İHA ile yapılan ölçümlerin GNSS/CORS verilerine yakın sonuçlar vermesi, bu teknolojinin hassasiyetini göstermektedir. İHA'ların geniş alanları hızlı bir şekilde haritalama kapasitesi, özellikle büyük ve erişilmesi zor maden sahalarında önemli bir avantaj sunmaktadır. İHA teknolojisinin kullanımı, saha çalışmalarını daha güvenli hale getirmekte ve operatörlerin tehlikeli ortamlarda çalışma riskini azaltmaktadır. Ayrıca, İHA'ların sağladığı yüksek çözünürlüklü veriler, maden sahalarının detaylı incelenmesini ve planlanmasını kolaylaştırmaktadır. İHA teknolojisindeki sürekli gelişmeler, gelecekte madencilik sektöründe daha geniş uygulama alanları yaratacaktır. Gelişmiş sensörler ve yazılımlar, İHA'ların kullanımını daha da yaygınlaştıracaktır.

Bu çalışmanın sonuçları, İHA teknolojisinin madencilik sektöründe daha yaygın bir şekilde benimsenmesine katkıda bulunabilir ve gelecekteki araştırmalar için temel oluşturabilir. Sonuç olarak, İHA teknolojisi, açık maden ocaklarında pasa alanlarının hacim hesaplamasında güvenilir ve etkin bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın bulguları, İHA kullanımının madencilik sektöründe önemli avantajlar sunduğunu ve gelecekte daha geniş uygulama alanlarına sahip olabileceğini göstermektedir.

5. Sonuç ve Tartışma

Madencilik alanında en temel gereksinim, birçok projede olduğu gibi altlık amacıyla kullanılan yüksek konum bilgisine sahip temel haritaların sık sık üretilmesidir. Mevcut ve periyodik olarak hazırlanan yüksek konum bilgisine sahip bu haritalar sayesinde daha sonraları yapılacak çalışmalar için hızlı ve hassas bir şekilde üretim planlanması yapılabilmektedir. Bu tarz verilere İHA'lar aracılığı ile ulaşmak zaman ve maliyetten tasarruf sağladığı gibi daha fazla hassas olmaktadır. Madencilik sektöründe; zamandan tasarruf ve ölçüm hassasiyeti, üretim ve ekipman kontrolü, maden haritalarının oluşturulması çok önemli konulardır. Çalışma kapsamında yapılan halihazır harita yapımı, saha çalışması dâhil 6-8 saat sürmüştür. Ayrıca İHA verilerinden üretilen yükseklik modeli gibi sayısal modeller aracılığıyla hacim hesaplamaları yapılabilmektedir. Çalışma yapılan açık maden işletmesinde bulunan 2 adet pasa alanının

arazide GNSS/CORS ölçüm cihazı ile verileri toplanmış ve hacmi hesaplanmıştır. Ayrıca bu iki pasa alanına ait hacim hesaplamaları 2 farklı yazılımda hesaplanmıştır. Farklı yazılımlarda yapılan hacim hesaplamaları paşaların yapısına göre farklılık göstermekte olup Tablo 6'ya bakıldığında yüksek oranda tutarlılık göstermiştir. Ayrıca klasik olarak hacmi hesaplanan pasa alanları yazılımlarda da yüksek doğruluk bulunmuştur. Çalışma sonucunda İHA teknolojisinin açık maden işletmelerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür. Ayrıca İHA teknolojisi klasik yöntemlere göre hız ve maliyet açısından daha anlamlı sonuçlar vermektedir.

Bu çalışma, açık maden ocaklarındaki pasa yığınlarının hacim hesaplamasında GNSS/CORS ve İHA teknolojilerini karşılaştırarak her iki yöntemin etkinliğini değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, İHA teknolojisinin madencilik sektöründe geleneksel yöntemlere göre önemli avantajlar sunduğunu ortaya koymuştur. GNSS/CORS ve İHA verileri karşılaştırıldığında, İHA ile yapılan hacim hesaplamalarının GNSS/CORS ile elde edilen sonuçlarla yüksek oranda tutarlı olduğu görülmüştür. Örneğin, Kun ve Özcan (2019)'da İHA ile yapılan ölçümlerin klasik yöntemlerle yapılan hesaplamalarla uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, GNSS/CORS verileri ile İHA verileri arasındaki farkın %1'in altında olduğu, İHA verilerinin güvenilir ve doğru sonuçlar sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca maden sahalarında İHA kullanımının süre ve maliyet açısından avantajlı olduğu Mantey (2019), çalışmasında da belirtildiği üzere İHA teknolojisinin veri toplama süresini ve maliyetlerini azaltarak madencilik uygulamalarında büyük avantaj sağladığını vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilerek GNSS/CORS yöntemine kıyasla saha çalışmaları İHA ile önemli ölçüde hızlanmakta ve maliyetler düşmektedir. İHA'lar, maden sahalarında güvenli ve erişimi zor alanlarda veri toplanmasını sağlamaktadır. Örneğin Cryderman vd. (2014), İHA'ların tehlikeli ortamlarda çalışan operatörlerin güvenliğini artırdığını ve verimliliği artırdığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da İHA'lar kullanılarak yapılan ölçümlerin, operatörlerin tehlikeli alanlarda çalışma riskini azalttığı ve veri toplama sürecini güvenli hale getirdiği doğrulanmıştır. İHA teknolojisi, gelişmiş sensörler ve yazılımlar ile daha yüksek doğruluk ve detaylı veri sağlama kapasitesine sahiptir. Gül (2019) ve Kekeç vd. (2018), İHA fotogrametrisinin maden sahalarında detaylı haritalama ve hacim hesaplamalarında etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Yine bu çalışmada kullanılan Agisoft Metashape ve Virtual Surveyor yazılımları ile İHA verilerinden yüksek doğrulukta sayısal yükseklik modelleri ve ortomozaik

haritalar üretilmiştir. Yattığımız çalışmanın sonuçları, literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu ve tutarlıdır. Özellikle Kabadayı ve Uysal (2019), İHA fotogrametrisinin madencilik uygulamalarındaki etkinliğini ve doğruluğunu vurgulamışlardır. Bu çalışma ile de İHA teknolojisinin sağladığı yüksek doğruluk ve maliyet etkinliği, madencilik sektöründe daha yaygın bir kullanım alanı bulmasını sağladığı tekrar desteklenmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, İHA teknolojisinin açık maden ocaklarındaki pasa yığınlarının hacim hesaplamasında etkin ve güvenilir bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. İHA'ların sağladığı yüksek doğruluk, zaman ve maliyet tasarrufu, madencilik sektöründe önemli avantajlar sunmaktadır. Benzer çalışmaların da desteklediği bu sonuçlar, İHA teknolojisinin madencilik uygulamalarında daha yaygın ve etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışmaya; donanım, yazılım ve arşiv desteğinden dolayı İlkin Harita Müh. Değ. Eml. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şirketi sahibi Harita Mühendisi Mürsel Burak Çelik'e ve Şahin Madencilik Müh. Müş. Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Arango, C., & Morales, C. A. (2015). Comparison between multicopter UAV and total station for estimating stockpile volumes. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40, 131-135.
- Barry, P., & Coakley, R. (2013). Accuracy of UAV photogrammetry compared with network RTK GPS. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens*, 2, 2731.
- Carrivick, J. L., & Smith, M. W. (2019). Fluvial and aquatic applications of Structure from Motion photogrammetry and unmanned aerial vehicle/drone technology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(1), e1328.
- Cryderman, C., Mah, S. B., & Shufletoski, A. (2014). Evaluation of UAV photogrammetric accuracy for

- mapping and earthworks computations. *Geomatica*, 68(4), 309-317.
- Çağlayan, U. (2020). İHA Verileri Temelinde Agisoft, Context Capture ve PIX4D Görüntü Eşleştirme Yazılımlarının 3B Konum Doğruluğu Analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Zonguldak, Türkiye.
- Dursun, İ. (2022). Akıllı Şehirler İçin 3 Boyutlu Veri Modellerinin Oluşturulması ve Yapı Bilgi Modellerine Entegrasyonu: Köyceğiz Kampüs Örneği. Doktora Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Konya, Türkiye.
- Eisenbeiss H. (2009). UAV Photogrammetry. Doctoral Thesis, *University of Technology Dresden, ETH Zurich, Switzerland*.
- Everaerts, J. (2008). The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for remote sensing and mapping. *The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, 37(2008), 1187-1192.
- Fitzpatrick, B. P. (2016). Unmanned aerial systems for surveying and mapping: cost comparison of UAS versus traditional methods of data acquisition. Doctoral dissertation, *University of Southern, California*.
- Fonstad, M. A., Dietrich, J. T., Courville, B. C., Jensen, J. L., & Carbonneau, P. E. (2013). Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement. *Earth surface processes and Landforms*, 38(4), 421-430.
- Forum Makine. (2019). İnsansız Hava Araçları sektörlerin geleceğini nasıl değiştirecek? Eylül 2019. Erişim Adresi: <http://www.forummakina.com.tr/tr/haberler/i%C3%87nsansiz-hava-araclari-sektorlerin-gelecegini-nasil-degistirecek-> (Erişim Tarihi: 20.05.2024)
- Gienko, G. A., & Terry, J. P. (2014). Three-dimensional modeling of coastal boulders using multi-view image measurements. *Earth surface processes and Landforms*, 39(7), 853-864.
- Gül, Y. (2019). Açık maden işletmelerinde insansız hava aracı (İHA) uygulamaları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 62(1), 99-112.
- Hu, Z., Yang, G., Xiao, W., Li, J., Yang, Y., & Yu, Y. (2014). Farmland damage and its impact on the overlapped areas of cropland and coal resources in the eastern plains of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 86, 1-8.
- Kabadayı, A., & Erdoğan, A. (2023). İHA Fotogrametrisi Kullanarak Yozgat Çilekçi Türbesi'nin 3 Boyutlu Nokta Bulutu ve Modelinin Üretilmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 5(1), 29-35.
- Kabadayı, A., & Uysal, M. (2019). İnsansız hava aracı ile elde edilen verilerden binaların tespiti. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 8-14.
- Kahveci, M., & Can, N. (2017). İnsansız hava araçları: tarİhçesi, tanımı, dünyada ve türkiye'deki yasal

- durumu. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 511-535.
- Kaya, Y., Şenol, H. İ., & Polat, N. (2021). Three-dimensional modeling and drawings of stone column motifs in Harran Ruins. *Mersin Photogrammetry Journal*, 3(2), 48-52.
- Kekeç, B., Bilim, N., DüNDAR, S., & Ghiloufi, D. (2018, December). Madencilik faaliyetlerinde insansız hava araçlarının (İHA) kullanımı. In *SETSCI-Conference Proceedings*, 3, 174-178.
- Kun M., & Özcan, B. (2019). Maden ocaklarında insansız hava aracı kullanımı: örnek bir saha çalışması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 554-564.
- Labant, S., Staňková, H., & Weiss, R. (2013). Geodetic determining of stockpile volume of mineral excavated in open pit mine. *GeoScience Engineering*, 59(1).
- Mantey, S. A. V. I. O. U. R. (2019). Suitability of unmanned aerial vehicles for cadastral surveys. *Ghana Mining Journal*, 19(1), 1-8.
- Manyoky, M., Theiler, P., Steudler, D., & Eisenbeiss, H. (2011). Unmanned aerial vehicle in cadastral applications. In *Proceedings of the international conference on unmanned aerial vehicle in geomatics (UAV-G)* (Vol. 38, pp. 57-62). Copernicus.
- Mapeg (2018). Maden Harita Standartları. <https://mapeg.gov.tr/Uploads/MadenHaritaStandartlari/MAPEG%20HAR%C4%B0TA%20STANDARTLARI.pdf> (Erişim Tarihi: 15.05.2024)
- Mapeg Harita Standartları (2018). MAPEG Harita Standartları ve Bu Standartlara Göre İmalat Haritası, Hâlihazır Harita, Havalandırma Haritası, Acil Kaçış Planı Haritası, Termin Planı ve Vaziyet Planının Hazırlanması. Erişim Adresi: <http://www.mapeg.gov.tr/Dergiler/harita%20standartlar%C4%B1/EMADEN-CIKTI-17-12-2018/0-MAPEG-YAYIN/HARITA%20STANDARTLARI/MAPEG%20HARITA%20STANDARTLARI%20RAPORU> (Erişim Tarihi: 15.05.2024)
- Merz, T., & Chapman, S. (2012). Autonomous unmanned helicopter system for remote sensing missions in unknown environments. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38, 143-148.
- Miljković, S., Kuburić, M., Ogrizović, V., & Delčev, S. (2017, April). Application of Unmanned Aerial Vehicles in determining the cubic contents of material. In *Proceedings of the 5th International Conference Contemporary Achievements in Civil Engineering, Subotica, Serbia*, 21.
- Özdemir, B., & Kumral, M. (2019). A system-wide approach to minimize the operational cost of bench production in open-cast mining operations. *International Journal of Coal Science & Technology*, 6(1), 84-94.
- Park, M. H., Kim, S. G., & Choi, S. Y. (2013). The study about building method of geospatial informations at construction sites by unmanned aircraft system (UAS). *Journal of the Korean Cadastre Information*, 15(1), 145-156.
- Polat, N., & Uysal, M. (2018). An experimental analysis of digital elevation models generated with Lidar Data and UAV photogrammetry. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46(7), 1135-1142.
- Rathore, I., & Kumar, N. P. (2015). Unlocking the potentiality of uavs in mining industry and its implications. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(3), 852-855.
- Suleman, H. A., & Baffoe, P. E. (2017). Selecting suitable sites for mine waste dumps using GIS techniques at Goldfields, Damang Mine. *Ghana Mining Journal*, 17(1), 9-17.
- Şenol, H. İ., & Orman, E. (2022). Diyarbakır Mardin Kapı'nın yersel fotogrametri yöntemiyle 3B belgelenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 4(1), 1-6.
- Ulusoy, İ., Şen, E., Tuncer, A., Sönmez, H., & Bayhan, H. (2017). 3D multi-view stereo modelling of an open mine pit using a lightweight UAV. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60(2), 223-242.
- Ulvi, A. (2021). İHA Fotogrametrisine Genel Bakış: Geleneksel Topoğrafik Harita Yapımı Tekniği ile Maliyet Karşılaştırması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 458-471.
- Xiao, W., Chen, J., Da, H., Reng, H., Zhang, J. Y., & Zhang, L. (2018). Inversion and analysis of maize biomass in coal mining subsidence area based on UAV images. *Trans. Chin. Soc. Agric. Mach*, 49, 169-180.
- Xiao, W., Chen, J., Zhao, Y., Hu, Z., Lv, X., & Zhang, S. (2019). Identify maize chlorophyll impacted by coal mining subsidence in high groundwater table area based on UAV remote sensing. *J China Coal Soc*, 44(1), 302-313.
- Yang, G., Li, C., Yu, H., Xu, B., Feng, H., Gao, L., & Zhu, D. (2015). UAV based multi-load remote sensing technologies for wheat breeding information acquirement. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 31(21), 184-190.
- Yiğit, A. Y., Kaya, Y., & Şenol, H. İ. (2023). Açık Maden Ocaklarında İnsansız Hava Aracı (İHA) Kullanımı. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 11(1), 225-235.
- Yücel, M. A., & Turan, R. Y. (2016). Areal change detection and 3D modeling of mine lakes using high-resolution unmanned aerial vehicle images. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41, 4867-4878.

