

TÜRKİYE

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI DERGİSİ

E-ISSN 2687-6094

Turkish Journal of
Unmanned Aerial Vehicles

Cilt/Volume: 5
Sayı/Issue: 1
Haziran/June, 2023





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 / ayasinyigit@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

Dr. Öğr. Üyesi 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

Res. Asst. Abdurahman Yasin YİĞİT, Mersin University
ayasinyigit@mersin.edu.tr

İçindekiler

Contents

Araştırma Makaleleri; Research Articles*;

Sayfa/Page No	Makale Adı ve Yazar Adı Article Name and Author Name
01-10*	<i>İnsansız Hava Araçları ile İlgili İdari Para Cezaları ve İtiraz Yolu</i> <i>Administrative Fines and Appeals Regarding Unmanned Aerial Vehicles</i> Tamer Savaş
11- 20*	<i>Rusya Federasyonu'nun İnsansız Hava Aracı/Silahlı İnsansız Hava Aracı</i> <i>Kabiliyetlerinin Değerlendirilmesi</i> <i>Evaluation of Capabilities of Russian Federation's Unmanned Aerial Vehicle/</i> <i>Unmanned Combat Aerial Vehicle</i> Ahmet Sapmaz
21-26*	<i>Dron Görüntüleri Kullanılarak Mezarların Gümü Mevsiminin</i> <i>Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Denemesi: Malazgirt Projesi Örneği</i> <i>A Method Trial for Determining the Burial Season of Graves Using Drone</i> <i>Images: The Example of the Malazgirt Project</i> İskender Dölek
27- 36*	<i>İHA Görüntülerinden Yararlanarak Taşkın Analizinin Yapılması: Çan</i> <i>(Kocabaş) Çayı Örneği</i> <i>Flood Analysis by Utilizing UAV Images: The Case of Çan (Kocabaş) Stream</i> Sercan İlhan & Umut Aydar

Derleme Makaleleri; Review Articles**;

S. No	Makale Adı (En./Tr.) ve Yazar Adı
37-42**	<i>İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Arkeolojik Alanlardaki Kullanımının İncelenmesi</i> <i>Investigation of the use of uavs in archeological sites</i> Müjdat Güngör



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



İnsansız Hava Araçları ile İlgili İdari Para Cezaları ve İtiraz Yolu

Tamer Savaş^{1*}

^{1*} Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, 26110, Eskişehir, Türkiye; (tsavas@ogu.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
tsavas@ogu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Alıntı: Savaş, T. (2023). İnsansız Hava Araçları ile İlgili İdari Para Cezaları ve İtiraz Yolu. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 5(1), 01-10.

Geliş : 03.11.2022
Revize : 16.01.2023
Kabul : 21.03.2023
Yayınlama : 30.06.2023

Özet

Son yıllarda, İnsansız Hava Araçları (İHA) yangınla mücadele, arama ve kurtarma görevleri, afet yönetimi, gözetim operasyonları, zirai ilaçlama gibi sivil uygulamalarda kullanımına ilgi gittikçe artmaktadır. İHA'ların kullanımındaki artışla birlikte, İHA pazarını ciddi şekilde arttığı görülmektedir. İHA'ların giderek daha popüler hale gelmesi ve gelecekteki kullanım alanlarının daha da yaygınlaşması beklenmektedir. İHA kullanımındaki artışla birlikte, İHA uçuş operasyonlarının emniyetli ve verimli gerçekleştirilmesi ve en önemlisi bu uçuşlar sırasında üçüncü şahıslara zarar verilmemesi amacıyla İHA uçuşlarının nasıl yapılacağı ile ilgili ulusal havacılık otoriteleri genel olarak belirli bir çerçeve oluşturmuşlardır. Ülkemizde de bu amaçla hazırlanan yürürlükteki İHA talimatı kapsamında (SHT-İHA) İHA uçuşları ile ilgili detaylar içermektedir. Aynı talimatta ve ilgili kanun maddelerinde kurallara uymadan İHA uçuş operasyonlarını gerçekleştiren gerçek ve tüzel kişiler için de cezai yaptırımlar uygulanacağı belirtilmektedir. Bu çalışmada uçuş izni olmadan veya belirlenen alanlar dışında İHA uçuş operasyonları gerçekleştiren İHA pilotlarının, işleticilerinin veya sahiplerinin karşılaşacağı idari para cezaları ve bunlara karşı itiraz yolları neler olduğu irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız hava aracı, idari para cezası, havacılık, insansız havacılık, uçuş izni.

Administrative Fines and Appeals Regarding Unmanned Aerial Vehicles

*Corresponding Author:
tsavas@ogu.edu.tr

Research Article

Citation: Savaş, T. (2023). Administrative Fines and Appeals Regarding Unmanned Aerial Vehicles. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 5(1), 01-10 (in Turkish).

Received : 03.11.2022
Revised : 16.01.2023
Accepted : 21.03.2023
Published : 30.06.2023

Abstract

In recent years, the interest in the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in civil applications such as firefighting, search and rescue, disaster management, surveillance operations, crop spraying has been increasing. With the increase in the use of UAVs, it is seen that the UAV market has increased significantly. It is expected that UAVs will become increasingly popular and their future uses will become more widespread. With the increase in the use of UAVs, national aviation authorities have generally created a certain framework for how to conduct UAV flights in order to carry out UAV flight operations safely and efficiently, and most importantly, not to harm third parties during these operations. It contains details about UAV flights within the scope of the current UAV regulations prepared for this purpose in Türkiye. It is stated in the same instruction and related law provisions that criminal sanctions will be applied to real and legal persons who carry out UAV flight operations without complying with the rules. In this study, the administrative fines that UAV pilots, operators or owners who perform UAV flight operations without a flight permit or outside the designated areas will face and the ways to appeal against them are examined.

Keywords: Unmanned aerial vehicle, administrative fine, aviation, unmanned aviation, flight permission.

1. Giriş

İnsansız Hava Araçları (İHA) havacılık endüstrisinin hızlı gelişen önemli sektörlerinden biridir. İHA kullanımı askeri havacılık alanında yaklaşık 100 yıldır var olmasına rağmen, ticari havacılıkta kullanımları son zamanlarda tanınmaya başlamıştır (Dalamağkidis vd., 2009). İHA'ların askeri olarak kullanılmasının ilk örnekleri balon ve uçurtma olmak üzere 1900'lü yılların başına kadar uzanmaktadır (Hood, 2009). Askeri alanda İHA'lar genellikle keşif, gözetleme ve istihbarat amacıyla kullanılmaktadır (Hornyak, 2011).

Son yıllarda, İHA'lar yangınla mücadele (Akhloufi vd., 2021; Eugenio vd., 2020; Ghamry vd., 2017), arama ve kurtarma (Alotaibi vd., 2019; Atif vd., 2021; Silvagni vd., 2017; Zimroz vd., 2021), afet yönetimi (Erdelj vd., 2016; Saif vd., 2021; Zhao vd., 2019), gözetim operasyonları (Hosseinalipour vd., 2020), zirai ilaçlama (Kharim vd., 2019; Wang vd., 2019) gibi sivil uygulamalardaki kullanımı gittikçe artmaktadır.

Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu'na (International Civil Aviation Organization - ICAO) göre (ICAO, 2019), hızlı bir şekilde gelişmekte olan İHA operasyonlarının, dünyanın birçok yerinde hem kontrollü hem de kontrolsüz hava sahasında önümüzdeki yıllarda, günümüzdeki insanlı hava trafiğine göre ciddi bir büyüme gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) yerel havacılık otoritesi olan Federal Havacılık İdaresi'ne (Federal Aviation Administration - FAA) (FAA, 2020) göre, hobi (sportif/amatör) ve ticari amaçlı kullanılan İHA filosunun, 2018'de 1,5 milyondan az iken 2023'te 2 ila 3 milyona ulaşması tahmin edilmektedir.

Ayrıca, Avrupa'nın ticari ve hobi amaçlı İHA kullanımında da önemli bir büyüme gerçekleştirmesi beklenmektedir. Avrupa'da hobi amaçlı İHA sayısı 2016'da yaklaşık 1 ila 1,5 milyon iken 2035'te 7 milyona yükselmesi beklenmektedir. Aynı zamanda ticari ve devlet görevleri amacıyla kullanılan İHA sayısının aynı zaman diliminde 10.000 adetten 395.000 adede çıkması beklenmektedir (SESAR, 2016).

Kullanılan İHA sayısındaki artışla birlikte, İHA'ların kullanım alanlarında da önemli artışlar gözlemlenmektedir. Bu bağlamda küresel İHA piyasa değerinin 2018'de 25 milyar dolardan 2029'da 70 milyar dolara çıkacağını tahmin edilmektedir (BIS Research, 2019). İHA'ların öne çıkması beklenen sektörler arasında kamu hizmetleri, sağlık ve eğitim, tarım ve madencilik, gaz ve elektrik ile ulaşım ve lojistik yer almaktadır (Pricewaterhouse Coopers, 2018).

2020 yılında yapılan İHA market raporuna göre, 2020 yılı itibari ile 20 milyar dolar büyüklüğüne sahip İHA sektörünün market büyüklüğünün, 2021 yılından

2027 yılına kadar her yıl ortalama %15 artacağı tahmin edilmektedir. COVID-19 salgını süresince özellikle işletmeler, çeşitli mal ve ilaçları teslim etmek için uygun bir çözüm olarak İHA'ları kullanmıştır ve hala da kullanmaya devam etmektedir. Bu tür girişimler, küresel düzeyde pazar talebini güçlendirmektedir (Global Market Insight, 2021). 2035'te herhangi bir saatte Paris semalarında 156 ticari uçağa karşın, 2.500 kentsel hava ulaşım aracı, kargo teslim eden 16.667 İHA, 58 inceleme İHA'sı ve 44 hobi İHA'sının olacağı tahmin edilmektedir (ICAO, 2021).

Böylelikle, İHA teknolojisi giderek daha popüler hale gelmesi ve gelecekteki kullanım alanlarının daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Nihai olarak, sivil hava sahasındaki İHA trafiği sürekli artmasından dolayı, İHA operasyonlarındaki emniyet faktörlerine ve hava sahasının etkili kullanımına olan araştırma ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Savaş vd., 2021).

Havacılık emniyeti, yasal dayanakları olan bir sistemdir. Geçmişte yaşanan kazalar ve olaylar, havacılık kurallarının gelişmesine ve bu kuralların standartlaşmasına öncülük etmiştir (Bete vd., 2021). İHA uçuş operasyonlarının yönetilmesi için, dünya genelinde genel kabul görmüş bir mevzuat çerçevesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle son yıllarda hem sivil hem de askeri alanda, İHA'ların emniyetli ve verimli uçuş operasyonlarının yürütülmesi amacıyla mevzuat geliştirme konusunda çalışmalar devam etmektedir (Savaş, 2018).

İHA kullanımındaki artışla birlikte, İHA uçuş operasyonlarının emniyetli ve verimli gerçekleştirilmesi ve en önemlisi bu uçuşlar sırasında üçüncü şahıslara zarar verilmemesi amacıyla İHA uçuşlarının nasıl yapılacağı ile ilgili ulusal havacılık otoriteleri genel olarak belirli bir çerçeve oluşturmuşlardır. Ülkemizde de bu amaçla hazırlanan, yürürlükteki İHA talimatında (İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı -SHT-İHA), emniyetli ve verimli İHA uçuş operasyonlarının gerçekleştirilmesi için kurallar ve gereklilikler yer almaktadır. Aynı talimatta ve ilgili kanun maddelerinde kurallara uymadan İHA uçuş operasyonlarını gerçekleştiren gerçek ve tüzel kişiler için de cezai yaptırımlar uygulanacağı belirtilmektedir.

Bu kapsamda çalışmada uçuş izni olmadan veya belirlenen alanlar dışında İHA uçuş operasyonları gerçekleştiren kullanıcıların (İHA pilotları/işleticileri veya sahipleri) karşılaşılabileceği idari para cezaları ve bunlara karşı itiraz yolları neler olduğu irdelenmesi amaçlanmıştır. Diğer taraftan çalışmada özellikle İHA sektöründeki kullanıcıların ihtiyaç duyacağı aşağıda belirtilen soruların cevapları araştırılmıştır. Çalışmada yer alan bilgilere konu ile ilgili literatür kaynakları taranmış ayrıca resmi gazetede yayımlanan ilgili dokümanlar ve SHT-İHA talimatı irdelenerek hazırlanmıştır.

- Sportif/amatör, ARGE ve ticari uçuş operasyonları arasındaki farklılıklar nelerdir?
- Belirlenen kurallara uymayan İHA pilotlarına idari para cezaları nelerdir ve hangi kurum/kurumlar tarafından uygulanmaktadır?
- İdari para cezalarının artış miktarı (yeniden değerlendirme oranları) her yıl nasıl belirlenmektedir?

1.1. İnsansız Hava Araçları

İHA'ları tanımlamak için ilk olarak kullanılan "pilotsuz uçak" terimi 1944 yılında Chicago konvansiyonunda kayda geçmiştir (ICAO, 2015). Bununla birlikte bu tanımlamaya ek olarak, uzaktan kontrollü hava aracı, drone, uzaktan pilotlu hava aracı ve insansız hava aracı gibi farklı ifadelerde kullanılmıştır. Bunlar arasında en fazla kullanılan "insansız" terimi ise pilotun /operatörün hava aracı üzerinde bulunmadığını ifade etmektedir (Savas, 2019).

Uluslararası veya ulusal havacılık otoritelerince bir İHA; üzerinde pilot olmayan, sabit veya hareketli uzak bir istasyon (kontrol ünitesi) aracılığı ile yönetilen, havada uçuş yapmak için kullanılan hava aracı olarak tanımlanmaktadır (ICAO, 2015; Eurocontrol, 2017). Ülkemizdeki ulusal havacılık otoritesi Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün (SHGM) İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatına (SHT-İHA) göre ise bir İHA şu şekilde tanımlanmaktadır:

"İHA sisteminin bir bileşeni olarak işletilen, aerodinamik kuvvetler aracılığıyla sürekli uçuş yapma yeteneğinde olan, üzerinde pilot bulunmaksızın uzaktan İHA pilotu tarafından kontrol edilerek veya otonom operasyonu İHA pilotu tarafından planlanarak uçurulan ya da havada kalabilen hava aracını ifade eder" (SHGM, 2020).

İHA sistemi ise; bir İHA, sabit veya hareketli bir yer kontrol istasyonu ve her ikisi arasındaki bağlantıyı sağlayan veri bağından oluşmaktadır. İHA'lar, uçuş operasyonlarının yönetilmesinin riskli veya tehlikeli olan durumlarda kullanıldığından İHA işleticilerine veya sahiplerine çok önemli avantajlar sunmaktadır. (Savas, 2019; DeGarmo & Nelson, 2004). İHA'ların tarihçesi uzun yıllar öncesine kadar uzanmaktadır. Wright kardeşlerin yaptığı ilk emniyetli insanlı hava aracı uçuşundan yaklaşık 15 yıl sonra, İHA'lar üretilmeye ve özellikle askeri alanda kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Valavanis, 2014; DeGarmo & Nelson, 2004). Özellikle son on yılda bilimsel ve ticari uygulamalar için İHA kullanımı değerli hale gelmiştir.

1.2. İnsansız Türkiye'deki İHA Mevzuatı

Türkiye'de İHA uçuş operasyonları, dünyadaki gelişmelere eş zamanlı ve benzer nitelikte ilerlemektedir. Türkiye'deki İHA'ların verimli, düzenli ve emniyetli uçuş operasyonlarının yürütülmesi amacıyla, SHGM tarafından, ilk olarak 2016 yılında SHT-İHA talimatı yayımlanmıştır (SHGM, 2020). SHT-İHA talimatı Türk hava sahasında işletilecek veya kullanılacak özellikle sivil İHA sistemlerinin aşağıda bahsedilen konularda usul ve esasları belirlemek üzere hazırlanmıştır (SHGM, 2020):

- İHA'ların ithali,
- İHA'ların Satışı,
- İHA Kayıt ve tescili,
- İHA'ların Uçuşa elverişliliğin sağlanması,
- İHA Sistemlerini kullanacak kişilerin sahip olması gereken nitelikleri,
- Hava trafik hizmetlerini,
- İHA uçuş operasyonlarını.

2016 yılındaki ilk mevzuatla birlikte 500 gr. üstündeki İHA'ların Türkiye'deki İHA Kayıt Sistemi'ne (iha.shgm.gov.tr) kayıt edilme zorunluluğu getirilmiştir. Türkiye'deki İHA mevzuatına göre, sivil hava sahasında kullanılacak İHA'lar maksimum kalkış ağırlığına göre dört gruba ayrılmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. İHA Sınıflandırması.

İHA Sınıfı	Azami Kalkış Ağırlığı	
	Alt Limit (dâhil)	Üst Limit
İHA 0	500 gr.	4 kg
İHA 1	4 Kg	25 kg
İHA 2	25 kg	150 kg
İHA 3	150 kg	Daha Fazla

Türk hava sahasında İHA kullanımı iki şekilde yapılabilmektedir. Bunlar: sportif/amatör ve ticaridir. Türk hava sahasında ticari uçuş yapacakların, yetkilendirilmiş eğitim kurumlarından eğitim alma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu kurumlar üniversite olabileceği gibi özel kurumlar da olabilir.

2016-2020 tarihleri arasındaki SHGM verileri incelendiğinde Türkiye'deki kayıtlı İHA pilot sayısı ile 500 gr. üzerindeki kayıtlı İHA sayısının her yıl yaklaşık % 55 oranında arttığı görülmektedir (Savas, 2022).

Türkiye'deki İHA talimatındaki en önemli gelişme ise 2019 yılındaki değişiklikle birlikte oluşturulan Uçuş Bölgeleri Haritasıdır. Böylece İHA uçuş operasyonları, uçuş amaçlarına göre Türk hava sahası bölgelere ayrılmıştır. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi Türk hava sahası kırmızı, yeşil ve renksiz olmak üzere üç alan ile kategorilendirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Hava Sahası Kullanımı.

Hava Sahası Rengi	Hava Sahası Kategorisi	Uçuş Amacı Tipi
Kırmızı	Özel izne tabi bölge	Ticari veya ARGE
Renksiz	İzne Tabi Bölge	Ticari veya ARGE
Yeşil	Serbest Bölge	Ticari, ARGE veya Sportif/Amatör
Gizli	Gizli İzne Tabi Bölge	Özel Uçuş İzni Gerekir

1.3. Özel İzne Tabi Bölge

Özel izne tabi bölgeler, sivil ve askeri birimler tarafından tanımlanan, uçuş bölgeleri haritasında kırmızı ile gösterilen ve uçuş yapılması özel izne bağlı olan bölgelerdir. Özel izne tabi bölgede risk analizi yapmadan ve FR-19 formu ile SHGM'den izin almadan uçuş yapılması yasaktır. Özel izne tabi bölgelerin kapsadığı alanlar şunları içermektedir (SHGM, 2020):

- İrtifaya bağımsız olarak havalimanlarından 5 NM (9 km) mesafeden daha yakını,
- İrtifaya bağımsız olarak seyrüsefer yardımcı cihazları, heliport, heliped, hava parkı, denize/iniş kalkış alanları merkez olmak üzere 5 NM (9 km) yarıçaplı alanlar,
- 120 m (400 ft) üzeri
- Türkiye AIP'sinde belirtilen "*Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar*"
- Kritik yapılar, tesisler ve varlıkların etrafı,
- NOTAM (Notice to Airmen – Havacılara Duyuru) ile ilan edilmiş alanlar.