İnternet Kaynakları

1. <https://www.dronmarket.com/urun/dji-phantom-4-pro-ve-ih-a-0-egitimi> (Erişim tarihi: 06.04.2024)

2. <https://www.mapsmadeeasy.com/>
(Erişim Tarihi: 06.04.2024)
3. <http://www.paksoytekNIK.com.tr/index.php/pak-soy-topcon/gnss/gr-5>
(Erişim Tarihi: 06.04.2024)
4. <https://www.virtual-surveyor.com/en/>
(Erişim Tarihi: 06.04.2024)
5. <https://www.netcad.com/tr/anasayfa>
(Erişim Tarihi: 06.04.2024)
6. <https://www.agisoft.com/>
(Erişim Tarihi: 06.04.202)



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

e-ISSN 2687-6094



İnsansız Hava Araçları Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi

Tamer Eren ^{1*}, Beyza Nur Aksungur ¹, Habibe Sever ¹, Emel Güven ¹

^{1*} Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71451, Kırıkkale, Türkiye; (tamereren@gmail.com; beyzanuraksungur@gmail.com; habibesever16@gmail.com; emel-gvn@hotmail.com)



*Sorumlu Yazar:
tamereren@gmail.com

Araştırma Makalesi

Alıntı: Eren, T., Aksungur, B. N., Sever, H., & Güven, E. (2024). İnsansız Hava Araçları Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 6(1), 21-29.

Geliş : 04.05.2024
Revize : 13.06.2024
Kabul : 21.06.2024
Yayınlama : 30.06.2024

Özet

İnsansız hava aracı, insan pilotu olmadan uçabilen, genellikle uzaktan kumanda veya önceden programlanmış görevlerde kullanılan hava aracıdır. Bu çalışmada 2014-2023 yılları arasında Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezinde (YÖKTEZ) yayınlanmış insansız hava aracı ile ilgili çalışmalar bibliyometrik parametreler çerçevesinde incelenmiştir. Bu amaç kapsamında insansız hava aracı kavramını içeren 341 adet çalışma değerlendirilmiştir. Yıllara göre incelendiğinde insansız hava aracı kavramı konusunda yayınlanan tez sayısı 2022 yılıyla birlikte artış göstermiştir. Toplamda 341 tez içerisinde 308 adet yüksek lisans tezi 33 adet doktora tezi bulunmaktadır. İstanbul Teknik Üniversitesi 33 adet tez ile en fazla tez yayınlayan üniversite olmuştur. Son yıllarda insansız hava aracı kavramıyla ilgili yapılan çalışmaların sayısının arttığını ve bu çalışmaların Elektrik ve Elektronik Mühendisliği alanında yayınlandığını gösteren analiz sonuçları elde edilmiştir. Bilgisayar mühendisliği bilimleri-bilgisayar ve kontrol, jeodezi ve fotogrametri, havacılık mühendisliği ve makine mühendisliği araştırmacılarının insansız hava aracı kavramına daha çok ilgi gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız hava aracı, bibliyometrik analiz, lisansüstü tezler.

Bibliometric Analysis of Postgraduate Theses on Unmanned Aerial Vehicles

*Corresponding Author:
tamereren@gmail.com

Research Article

Citation: Eren, T., Aksungur, B. N., Sever, H., & Güven, E. (2024). Bibliometric Analysis of Postgraduate Theses on Unmanned Aerial Vehicles. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 6(1), 21-29 (in Turkish).

Received : 04.05.2024
Revised : 13.06.2024
Accepted : 21.06.2024
Published : 30.06.2024

Abstract

An unmanned aerial vehicle is an aircraft that can fly without a human pilot and is generally used for remote control or pre-programmed missions. In this study, studies on unmanned aerial vehicles published in the National Thesis Centre of the Council of Higher Education (YÖKTEZ) between 2014-2023 were examined within the framework of bibliometric parameters. For this purpose, 341 studies including the concept of unmanned aerial vehicle were evaluated. When analysed by years, the number of theses published on the concept of unmanned aerial vehicle has increased with the year 2022. In total, there are 308 master's theses and 33 doctoral theses among 341 theses. Istanbul Technical University was the university that published the most theses with 33 theses. The results of the analysis show that the number of studies on the concept of unmanned aerial vehicle has increased in recent years and these studies have been published in the field of Electrical and Electronics Engineering. It has been determined that researchers in computer engineering sciences-computer and control, geodesy and photogrammetry, aeronautical engineering and mechanical engineering are more interested in the concept of unmanned aerial vehicles.

Keywords: Unmanned aerial vehicle, bibliometric analysis, postgraduate theses.

1. Giriş

Elektronik, haberleşme ve yapay zekâ alanlarındaki hızlı ilerlemeler, günlük yaşamın her alanında belirgin etkiler yaratmaktadır. Günümüzde çeşitli alanlarda karşımıza çıkan bu kavramlar ile beraber birbirleriyle haberleşip algılayabilen, veri analizi ile ihtiyaçları fark edebilen yapay zekâ ve otomasyon sistemleri hayatımızın tüm süreç ve sistemlerine entegre olmaya başlamıştır (Duran & Şenyılmaz, 2020). Bu ilerlemeler, birçok sistemin daha verimli bir şekilde yeniden tasarlanmasını sağlamıştır. Algılayıcı teknolojilerindeki gelişmeler, çevremizden gelen her türlü bilginin inanılmaz bir hassasiyetle algılanmasını mümkün kılmaktadır. Telekomünikasyon sektörü, bu bilgilerin merkezi bir birime aktarılmasını kolaylaştıran çeşitli haberleşme alt yapıları sunmaktadır (Demir, 2021). Aktarılan bu bilgilerden anlamlı sonuçlar çıkarmak için, makine öğrenimi ve yapay zekâ gibi alanlar yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Kosunalp & Demir, 2020).

Öte yandan, çevresel uygulamaların en büyük zorluklarından biri olan sınırlı enerji kaynaklarına çözüm bulmak için büyük çaba sarf edilmektedir. Küçük boyutlu, hafif ancak yüksek kapasiteli bataryaların geliştirilmesi üzerine yapılan araştırmalar hala devam etmektedir. Ayrıca, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da enerji sorununa alternatif çözümler sunmaktadır. Tüm bu gelişmelerin sonucunda, birçok sistem otonom bir yapıya dönüştürülerek daha akıllı ve verimli bir şekilde işlev görmektedir (Menouar vd., 2017).

Bu teknolojik gelişmeler, insansız hava araçlarının (İHA) tasarımı ve kullanımında da önemli etkiler yaratmıştır. İHA'lar, pilotu bulunmayan, uzaktan kontrol edilebilen veya belirlenen bir rotada kendiliğinden uçabilen araçlara verilen isimdir (Kurt & Ün, 2015). İleri algılama ve iletişim yetenekleri sayesinde birçok alanda, askeri keşif ve gözetimden tarım uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Özellikle, yapay zekâ ve sensör teknolojilerindeki ilerlemeler, İHA'ların daha akıllı ve etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Bu sayede, güvenlik, tarım verimliliği ve doğal afetlerin izlenmesi gibi alanlarda İHA'ların rolü giderek artmaktadır. İHA'lar, insan gücünün ulaşamadığı zorlu bölgelere etkin bir şekilde ulaşabilme yetenekleriyle öne çıkar (Sever vd., 2024).

İHA'ların işleyişi, uçuş kontrol sistemleri, sensörler ve iletişim sistemleri olmak üzere üç temel bileşene dayanır. Uçuş kontrol sistemleri, aracın uçuş parametrelerini izler ve kontrol ederken, sensörler çevresel verileri toplar ve İHA'nın görevlerini yerine getirmesini sağlar. İletişim sistemleri ise, uzaktan kumanda veya veri transferi için kullanılır. İHA'lar,

askeri keşif ve gözetleme gibi stratejik alanlardan tarım uygulamalarına kadar çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araçlar, teknolojik gelişmelerle birlikte daha da önem kazanarak gelecekte daha geniş bir kullanım alanına sahip olacaktır.

Bu çalışmada incelenen insansız hava araçları konulu 2014-2023 yılları arasında yazılan lisansüstü tezler ele alınmıştır. Bu yılların seçilmesinin nedeni, insansız hava araçları teknolojisinde son on yıl içinde gerçekleşen hızlı gelişmeler ve bu dönemde yapılan araştırmaların güncel ve kapsamlı bir literatür taraması sunmasıdır. 2014-2023 yılları arasında insansız hava araçlarının kullanım alanları, teknolojik ilerlemeleri ve uygulama yöntemleri konusunda kaydedilen önemli ilerlemeler, bu zaman diliminde yapılan tezlerin incelenmesini değerli kılmaktadır. Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ) Arşivi'nden elde edilen verilerle gerçekleştirilen bibliyometrik analizler, lisansüstü düzeyde yapılan çalışmaları ele almış ve bu alandaki akademik gelişmeleri incelemiştir. Bu analizler, insansız hava aracı ile ilgili bilimsel araştırmaların önemini ve bu alandaki akademik ilgiyi ortaya koymaktadır. Bibliyometrik analiz, literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Bu katkılar arasında, araştırma trendlerinin belirlenmesi, en çok çalışılan konuların tespit edilmesi ve araştırma boşluklarının ortaya çıkarılması yer almaktadır. Ayrıca, bu analizler aracılığıyla akademik çalışmaların dağılımı ve yoğunluğu hakkında bilgi edinmek, gelecekteki araştırmalar için yol gösterici olabilir. Bu bibliyometrik analizde kullanılan veriler, Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ) Arşivi'nden alınmıştır. Analizde, 2014-2023 yılları arasında insansız hava araçları konulu lisansüstü tezler incelenmiştir. Kullanılan yöntem, tezlerin konularına, yıllarına, üniversitelerine ve diğer bibliyometrik özelliklerine göre sınıflandırılması ve analiz edilmesini içermektedir. Veriler, tezlerin başlıkları, yazarları, danışmanları, anahtar kelimeleri ve özetleri gibi bilgilerden derlenmiştir. Bu sayede, tezlerin içerik ve konu dağılımları detaylı bir şekilde analiz edilerek, insansız hava araçları alanındaki akademik çalışmaların genel bir profili çıkarılmıştır.

Çalışmanın devam eden ikinci bölümünde bibliyometrik analiz anlatılmıştır. Üçüncü bölümde yöntemden bahsedilmiş ve dördüncü bölümde elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise sonuçlar ele alınmıştır.

2. Bibliyometrik Analiz

Bibliyometri, bilimsel çalışmaların sayısal analizler ve istatistikler yardımıyla incelenmesi olarak tanımlanabilir. (Al vd., 2019). Bu metodoloji,

yayınlanan araştırmaların tanımlanması, değerlendirilmesi ve takip edilmesi için nicel bir yaklaşım kullanır. (Zupic & Čater, 2015) Bibliyometrik analiz, bireysel araştırmacıları, araştırma gruplarını, ülkeleri, kurumları veya dergilerin etkilerini değerlendirmek için kullanılan hem kalitatif hem de kantitatif analiz yöntemlerinden biridir. Bu, bilimsel bilginin evrimini anlamak, araştırma trendlerini belirlemek ve bilimsel iletişimin gelişimini izlemek için önemli bir araçtır. (Krauskopf, 2018).

Bibliyometrik çalışmalar kapsamında bilinen ilk atıf analizi çalışması 1927 yılında yapılmıştır. Journal of the American Chemical Society dergisinde yayınlamış olan makalelerin kaynakçaları incelenerek diğer yayınlara yapılmış plan atıflar tespit edilmiştir. Bu çalışmayla elde edilen sonuçlar ile ABD'deki bir kolej kütüphanesi için dergi aboneliği ve eski yayınları satın alma politikası uygulamaya konmuştur (Akt. Al & Tonta 2004).

Bibliyometrik analizler farklı birçok konuda gerçekleştirilmiştir. Hotamışlı ve Efe (2015), duygusal zekâ ve liderlik ilişkisi bağlamında yapılan araştırmaların bibliyometrik analizini yapmışlardır. Fahimnia vd., (2015), yeşil tedarik zinciri yönetimi alanında yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştirmişlerdir. Araújo vd., (2018), Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) araştırma alanında yapılan yayınların bibliyometrik analizini yapmışlardır. Çapar vd., (2018), turizm rehberliği üzerine yazılan lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizini yapmışlardır. Çilhoroz ve Arslan (2018), sağlık hizmetlerinde yalın yönetim yaklaşımı konusunda yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini ele almışlardır. Mishra vd., (2018), büyük veri ve tedarik zinciri yönetimi alanında yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştirmişlerdir. Xu vd., (2018), tedarik zinciri finansmanı konusu üzerine sistematik bir literatür incelemesi ve bibliyometrik bir çalışma yapmışlardır. Özispa ve Akdaş (2019), dijital dönüşüm alanında yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştirmişlerdir. Savrun ve Mutlu (2019), kent lojistiği üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini ele almışlardır. Erturgut ve Yılmaz (2020), afet sonrası insani yardım lojistiği alanında yazılan lisansüstü tezlerin analizini gerçekleştirmişlerdir. Öztürk ve Kurutkan (2020), kalite yönetimi konulu lisansüstü tezlerin analizini yapmışlardır. Xu vd., (2020), tedarik zinciri yönetiminde kesinti riskleri üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini yapmışlardır. Zhang vd., (2020), büyük veri altında sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi konusu üzerine bibliyometrik bir çalışma yapmışlardır. Koç ve Şimşek, (2021), yeşil verimlilik kavramı üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini yapmışlardır. Kurbanova ve Cavlak (2021), blokzincir teknolojisinin

denetim süreçlerine entegrasyonunu ele alan tezler için bibliyometrik bir analiz yapmışlardır. Serdarasan vd., (2021), TR Dizin'de indekslenen lojistik ve tedarik zinciri alanındaki çalışmaların bibliyometrik analizini yapmışlardır. Akin vd., (2021), tersine lojistik üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştirmiştir.

Chawla ve Goyal (2022), dijital dönüşümdeki gelişen trendler üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini ele almışlardır. Desticioğlu ve Asiloğulları Ayan (2022), savunma tedarik süreçlerinin etkinliğini ve verimliliğini artırmaya yönelik araştırmalar üzerine yazılan tezler için bibliyometrik bir analiz yapmışlardır. Yıldırım ve Çelikkaya (2022), Türkiye'deki iktisat alanında yapılan akademik çalışmaların bibliyometrik bir analizini gerçekleştirmişlerdir. Şimşek vd., (2023), elektrikli araç şarj istasyonlarının yer seçimi konusu üzerine bibliyometrik bir çalışma yapmışlardır.

Ayrıca literatürde İHA konusunda da yapılan çalışmalara yer almaktadır. Arslan vd., (2023) afet durumlarında arama kurtarma malzemelerinin sevkiyatı için insansız hava araçlarının (İHA) seçiminde AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerini kullanmışlardır. Hamurcu ve Eren (2021), trafik yönetimi çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla belirli özellikler altında en uygun İHA'nın seçimine yönelik bir model önerisi sunmuşlardır. Akpınar (2021), ise çok kriterli bir İHA seçimi için bulanık mantık tabanlı Bulanık Choquet Integral yöntemini kullanmıştır. Keleş (2022) Türkiye'de üretilen İHA sistemleri arasında birden fazla amaca hizmet edebilecek İHA'lar üzerine yaptığı çalışmada AHP ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemlerini kullanmıştır. Tekinay ve Batı (2022), askeri alanlarda kullanılmak üzere İHA sistemlerinin seçimini TOPSIS ve Bulanık TOPSIS yöntemleriyle gerçekleştirmişlerdir. Altundaş vd., (2022), sınır güvenliği ve müdahale görevi yapan İHA'ların değerlendirmesini Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanarak yapmışlardır. Arslan ve Delice (2020), kişisel kullanıcılar için İHA seçimi uygulamasında KEMIRA-M yöntemini kullanmışlardır. Kara vd., (2022), acil yardım müdahalesi yapan birimler için kargo drone seçimi üzerine yaptıkları çalışmada AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini uygulamışlardır. Kara vd., (2023), tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, anız yangınlarına müdahale için itfaiye drone seçimini ele almışlar ve Giresun örneği üzerinden AHP ve COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemlerini kullanmışlardır. Sever vd., (2024), tarafından gerçekleştirilen çalışma ise afetlerde uygun

İHA seçimi üzerine odaklanmıştır. İnsansız hava araçları ile ilgili bu çeşitli çalışmaların çoğunda çok kriterli karar verme yöntemleri etkili analitik araçlar olarak kullanılmış, ancak bu konular üzerine yapılan çalışmalar arasında henüz bir bibliyometrik analize rastlanmamıştır. Literatür taraması sonucunda, İHA'lar üzerine yapılmış bir bibliyometrik analize rastlanmamıştır. Bu durum, İHA'lar üzerine yapılmış kapsamlı bir bibliyometrik analizin eksikliğini göstermekte ve bu alanda potansiyel bir boşluğu doldurma fırsatı sunmaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma, İHA'lar alanında bibliyometrik bir analizin önemini vurgulamakta ve literatüre yeni bir boyut eklemektedir.

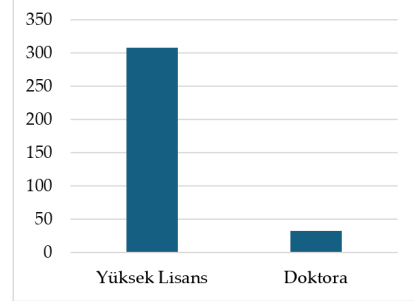
3. Yöntem

Bu çalışmada, YÖKTEZ veri tabanında insansız hava araçları konusunda yayınlanan lisansüstü tezlerin çeşitli değişkenler yardımıyla bibliyometrik analizinin yapılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, çalışmada veri toplama yöntemi olarak belgelerin incelenmesi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada 2014 yılı ve 2023 yılları arasında yayımlanan lisansüstü tezler incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında tezler için, YÖKTEZ arama motorunda "İnsansız Hava Aracı" anahtar sözcüğü yazılarak özet ve izinli seçenekleri seçilerek arama yapılmış ve çıkan tezler incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, 2014 yılı ve 2023 yılları arasında yayımlanan tezler kayıt altına alınarak bibliyometrik künyeleri elde edilmiştir. Yapılan araştırmanın sonucunda 308'i yüksek lisans, 33'ü doktora tezi olmak üzere toplam 341 lisansüstü tez bulunmuştur. YÖKTEZ veri tabanı üzerindeki lisansüstü tezlerin tarama işlemi 31 Aralık 2023 tarihine kadar olan çalışmaları kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan yöntem içerik analizi yöntemidir. İçerik analizi, metinlerin belirli kategorilere ayrılarak incelenmesini ve bu kategoriler arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasını amaçlayan bir araştırma yöntemidir. Bu yöntemin tercih edilme nedeni, tezlerin konu dağılımlarını, araştırma eğilimlerini ve zaman içindeki değişimlerini sistematik bir şekilde incelemeye olanak sağlamasıdır. İçerik analizi yöntemi sayesinde, tezlerin özetleri, anahtar kelimeleri ve diğer bibliyometrik özellikleri analiz edilerek, insansız hava araçları konusundaki akademik çalışmaların genel bir profili oluşturulmuştur. Bu yöntem, tezlerin sadece sayısal verilerini değil, aynı zamanda içeriklerini de detaylı bir şekilde incelemeyi mümkün kılarak literatüre kapsamlı ve derinlemesine bir katkı sunmaktadır.

4. Bulgular

4.1. Lisansüstü Tezlerin Tez Türüne Göre Dağılımı

YÖK Tez'de insansız hava araçları konusunda yayımlanan lisansüstü tezlerin tez türüne göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.

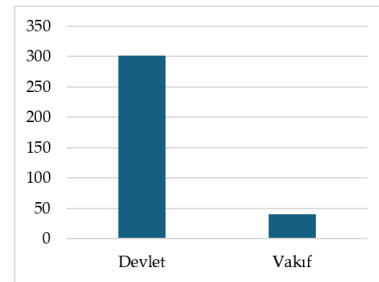


Şekil 1. Tez türüne göre dağılım.

Bu tezlerde geniş bir konu yelpazesi ele alınmıştır. İHA teknolojisi üzerine yapılan araştırmalar öne çıkmaktadır; 15 tez İHA'ların teknik yapısını incelerken, bunların 4 tanesi İHA rotalama problemlerine odaklanmıştır. Yazılım güvenliği konusunda yapılan çalışmalar da oldukça dikkat çekicidir, 12 tez bu alanda çeşitli yöntemleri ele almıştır. Ayrıca, 5 tez yapay zeka ve makine öğrenmesi alanlarında derinlemesine araştırmalar sunarken, fotogrametri ile ilgili 3 tez de oldukça önemli bulgular sunmuştur. Bu tezlerin toplamında, bu temel konuların dışında otomasyon, veri analizi ve enerji verimliliği gibi konular da incelenmiştir. İnsansız hava aracı konusunda yayımlanan tezlerin %90'ı yüksek lisans tezi, %10'u ise doktora tezidir. İnsansız hava aracı konusunda yüksek lisans tezlerinde daha çok çalışmaya yapıldığı gözlemlenmiştir.

4.2. Lisansüstü Tezlerin Üniversite Türüne Göre Dağılımı

YÖK Tez'de insansız hava araçları konusunda yayımlanan lisansüstü tezlerin üniversite türüne göre dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.

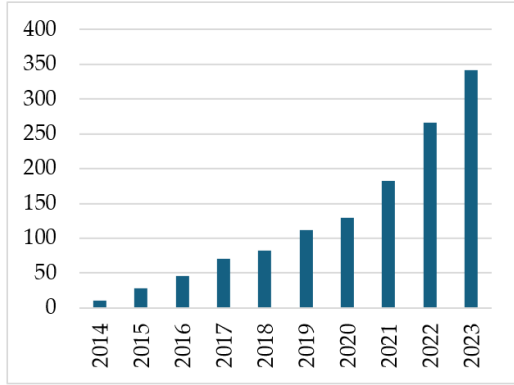


Şekil 2. Üniversite türüne göre dağılım.

İnsansız hava aracı konusunda tezlerin %95'i devlet üniversiteleri tarafından yayınlanırken %5'i ise vakıf üniversiteler tarafından yayınlanmıştır. İnsansız hava aracı konusunda devlet üniversitelerinde daha çok çalışmaya yapıldığı gözlemlenmiştir.

4.3. Lisansüstü Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

YÖKTEZ içerisinde bulunan insansız hava aracı konusunda yayınlanan lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımının analizi yapılmıştır. Şekil 3'de lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 3. Yıllara göre dağılım.

Önerilen İnsansız hava araçlarıyla ilgili yapılan incelemeye göre, 2014 ile 2020 yılları arasında benzer tez sayıları gözlemlenmektedir. Ancak, 2021 yılından itibaren bu sayıda bir artış yaşanmıştır, ve bu artış en belirgin şekilde 2022 yılında görülmüştür. Bu artışın arkasında birkaç faktör olabilir. Son dönemde insansız hava araçlarına olan ilginin artmasının ardında, kullanım alanlarının giderek genişlemesi, teknolojiye ilerlemeler ve insansız hava araçlarının potansiyel avantajları gibi nedenler yatmaktadır. Bu faktörler, araştırmacıların ve akademisyenlerin bu alana olan ilgisini artırmış olabilir ve dolayısıyla tez sayısındaki artışı tetiklemiştir.

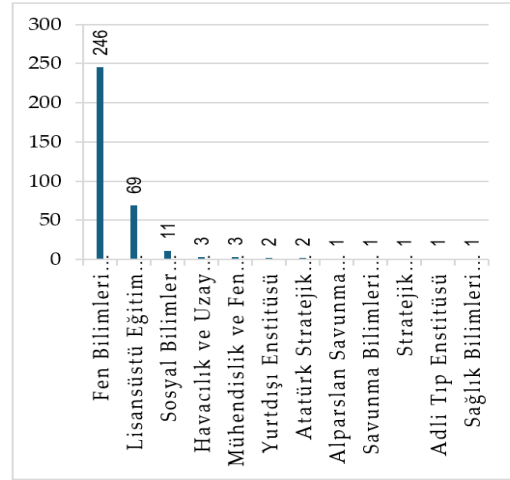
4.4. Lisansüstü Tezlerin Üniversitelere Göre Dağılımı

YÖKTEZ içerisinde bulunan insansız hava aracı konusunda yayınlanan lisansüstü tezlerin sayıları üniversitelere göre incelenmiştir. Üniversitelerdeki tez sayıları Tablo'1 de verilmiştir.

YÖKTEZ içerisinde bulunan insansız hava aracı konusunda yayınlanan lisansüstü tezlerin sayıları üniversitelere göre incelenmiştir. İnsansız hava aracı konusunda en fazla tez yayınlayan ilk 3 üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Erciyes Üniversitesi'dir.

4.5. Lisansüstü Tezlerin Enstitülere Göre Dağılımı

YÖKTEZ içerisinde bulunan insansız hava aracı konusunda yayınlanan lisansüstü tezlerin enstitülere göre dağılımı Şekil 4'te verilmiştir.

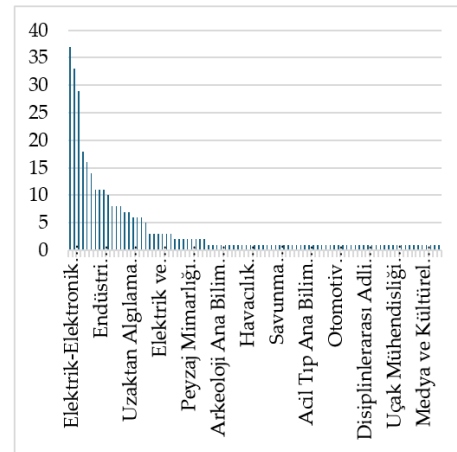


Şekil 4. Enstitülere göre dağılım.

İnsansız hava aracı konusunda %72 fen bilimler enstitüsü tarafından tez yayınlanırken, lisansüstü eğitim enstitüsü tarafından %20 ve sosyal bilimler enstitüsünden %3 tez yayınlanmıştır.

4.6. Lisansüstü Tezlerin Ana Bilim Dallarına Göre Dağılımı

YÖKTEZ içerisinde bulunan insansız hava aracı konusunda yayınlanan lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı.

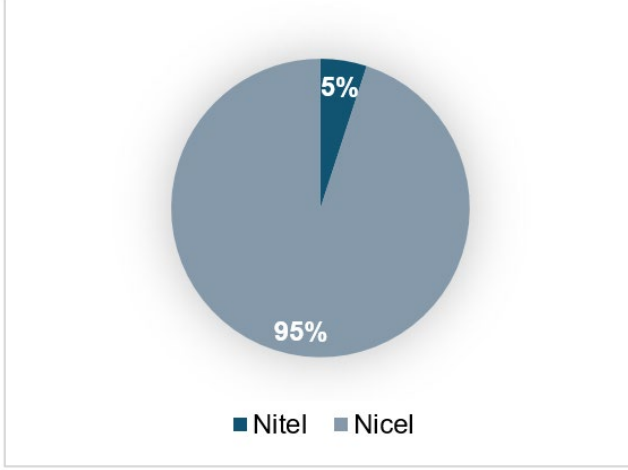
İnsansız hava aracı ile ilgili yazılan tezler incelendiğinde, en fazla tezin %37 ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği, %10 ile Sivil Havacılık ve %7 ile Savunma Teknolojileri ana bilim dallarında yazıldığı görülmüştür.

Tablo 1. Üniversitelere göre tez sayısı dağılımları.

Tezin Yazıldığı Üniversite	Tez Sayıları	Tezin Yazıldığı Üniversite	Tez Sayıları	Tezin Yazıldığı Üniversite	Tez Sayıları
İstanbul Teknik Üniversitesi	33	Atatürk Üniversitesi	3	Eskişehir Üniversitesi	1
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	28	Altınbaş Üniversitesi	3	Siirt Üniversitesi	1
Erciyes Üniversitesi	17	Mersin Üniversitesi	3	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	1
Yıldız Teknik Üniversitesi	16	Dokuz Eylül Üniversitesi	3	Beykent Üniversitesi	1
Aksaray Üniversitesi	9	Kırıkkale Üniversitesi	2	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	1
On Dokuz Mayıs Üniversitesi	9	Niğde Üniversitesi	2	Batman Üniversitesi	1
Anadolu Üniversitesi	8	Bülent Ecevit Üniversitesi	2	İstanbul Ticaret Üniversitesi	1
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	8	İstanbul Üniversitesi	2	Piri Reis Üniversitesi	1
Gazi Üniversitesi	8	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	2	Yeditepe Üniversitesi	1
Fırat Üniversitesi	7	Bursa Uludağ Üniversitesi	2	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	1
Gebze Teknik Üniversitesi	7	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	2	Tel Aviv Üniversitesi	1
Hacettepe Üniversitesi	6	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	2	Balıkesir Üniversitesi	1
Ege Üniversitesi	6	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	2	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi	1
Karabük Üniversitesi	6	Kocaeli Üniversitesi	2	Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi	1
Ankara Üniversitesi	6	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	2	Düzce Üniversitesi	1
Selçuk Üniversitesi	5	İstanbul Aydın Üniversitesi	2	Ostim Teknik Üniversitesi	1
Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi	5	Çankaya Üniversitesi	2	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	1
Bursa Teknik Üniversitesi	5	Başkent Üniversitesi	2	MEF Üniversitesi	1
Marmara Üniversitesi	4	National Technical University Of Ukraine	1	İstanbul Kültür Üniversitesi	1
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	4	Kara Harp Okulu Komutanlığı	1	Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi	1
Süleyman Demirel Üniversitesi	4	Celal Bayar Üniversitesi	1	Kilis 7 Aralık Üniversitesi	1
Çukurova Üniversitesi	4	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	1	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	1
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	4	İstanbul Şehir Üniversitesi	1	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	1
Eskişehir Teknik Üniversitesi	4	Harp Akademileri Komutanlığı	1	Adıyaman Üniversitesi	1
İstanbul Gedik Üniversitesi	4	Atılım Üniversitesi	1	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	1
Akdeniz Üniversitesi	4	Erzincan Üniversitesi	1	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	1
Çankırı Karatekin Üniversitesi	4	Pamukkale Üniversitesi	1	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	1
Konya Teknik Üniversitesi	4	Türk Hava Kurumu Üniversitesi	1	Abdullah Gül Üniversitesi	1
Boğaziçi Üniversitesi	4	Afyon Kocatepe Üniversitesi	1	İstanbul Ayvansaray Üniversitesi	1
Hava Harp Okulu Komutanlığı	3	Yalova Üniversitesi	1	Özyeğin Üniversitesi	1
Karadeniz Teknik Üniversitesi	3	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	1	İzmir Ekonomi Üniversitesi	1
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	3	Yaşar Üniversitesi	1	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	1
Gaziantep Üniversitesi	3	Necmettin Erbakan Üniversitesi	1	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	1
Erzurum Teknik Üniversitesi	3	Galatasaray Üniversitesi	1		
Milli Savunma Üniversitesi	3	Sakarya Üniversitesi	1		

4.7. Lisansüstü Tezlerin Araştırma Yöntemine Göre Dağılımı

YÖKTEZ içerisinde bulunan insansız hava aracı konusunda yayınlanan lisansüstü tezler araştırma yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Şekil 6'da araştırma yöntemlerine göre dağılım verilmiştir



Şekil 6. Araştırma yöntemine göre dağılım.