1.3.1. Serbest Bölge (yeşil)

Uçuşa serbest bölge sivil ve askeri kurumlarca görüş alınarak belirlenen yer seviyesinden 120 m altını kapsayan sahaları ifade eder. Sportif amatör amaçlı uçuş yapmak isteyen İHA pilotları, İHA kayıt sisteminde uçuş bilgilerini girerek uçuş yapabilmektedir. Diğer uçuş bölgelerinden farklı olarak, bu esnada tekrar askeri ve sivil kurumlardan görüş alınmamaktadır (mülki idare amirlikleri ve kolluk kuvvetleri). Ancak uçuşa serbest alanlarda ticari amaçlı uçuşlarda, uçuş öncesinden en erken 5 iş günü öncesinden uçuş izni alınması zorunludur. Bu bölgede uçuş yapacak İHA pilotlarının sahip oldukları 500 gr. üzerindeki İHA'ları, İHA kayıt sistemine kaydettirmeleri ve ayrıca İHA kayıt sistemi üzerinden uçuş bilgileri girmeleri gerekmektedir (SHGM, 2020). Bu alanda 500 gr. altında bir İHA ile ticari amaçlı uçuş yapmak isteyen İHA pilotları, FR-19 formu kullanarak uçuş izni alabilmektedir.

1.3.2. İzne Tabi Bölge

Uçuşa serbest bölgeler, özel izne tabi alanlar ve uçuşa yasak alanlar dışında kalan alanlar izne tabi bölge olarak ifade edilmektedir. İzne tabi bölgeler, sivil ve askeri kurumlardan olumlu görüş alınması durumunda NOTAM ile uçuş gerçekleştirilebilecek sahaları ifade etmektedir (SHGM, 2020). İzne tabi bölgelerde İHA pilotları ticari ve ARGE amaçlı uçuş operasyonlarını uçuş izni alarak yapabilmektedir. Burada gerçekleştirilen uçuşlarda İHA pilotları/işleticileri üçüncü şahıslara verecekleri zararlardan sorumludur. Bu nedenle uçuş izni almak için ilgili İHA'ya üçüncü şahıs mali mesuliyet sigortası yaptırılması zorunludur.

1.3.3. Uçuşa Yasak Bölge

Uçuşa yasak bölge, sivil ve askeri kurumlarca uçuş operasyonlarının yasaklandığı ve bu nedenle uçuş izni talep edilemeyen sahaları göstermektedir. Daha önce bahsi geçen hobi (sportif /amatör) ile ticari İHA uçuşu yapacak İHA pilotlarının, uçuş yapabilecekleri hava sahası aşağıdaki gibi listelenmiştir. Sportif / Amatör İHA pilotları sadece serbest bölgede, ilgili mülki idare amirliklerine bilgi vererek ve İHA kayıt sisteminden çevrimiçi izin talebinde bulunarak uçuş yapabilmektedir. Diğer taraftan ticari İHA uçuşu yapabilecek İHA pilotları Türk hava sahasının her yerinde izin talebinde bulunarak uçuş yapabilmektedirler.

Türkiye'de uçuş bölgeleri haritası; ilgili mülki idare amirlikleri, DHMİ, askeri birimler ve SHGM tarafından belirlenmektedir. Türkiye'de yaklaşık olarak 1000 adet tanımlı, 300'e yakın ise onaylı yeşil alan bulunmaktadır. Sonuç olarak, çalışmanın yapıldığı tarih itibari ile Türkiye'nin her yerinde (her ilinde) uçuşa serbest alan bulunmamaktadır.

2. İHA Uçuş İzni

Ticari uçuş dışında sportif/amatör amaçla gerçekleştirilecek İHA uçuş operasyonları sadece uçuşa serbest bölgelerde gerçekleştirilir. Sportif/amatör amaçlı uçuş operasyonlarında diğer uçuş amaçlarında da olduğu gibi İHA talimatında belirtilen kurallara uyulması zorunludur. Uçuş yapılmadan önce İHA kayıt sistemi üzerinden uçuş bilgilerin girilmesi önemlidir. Uçuş yapılacak alandaki en büyük mülki idare amiri tarafından yasaklanan yer ve zamanlarda uçuş yapılmaması zorunludur.

Ticari amaçlı yapılacak uçuş operasyonlarında İHA pilotları, uçuş yapılacak alan izne tabi bölgede ise 5 iş günü öncesinden İHA kayıt sistemi üzerinden başvuru yapmalıdır. Aynı amaçlı uçuş operasyonu özel izne tabii bölgede ise 10 iş günü öncesinden İHA Uçuş İzni

Talep Formu (FR-19) ile kargo (SHGM, 2022a) aracılığıyla başvuru yapılabilir.

Uçuşa serbest bölge ve izne tabi bölgede ticari veya ARGE amaçlı uçuş izni başvuruları İHA kayıt sistemi üzerinden yapılır. Diğer taraftan özel izne tabi bölgedeki uçuş izin talepleri ve 500 gr altındaki uçuş izin talepleri FR-19 formu aracılığı ile yapılmaktadır. Ayrıca 120 m (400 ft) üzerindeki uçuş izin talepleri için de FR-19 formu kullanılmaktadır (SHGM, 2022a). Ticari veya ARGE amaçlı uçuş izin talepleri, İHA pilotlarının başvuru yaptıkları ildeki mülki idare amirliklerince incelenir ve olumlu görüş alınması halinde NOTAM yayınlanır (uçuş izni verilir). Uçuş izni verilen İHA pilotları/işleticileri Türkiye AIP'sinde yer alan hükümlere ve İHA talimatında belirtilen kurallara uymak zorundadır (SHGM,2020).

2.1. Yabancı İHA Uçuş İzinleri

Türk hava sahasında İHA uçuşu yapacak İHA pilotlarının Türkiye Cumhuriyeti (T.C.) vatandaşlık numarasına sahip olması zorunludur. Yabancıların İHA uçuşları için izin almaları gerektiğinde bir dizi işlemleri yapmaları gerekmektedir. Öncelikle yabancı İHA pilotları, uçuş izin taleplerini 20 iş günü öncesinden FR-23 formu ile SHGM'ye kargo yoluyla başvurmaları gerekmektedir (SHGM, 2022b). Uçuş izin talebinde bulunmak için kullanılacak İHA'nın İHA kayıt sistemine kayıtlı olması ve İHA'nın üçüncü şahıs mali mesuliyet sigortasının olması gerekmektedir. Uçuş izni talepleri sivil ve askeri kurumlardan olumlu görüşün alınmasının ardından onaylanır. Uçuş izinleri NOTAM ile tüm hava sahası kullanıcılarına duyurulur. Uçuş izni olumlu olan yabancı İHA pilotları, Türkiye AIP'sinde yer alan hükümlere ve İHA talimatında yer alan kurallara uyması zorunludur. Diğer uçuş operasyonlarından farklı olarak, yabancı İHA pilotlarının uçuş operasyonlarında SHGM tarafından lisanslandırılan/yetkilendirilen en az İHA 2 pilot lisansına sahip bir T.C. vatandaşı nezaret eder. Ancak uçuş operasyonlarının yürütüleceği alan özel izne tabi veya izne tabi bölgelerde ise risk analizi yapılması zorunludur. Diğer taraftan ilgili askeri ve sivil kurumlardan olumsuz görüş alınması veya SHGM tarafından İHA uçuş faaliyetlerinin uygun görülmemesi halinde uçuş izni verilmeyebilir (SHGM, 2020). Türk hava sahasında sivil İHA uçuş operasyonu yapacak kullanıcıların, yetkili makamlardan izin alma süreci Şekil 1'de gösterilmektedir.

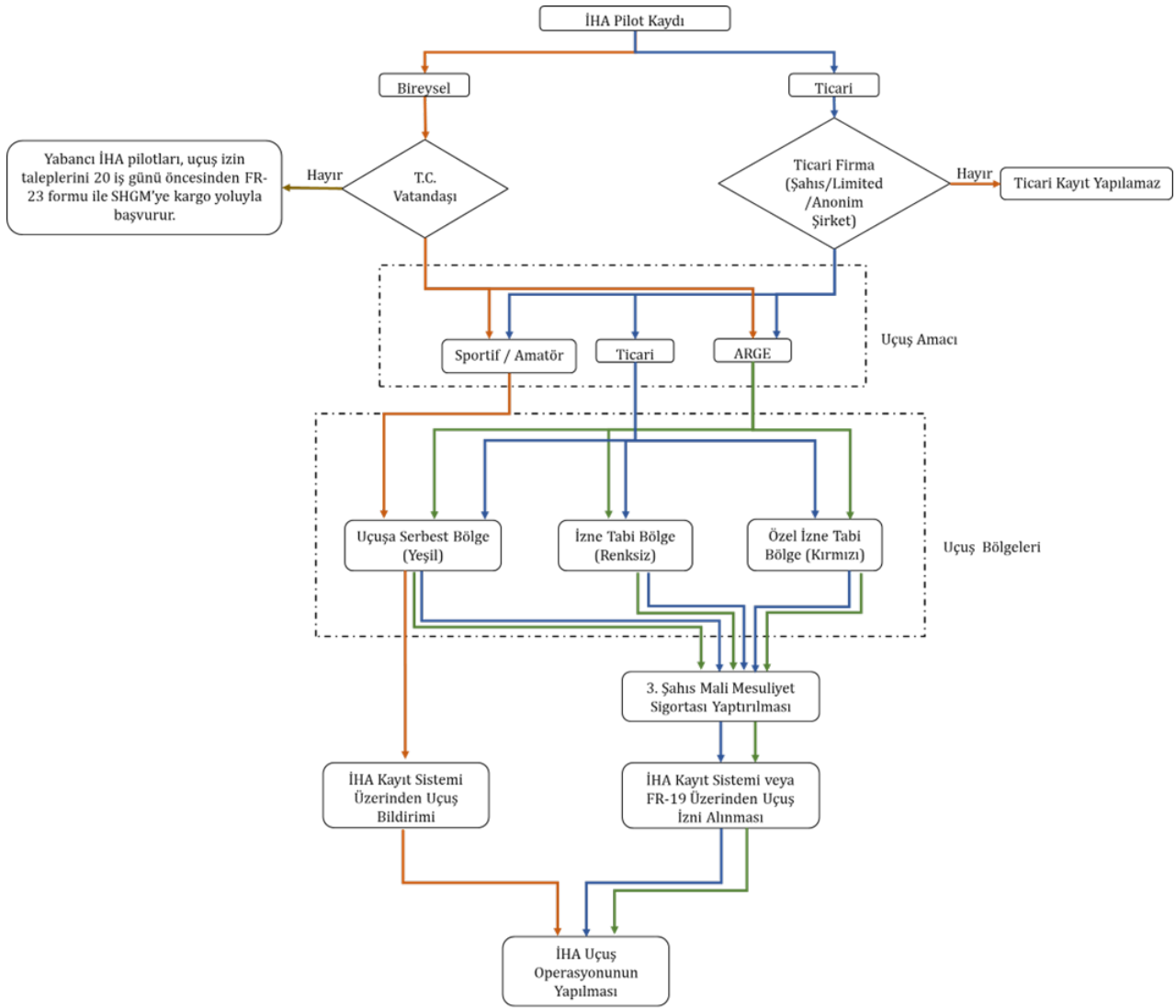
3. İdari Para Cezaları

Türkiye de Sivil Havacılığı düzenleyen ilk kanun 19 Ekim 1983 tarihinde yayınlanan 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunudur (Türk Sivil Havacılık Kanunu, 1983). Halen yürürlükte olan bu kanuna dayalı olarak Türkiye de sivil havacılık mevzuatı SHT-İHA talimatı hazırlanmıştır (SHGM, 2020). Kanununun 144. maddesi gereğince şu durumlarda idari para cezası kesileceği belirtilmektedir:

- *“(Birinci Fıkra): Azami kalkış ağırlığı beş-yüz gram (dâhil) üzerindeki insansız hava araçları ile ilgili bilgileri, aynı gün içinde İHA kayıt sistemine kaydetmek zorundadır. Bu yükümlülüğe aykırı hareket edenler ile yurtdışından bireysel olarak getirdiği veya yurtiçinde devraldığı aracı en geç üç gün içinde sisteme kaydettirmeyenlere,*
- *“(İkinci Fıkra): Kayıt esnasında gerçeğe aykırı beyanda bulunanlar veya veri girişi yapanlara,*
- *“(Üçüncü Fıkra): Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığınca belirlenen kurallara aykırı olarak veya mülki idare amirlerince belirlenen alanlar dışında insansız hava aracı uçuran kişilere*
- *“(Dördüncü Fıkra): Yukarıda sayılanlar dışında kalıp da Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün insansız hava araçları ile ilgili koyduğu kurallara ve bu kapsamda sivil havacılığı düzenlemek maksadıyla alacağı önlemlere uymayanlara”,*

Yukarıdaki bahsedilen durumlardaki İHA pilotlarına uygulanacak idari para cezaları mahallin mülki idare amirince uygulanır. Ayrıca, diğer idari para cezaları ise SHGM tarafından uygulanmaktadır. Kabahatler Kanununun (30/3/2005 tarih ve 5326 sayı) 17.nci maddesinin 7. fıkrasında ilgili idari para cezalarının her takvim yılı başından geçerli olmak üzere yeniden değerlendirme oranında (4/1/1961 tarih ve 213 sayılı Vergi Usul Kanununun mükerrer 298 inci maddesi hükümleri uyarınca) artış yapılarak uygulanacağı belirtilmektedir. Resmî Gazete'de (27/11/2021 tarih ve 31672 sayı) yayımlanan Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği uyarınca 2022 yılı için yeniden değerlendirme oranı % 36,20 (Resmi Gazete, 2022) ve 2023 yılı için (31/12/2022 tarih ve 32060 sayı) yeniden değerlendirme oranı 122,93 (Resmi Gazete, 2023) olarak tespit ve ilan edilmiştir. 2022 ve 2023 yılı için belirlenen yeniden değerlendirme oranları dikkate alınarak, 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanununun 144. Maddesinin ilgili fıkralarında belirtilen durumlarda uygulanacak idari para cezaları Tablo 3'de gösterilmektedir.

Ayrıca SHGM tarafından SHY-İPC'ye göre hazırlanan idari para cezaları, 2022 (01/01/2022 tarihinden itibaren) ve 2023 yılı (01/01/2023 tarihinden itibaren) için Tablo 4'de belirtilen miktarlarda uygulanacaktır.



Şekil 1. İHA Uçuş İzni İş Akış Diyagramı.

Tablo 3. İdari Para Cezaları.

2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu (144. Madde)	2016 (TL)	2022 (TL)	2023 (TL)
1. fıkrasındaki ceza miktarı	5.000	13.394	29.859
2. fıkrasındaki ceza miktarı	10.000	26.786	59.715
3. fıkrasındaki ceza miktarları	1.000	2.679	5.792
4. fıkrasındaki ceza miktarları	10.000	26.786	59.715

Tablo 4. SHY-İPC'ye göre idari para cezaları.

Muhatap	İhlalin Açıklaması	2022 (TL)	2023 (TL)
İHA Pilotları /Kullanıcıları	İzinsiz, kayıtsız veya tescil olmadan İHA uçuşu yapılması	15.479	34.507
	İHA'nın ait olduğu sınıftaki zorunlu teçhizatları olmadan uçuş yapılması	3.868	8.624
	Uygun bakım yapılmadan İHA uçuşu yapılması	3.868	8.624
	25 kg üstü İHA'ya ait üçüncü şahıs mali mesuliyet sigortası olmadan İHA uçuşu yapılması	15.479	34.507
	Uçuş operasyon el kitabı ve İHA pilot lisansı gerekliliklerine uymadan İHA uçuşu yapılması	3.868	8.624
	Uçuş izni gerekliliklerine uyulmadan ve uçuşa yasak bölgelerde İHA uçuşu yapılması	15.479	34.507
	Özel hayatın gizliliğinin ihlal ederek veya özel hayatın güvenliğini tehlikeye atarak İHA uçuşu yapılması	3.868	8.624

3.1. İdari Para Cezalarına İtiraz Yolu

SHGM'nin 23/7/2022 tarihli SHT-İHA talimatının 26. Maddesinde "Genel Müdürlükten izin almayı gerektiren operasyonlar için izin alınmadan İHA uçuşu yapılması ve verilen yetkiler ile belirlenen hava sahaları dışında operasyon gerçekleştirilmesi hallerinde ilgili şahıs ve işletmeye 2920 sayılı Kanunun beşinci kısmında yer alan ceza hükümleri" uygulanacağı belirtilmektedir (SHGM, 2020).

2920 sayılı kanunun 5inci kısmında yer alan örnek ceza hükümlerini şu şekilde özetleyebiliriz:

"İnsansız hava aracı satan şirketlerin sorumlu işletmecileri ve yöneticileri, satılan araç bilgileri ile satın alanların kimlik bilgilerini usulüne uygun şekilde tutmak ve azami kalkış ağırlığı beş yüz gram (dahil) üzerindeki insansız hava araçları ile ilgili bilgileri, aynı gün içinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan kayıt sistemine kaydetmek zorundadır.

Bu kayıtlar, suç işlenmesinin önlenmesi ve suç soruşturmalarında kullanılmak üzere kolluk birimleriyle paylaşılır. Bu yükümlülüğe aykırı hareket edenler ile yurtdışından bireysel olarak getirdiği veya yurtiçinde devraldığı aracı en geç üç gün içinde sisteme kaydettirmeyenlere 5.000 Türk lirası idari para cezası verilir (Tablo 1, Birinci Fıkra).

Kayıt esnasında gerçeğe aykırı beyanda bulunanlar veya veri girişi yapanlara 10.000 Türk Lirası idari para cezası verilir (Tablo 1, İkinci Fıkra).

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığınca belirlenen kurallara aykırı olarak veya mülki idare amirlerince belirlenen alanlar dışında insansız hava aracı uçuran kişilere bin Türk Lirasından 10.000 Türk Lirasına kadar idari para cezası uygulanır (Tablo 1, Üçüncü Fıkra).

Yukarıda sayılanlar dışında kalıp da SHGM'nin insansız hava araçları ile ilgili koyduğu kurallara ve bu kapsamda sivil havacılığı düzenlemek amacıyla alacağı önlemlere uymayanlara bin Türk Lirasından 10.000 Türk Lirasına kadar idari para cezası verilir (Tablo 1, Dördüncü Fıkra)".

Aynı kanunda, belirlenen alanlar dışında İHA uçuşu yapanlara uygulanacak idari para cezalarının mahallin mülki idare amirince yapılacağı ifade edilmektedir. Ayrıca, diğer idari para cezaları ise SHGM tarafından uygulanacağı belirtilmektedir.

Kanunda ve SHT-İHA talimatında belirtildiği gibi, uçuş operasyonlarında kullanılan İHA'ların ağırlığı ve dolayısıyla sınıfına bakılmaksızın, belirlenen hava sahaları dışında uçuş yapılması uçuş izni alınmasına tabidir. 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu Tablo 3, 3. fıkradaki cezanın miktarını belirlemesi için idareye bir takdir yetkisi tanımıştır.

Kolluk kuvvetlerinde uçuş izni olmadan veya belirlenen alanlar dışında uçuş yaptığı tespit edilen İHA pilotlarına tutanak tutulmaktadır. Bu tutanak aslında idari para cezasına asli biçimde kanıt

olacağından, İHA pilotlarının tutanakları imzalamadan önce dikkatli biçimde okumaları önem arz etmektedir. 5236 sayılı Kabahatler Kanununun 25. Maddesinde idari yaptırım kararına ilişkin herhangi bir tutanakta yer alması zorunlu olan maddeler şu şekilde sayılmıştır:

- "Hakkında idari yaptırım kararı verilen kişinin kimlik ve adresi,
- İdari yaptırım kararı verilmesini gerektiren kabahat fiili,
- Bu fiilin işlendiğini ispata yarayacak bütün delilleri,
- Karar tarihi ve kararı veren kamu görevlilerinin kimliği,
- Fiilin işlendiği yer ve zamanı",

Kolluk kuvvetlerince düzenlenen tutanakta yer alan hususlar, ilgili idare tarafından idari para cezalarına delil teşkil edeceğinden dikkatlice okunmalı, gerçeği yansıtmayan bir durumda ise tutanağın imzalanmasından imtina edebilir. Nitekim 5236 sayılı Kabahatler Kanununun 26. Maddesinde:

"İdari yaptırım kararının ilgili gerçek kişinin huzurunda verilmesi halinde tutanakta bu husus açıkça belirtilir. Bu karara karşı başvurabileceği kanun yolu, mercii ve süresine ilişkin olarak bilgilendirildikten sonra kişinin karar tutanağını imzalaması istenir. İmzadan kaçınılması halinde bu durum tutanakta açıkça belirtilir." şeklinde belirtilmiştir.

5326 sayılı Kanunun, 27 – 31. maddelerinde idari yaptırım kararlarına karşı başvuru yolu, başvurunun incelenmesi, itiraz yolu, vazgeçme ve kabul ile masrafların ve vekalet ücretinin ödenmesi hususları belirtilmektedir. Buna göre idari para cezaları aşağıdaki durumlarda kesinleşecektir:

- "Kararın ilgisine tebliğ edildiği tarihten itibaren 15 gün içinde sulh ceza mahkemesine başvurulmadığı takdirde bu sürenin bitiminde,
- Kanuni süresinde sulh ceza mahkemesine başvurulması halinde,
- Sulh ceza mahkemesinin kararına itiraz edilmemiş ise kararın taraflara tebliğini takip eden 7'nci günün bitiminde,
- 2.000 TL'ye kadar (bu tutar dahil) idari para cezalarına ilişkin sulh ceza mahkemesinin karar tarihinde,
- Sulh ceza mahkemesi kararına ya da mahkemeler tarafından verilen idari yaptırım kararlarına karşı ağır ceza mahkemesine itiraz edilmesi halinde itiraz üzerine verilen karar tarihinde",

Yukarıda da belirtildiği gibi, idari para cezasına ilişkin itiraz yolu, kararın tebliğ ve tefhim tarihinden itibaren en fazla 15 gün içerisinde yetkili sulh ceza mahkemesine başvurulmasıdır. Bu süre zarfında başvuru yapılmadığı takdirde, idari para cezasının kesinleşmiş olacaktır.

4. Sonuçlar

İHA'ların sivil alanda kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Ulusal, bölgesel ve uluslararası havacılık otoriteleri İHA'ların emniyetli, verimli ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi için kurallar geliştirmekte, aynı zamanda İHA uçuş operasyonlarının denetimlerini ve kontrollerini yapmaktadırlar. Özellikle ülkemizde 2016 yılından itibaren yürürlükte olan SHT-İHA talimatı kapsamında İHA'ların kayıt, satış ve en önemlisi uçuş izinleri hakkında uygulamanın nasıl olacağı ile ilgili kurallar konulmuştur. 2019 yılındaki revizyonla birlikte uçuş bölgeleri haritaları oluşturulmuş ve Türk hava sahasının uçuşa serbest bölgeler, özel izne tabi bölgeler veya izne tabi bölgeler oluşturulmuştur.

Ticari uçuş operasyonları haricinde sportif ve amatör amaçla gerçekleştirilecek İHA uçuş operasyonlarında, İHA talimatında belirtilen kurallara uyulmak kaydı ile sadece serbest bölgelerde uçuş yapılabilir. Uçuşa serbest bölgelerde sportif amatör amaçlı İHA uçuşu yapmadan önce, İHA Kayıt sistemi üzerinden uçuş bilgileri girilir ve otomatik risk analizi sonrası uçuş yapılabilir.

Özel izne tabi bölge, izne tabi bölge ve uçuşa serbest bölgelerdeki ticari İHA uçuş izinleri, İHA kayıt sistemi üzerinden yapılmaktadır. İHA uçuş izin başvuruları, başvuru yapan İHA pilotlarının/işleticilerinin bulunduğu ildeki mülki idare amirlikleri tarafından incelenir ve olumlu görüş alınması durumunda NOTAM yayınlanır.

2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanununun 144. maddesi gereğince uçuş izni almadan veya belirlenen alanlar dışında uçuş yapan İHA pilotlarına/işleticilerine veya sahiplerine idari para cezası kesileceği belirtilmektedir. Kanunda ayrıca, belirlenen alanlar dışında İHA uçuş operasyonlarını gerçekleştiren İHA pilotlarına/işleticilerine uygulanacak idari para cezalarının mahallin mülki idare amiri tarafından yapılacağı belirtilmektedir. Ayrıca diğer idari para cezaları ise SHGM tarafından uygulanmaktadır.

Çalışmada uçuş izni olmadan veya belirlenen alanlar dışında İHA uçuş operasyonları gerçekleştiren İHA pilotları/işleticileri veya sahiplerinin karşılaşacağı idari para cezaları miktarları ile artış oranları araştırılmıştır. 2022 yılında bir önceki yıla göre yeniden değerlendirme oranı %36,20 iken, 2023 yılında bu oran %122,93 olmuştur. Bu oranlara göre örneğin yurtiçinden bir İHA alan kullanıcı, İHA kayıt sistemi üzerinden devir işlemini üç gün içerisinde yapmazsa 29.859 TL veya kayıt esnasında gerçeğe aykırı beyanda bulunursa 59.715 TL idari para cezası ile karşılaşabilecektir.

İdari para cezalarının bu denli yüksek olması, insansız havacılık sektöründeki bilinçsiz kullanıcıları

caydıracağı kaçınılmazdır. Diğer taraftan İHA sektöründe özellikle eğitim kısmının ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca çalışmada idari para cezalarının nasıl uygulandığı araştırılmıştır. Kolluk kuvvetlerinde uçuş izni olmadan veya belirlenen alanlar dışında uçuş yaptığı tespit edilen İHA pilotlarına tutanak tutulmaktadır. Bu tutanak aslında idari para cezasına asli biçimde delil teşkil etmektedir. İdari para cezasına itiraz etmek isteyen İHA pilotları, işleticileri ve sahipleri kararın tebliğ ve tefhim tarihinden itibaren en fazla 15 gün içerisinde yetkili sulh ceza mahkemesine başvurulması gerekmektedir. Bu süre içerisinde başvuru yapılmadığı takdirde, idari para cezası kesinleşmiş olacaktır.

Çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren İHA pilotlarının, işleticilerin veya sahiplerinin, kurallara uymadan uçuş operasyonlarını yürüttüklerinde karşılaşabilecekleri idari para cezaları ve bunlara itiraz yolları araştırılmıştır. İnsansız havacılık sektöründe emniyetli ve verimli uçuş operasyonlarının yürütülmesinde belirtilen kurallara uyulması ve uçuş yapmadan önce muhakkak ilgili sınıftaki sertifika ve lisans eğitimlerinin alınması ön plana çıkmaktadır.

Yazarların Katkısı

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akhloufi, M. A., Couturier, A., & Castro, N. A. (2021). Unmanned aerial vehicles for wildland fires: Sensing, perception, cooperation and assistance. *Drones*, 5(1), 1-25.
- Alotaibi, E. T., Alqefari, S. S., & Koubaa, A. (2019). Lsar: Multi-uav collaboration for search and rescue missions. *IEEE Access*, 7, 55817-55832.
- Atif, M., Ahmad, R., Ahmad, W., Zhao, L., & Rodrigues, J. J. (2021). UAV-assisted wireless localization for search and rescue. *IEEE Systems Journal*, 15(3), 3261-3272.
- Beté, T. D. S., Storópoli, J. E., Rodriguez Ramos, H., Conti, D. D. M., Capellani Quaresma, C., & Querido Oliveira, E. A. D. A. (2021). Comparative Analysis of Unmanned Aircraft Regulations for The Development of Startups. *Journal of technology management & innovation*, 16(2), 41-55.
- BIS Research, (2019). Global Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market - Analysis and Forecast, 2019 - 2029.