İnsansız hava aracı ile ilgili yayınlanan tezler incelendiğinde araştırma yöntemleri dağılımı %95 oranla en fazla nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. %5 oranında nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma yöntemlerinin arasında fotogrametri, görüntü işleme, Matlab/Simulink, bulanık mantık kontrolü, optimizasyon ve makine öğrenmesi gibi teknikler öne çıkmaktadır. Fotogrametri, hava aracıyla ilgili çeşitli veri toplama ve haritalama işlemlerinde sıkça kullanılmaktadır. Görüntü işleme, hava aracının çeşitli kameralar veya sensörler aracılığıyla elde ettiği görüntülerin analizi ve yorumlanmasında önemli bir role sahiptir. Matlab/Simulink, hava aracının simülasyonu ve kontrolü için tercih edilen bir yazılım aracıdır. Bulanık mantık kontrolü, karmaşık ve belirsiz sistemlerin kontrolünde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Optimizasyon, hava aracının performansını artırmak veya belirli kısıtlamalar altında en iyi çözümü bulmak için kullanılan bir yöntemdir. Son olarak, makine öğrenmesi, hava aracının otomatik karar alma yeteneklerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Bu yöntemler, insansız hava araçlarının tasarımı, kontrolü, optimizasyonu ve uygulamalarıyla ilgili araştırmalarda geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.

4.8. Lisansüstü Tezlerde Kullanılan Anahtar Kelimeler

Kelime bulutu, incelenen insansız hava aracı konulu lisansüstü tezlerinde kullanılan anahtar kelimelerden oluşturulmuştur. Bu işlem için

wordcloud.com programı tercih edilmiştir. Wordcloud.com'un tercih edilme nedenleri arasında kullanım kolaylığı, özelleştirilebilirlik, veri analizi yetenekleri ve internet üzerinden erişilebilirlik gibi avantajlar bulunmaktadır. Bu özellikler, anahtar kelimelerin görsel olarak etkili bir şekilde sunulmasını sağlamaktadır. İncelenen insansız hava aracı konulu lisansüstü tezlerinde kullanılan anahtar kelimeler ile oluşturulan kelime bulutu şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Anahtar kelime bulutu.

Anahtar kelimeler arasında en fazla bulunanlar "hava, insansız, aracı, iha, fotogrametri, görüntü, kontrol" kelimeleridir.

5. Sonuç

Bu araştırmada, YÖKTEZ web sitesinden elde edilen insansız hava aracı konulu lisans ve doktora tezleri incelenmiştir. Yayınlanan tezler, yayımlandığı yıl, üniversite, tez türü, anabilim dalı, araştırma yöntemi, çalışma konusu ve kullanılan anahtar kelimeler gibi çeşitli bibliyometrik parametrelerle analiz edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre:

- "İnsansız hava aracı" kavramıyla tarama yapıldığında 308 yüksek lisans tezi ve 33 doktora tezi tespit edilmiştir.
- İnsansız hava aracı konusunda en fazla tez yayımlayan üniversiteler İstanbul Teknik Üniversitesi (33 adet) ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (28 adet) olmuştur.
- Tezler, enstitülere göre incelendiğinde Fen Bilimleri (246 adet) ve Lisansüstü Eğitim (69 adet) en fazla tez yayımlanan enstitüler olarak belirlenmiştir.

- İnsansız hava aracı ile ilgili yayınlanan tezler, konularına göre incelendiğinde Elektrik ve Elektronik Mühendisliği (64) ve Bilgisayar mühendisliği bilimleri-bilgisayar ve kontrol (54) alanlarında en fazla tez yayımlanmıştır.
- Araştırma yöntemlerine göre incelendiğinde ise en çok nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, insansız hava aracı alanındaki araştırmaların çeşitliliğini ve önemini vurgulamaktadır. Çalışmanın literatüre katkısı, insansız hava araçları alanındaki mevcut bilgi birikimine yeni bir bakış açısı getirmesi ve bu alanda yazılacak olan gelecekteki lisansüstü çalışmalar için mevcut durumu ortaya koyabilmektir. Bu çalışma, literatürdeki boşluklar için farkındalık yaratabilir, mevcut bilgileri güncelleyebilir ve daha önce üzerinde durulmamış veya yetersiz ele alınmış konulara ışık tutabilir. Ayrıca, çalışmanın sunduğu sonuçlar ve öneriler, ilgili alandaki araştırmacılara rehberlik edebilir ve gelecek çalışmalar için yol gösterici olabilir. Bu şekilde, çalışma, insansız hava araçları alanındaki bilimsel ve teknik ilerlemenin sürdürülmesine katkıda bulunabilir.

Gelecekteki çalışmalara katkı sağlamak adına, insansız hava aracı alanında daha kapsamlı bir bibliyometrik analiz için farklı akademik veritabanları olan SCOPUS, Web of Science veya Google Scholar gibi kaynakların kullanılması önerilebilir. Ayrıca, MATLAB ve Python gibi çeşitli veri analizi araçlarıyla detaylı veri analizleri gerçekleştirilerek, alandaki mevcut bilgi birikiminin daha derinlemesine incelenmesi mümkündür. Bunun yanı sıra VosViewer programları ile bibliyometrik analiz gerçekleştirilebilir. Bu analizlerin yanı sıra, insansız hava araçlarının tasarımı ve simülasyonu için kullanılabilecek MATLAB Simulink veya OpenModelica gibi modelleme ve simülasyon araçlarının kullanılması da önemlidir. Bu programlar, gelecekteki araştırmalarda daha kapsamlı ve detaylı analizlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayarak, insansız hava araçları teknolojisinin gelişimine katkıda bulunabilir.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akin, E., Demir, K., & Yetgin, H. (2021). Multiagent Q-learning based UAV trajectory planning for effective situational awareness. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 29(5), 2561-2579.
- Akpınar, M. E. (2021). Unmanned aerial vehicle selection using fuzzy choquet integral. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 14(2), 119-126.
- Al, U., & Tonta, Y. (2004). Atıf analizi: Hacettepe Üniversitesi Kütüphanecilik Bölümü tezlerinde atıf yapılan kaynaklar. *Bilgi Dünyası*, 5(1), 19-47.
- Altundaş, A., Kurtay, K. G., & Erol, S. (2022). Sınır güvenliği ve müdahale görevi yapan İHA'ların ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, (42), 155-185.
- Araújo, C. C. S. D., Pedron, C. D., & Picoto, W. N. (2018). What's behind CRM research? A bibliometric analysis of publications in the CRM research field. *Journal of Relationship Marketing*, 17(1), 29-51.
- Arslan, B. E., Eren, T., & Güven, E. (2023). Afet Durumunda Arama Kurtarma Malzemelerinin Sevkiyatı İçin İnsansız Hava Araçlarının Seçimi. *Resilience*, 7(2), 293-303.
- Arslan, N., & Delice, E. K. (2020). KEMIRA-M yöntemi ile kişisel kullanıcılar için dron seçimi: bir uygulama. *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 159-179.
- Chawla, R. N., & Goyal, P. (2022). Emerging trends in digital transformation: a bibliometric analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 29(4), 1069-1112.
- Çapar, G., Toksöz, D., & Dönmez, B. (2018). Turizm rehberliği alanında yapılan akademik çalışmaların incelenmesi. *Turist Rehberliği Dergisi (TURED)*, 1(2), 57-73.
- Çilhoroz, Y., & Arslan, İ. (2018). Sağlık Hizmetlerinde Yalın Yönetim Yaklaşımı: Bibliyometrik Bir Analiz. *Atlas Journal*, 4(10), 540-555.
- Desticioğlu, B., & Ayan, M. A. (2022). Savunma Tedarik Konusunda Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi*, 32(1), 159-196.
- Duran, C., & Şenyılmaz, A. (2020). Satın Almada Yapay Zekâ Uygulamaları. *Oyun Değiştiren Yapay Güç Yapay Zekâ içinde*, 163-188.
- Erturgut, R., & Yılmaz, B. (2020). Afet Ve İnsani Yardım Lojistiği Alanında Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (40), 105-123.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International journal of production economics*, 162, 101-114.
- Hamurcu, M., & Tamer, E. R. E. N. (2021). Selection and Ranking of the Most Suitable Drones for Sustainable Traffic Management Using Multi-Criteria Analysis Approach, 1- 25.

- Hotamışlı, M., & Efe, D. (2015). Duygusal zekâ ve liderlik ilişkisi bağlamındaki çalışmaların bibliyometrik analiz ile incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 101-121.
- Kara, M., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). Acil yardım müdahalesi yapan birimler için çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kargo drone seçimi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 38-45.
- Kara, M., Yumuşak, R., & Eren, T. (2023). Anız yangınlarına müdahale için itfaiye drone seçimi: Giresun örneği. *Journal of Aviation Research*, 5(1), 1-15.
- Keleş, N. (2022). Armed unmanned aerial vehicle selection. Available at SSRN 4113879.
- Koc, E., & Şimşek, A. İ. (2021). A Bibliometric Analysis of Green Productivity Concept. *İşletme Bilimi Dergisi*, 9(3), 393-418.
- Kosunalp, S., & Demir, K. (2020). SARL: A reinforcement learning based QoS-aware IoT service discovery model. *Journal of Electrical Engineering*, 71(6), 368-378.
- Krauskopf, E. (2018). A bibliometric analysis of the Journal of Infection and Public Health: 2008–2016. *Journal of infection and public health*, 11(2), 224-229.
- Kurbanova, M., & Cavlak, H. (2021). “Blokzincir Ve Denetim” Alanındaki Makalelerin Bibliyometrik Analizi. *Tide AcademIA Research*, 3(2), 213-246.
- Kurt, Ş., & Ün, O. (2015). İnsansız Hava Araçları (İHA) Üzerine Hava Hukuku Açısından Bir Değerlendirme. *Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 10(2), 195-213.
- Menouar, H., Guvenc, I., Akkaya, K., Uluagac, A. S., Kadri, A., & Tuncer, A. (2017). UAV-enabled intelligent transportation systems for the smart city: Applications and challenges. *IEEE Communications Magazine*, 55(3), 22-28.
- Mishra, D., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., & Childe, S. J. (2018). Big Data and supply chain management: a review and bibliometric analysis. *Annals of Operations Research*, 270, 313-336.
- Özispä, N., & Akdaş, O. (2019). Dijital Dönüşüm Konusunda Yapılmış Çalışmaların Lisansüstü Tezler Dayalı Bibliyometrik Analizi. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 60-75.
- Öztürk, N., & Kurutkan, M. N. (2020). Kalite yönetiminin bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Journal of Innovative Healthcare Practices*, 1(1), 1-13.
- Savrun, B., & Mutlu, H. M. (2019). Kent lojistiği üzerine bibliyometrik analiz. *Kent Akademisi*, 12(2), 364-386.
- Serdarasan, Ş., Yılmaz, H., Doğan, E., Koç, B., Kayır, M. H., & Çatalyürek, M. (2021). Lojistik ve tedarik zinciri alanında TR Dizin’de indekslenen çalışmaların bibliyometrik analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 68, 164-184.
- Sever, H., Aksungur, B. N., Güven, E., & Eren, T. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Afetlerde İnsansız Hava Araçlarının Değerlendirmesi. *Acil Yardım ve Afet Bilimi Dergisi*, 4(1), 15-22.
- Şimşek, A. İ., Taşdemir, B. D., & Koç, E. (2023). A bibliometric analysis and research agenda of the location of electric vehicle charging stations. *Business & Management Studies: An International Journal*, 11(2), 610-625.
- Tekinay, O. N., & Batı, G. B. (2022). Askeri Alanlarda Kullanılmak Üzere İnsansız Hava Aracı (İha) Sistemleri Seçiminde Topsıs Ve Bulanık Topsıs Yönteminin Kullanılması. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 44(1), 78-103.
- Xu, S., Zhang, X., Feng, L., & Yang, W. (2020). Disruption risks in supply chain management: a literature review based on bibliometric analysis. *International Journal of Production Research*, 58(11), 3508-3526.
- Xu, X., Chen, X., Jia, F., Brown, S., Gong, Y., & Xu, Y. (2018). Supply chain finance: A systematic literature review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 204, 160-173.
- Yıldırım, S., & Çelikkaya, S. (2021). Türkiye’de İktisat Alanında Hazırlanmış Olan Doktora Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (44), 251-284.
- Zhang, X., Yu, Y., & Zhang, N. (2021). Sustainable supply chain management under big data: A bibliometric analysis. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(1), 427-445.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational research methods*, 18(3), 429-472.



© Author(s) 2024.

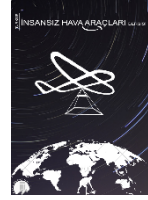
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

e-ISSN 2687-6094



İnsansız Hava Araçlarının Segmentasyon Çalışmalarında Kullanımı

Osman Villi ^{1*}, Murat Yakar ²

^{1*} Toros Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 33140, Mersin, Türkiye; (osman.villi@toros.edu.tr)

² Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33110, Mersin, Türkiye; (myakar@mersin.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
osman.villi@toros.edu.tr

Derleme Makalesi

Alıntı: Villi, O., & Yakar, M. (2024). İnsansız Hava Araçlarının Segmentasyon Çalışmalarında Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 6(1), 30-41.