- <https://bisresearch.com/industry-report/global-unmanned-aerial-vehicle-market.html> (Erişim Tarihi: 10.02.2022)
- Dalamagkidis, K., Valavanis, K., & Piegler, L. (2009). On Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System. *S. Tzafestas, Ed. Springer Science*, 36.
- DeGarmo, M. & Nelson, G. (2004). Prospective Unmanned Aerial Vehicle Operations in the Future National Airspace System. *AIAA 4th Aviation Technology, Integration and Operations (ATIO) Forum*, Şikago, 1-8
- Erdelj, M., & Natalizio, E. (2016). UAV-assisted disaster management: Applications and open issues. *In 2016 international conference on computing, networking and communications (ICNC), IEEE*, 1-5.
- Eugenio, F. C., Schons, C. T., Mallmann, C. L., Schuh, M. S., Fernandes, P., & Badin, T. L. (2020). Remotely piloted aircraft systems and forests: a global state of the art and future challenges. *Canadian Journal of Forest Research*, 50(8), 705-716.
- Eurocontrol (2017). RPAS ATM CONOPS. Brüksel https://rpas-regulations.com/wp-content/uploads/2017/02/EUROCONTROL_INT_RPAS-ATM-Concept-of-Operations-2017_V4.pdf (Erişim Tarihi: 10.02.2022)
- FAA (2020). Unmanned Aircraft System (UAS) Traffic Management (UTM). Concept of Operations. V2.0.
- Ghamry, K. A., Kamel, M. A., & Zhang, Y. (2017). Multiple UAVs in forest fire fighting mission using particle swarm optimization. *International conference on unmanned aircraft systems (ICUAS), IEEE*, 1404-1409.
- Global Market Insight, (2021). Commercial Drone Market Growth—Industry Analysis Report 2024. *Global Market Insights Inc.* <https://www.gminsights.com/industry-analysis/unmanned-aerial-vehicles-UAV-commercial-drone-market> (Erişim Tarihi: 10.06.2021)
- Kharim, M. N. A., Wayayok, A., Shariff, A. R. M., Abdullah, A. F., & Husin, E. M. (2019). Droplet deposition density of organic liquid fertilizer at low altitude UAV aerial spraying in rice cultivation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 167, 105045.
- Hosseinalipour, S., Rahmati, A., ve Dai, H. (2020). Energy-aware stochastic UAV-assisted surveillance. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 20(5), 2820-2837.
- Hood, R. (2009, March). Unmanned Aircraft Systems (UAS). <http://uas.noaa.gov/library/info-sheets/UAS-INTRO.pdf> (Erişim Tarihi: 18.01.2022)
- Hornyak, T. (2011, Mart 16). U.S. sending Global Hawk drone to Japan. http://news.cnet.com/8301-11386_3-20043998-76.html (Erişim Tarihi: 11.01.2022)
- ICAO (2015). Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS). Montreal <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/4053.pdf> (Erişim Tarihi: 15.02.2022)
- ICAO (2019). Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM) – A Common Framework with Core Principles for Global Harmonization.
- ICAO (2021). The Safe and Efficient Integration of UAS into Airspace. <https://www.iata.org/contentassets/e45e5219cc8c4277a0e80562590793da/safe-efficient-integration-uas-airspace.pdf> (Erişim Tarihi: 15.10.2021)
- PricewaterhouseCoopers, (2018). Skies without limits: Drones – taking the UK’s economy to new heights. PwC: London, UK.
- Resmi Gazete (2022). 2920 Sayılı Sivil Havacılık Kanunu Uyarınca Verilecek İdari Para Cezalarına İlişkin Tebliğ (2022/1). Resmi Gazete Sayısı: 31706, Tarih: 31.12.2021
- Resmi Gazete (2023). 2920 Sayılı Sivil Havacılık Kanunu Uyarınca Verilecek İdari Para Cezalarına İlişkin Tebliğ (2023/2). Resmi Gazete Sayısı: 32060, Tarih: 31.12.2022
- Savaş, T., Karaderili, M., & Usanmaz, Ö. (2018). İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Ayrılmamış Hava Sahasına Entegrasyonu ile İlgili Mevzuatların Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 59(691), 1-14.
- Savas, T. (2019). İnsansız hava aracı sistemlerinin ayrılmamış hava sahasına entegrasyonunun pilotaj ve hava trafik yönetimi açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Eskişehir Teknik Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Eskişehir, Türkiye.
- Savas, T., Usanmaz, O., Sahin, O., Çınar, E., & Karaderili, M. (2021). Integration effects of UAVs in non-segregated airspace. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 93(5), 842-846
- Savas, T. (2022). Evaluation of Flight Permissions of Unmanned Aerial Vehicles in Turkey. *European Journal of Science and Technology*, 35, 616-624.
- Saif, A., Dimiyati, K., Noordin, K. A., Alsamhi, S. H., & Hawbani, A. (2021). Multi-UAV and SAR collaboration model for disaster management in B5G networks. *Internet Technology Letters*, e310. <https://doi.org/10.1002/itl2.310>
- SESAR (2016). European Drones Outlook Study. Eurocontrol. <https://op.europa.eu/o/opportal-service/download-handler?identifier=93d90664-28b3-11e7-ab65-01aa75ed71a1&format=pdf&language=en&productonSystem=cellar&part=> (Erişim Tarihi: 15.2.2022)
- SHGM (2020). İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA). https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/2020/SHT-IHA_Rev-04.pdf (Erişim Tarihi: 10.04.2022)
- SHGM (2022a). İHA Uçuş İzni Talep Formu. web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/formlar/seyrusefer_dairesi/hava_trafik/FR.19.DOCX (Erişim Tarihi: 01.11.2022).
- SHGM (2022b). İHA Uçuş İzin Talep Formu. https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/formlar/seyrusefer_dairesi/hava_trafik/FR.23.DOCX (Erişim Tarihi: 05.11.2022)

- Silvagni, M., Tonoli, A., Zenerino, E., & Chiaberge, M. (2017). Multipurpose UAV for search and rescue operations in mountain avalanche events. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(1),18-33.
- Türk Sivil Havacılık Kanunu (1983). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2920&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 13.04.2022)
- Wang, G., Lan, Y., Qi, H., Chen, P., Hewitt, A., & Han, Y. (2019). Field evaluation of an unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer: effect of spray volume on deposition and the control of pests and disease in wheat. *Pest management science*, 75(6), 1546-1555.
- Valavanis, K. P. (2014) Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. *Springer*, New York.
- Zhao, N., Lu, W., Sheng, M., Chen, Y., Tang, J., Yu, F. R., & Wong, K. K. (2019). UAV-assisted emergency networks in disasters. *IEEE Wireless Communications*, 26(1), 45-51.
- Zimroz, P., Trybała, P., Wróblewski, A., Góralczyk, M., Szrek, J., Wójcik, A. & Zimroz, R. (2021). Application of UAV in search and rescue actions in underground mine—A specific sound detection in noisy acoustic signal. *Energies*, 14(13), 3725.



© Author(s) 2023.

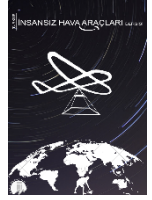
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



Rusya Federasyonu'nun İnsansız Hava Aracı/Silahlı İnsansız Hava Aracı Kabiliyetlerinin Değerlendirilmesi

Ahmet Sapmaz ^{1*} 

^{1*} İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, 34310, İstanbul, Türkiye; (asapmaz@gelisim.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
asapmaz@gelisim.edu.tr

Araştırma Makalesi

Alıntı: Sapmaz, A. (2023). Rusya Federasyonu'nun İnsansız Hava Aracı/Silahlı İnsansız Hava Aracı Kabiliyetlerinin Değerlendirilmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 5(1), 11-20.

Geliş : 05.11.2022
Revize : 05.01.2023
Kabul : 29.03.2023
Yayınlama : 30.06.2023

Özet

Bu çalışma Rusya Federasyonu'nun (RF); insansız hava aracı (İHA)/silahlı insansız hava aracı (SİHA) sistemleri imkân ve kabiliyetlerini, İHA/SİHA sistemleri geliştirme sürecini ve mevcut İHA/SİHA kabiliyetlerini askeri harekâtlarında nasıl kullandığını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel iddiası RF'nin uzun menzilli ve orta/yüksek irtifa İHA/SİHA sistemlerinde ileri seviyede bulunmadığı, ancak bahse konu yetenek eksikliklerini kısa sürede gidermek amacıyla çeşitli politikalar izlediğidir. RF askeri güç parametreleri göz önüne alındığında genel olarak her alanda dünyanın önde gelen ülkeleri arasında bulunmaktadır. Ancak RF'nin İHA ve SİHA sistemleri imkân ve kabiliyetleri bu durumun istisnasını oluşturmaktadır. RF, 1990'lı ve 2000'li yıllarda İHA/SİHA sistemlerine çeşitli nedenlerle görece ilgisiz kalmıştır. Bu nedenle günümüzde İHA/SİHA sistemlerinin muharebe sahasında yarattığı kuvvet çarpanı etkisinden yeterince yararlanamamaktadır. Taktik İHA sistemlerinde belirli bir seviyede bulunan RF, uzun menzilli, orta ve yüksek irtifa İHA/SİHA sistemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu kapsamda 2010'lu yıllarda başlatılan projeler, son yıllarda hız kazanmıştır. RF günümüzde İHA/SİHA'lara yönelik acil ihtiyaçlarını kendi imkânlarıyla karşılamaya çalışmakta, mümkün olmadığı takdirde ise İran gibi ülkelere tedarik etmeye çalışmaktadır. RF, planlanan İHA/SİHA projelerini gerçekleştirebilmesi durumunda yakın dönemde önemli bir İHA/SİHA üreticisi ve kullanıcısı durumuna gelecektir. Bu konuda Moskova'yı en fazla zorlayan husus ise Ukrayna nedeniyle ABD ve Batılı ülkelerin RF'ye uyguladıkları yaptırımlardır.

Anahtar Kelimeler: Rusya Federasyonu, insansız hava aracı, silahlı insansız hava aracı.

Evaluation of Capabilities of Russian Federation's Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Combat Aerial Vehicle

*Corresponding Author:
asapmaz@gelisim.edu.tr

Research Article

Citation: Sapmaz, A. (2023). Evaluation of Capabilities of Russian Federation's Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Combat Aerial Vehicle. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 5(1), 11-20 (in Turkish).

Received : 05.11.2022
Revised : 05.01.2023
Accepted : 29.03.2023
Published : 30.06.2023

Abstract

This study aims to reveal Russian Federation's (RF) capabilities of unmanned aerial vehicle (UAV)/armed unmanned aerial vehicle (UCAV) systems, efforts to develop UAV/UCAV systems, and how it uses existing UAV/UCAV capabilities in military operations. The main claim of the study is that RF is not advanced in long-range and medium/high altitude UAV/UCAV systems, but it follows various policies in order to eliminate the aforementioned capability deficiencies in a short time. Considering the RF military power parameters, it is generally among the leading countries of the world in every field. However, the capabilities of RF's UAV and UCAV systems are the exception to this situation. RF remained relatively uninterested in UAV/UCAV systems for various reasons in the 1990s and 2000s. For this reason, it cannot sufficiently benefit from the force multiplier effect created by the UAV/UCAV systems in the battlefield. RF, which is at a certain level in tactical UAV systems, needs long range, medium and high altitude UAV/UCAV systems. In this context, the projects started in the 2010s have gained momentum in recent years. Today, the RF is trying to meet its urgent needs for UAVs /UCAVs with its own means, and if it is not possible, tries to procure it from countries such as Iran. If RF can realize the planned UAV/UCAV projects, it will become an important UAV/UCAV manufacturer and user in the near future. The most challenging issue for Moscow in this regard is the sanctions imposed on RF by the USA and Western countries due to Ukraine.

Keywords: Russian Federation, unmanned aerial vehicle, unmanned combat aerial vehicle.

1. Giriş

Rusya Federasyonu (RF), sahip olduğu 4.477 nükleer silah başlığı ile dünyanın en büyük nükleer silah stokuna sahiptir (Global nuclear arsenals are expected to grow as states continue to modernize—New SIPRI Yearbook out now, 2022). 2021 yılında savunma harcaması açısından 65,9 milyar dolar ile dünyada beşinci sırada yer almaktadır (SIPRI, 2022). Diğer yandan RF, dünya silah ihracatında 2017-2021 yılları arasında %19 pay ile ikinci sırada bulunmaktadır (Wezeman vd., 2022).