Geliş : 15.01.2024
Revize 1 : 20.02.2024
Revize 2 : 21.03.2024
Kabul : 06.04.2024
Yayınlama : 30.06.2024

Özet

İnsansız hava aracı üzerine entegre edilen gelişmiş kamera sistemleri sayesinde yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilebilmektedir. Bu görüntüler çoğu zaman, uydu görüntülerine göre mekânsal, zamansal, radyometrik ve spektral çözünürlük olarak daha avantajlıdır. Ancak, taranan alanların büyüklüğüne bağlı olarak, elde edilen veriler büyük boyutlara ulaşmakta ve fazla yer kaplamaktadır. Bu nedenle verilerin işlenerek anlamlı bilgilerin ve çıkarımların elde edilmesi zorlaşmaktadır. Görüntülerin içerisinden anlamlı olan verilere ulaşabilmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Önceleri, operatörler görüntüleri tek tek inceleyerek analiz etmekte iken, günümüzde nesne tabanlı ve piksel tabanlı veri çıkarımları geliştirilmiştir. Bu yöntemler sayesinde, veriler hızlı ve yüksek doğruluk oranına sahip olacak şekilde yazılımlar tarafından ayrıştırılabilmektedir. Segmentasyon ve sınıflandırma yöntemleri sayesinde kategorilendirme, alt sınıflara bölme, ayırıştırma, tespit etme gibi işlemlerin yapılması kolaylaşmaktadır. Büyük ve karmaşık verilerin analizi için veri üzerinde yapılacak segmentasyon ve sınıflandırma işlemleri oldukça kritik öneme sahiptir. Birçok çalışma göstermektedir ki bu teknikler ve uygulamalar her geçen gün gelişmekte ve literatüre girmektedir. Bu çalışma kapsamında, insansız hava araçları ile yapılan segmentasyon ve sınıflandırma çalışmalarına değinilmiş, çalışmaların sonuçları irdelenmiştir. Hibrit ve derin öğrenme temelli teknikler kullanılan çalışmaların diğer çalışmalara göre daha verimli sonuçlar ürettiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İHA, Segmentasyon, Sınıflandırma, Görüntü İşleme, Derin Öğrenme.

Usage of Unmanned Aerial Vehicles in Segmentation Studies

*Corresponding Author:
osman.villi@toros.edu.tr

Review Article

Citation: Villi, O., & Yakar, M. (2024). Usage of Unmanned Aerial Vehicles in Segmentation Studies. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 6(1), 30-41 (in Turkish).

Received : 15.01.2024
Revised 1 : 20.02.2024
Revised 2 : 21.03.2024
Accepted : 06.04.2024
Published : 30.06.2024

Abstract

Advanced camera systems integrated in to unmanned aerial vehicles (UAVs) enable the acquisition of high-resolution images. These images are often more advantageous in terms of spatial, temporal, radiometric, and spectral resolution compared to satellite images. However, depending on the size of the scanned areas, the acquired data becomes large and occupies significant storage space. Therefore, processing the data to obtain meaningful information and insights becomes challenging. Various methods have been developed to extract meaningful data from images. While operators used to analyze images one by one in the past, today, object-based and pixel-based data extractions have been developed. Thanks to these methods, data can be parsed by software rapidly and with high accuracy. Segmentation and classification methods facilitate processes such as categorization, sub-classification, parsing, and detection. Segmentation and classification processes on data are of crucial importance for the analysis of large and complex datasets. Numerous studies demonstrate that these techniques and applications are continuously evolving and gaining prominence in the literature. Within the scope of this study, segmentation and classification efforts conducted with UAVs have been discussed, and the outcomes of these studies have been examined. It is observed that studies utilizing hybrid and deep learning-based techniques tend to yield more efficient results compared to other approaches.

Keywords: UAV, 3D Segmentation, Classification, Image Processing, Deep Learning,

1. Giriş

İnsansız hava araçları (İHA) son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir. Üzerlerinde taşıdıkları sensörler ve otonom uçuş özellikleri sayesinde hassas veriler toplayabilmektedirler. Bu nedenle birçok alanda İHA sistemlerinden faydalanılmaktadır. Zirai uygulamalar, doğal afet izleme uygulamaları, adli uygulamalar, güvenlik ve emniyet uygulamaları, maden çalışmaları, volkan araştırmaları, peyzaj uygulamaları bu alanlardan bazılarıdır. Örneğin, tarımsal bir alanın su stresinin tespiti, zararlı ot tespiti, toprak nem analizi, otonom ilaçlama ve tohumlama işlemleri İHA sistemlerinin kullanıldığı zirai uygulamalar olarak tanımlanabilir. Doğal afet uyarı sistemleri, afet sonrası hasar tespiti, heyelan analizleri, tektonik analizler ise afet izleme uygulamaları altında yer alan başlıklardır. Kübaj hesaplama, tematik harita oluşturma, alan ölçümleri, gaz yoğunlukları ve meteorolojik ölçümlerin yapılması madencilik faaliyetlerinde İHA ile yapılan görevler arasında yer almaktadır (Muchiri & Kimathi, 2022; Delavarpour vd., 2021; Villi & Yakar, 2022).

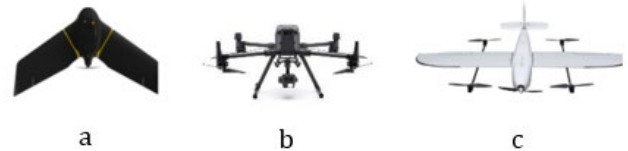
İHA sistemleri genellikle, gelişmiş elektro-optik algılayıcı sistemler (kamera veya kameralar) taşımaktadır. Bu kamera sistemleri ile alınan görüntüler yüksek çözünürlükte olmaktadır. Ayrıca görüntüler yer yüzüne yakın irtifadan toplandığı için (görüntülenecek alanın büyüklüğüne bağlı olmakla birlikte) fazla sayıda detay içermektedir. Dolayısı ile bu görüntüler içerisinde anlamlı veriler elde etmek genellikle uzun işlem adımlarına neden olmaktadır (Yiğit & Uysal, 2019). Bu işlem adımlarının hızlandırılması ve belli teknikler çerçevesinde yapılması için segmentasyon teknikleri geliştirilmektedir. Segmentasyon (sınıflandırma, bölümlendirme) teknikleri görüntü verileri içerisinde anlamlı verilerin çıkarılması ve uzun işlem adımlarının hızlandırılması için çeşitli yöntemleri barındırmaktadır. Bu yöntemler sayesinde verilerin kümelenmesi, gruplandırılması, ayrıştırılması, alt bölümlerin oluşturulması, gereksiz verilerin temizlenmesi, veriler içerisinde belli bir nesnenin tespiti, nesne sayımı gibi birçok probleme çözüm üretilebilmektedir (Ceylan & Uysal, 2021).

İHA kullanılarak görüntülerin toplanması ve sonrasında istenen segmentasyon işlemleri bir dizi prosedürler içerir. Öncelikle İHA ile çalışma bölgesinde belli bir irtifadan uçuşlar yapılarak birçok görüntü toplanır. Bu görüntüler çeşitli fotogrametrik değerlendirme yazılımları sayesinde işlenerek segmentasyon işlemleri gerçekleştirilir. Ancak yine de segmentasyon işlemi istenen başarımla ulaşamayabilir. Segmentasyon başarımını etkileyen birçok parametre mevcuttur. Görüntülerin yeterince

net olmaması, yüksek irtifa görüntülerindeki detay kaybı, İHA titreşiminden kaynaklı görüntü hataları, hava durumundan kaynaklı hatalar bu parametrelerden bazılarıdır. Tüm parametrelerin istenen seviyede olması ancak kullanılan segmentasyon algoritmalarının yanlış seçilmesi de bir diğer olumsuzluktur. Tüm çalışmalara ortak uygulanabilecek (universal) bir segmentasyon yöntemi bulunmamaktadır. Bu yöntemler görüntüden görüntüye, uygulamadan uygulamaya ve çalışma alanı farklılıklarına göre değişkenlik gösterir (Tonbul & Kavzoğlu, 2017). Birçok durumda ise parametreler ve algoritmalar değiştirilerek deneme-yanılma yöntemi uygulanmaktadır. Tek bir segmentasyon yöntemi yerine hibrit yöntemlerin başarımları daha iyi olabilmektedir.

2. İHA Sistemleri

İHA sistemleri birçok kaynaktan, üzerinde herhangi bir pilot bulundurmayan otonom, yarı otonom veya bir operatör tarafından kumanda edilebilen hava araçları olarak tanımlanmaktadır. İHA sistemleri bazı kaynaklarda "drone" olarak da isimlendirilmektedir. Kanat yapısı, motor yapısı, yakıt tipi veya menziline göre çeşitli sınıflandırma teknikleri ile kategorilere ayrılmışlardır (Elmas, 2019). Örneğin 4 motoru olan ve dikey iniş kalkış yapabilen sistemlere "quadcopter" denilmektedir. Sabit kanat yapısı olan ve hareketini yatay olarak gerçekleştiren sistemlere ise "fixed wing" (sabit kanat) denilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan İHA türleri (a: sabit kanat, b: rotary wing, c: hibrit tip) (Villi & Yakar, 2022).

İHA sistemleri, özellikle son yıllarda birçok alanda kendine yer bulmaktadır. İHA'lar üzerine entegre edilebilen yüksek görüntüleme kabiliyetlerine sahip kameralar sayesinde zorlu şartlarda bile veri toplanabilmektedir. Kamera türleri olarak; görünür ışık, multispektral, termal, multispektral, oblik, optik yakınlaştırma özellikli veya web kameraları kullanılabilir (Cilek vd., 2020). Şekil 2' de İHA üzerine entegre edilebilen bazı kamera tipleri görülmektedir.

İHA yapısı gereği, hareketi esnasında yüksek frekanslı titreşimlere maruz kalmaktadır. Ayrıca hava olayları da İHA'ya etkiyen çevresel kuvvetlerdendir. Bu etmenlere rağmen alınan görüntülerin net olması istenmektedir. Bu sebeple görüntü sabitleme üniteleri geliştirilmektedir. Gimbal adı verilen dengeleyici, 3

eksendeki titreşimleri sönmüleyerek kameranın oryantasyonunu sabitlemekle görevlidir. Bu sayede İHA'ya etkiyen kuvvetler hangi yönde olursa olsun, toplanan görüntüler yüksek kalitede olmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2. İHA üzerine entegre edilebilen bazı kamera tipleri (a: termal kamera, b: multispektral kamera, c: hiperspektral kamera, görünür ışık kamerası).



Şekil 3. İHA'larda kullanılan bir Gimbal modeli (Unmanned Systems Technology, 2022).

Ayrıca gimbal bulundurmayan İHA sistemlerinde bile küresel konumlandırma sistemi sensörü (GPS: Global Positioning System) bulunduğu için İHA görevi esnasında sürekli konum kontrolü yaparak rotasına bağlı kalmaktadır. Bu da yine alınan görüntülerin kalitesini ve uçuş güvenliğini arttıran bir diğer alt sistemdir (Şekil 4).



Şekil 4. GPS sensörü.

2.1. İHA İle Yapılan Çalışmalar

İHA'ların kullanım alanları her geçen gün genişlemektedir. Günümüzde sadece askeri faaliyetlerde değil aynı zamanda mühendislik

çalışmaları, endüstriyel faaliyetler, madencilik uygulamaları, hassas tarım uygulamaları ve arkeoloji çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca doğal afet izleme, lojistik faaliyetler, iletişim uygulamaları, çevre ve doğa koruma çalışmaları, reklam, sinema ve spor alanlarında da kullanımı artmaktadır (Yakar & Villi, 2023a).

Harita mühendisliği alanında İHA ile yapılan çalışmalarda, genellikle mekânsal referanslama, sayısal yükseklik modeli üretimi, ortofoto üretimi, tematik harita üretimi, oblik haritalama, CBS (coğrafi bilgi sistemleri) yazılımları için altlık harita üretimi yapılmaktadır. (Akar vd., 2021; Seyrek vd., 2021; Zakıyyatuddin vd., 2021; Villi & Yakar, 2023b).

Doğal afetle mücadele ve afet izleme uygulamalarında heyelan analizleri, sel ve taşkın analizleri, yangın tespit ve izleme, arama-kurtarma, yer tespiti, aydınlatma ve iletişim uygulamaları ön plana çıkmaktadır (Alptekin & Yakar, 2020; Changchun vd., 2010; Jiao vd., 2019).

Hassas tarım uygulamalarında zirai ilaçlama, sulama planlaması, indeks çıkarımı, hastalık teşhisi, su stresi ölçümleri, toprak analizleri başlıca uygulamalar arasındadır (Donmez vd., 2021; Villi, 2019; Garre & Haris, 2018; Ge vd., 2019).

Arkeoloji çalışmaları kapsamında, arkeolojik alanların haritalandırılması, 3 boyutlu modellenmesi, arkeolojik eserlerin modellenmesi, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik uygulamaları, röleve çalışmaları yapılmaktadır (Kanun vd., 2021, 2022; Şasi & Yakar, 2017; Karataş vd., 2022a, 2022b).

İHA'lar emniyet ve güvenlik uygulamalarında trafik izleme ve denetleme, kavşak kontrolü, hız kontrolü, mayın tespiti ve mayın tarama, nükleer, kimyasal, biyolojik kaza izleme gibi çalışmalarda kullanılmaktadır.

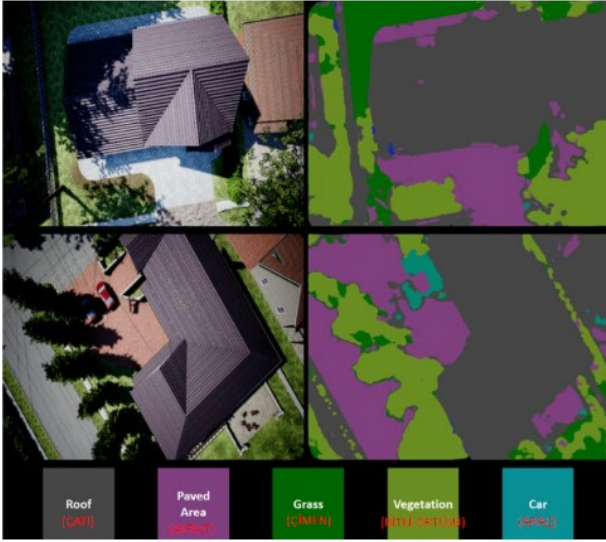
Madencilik alanında ise, maden sahası haritalama, kübaj hesaplama, rota planlama, gaz ölçümleri, metal tespiti, patlatma faaliyetlerinin izlenmesi gibi çalışmalar yapılmaktadır (Lee & Choi, 2016; Honkavaara vd., 2016).

Lojistik faaliyetlerde sipariş taşıma, ilaç taşıma, organ taşıma gibi faaliyetler bulunmaktadır. İletişim uygulamalarında ise anons uygulamaları ve hücresel veri dağıtım çalışmaları yapılmaktadır. Adli uygulamalarda ise kaza analizi, olay analizi, şüpheli tespiti ve takibi gibi uygulamalar bulunmaktadır (Amin vd., 2020; Queralta vd., 2020).