Yukarıda açıklanan veriler ışığında RF'nin muharebe sahasında son 20 yıllık süreçte kuvvet çarpanı etkisi yaratan, önemi ve etkinliği giderek artan insansız hava aracı (İHA)/silahlı insansız hava aracı (SİHA) sistemlerinde de ileri bir seviyede bulunması beklenmektedir. Ancak gerçekte durum böyle değildir. Günümüzde RF, gelişmiş İHA/SİHA sistemlerine sahip değildir ve bu önemli yetenekten yoksundur. 2008 yılı RF-Gürcistan Savaşı'ndan itibaren uluslararası ilişkilerinde sıklıkla askeri gücünü kullanmaya başlayan RF'nin, İHA/SİHA sistemlerini geliştirmek açısından büyük çaba içerisinde olduğu ve bu alandaki yetenek eksikliğini gidermeye yönelik çeşitli politikalar takip ettiği görülmektedir.

RF, son dönemde hem kendi tecrübe ettiği askeri harekâtlar hem de diğer devletler tarafından gerçekleştirilen askeri kuvvet kullanımlarında İHA/SİHA sistemlerinin etkin ve verimli bir şekilde kullanıldığını tespit etmiştir. Bu kapsamda RF Silahlı Kuvvetleri için İHA/SİHA sistemlerinin önemi giderek artmaktadır. RF Genelkurmay Başkanı Valeriy Gerasimov, 2018 yılında Suriye harekâtını değerlendirirken, son 5 yıl içerisinde İHA/SİHA konusunda büyük mesafe kat ettiklerini, bu tarihten önce Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) döneminden kalan İHA'ları kullandıklarını belirterek, İHA/SİHA sistemlerinin günümüzde muharebe sahasında çok yönlü olarak kullanılmaya başlandığını vurgulamıştır (General Gerasimov on the Syrian Campaign, 2018). RF Savunma Bakanı Sergey Şoygu, Mayıs 2022'de, RF Silahlı Kuvvetleri tarafından İHA/SİHA'ların çok sayıda görevde kullanıldığını, son 10 yılda İHA/SİHA uçuş yoğunluğunun yedi kat, yıllık uçuş saatinin ise yirmi üç kat arttığını açıklamıştır (Russian army to have strategic drones soon — defense minister, 2022). RF Güvenlik Konseyi Başkan Yardımcısı Dmitri Medvedev, İHA/SİHA'ların modern muharebelerde etkinlikle kullanıldığını, RF'nin gelecek dönemde her çeşit çok sayıda İHA/SİHA üreteceğini ifade etmiştir (Russia to launch mass production of effective drones — Medvedev, 2022). RF Devlet Başkanı Vladimir Putin ise RF Savunma Bakanlığı yetkilileri ve savunma sanayi temsilcilerine,

RF Silahlı Kuvvetlerinin sahip olduğu İHA/SİHA sayısının artırılması talimatını vermiş ve bu yapılırken yapay zeka ve en ileri düzeyde bilimsel yöntemlerin uygulanmasını istemiştir (Putin'den 'Rusya'nın İHA cephanesini geliştirme' çağrısı, 2021).

Bu çalışma RF'nin; İHA/SİHA sistemleri imkân ve kabiliyetlerini, İHA/SİHA sistemleri geliştirme sürecini ve mevcut İHA/SİHA kabiliyetlerini askeri harekâtlarında nasıl kullandığını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. RF'nin icra ettiği askeri harekâtlarda İHA/SİHA kullanımı; Gürcistan, Suriye ve Ukrayna savaşları kapsamında örnek olay olarak incelenecektir. Çalışmanın temel iddiası RF'nin uzun menzilli ve orta/yüksek irtifa İHA/SİHA sistemlerinde ileri seviyede bulunmadığı, ancak bahse konu yetenek eksikliklerini kısa sürede gidermek amacıyla çeşitli politikalar izlediğidir.

2. Rusya Federasyonu'nun İnsansız Hava Aracı Geliştirme Süreci

SSCB döneminde 1950'li yılların başından itibaren İHA'lar hava savunma birliklerinin eğitimi ve keşif/istihbarat maksadıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ancak araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde diğer alanlara öncelik verilmesi sonucu SSCB'nin dağıldığı 1991 yılında RF, İHA'lar konusunda ciddi herhangi bir birikim devralmamıştır. Soğuk savaşın sona ermesinden itibaren İHA/SİHA teknolojilerinde dünya çapında hızla ilerleme sağlanırken, ABD, İsrail ve Çin gibi devletler bu alanda ileri seviyeye ulaşmışlardır. Buna karşın RF, İHA/SİHA teknolojisine 1990'lı yılların başından itibaren yaşadığı ekonomik sorunlarında etkisiyle yeterli ekonomik kaynak tahsis etmemiştir. Örneğin 2000'li yıllarda SİHA geliştirilmesi maksadıyla başlatılan Sokol Tribute-BARUK ve Mikoyan Skat projeleri yeterli ekonomik kaynak sağlanmaması nedeniyle başarıya ulaşamamıştır (Mitzer & Oliemans, 2022). RF uzun bir süre İHA/SİHA sistemlerinin sağladığı imkanların, konvansiyonel savaş/keşif uçağı, taarruz helikopteri ve hassas angaje füze sistemleri ile etkinlikle yerine getirilebileceğini değerlendirmiştir. RF Silahlı Kuvvetlerinin kara havacılık yeteneklerinin 2002 yılında RF Hava Kuvvetlerine devredilmesi ile İHA/SİHA sistemlerine olan ilgisizlik daha da artmıştır. İnsanlı savaş uçaklarının baskın olduğu RF Hava Kuvvetleri insansız hava araçlarını öncelik olarak görmemiştir (Kalina & Kozyulin, 2010). Bunun yanında RF'nin 1990'lı yıllarda yaşadığı siyasi, ekonomik ve güvenlik krizlerinde farklı önceliklerin ortaya çıkması sonucu İHA'lara yönelik gözlemlenen ilgisizlik, 2008 yılı RF-Gürcistan Savaşında RF Silahlı Kuvvetlerinde ortaya çıkan eksiklikler ve silahlı kuvvetlerin genel bir modernizasyona gereksinim göstermesine kadar

devam etmiştir. Bununla birlikte RF'nin İHA/SİHA'lara yönelik atılımını 2015 yılı sonrası gerçekleştirdiğini ifade etmek mümkündür (Facon, 2015).

RF'nin günümüzde hava ve uzay sistemleri teknolojisinde dünyada önemli bir konuma sahip iken İHA/SİHA sistemleri konusunda görece geride bulunmasının nedenleri; 1990 ve 2000'li yıllarda İHA/SİHA geliştirme sürecine duyulan ilgisizlik, özellikle 1990'lı yıllarda RF'nin yaşadığı ekonomik sorunlar nedeniyle silahlı kuvvet modernizasyonuna yeterli kaynak tahsis edilememesi ve İHA/SİHA geliştirme sürecinde gerekli olan navigasyon, kontrol, optik ve elektronik sistemler ile kameralar, kompozit malzemeler ve motor geliştirme alanlarındaki teknoloji eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Facon, 2015). Örneğin RF Silahlı Kuvvetlerinde günümüzde yoğun olarak kullanılan Orlan-10 İHA'sının, FG-40 benzinli motoru Japonya menşeli üretici Saito'ya aittir (Faragasso, 2022). Rus askeri uzmanı Viktor Murakhovskiy, yerli üretim İHA'lar için elektrikli ve içten yanmalı motorlarda sorun olduğunu, RF'nin prototip bazı motorlara sahip olmasına karşın seri üretim yapamadığını, ikinci sorunun SİHA'larda kullanılacak küçük fakat isabet kabiliyeti yüksek mühimmat olduğunu ifade etmiştir (Russian UAV Organization and Developments, 2021). Diğer yandan RF'nin 2014 yılında Kırım'ı ilhakını müteakip ABD ve Batılı ülkeler tarafından kendisine uygulanan ve 24 Şubat 2022 tarihinde Ukrayna'ya yönelik askeri harekâtı ile daha da ağırlaşan yaptırımlar, Moskova'yı İHA/SİHA geliştirmek için gerekli bazı teknolojilerden mahrum bırakmaktadır. ABD ve AB, 2014 yılından sonra RF ile doğrudan silah ticareti ile askeri ve çift amaçlı ürün (hem askeri hem de sivil maksatla kullanılabilen) ticaretini yasaklamıştır. RF-Ukrayna savaşında İHA/SİHA sistemlerinin ön plana çıkması ve RF'nin İran'dan tedarik ettiği İHA sistemlerini Ukrayna'da kullanması ile Moskova'ya karşı yaptırımlar İHA sistemlerini kapsayacak şekilde genişlemiştir. Bu kapsamda ABD ve AB tarafından RF'ye doğrudan veya üçüncü aktörler/devletler tarafından İHA ya da İHA yapımı için gerekli malzemelerin (motor, optik malzemeler, kameralar vb.) satılmasına engel olmak maksadıyla 2022 yılı sonunda yeni yaptırımlar uygulanmaya başlanmıştır (Imposing Sanctions on Entities and Individuals in Response to Iran's Transfer of Military UAVs to Russia, 2022; Press statement by President von der Leyen on the ninth package of sanctions against Russia, 2022).

Gelinen aşamada İHA/SİHA'ların etkinliğinin farkına varan RF, muharebe sahasında robotik teknolojiler geliştirilmesi kapsamında İHA/SİHA teknolojisine odaklanmaya başlamıştır (Sabbagh, 2022). RF hem kendisinin hem de ABD başta olmak üzere diğer ülkelerin icra ettiği askeri harekâtlardan

elde edilen tecrübelerden faydalanmaktadır. Ancak RF'nin kendine has siyasi, askeri, coğrafi ve kültürel farklılıkları, ihtiyaç duyduğu İHA/SİHA gereksinimlerine de etki etmektedir. Dünyanın en büyük ülkesi olan RF açısından sınır ve kıyıların gözlemlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu alanda İHA'ların sağladığı fayda büyüktür (Facon, 2015).