İHA ile yapılan uygulamaların hemen hepsinde görüntü verilerinden faydalanılmaktadır. Bu veriler çeşitli teknikler ile işlenerek anlamlı veriler haline getirilmektedir. Görüntü kümeleri içerisinde istenen değer çıkarılabilmesi için görüntü segmentasyonu işlemleri önemli bir eşittir.

3. 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojileri

Görüntülerin segmentasyonu için birçok yöntem bulunmaktadır ve her geçen gün bu yöntemlere yenileri eklenmektedir. Görüntülerin anlamlı parçalara ayrılması, alt gruplara bölünmesi, nesne ayrıştırma, nesne arama, kümeleme, kenar bulma, nesne sayma gibi uygulamalar için segmentasyon işlemleri yapılmaktadır. Segmentasyon işlemlerinin uygulama alanları olarak tıbbi görüntüleme, otomatik trafik kontrolü, otonom araçlar, görüntü arama motorları, haritalama, askeri uygulamalar, artırılmış gerçeklik uygulamaları, zirai ve ormancılık uygulamaları, madencilik uygulamaları, üretimde hata algılama, termal görüntüleme uygulamaları sayılabilir (Sarma & Gupta, 2021; Jasim & Mohammed, 2021; Torunlar vd., 2021; Bharodia vd., 2020). Örnek bir segmentasyon işlemi aşağıda görülmektedir (Şekil 5).

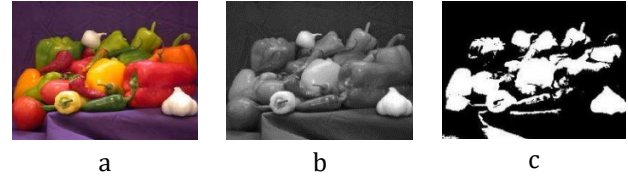


Şekil 5. Örnek bir segmentasyon çalışması (Kannan & Min, 2022).

Görüntü segmentasyon teknikleri birçok açıdan kategorize edilmiştir ancak literatürde genel kabul görmüş kategorilendirmede 3 ana yöntem bulunmaktadır. Bunlar klasik segmentasyon, birlikte segmentasyon ve derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleridir. Klasik segmentasyon teknikleri olarak eşikleme (threshold), kenar tabanlı (edge detection), bölgesel (region-based) tabanlı, kümeleme (clustering), grafik tabanlı, rastgele yürüyüş (random walks) gibi algoritmalar bulunmaktadır. Birlikte segmentasyon teknikleri olarak nesne tabanlı (object-based), rastgele yürüyüş, aktif kontur tabanlı, Markov rastgele alanı (Markov random field) gibi teknikler bulunmaktadır. Derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleri olarak ise kodlayıcı-çözücü (encoder-decoder) mimarisi, atlama bağlantıları (skip connections), evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) gibi teknikler

bulunmaktadır (Yu vd., 2023; Sarma & Gupta, 2020; Minaee vd., 2022).

Klasik segmentasyon tekniklerinden olan eşikleme pek çok uygulamada yaygın olarak tercih edilen tekniklerden biridir. Eşikleme tekniğinin amacı, görüntü içerisindeki nesnelere ile arka planın birbirinden ayrılmasıdır. Eşikleme için öncelikle gri seviyeli görüntünün elde edilmesi ve histogramının açılması gerekmektedir. Histogramın açılması işlemi, görüntü kontrastını arttıracak için nesnelere ile diğer alanlar arasında piksel farkı fazlalaşacaktır. İstenen başarı oranının sağlanması için histogramın ne kadar açılacağı ve eşik değeri değiştirilebilir. Örnek bir eşikleme işlemi Şekil 6' da görülmektedir.



Şekil 6. Örnek bir eşikleme işlemi (a: orijinal görüntü, b: gri seviyeli görüntü, c: belli bir eşik değerine göre 2 sınıfa ayrılmış görüntü) (Mathworks, 2024).

Yu vd., (2023) tarafından yapılan segmentasyon tekniklerinin kategorilendirmesine ait bir tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Segmentasyon tekniklerinin kategorilendirilmesi (Yu vd., 2023).

Klasik Segmentasyon	*Kenar tespiti (Edge Detection)
	*Alanlara Bölme (Region Division)
	*Graf Teori (Graph Theory)
	*Kümeleme (Clustering)
	*Rastgele Yürüyüş (Random Walk)
Birlikte Segmentasyon	*Markov Rastgele Alan (Markov Random Field)
	*Rastgele Yürüyüş (Random Walk)
	*Aktif Kontur (Active Contours)
	*Kümeleme (Clustering)
	*Graf Teori (Graph Theory)
Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon	*Termal Yayılma (Thermal Diffusion)
	*Nesne Tabanlı (Object-based)
	*Kodlayıcı-Çözücü Mimarisi (Encoder-Decoder Architecture)
	*Atlama Bağlantıları (Skip Connections)
	*Genişletilmiş Evrişim (Dilated Convolution)
Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon	*Çok Ölçekli Özellik Çıkarımı (Multiscale Feature Extraction)
	*Dikkat Mekanizması (Attention Mechanism)

Jasim & Mohammed (2021) tarafından yapılan segmentasyon tekniklerinin kategorilendirmesine ait bir diğer tablo da aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Segmentasyon tekniklerinin kategorilendirilmesi (Jasim & Mohammed, 2021).

Threshold Segmentasyon Teknikleri	*Global Threshold (Otsu, İteratif, Minimum hata vb. teknikler) *Lokal Threshold (Niblack, Sauvola, Bernsen vb. teknikler) *Dinamik Threshold
Kenar Tabanlı Segmentasyon Teknikleri	*Gri Seviyeli Histogram *Gradient Tabanlı (Sobel, Canny, Roberts, Prewitt, Laplace vb. teknikler)
Alan Tabanlı Segmentasyon Teknikleri	*Bölge Büyüme *Bölge Ayırma/Birleştirme
Kümeleme Teknikleri	*Sert Kümeleme (K-Means vb.) *Yumuşak Kümeleme (Fuzzy C-Means vb.)
Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon Teknikleri	*Kodlayıcı-Çözücü Modeller *Destek Vektör Makinaları *Evrimsel Sinir Ağları *Yinelemeli Sinir Ağları
Hibrit Teknikler	*Bulanık Mantık *Akıllı Sürü Algoritmaları (Yapay arı kolonisi algoritması, parçacıklı sürü optimizasyonu algoritmaları vb.) *Evrimsel Yaklaşımlar

4. Yöntem

4.1. Threshold (Eşikleme)

Görüntü üzerinde bir sınır değerine göre yapılan işlemlerdir. Threshold genellikle gri görüntüyü siyah-beyaz formata dönüştürmek için kullanılmakta ve kenar tespiti, nesne tespiti veya nesne ayırma gibi işlemlerin ön adımı olarak kullanılan yöntemdir (Mathworks, 2024).

Threshold algoritmasında her bir piksel değeri ele alınır ve bir eşik değerinden büyük olup olmadığı kontrol edilir. Piksel, eşik değerinden yüksek ise 255 (veya 0), düşük ise 0 (veya 255) değeri atanır. Tüm görüntü matrisi için bu işlem uygulanır ve sonuçta sadece 0 ve 255 piksel değerinden oluşan siyah-beyaz görüntü matrisi elde edilir.

4.2. Kenar Tabanlı Segmentasyon

Kenar tabanlı segmentasyon teknikleri, görüntü verisinde yer alan nesnenin kenarlarını tespit etmeyi amaçlar. Bu sayede nesne ortaya çıkarılmış olur. Bu segmentasyon tekniği içerisinde bazı işlem adımları da bulunur. Öncelikle görüntü verisi üzerinde kenar algılama filtreleri uygulanır. Bu filtreler genellikle Sobel, Prewitt, Canny gibi filtrelerdir. Bu filtreler yine de eksiksiz olarak kenar deteksiyonu yapamazlar. Eksik kalan veya hatalı algılanan kısımların düzeltilmesi gerekir. Kenarlar düzeltildikten sonra ise diğer alanlar ile kenarı çizilmiş alanın birbirinden ayrılması gerekir. Bunun için ise bölütleme

algoritmaları olan Hough dönüşümü, Watershed algoritması ve ölçek uzayı tabanlı teknikler bulunur. Son aşamada ise özellik çıkarımı ve sınıflandırma işlemleri yapılarak segmentasyon tamamlanır.

4.3. Alan Tabanlı Segmentasyon

Alan tabanlı segmentasyon teknikleri, görüntü verisindeki farklı nesnelere veya bölgelere, piksel yoğunluğu veya renk gibi özelliklerine dayanarak belirli kriterlere göre gruplayarak ayıran işlem adımlarını kapsar. Bu teknikler, görüntüde homojen veya benzer özelliklere sahip alanları tanımlamak ve böylece görüntüyü parçalara ayırmak için kullanılır. Bu segmentasyon tekniğinde en basit sınıflandırma yöntemi thresholda olarak kabul edilir. Pikseller sadece bir eşik değerine göre sınıflara atanabilir. Ancak çoğu çalışmada bu yöntem tek başına yetersiz kalmaktadır. Bölge tabanlı bölütleme, bölge büyütme, kümeleme, kenar tespiti gibi tekniklerin birlikte kullanılmasıyla daha başarılı sonuçlar elde edilebilir.

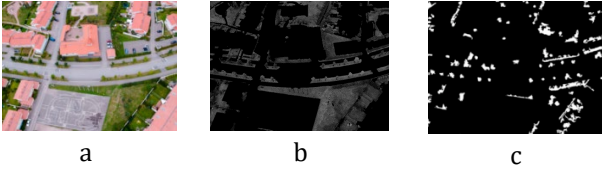
4.4. Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon Teknikleri

Derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleri, görüntü segmentasyonunda ve sınıflandırmasında derin öğrenme algoritmalarının kullanıldığı tekniklerdir. Bu tekniklerde, derin sinir ağları (CNN - Convolutional Neural Networks) gibi yapılar kullanılarak görüntü segmentasyonunda klasik yöntemlere göre daha yüksek başarı oranı amaçlanır. Çeşitli girdilerle önceden eğitilmiş derin öğrenme modelleri sayesinde çok daha başarılı sonuçlar üretilebilmektedir. Tamamen evrişimli (Fully Convolutional Networks), U-Net, Segnet, Mask R-CNN adı verilen derin öğrenme ağları sıklıkla segmentasyon çalışmalarında kullanılmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan Mask R-CNN derin öğrenme tekniği nesne tanıma ve piksel bazında nesne segmentasyonu için kullanılan bir derin öğrenme modelidir. Evrişimli sinir ağı modeli kullanarak görüntü verisi üzerindeki nesnelere öğrenir. Evrişim katmanında görüntülerin haritası elde edilir ve nesnenin özellikleri öğretilir.

5. İHA İle Yapılan Segmentasyon Çalışmaları

Lin vd., (2015) şehir merkezlerindeki ağaçların tespiti için yaptıkları çalışmada alan tabanlı nesne ayırma yöntemlerini kullanmışlardır. İHA ile topladıkları görüntüler üzerinde "watershed" algoritmasını uygulayarak aşağıdaki görüntüleri elde etmişlerdir (Şekil 7).



Şekil 7. Segmentasyon işlemi adımları (Lin vd., 2015) (a: orijinal görüntü, b: gri seviyeli görüntü, c: ağaç ve diğer alanların segmente edilmiş görüntüsü).

Yuan vd., (2015; 2016) orman yangınlarının tespiti için yaptıkları çalışmada eşikleme (threshold) yöntemleri ve morfolojik görüntü işleme teknikleri kullanmışlardır. Alev, duman ve diğer alanların segmente edilmiş görüntülerini elde etmişlerdir (Şekil 8).



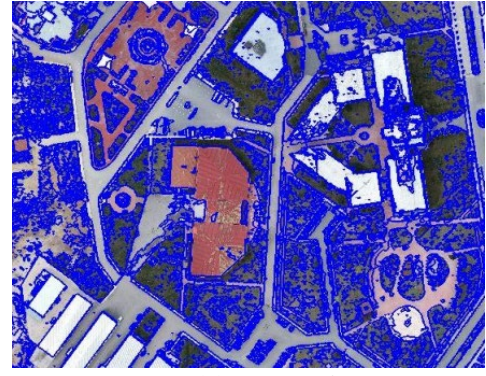
Şekil 8. Orman yangınlarının tespiti için yapılan segmentasyon çalışması (Yuan vd., 2015) (a: orijinal görüntü, b: threshold edilmiş görüntü).

Yiğit & Uysal (2019), çalışmalarında Afyon Kocatepe Üniversitesi üzerinde bir alanda, 4 motorlu bir İHA kullanarak 120 metre irtifadan görüntüler toplamışlardır. 6 yer kontrol noktası kullanan araştırmacılar 800'den fazla görüntü verisi elde etmişlerdir. Görüntü verilerini Pix4D fotogrametrik değerlendirme yazılımı ile işlemişler ve ortofoto görüntü oluşturmuşlardır (Şekil 9).



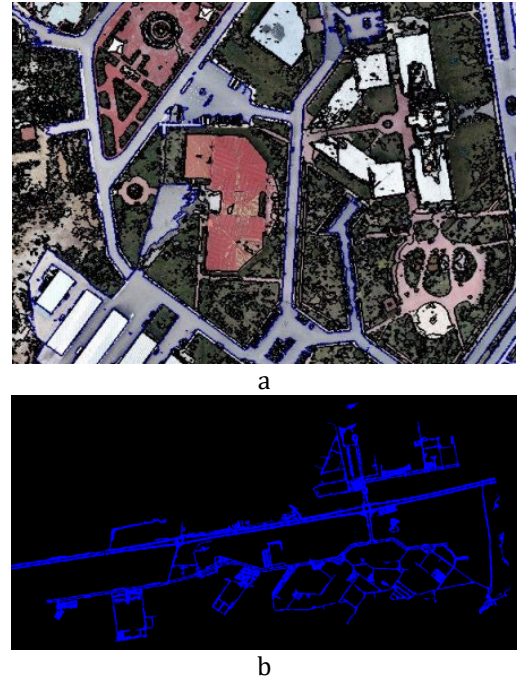
Şekil 9. Elde edilen ortofoto görüntü (Yiğit & Uysal, 2019).

Çalışmalarında nesne tabanlı sınıflandırma tekniklerinden olan çoklu çözünürlüklü segmentasyon tekniğini kullanmışlardır. Definiens eCognition yazılımı ile parametreleri (ölçek, yumuşaklık/yoğunluk, renk/şekil) ayarlayarak segmentasyon işlemi tamamlamışlardır (Şekil 10).



Şekil 10. Segmente edilmiş ortofoto (Yiğit & Uysal, 2019).

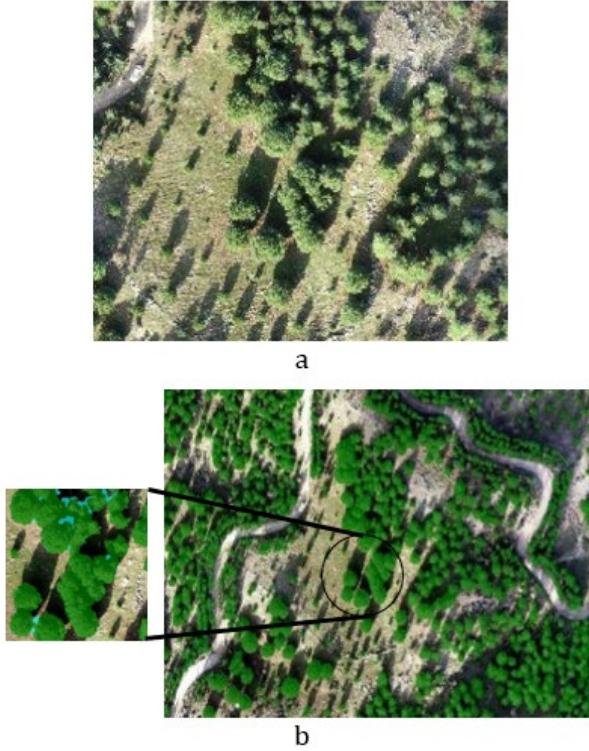
Yine Definiens eCognition yazılımı üzerinde bulanık üyelik ve en yakın komşuluk fonksiyonları kullanılarak sınıflandırma yapılmış (Şekil 11-a) ve ardından sadece yol tespiti için sınıflandırma yapılmıştır (Şekil 11-b).



Şekil 11. Sınıflandırma işlemi ve sonucunda yolların tespit edilmesi (a: sınıflandırma işlemi, b: tüm çalışma bölgesindeki yolların tespit edilmesi) (Yiğit & Uysal, 2019).

Ceylan & Uysal (2021), İHA ile alınan görüntülerden ağaç tespiti üzerine çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarında 4 motorlu bir İHA sistemi ile, (Manisa İlinde bulunan bir test alanından) 100 metre irtifadan, 9 yer kontrol noktası kullanarak 217 görüntü toplamışlardır. Definiens eCognition yazılımı yardımıyla nesne tabanlı segmentasyon tekniklerinden olan çoklu çözünürlüklü segmentasyon metodu kullanılmıştır. Ölçek, şekil, yoğunluk parametreleri ayarlanmış ve görüntü parçalara ayrılmıştır. Segmentasyon işlemi tamamlandıktan

sonra sınıflandırma adımına geçilmiş ve ağaçlar tespit edilmiştir (Şekil 12).

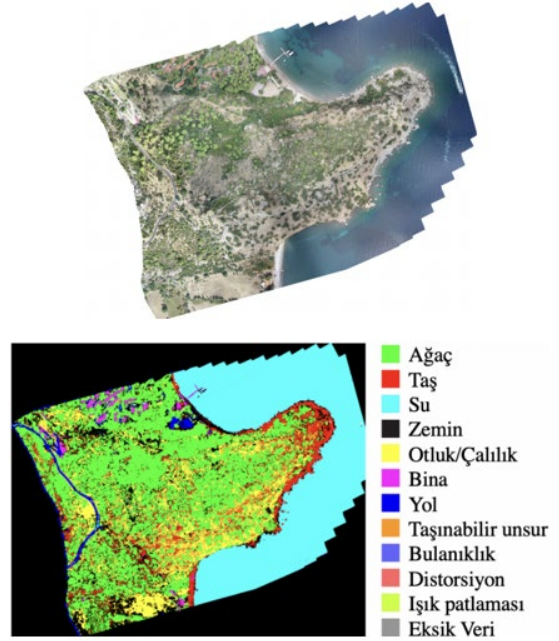


Şekil 12. Çalışma alanı (a) ve sınıflandırma sonucu (b) (Ceylan & Uysal, 2021).

Yiğit & Uysal (2021), yaptıkları bir diğer çalışmada karayolu tespiti için sabit kanatlı (fixed wing) bir İHA modeli olan sensefly ebee hava aracını kullanarak görüntüler toplamışlardır. 215 metre irtifadan 312 adet fotoğraf elde ederek Pix4D fotogrametrik değerlendirme yazılımı ile ortofoto görüntü elde etmişlerdir. Elde ettikleri ortofoto görüntüyü ise Definiens eCognition Developer yazılımında segmente etmişlerdir. Segmentasyon parametrelerinden ölçek parametresini 150, şekil parametresini 0.1, renk parametresini 0.9, yoğunluk parametresini 0.5, yumuşaklık parametresini ise 0.5 olarak ayarlamışlardır. Sonrasında ise nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanarak yol ve diğer alanları 2 sınıfa ayırmışlardır. Klasik yöntemlerle elde edilen vektör harita ile doğruluk analizleri yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda, nesne tabanlı sınıflandırma tekniği ile ana yollarda başarılı, tali yollarda orta derecede başarılı iken toprak yollarda ise başarısız sonuçlara ulaştıklarını belirtmişlerdir. Bunu sebebi ise toprak yollar ve arazi örtüsünün spektral yansıma değerlerinin birbirine çok yakın olmasıdır.

Gök vd., (2023), arkeolojik alanların otomatik segmentasyonu için çalışmalar yürütmüşlerdir. Çalışmalarında, çeşitli arkeolojik alanlardan İHA ile elde edilen ortofotolardan faydalanmışlardır. Bu ortofotolar 512x512 piksellik yamalara Python programlama dili kullanarak ayrılmış ve GIMP

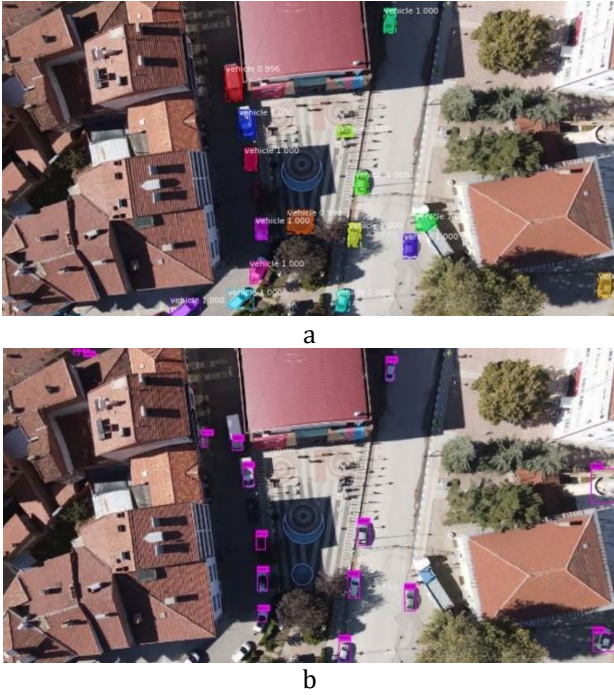
görüntü işleme yazılımı ile manuel olarak segmentasyon yapılmıştır ve veri setleri oluşturulmuştur. Python programlama dili ile kullanılabilen Tensorflow kütüphanesi ve U-Net mimarisine sahip yapay sinir ağı kullanılarak bu veri seti ile eğitim yapılmıştır. Sonrasında ise Amos Antik Kenti'nin ortofoto görüntüsü input (girdi) olarak sisteme verilmiş ve output (çıkı) olarak segmente edilmiş ve sınıflandırılmış görüntü otomatik olarak oluşturulmuştur (Şekil 13).



Şekil 13. Amos Antik Kenti ortofotosunun U-Net tabanlı yapay sinir ağı ile segmente edilmiş ve sınıflandırılmış görüntüsü (Gök vd., 2023).

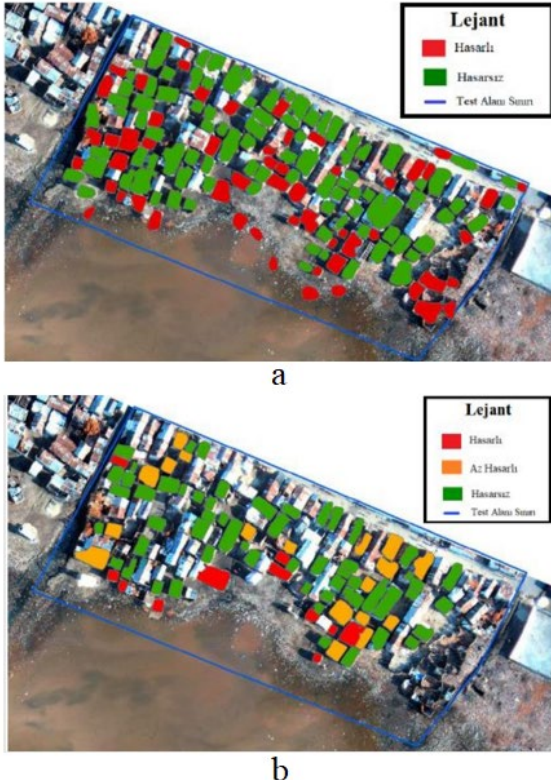
Albayrak (2021) yaptığı çalışmada, İHA görüntüleri içerisinde nesne tespiti gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, veri setlerini hazırlarken LabelImg bilgisayar yazılımını ve VGG Image Annotator web sitesini kullanarak veri etiketleme yapmıştır. Çalışmasında bölge tabanlı segmentasyon tekniği kullanarak, Mask R-CNN (Mask Region-based Convolutional Neural Network) derin öğrenme algoritmasını ve YOLO mimarisini karşılaştırmış, Mask R-CNN'in şehir içinde duran veya hareket eden araçları daha doğru tespit ettiği, YOLO'nun ise daha hızlı tespit gerçekleştirdiğini belirtmiştir (Şekil 14).

Maraş & Sarıyıldız (2023) yaptıkları çalışmada, hasarlı yapıların tespit edilmesi için İHA görüntüleri üzerinde derin öğrenme algoritmaları kullanmışlardır. Eğitim verisi için Haiti'de meydana gelen 7.0 büyüklüğündeki deprem bölgesi seçilmiştir. ArcGIS Pro coğrafi bilgi sistemi yazılımı üzerinde "Classification" araçları altında "Training Sample Manager" aracı ile etiketleme işlemi gerçekleştirmişler ve "Image Analyst Toolbox" altında bulunan "Deep Learning" aracıyla eğitimi tamamlamışlardır.



Şekil 14. Mask R-CNN (a) ve YOLO (b) ile araç tespiti (Albayrak, 2021).

Mask R-CNN modeli kullanılan çalışmada görüntüler 3 sınıfa ayrılmış ve “hasarsız”, “az hasarlı” ve “hasarlı” olarak eğitilmiştir. Test işleminde ise %83’ün üzerinde başarımlar sağlanmıştır. Diğer bir test işleminde ise görüntüleri “hasarlı” ve “hasarsız” olarak 2 sınıfa ayrılarak eğitilmiş ve %74.5 oranıyla bulunan yapılar %95.12 oranıyla sınıflandırma başarımları yakalamışlardır (Şekil 15).



Şekil 15. %95.12 (a) ve %83.53 (b) doğrulukla tespit edilen yapıların durumları (Maraş & Sarıyıldız, 2023).

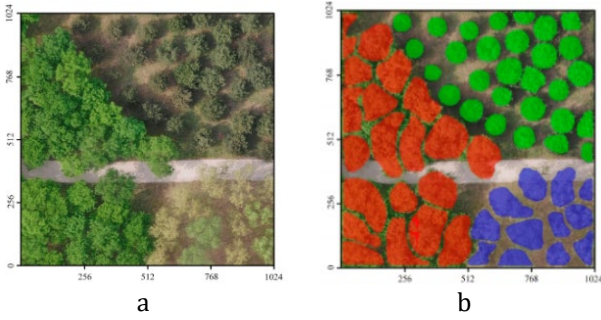
Araştırmacılar Safonova vd., (2021) çalışmalarında zeytin ağaçlarının biyokütlesinin hesaplanabilmesi için segmentasyon ve sınıflandırma tekniklerinden faydalanmışlardır (Mask R-CNN). Biyokütlenin hassas şekilde hesaplanabilmesi için ağaç tacı ve gölgesinin segmentasyonu üzerinde durmuşlardır. Ayrıca farklı spektral bantları kullanarak başarımlarını en yüksek indeksi bulmak için testler yapmışlardır. GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index: Yeşil normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) ve NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) indekslerinin ağaç tacı tespiti için en iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir.

Yi vd., (2023) yaptıkları çalışmada, İHA ile alınmış şehir içi görüntülerden semantik segmentasyon üzerinde durmuşlardır. Ölçeği değişen nesnelerin ve karmaşık arka plan görüntülerinin segmentasyonu için yeni bir yöntem önermişlerdir. Çok seviyeli semantik özellikleri etkili bir şekilde kullanabilen V-şeklinde bir dekoder tasarlamışlardır. Önerdikleri ağın daha iyi sonuçlar verdiği ancak hesaplama verimliliğinin iyileştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, az sayıda eğitim verisi ile yapılan çalışmaların başarımlarının düşük olacağını beyan etmişlerdir.

İHA görüntülerinin semantik segmentasyonu, çevresel değişikliklerinin izlenmesi, şehir ve bölge planlama, afet yönetimi ve karar destek sistemleri gibi uygulamalarda yaygın şekilde kullanılan teknikler arasındadır (Singh vd., 2021; Pai vd., 2019).

Bu kapsamda Girisha vd., (2021) yaptıkları çalışmada, İHA video semantik segmentasyonu için geliştirilmiş bir kodlayıcı-çözücü tabanlı CNN mimarisi (UVid-Net) önermişlerdir. Önerilen mimarinin kodlayıcısı, zamansal olarak tutarlı etiketleme için zamanla ilgili bilgileri içerir. Çözücü ise sınıf etiketlerinin doğru bir şekilde yapılmasına yardımcı olan özellik düzeltici modülü eklenerek geliştirilmiştir.

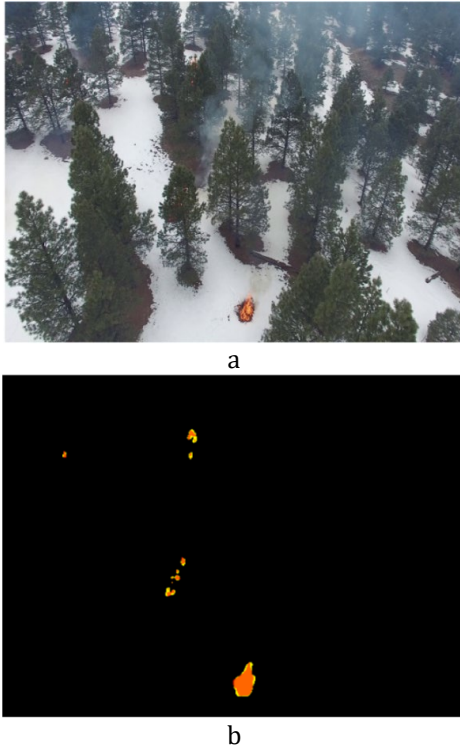
Zhang vd., (2022) çalışmalarında çok türlü ağaç segmentasyonu için Mask R-CNN yöntemini özelleştirmişlerdir. Çalışmalarında 4 motorlu bir İHA modeli kullanarak çalışma alanlarından görüntüler toplamışlar ve ContextCapture ve ArcGIS yazılımlarında ortofoto oluşturma işlem adımlarını tamamlamışlardır. Ortofoto üzerinde yer alan ağaçlar etiketlenmiştir. Etiketleme işlemi için VGG Image Annotator (VIA) yazılımını kullanılmıştır. Photoshop yazılımı ile 1024 x 1024 boyutunda 1029 görüntü kesilmiş, ardından tüm veri kümesi eğitim, doğrulama ve test setine ayrılmıştır. Geliştirilmiş Mask R-CNN ile segmente edilmiş ve sınıflandırılmış görüntüler aşağıdaki gibidir (Şekil 16).



Şekil 16. Orijinal görüntü (a) ve segmente edilerek sınıflandırılmış orman görüntüsü (b) (Zhang vd., 2022).

Araştırmacılar, üç iğne yapraklı ve beş geniş yapraklı türün bireysel ağaç segmentasyonu ve tanıma doğruluğunun, orman mühendisliği ölçümlerinde gereksinimleri karşıladığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda, diğer görüntü segmentasyon ağlarıyla (U-net, YOLOv3 ve Mask R-CNN) karşılaştırdıklarında, çoklu tür ağaç sınıflandırmasında geliştirilmiş Mask R-CNN' in, en yüksek genel doğruluk (90.13%) ve "kappa" katsayısına (0.79) sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Araştırmacıların önerdikleri yöntem, geniş yapraklı ağaç türlerinin gölgelik segmentasyonu ve sayımı için diğer üç ağa göre daha avantajlıdır. Ayrıca araştırmacılar bu çalışmadaki algoritmanın, çevre ve gölgelik karmaşıklığından etkilendiğini ve bireysel ağaç segmentasyonunda bazı hatalara sahip olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 17. Orijinal görüntü (a) ve sınıflandırılmış görüntü (b) (Ghal vd., 2022).

Lan vd., (2021) çalışmalarında gerçek zamanlı olarak, pirinç tarlasında bulunan yabancı otların semantik segmentasyon yöntemleri ile tespiti üzerinde durmuşlardır. Pirinç tarlasından 12 metre irtifadan toplanan görüntüler, LabelMe yazılımı ile etiketlenmiş ve 650 x 800 piksel olacak şekilde bölünmüştür. Ardından bu veriler semantik segmentasyon tekniklerine (MobileNetV2-UNet ve FFB-BiSeNetV2) girdi olarak verilmiştir. Araştırmacılar FFB-BiSeNetV2 modelinin, pirinç yabancı otların gerçek zamanlı segmentasyonunda MobileNetV2-UNet modelinden daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Ghal, vd., (2022), çalışmalarında yangın tespiti ve segmentasyonu için araştırmalarda bulunmuşlardır. Orman yangınlarının tespiti, sınıflandırılması ve segmentasyonu sorunlarına çözümler üretmek amacıyla bir yaklaşım ortaya atmışlardır. EfficientNet-B5 ve DenseNet-201 modellerini birleştiren bir derin öğrenme tekniğini kullanmışlardır. Çalışmalarında "Flame" (alev) veri setini kullanarak elde edilen deneysel sonuçların, önerdikleri yöntemde güvenilir olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 17).

6. Sonuç

Görüntü segmentasyonu için çeşitli yöntemler bulunmaktadır ve sürekli olarak yeni teknikler geliştirilmektedir. Görüntülerin anlamlı bölgelere ayrılması, alt gruplara bölünmesi, nesnelere tanımlanması, nesne tespiti, kümeleme, kenar tespiti ve nesne sayımı gibi çeşitli uygulamalar için segmentasyon işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında öncelikle İHA sistemlerine değinilmiş, İHA kullanılarak yapılan çalışmalardan örnekler verilmiş ve segmentasyon teknikleri açıklanmıştır. Ardından sınıflandırma ve segmentasyon teknikleri kullanılarak yapılan literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Yakın dönemde yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde, yaygın olarak kullanılan yöntemler üzerinde çalışmalar olsa da hibrit türlerin ve özellikle üzerinde geliştirmeler yapılmış R-CNN tekniklerinin tercih edildiği görülmektedir. Hibrit teknikler ve derin öğrenme tabanlı teknikler kullanılarak yapılan çalışmalar diğer çalışmalara oranla daha verimli sonuçlar ortaya koymuştur. Bu çalışmalarda araştırmacılar tarafından hangi teknik kullanılırsa kullanılsın nihai hedef, yüksek başarımla elde edilen verilerin anlamlı hale getirilmesidir.

Her geçen gün gelişen yapay zeka teknikleri ve üretilen yüksek işlem kapasiteli bilgisayarlar sayesinde bu yöntemlerin başarımlarının daha da artacağı, çok kısa süreler içerisinde büyük verilerin büyük doğrulukta anlamlandırılabilmesi beklenmektedir.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu makalenin ortaya çıkmasında her daim yanımda olan eşim Özge'ye ve mutluluk kaynağım kızım Eliz'e ve annem Hacer'e teşekkür ederim.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akar, A., Akar, Ö., & Bayata, H. F. (2021). SenseFly eBeeX İHA ile Üretilen Ortofotonun Konum Doğruluğunun İncelenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 3(2), 65-68.
- Albayrak, E. (2021). *Derin öğrenme ile İHA görüntülerinden nesne tespitinin yapılması* (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 17-21.
- Amin, M., Abdullah, S., Abdul Mukti, S. N., Mohd Zaidi, M. H. A., & Tahar, K. N. (2020). Reconstruction of 3D accident scene from multicopter UAV platform. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, 451-458.
- Bhadoria, P., Agrawal, S., & Pandey, R. (2020, December). Image segmentation techniques for remote sensing satellite images. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 993, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
- Ceylan, M. C., & Uysal, M. (2021). İnsansız hava aracı ile elde edilen veriler yardımıyla ağaç çıkarımı. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(1), 15-21.
- Changchun, L., Li, S., Hai-bo, W., & Tianjie, L. (2010, March). The research on unmanned aerial vehicle remote sensing and its applications. In *2010 2nd International Conference on Advanced Computer Control* (Vol. 2, pp. 644-647). IEEE.
- Cilek, A., BERBEROĞLU, S., DÖNMEZ, C., & ÜNAL, M. (2020). Generation of high-resolution 3-D maps for landscape planning and design using UAV technologies. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 5(1).
- Donmez, C., Villi, O., Berberoglu, S., & Cilek, A. (2021). Computer vision-based citrus tree detection in a cultivated environment using UAV imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106273.

- Elmas, E. E. (2019). *Bir insansız hava aracı gerçekleştirme ve hareketli nesnelere tespit ve takibinde kullanımı* (Doctoral dissertation, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 122s).
- Garre, P., & Harish, A. (2018, December). Autonomous agricultural pesticide spraying uav. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 455, p. 012030). IOP Publishing.
- Ge, X., Wang, J., Ding, J., Cao, X., Zhang, Z., Liu, J., & Li, X. (2019). Combining UAV-based hyperspectral imagery and machine learning algorithms for soil moisture content monitoring. *PeerJ*, 7, e6926.
- Ghali, R., Akhloufi, M. A., & Mseddi, W. S. (2022). Deep learning and transformer approaches for UAV-based wildfire detection and segmentation. *Sensors*, 22(5), 1977.
- Girisha, S., Verma, U., Pai, M. M., & Pai, R. M. (2021). Uvid-net: Enhanced semantic segmentation of uav aerial videos by embedding temporal information. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 4115-4127.
- Gök, G., Küçük, S., Kurt, M., & Tarı, E. (2023, July). A u-net based segmentation and classification approach over orthophoto maps of archaeological sites. In *2023 31st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.
- Honkavaara, E., Eskelinen, M. A., Pölönen, I., Saari, H., Ojanen, H., Mannila, R., ... & Pulkkanen, M. (2016). Remote sensing of 3-D geometry and surface moisture of a peat production area using hyperspectral frame cameras in visible to short-wave infrared spectral ranges onboard a small unmanned airborne vehicle (UAV). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(9), 5440-5454.
- Jasim, W. A. N., & Mohammed, R. J. (2021). A Survey on Segmentation Techniques for Image Processing. *Iraqi Journal for Electrical & Electronic Engineering*, 17(2).
- Jiao, Z., Zhang, Y., Xin, J., Mu, L., Yi, Y., Liu, H., & Liu, D. (2019, July). A deep learning based forest fire detection approach using UAV and YOLOv3. In *2019 1st International conference on industrial artificial intelligence (IAI)* (pp. 1-5). IEEE.
- Kannan, S. S., & Min, B. C. (2022, June). Autonomous Drone Delivery to Your Door and Yard. In *2022 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)* (pp. 452-461). IEEE.
- Kanun, E., Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). Cultural heritage modelling using UAV photogrammetric methods: a case study of Kanlıdivane archeological site. *Advanced UAV*, 1(1), 24-33.
- Kanun, E., Alptekin, A., Karataş, L., & Yakar, M. (2022). The use of UAV photogrammetry in modeling ancient structures: A case study of "Kanytellis". *Advanced UAV*, 2(2), 41-50.
- Karataş, L., Alptekin, A., & Yakar, M. (2022). Detection and documentation of stone material deterioration in historical masonry structures using UAV

- photogrammetry: A case study of Mersin Aba Mausoleum. *Advanced UAV*, 2(2), 51-64.
- Karataş, L., Alptekin, A., Karabacak, A., & Yakar, M. (2022). Detection and documentation of stone material deterioration in historical masonry buildings using UAV photogrammetry: A case study of Mersin Sarisih Inn. *Mersin Photogrammetry Journal*, 4(2), 53-61.
- Lan, Y., Huang, K., Yang, C., Lei, L., Ye, J., Zhang, J., ... & Deng, J. (2021). Real-time identification of rice weeds by UAV low-altitude remote sensing based on improved semantic segmentation model. *Remote Sensing*, 13(21), 4370.
- Lee, S., & Choi, Y. (2016). Reviews of unmanned aerial vehicle (drone) technology trends and its applications in the mining industry. *Geosystem Engineering*, 19(4), 197-204.
- Lin, Y., Jiang, M., Yao, Y., Zhang, L., & Lin, J. (2015). Use of UAV oblique imaging for the detection of individual trees in residential environments. *Urban forestry & urban greening*, 14(2), 404-412.
- Maraş, E. E., & Sarıyıldız, H. İ. (2023). İHA ile derin öğrenme algoritmaları kullanılarak hasarlı yapıların tespit edilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 427-437.
- Mathworks (2024). Rgb2gray. <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/rgb2gray.html>. Son Erişim Tarihi: 20.02.2024.
- Mathworks (2024). What is image thresholding?. <https://www.mathworks.com/discovery/image-thresholding.html>. Son Erişim Tarihi: 20.02.2024.
- Minaee, S., Boykov, Y., Porikli, F., Plaza, A., Kehtarnavaz, N., & Terzopoulos, D. (2021). Image segmentation using deep learning: A survey. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 44(7), 3523-3542.
- Muchiri, G. N., & Kimathi, S. (2022, April). A review of applications and potential applications of UAV. In *Proceedings of the Sustainable Research and Innovation Conference* (pp. 280-283).
- Muchiri, G. N., & Kimathi, S. (2022, April). A review of applications and potential applications of UAV. In *Proceedings of the Sustainable Research and Innovation Conference* (pp. 280-283).
- Pai, M. M., Mehrotra, V., Aiyar, S., Verma, U., & Pai, R. M. (2019, June). Automatic segmentation of river and land in sar images: A deep learning approach. In *2019 IEEE second international conference on artificial intelligence and knowledge engineering (AIKE)* (pp. 15-20). IEEE.
- Queraltá, J. P., Raitoharju, J., Gia, T. N., Passalis, N., & Westerlund, T. (2020). Autosos: Towards multi-uav systems supporting maritime search and rescue with lightweight ai and edge computing. *arXiv preprint arXiv:2005.03409*.
- Safonova, A., Guirado, E., Maglinets, Y., Alcaraz-Segura, D., & Tabik, S. (2021). Olive tree biovolume from UAV multi-resolution image segmentation with mask R-CNN. *Sensors*, 21(5), 1617.
- Seyrek, E. C., Narin, Ö. G., Koçak, T., & Uysal, M. (2021). Yüzey araştırmalarında İHA fotogrametrisinin kullanımı: Kolankaya Siperleri örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(2), 69-75.
- Singh, A., Kalke, H., Loewen, M., & Ray, N. (2020). River ice segmentation with deep learning. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 58(11), 7570-7579.
- Şasi, A., & Yakar, M. (2017). Photogrammetric modelling of sakahane masjid using an unmanned aerial vehicle. *Turkish Journal of Engineering*, 1(2), 82-87.
- Tonbul, H., & Kavzoğlu, T. (2017). Nesne-Tabanlı Sınıflandırmada Segmentasyon (Bölütleme) Kalitesinin Sınıflandırma Doğruluğu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 118-125.
- Torunlar, H., Tuğaç, M. G., & Duyan, K. (2021). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yönteminde Sentinel-2A Uydu Görüntüleri Kullanılarak Tarımsal Ürün Desenlerinin Belirlenmesi; Konya-Karapınar Örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3(2), 36-46.
- Unmanned Systems Technology (2022). Drone Camera Gimbals, Mounts & Stabilizers - Custom and COTS Gimbals. <https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/hd-air-studio/infinity-mr-pro/>. Son Erişim Tarihi: 10.12.2023.
- Villi, O. (2019). *İnsansız Hava Araçlarında Çok Bantlı Kamera Entegrasyonu ve Tarımsal Uygulamaları* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 89s).
- Villi, O., & Yakar, M. (2022). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Sensör Tipleri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 73-100.
- Villi, O., & Yakar, M. (2023). İnsansız Hava Araçları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(1), 20-33.
- Yakar, M., & Villi, O. (2023). İnsansız Hava Aracı Uygulama Alanları. *Mersin Üniversitesi Harita Mühendisliği Kitapları*.
- Yi, S., Liu, X., Li, J., & Chen, L. (2023). Uavformer: a composite transformer network for urban scene segmentation of UAV images. *Pattern Recognition*, 133, 109019.
- Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2019). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1(1), 17-24.
- Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2021). Yüksek çözünürlüklü insansız hava aracı (İHA) görüntülerinden karayolların tespiti. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(3), 1040-1054.
- Yu, Y., Wang, C., Fu, Q., Kou, R., Huang, F., Yang, B., ... & Gao, M. (2023). Techniques and challenges of image segmentation: A review. *Electronics*, 12(5), 1199.
- Zakiyyatuddin, A., Evita, M., Srigutomo, W., Meilano, I., & Djamal, M. (2021, February). Geospatial Survey

Analysis for 3D Field and Building Mapping using DJI Drone and Intelligent Flight Battery. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1772, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.

Zhang, C., Zhou, J., Wang, H., Tan, T., Cui, M., Huang, Z., ... & Zhang, L. (2022). Multi-species individual tree

segmentation and identification based on improved mask R-CNN and UAV imagery in mixed forests. *Remote Sensing*, 14(4), 874.



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>