RF Silahlı Kuvvetleri envanterinde 2011 yılında 180 İHA bulunurken (Oliver, 2019), 2015 yılında 500 İHA bulunmaktaydı (Facon, 2015). RF Silahlı Kuvvetlerinde İHA sayısının giderek artması, İHA'ların operasyonel olarak kullanımının artmasına yol açmıştır. RF Silahlı Kuvvetleri tarafından İHA'lar ile icra edilen uçuş saati toplamı 2014 yılında yıllık bazda iki katına çıkmıştır (Facon, 2015). RF Silahlı Kuvvetlerinde 2022 yılı itibarıyla 2000'in üzerinde İHA/SİHA bulunmaktadır (Tablo 1) ve bunların 100 adedi SİHA'dır (Orion ve Forpost-R) (Countries by UCAV). RF'nin günümüzde kendisine yönelik en büyük tehdit olarak algıladığı ABD ise 11.000'in üzerinde İHA/SİHA sistemine sahiptir [Unmanned Aircraft Systems (UAS):DoD Purpose and Operational Use, t.y.] ve bunlardan 334'ü SİHA'dır (MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper, MQ-1C Gray Eagle) (Countries by UCAV).

RF, günümüz ve geleceğin muharebe ortamında İHA/SİHA sistemlerinin daha etkin olarak kullanılacağını değerlendirmekte ve İHA/SİHA'ların keşif ve gözetleme rolünün ötesinde, elektronik harp, muhabere, ikmal ve hedef tespiti ile taarruz/saldırı görevlerinde de kullanılmasının önemine dikkat çekmektedir. RF askeri doktrininde İHA'lar elektronik harp, muhabere, ikmal, istihbarat, keşif, gözetleme ve hedef tespiti görevleri ile yer alırken, envantere SİHA sistemlerinin girişi ile taarruz/saldırı ve yakın hava desteği görevleri de doktrinde yer edinmeye başlamıştır (Urcosta, 2020). Bu kapsamda RF tarafından yapay zekanın İHA/SİHA kontrol sistemlerinde gelişimi ile sürü İHA/SİHA'ların kullanılması ve İHA/SİHA'ların insanlı uçaklarla müşterek olarak kullanımı ve hava resmine dahil edilmesine önem atfedilmektedir (Palavenis, 2022).

3. Rusya Federasyonu Silahlı Kuvvetlerinin Sahip Olduğu İHA/SİHA Sistemleri ve Yürütülen İHA/SİHA Projeleri

RF'nin İHA/SİHA teknolojisinde en fazla gelişim gösterdiği alan küçük, taktik gözetleme ve keşif İHA'ları olmuştur. Bunların en bilinenleri Eleron-3, Granat, Mukha mikro İHA ve Takhion mini İHA'dır. Orta menzilli İHA sistemlerinde ise Korsar gibi İHA sistemleri bulunsun da bunlar içerisinde Orlan-10 İHA sistemi (Şekil 1), ön plana çıkmaktadır. Günümüze kadar 1.000 adetten fazla üretilen Orlan-10 İHA sistemi, RF Silahlı Kuvvetleri tarafından Ukrayna,

Suriye, Libya ve Dağlık Karabağ'da kullanılmaktadır (Palavenis, 2022). Orlan-10 İHA sistemi çok amaçlı olup keşif, gözetleme, arama-kurtarma, muharebe eğitimi, karıştırma, telsiz sinyallerinin tespiti ve sarp arazide hedefin takip edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Orlan-10 Unmanned Aerial Vehicle, 2021). Orlan-10 İHA sistemi 120 km menzile, 14 saat havada kalış süresine ve 5.000 metre uçuş tavanına sahiptir. Orlan-10 İHA sisteminde 3 İHA aynı anda görev icra etmektedir. Birinci Orlan-10 İHA 1000-1500 metre yükseklikte keşif görevi icra ederken, ikinci Orlan-10 İHA elektronik harp sistemlerini taşımakta, üçüncü Orlan-10 İHA sistemi ise 4.000-5.000 metre yükseklikte veri ve muhabere aktarma sistemi olarak görev yapmaktadır (UAV Use in the Russian Armed Forces, 2018).



Şekil 1. Orlan-10 İHA¹.

İHA teknolojisinde dünyada son dönemde yaşanan gelişmeler ve RF'nin icra ettiği askeri harekâtlar, Moskova'nın yüksek/orta irtifa ve uzun menzil yeteneğine sahip İHA/SİHA sistemlerine ihtiyaç duymasına neden olmuştur. Özellikle RF için kısa menzilli taktik İHA'ların muharebe sahasındaki öneminin test edildiği Suriye'de taarruz/saldırı maksadıyla kullanılan uzun menzilli SİHA ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu sorun RF'nin Ukrayna'ya yönelik 24 Şubat 2022'de başlattığı harekât sonrası daha büyük önem kazanmıştır. RF'nin bahse konu ihtiyacına yönelik 2011 yılında halen devam eden SİHA projeleri başlatılmıştır. RF Savunma Bakanlığı SİHA'ların geliştirilmesi maksadıyla 2014 yılında 2020 yılına kadar 10 milyar dolarlık bütçe tahsis etmiştir (Oliver, 2019).

SİHA ihtiyacı gidermek maksadıyla yapılan çalışmalar sonucunda 250 km menzile sahip Orion SİHA (Şekil 2), 2020 yılının sonunda RF Silahlı Kuvvetlerinin envanterine girmiştir. Orion, RF Silahlı Kuvvetlerinin envanterine giren en yüksek imkân ve kabiliyete sahip SİHA olmuştur. 24 saat havada kalabilen ve 7.500 metre uçuş tavanı olan Orion SİHA, KAB-20/KAB-50 mühimmatı ve güdümlü UPAB-50 ve X-50 füzeleri ile kara hedeflerini ateş altına

alabilmektedir. Ayrıca Orion SİHA'ya entegre edilen 9M113 Kornet anti-tank güdümlü füzesi ile bahse konu SİHA'ya, diğer İHA/SİHA hedeflerine angaje olma özelliği kazandırılmıştır (Dangwal, 2021). 2023 yılının sonuna kadar 21 adet Orion orta irtifa, uzun menzil özelliğine sahip SİHA sisteminin daha Hava Kuvvetlerinde kullanılmak üzere RF Savunma Bakanlığına teslim edilmesi beklenmektedir. Bu sistemin her birinde 3 SİHA, bir yer kontrol istasyonu ve bir data link teçhizatı bulunmaktadır. Orion envantere dahil edilene kadar RF Silahlı Kuvvetlerinin elindeki tek SİHA sistemi Forpost-R olmuştur. Bu sistem İsrail Havacılık Endüstrisinin ürettiği Searcher II'nin versiyonudur. RF'de üretilen bahse konu versiyon Forpost-R'dir ve Kornet-D füzesinin versiyonu olan X-BPLA füzesini taşıyabilmektedir (Russia, 2022). Forpost-R tamamen Rus savunma sanayi ürünü olup, motor olarak yerli olarak üretilen 83 beygir gücünde APD-85 kullanılmıştır. Forpost-R SİHA, 450 km menzile, 500 kg kalkış ağırlığına, 18 saat uçuş kabiliyetine ve 6.000 metre uçuş tavanına sahiptir (Russia advances UAV forces, sheds light on Syrian experiences, 2019). Halen proje aşamasında olan SİHA'lar ise ağır sınıfta orta irtifa ve uzun menzil kapasitesine sahip Altius (Altair) ve S-70 Okhotnik'ten oluşmaktadır (Palavenis, 2022).



Şekil 2. Orion SİHA².

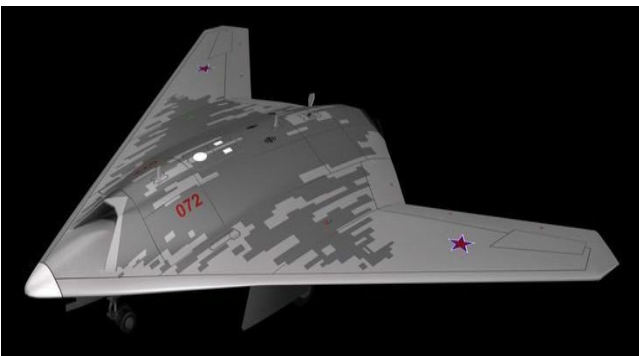
10.000 km menzilli SİHA olan Altius-U projesine (Şekil 3) 2011 yılında başlanmış, 2019 yılında ilk uçuş yapılmış ve 2021 yılında üretim sözleşmesi imzalanmıştır. Altius-U, 12.000 metre uçuş tavanına sahip olup 48 saat havada kalabilmektedir. RF Başbakan Yardımcısı Yuriy Borisov, 6 ton kalkış ağırlığına ve 1 ton faydalı yük taşıma kapasitesine sahip olan Altius-U SİHA'ların (Rozin, 2021), Bayraktar Akıncı ile benzer özellikler taşıyacağını ve RF'nin bu alandaki açığını kapatacağını ifade etmiştir (Rusya: 'Altius' İHA'ları, Bayraktar Akıncı ile benzer özelliklere sahip olacak, 2022).

¹<https://www.joint-forces.com/defence-equipment-news/33546-orlan-10-uav-systems-for-kyrgyzstan>

²<https://www.defenseworld.net/2022/03/08/russian-orion-drone-makes-its-first-kill-in-ukraine.html>

Şekil 3. Altius-U SİHA³.

Ancak RF'nin SİHA araştırma ve geliştirme projeleri içerisinde en dikkat çekici olanı S-70 Okhotnik'tir (Şekil 4). Saatte 1.000 km hıza erişebilen S-70 Okhotnik, 20 ton kalkış ağırlığına, 2 ton mühimmat taşıma kapasitesine ve 4.000 km menzile sahiptir. Görünmezlik teknolojisine sahip olan ve 2019 yılında ilk uçuşunu gerçekleştiren S-70 Okhotnik, düşman savaş uçaklarını etkisiz hale getirmeye yönelik önleme uçağı ve kara hedeflerine taarruz maksadıyla geliştirilen bir platformdur (Sukhoi S-70 Okhotnik-B, t.y.). S-70 Okhotnik'in dikkat çeken diğer bir özelliği ise Su-57 beşinci nesil savaş uçağı ile entegre edilebilmesidir. Bu konseptte Su-57 pilotu aynı zamanda S-70 Okhotnik'i de sevk ve idare edebilmektedir. Günümüzde tümü insanlı hava araçlarından (konvansiyonel savaş uçaklarından) oluşan hava kuvvetleri savaş filolarının, gelecek dönemde insanlı ve insansız hava araçlarından oluşan bir kombinasyona dönüşmesi beklenmektedir. RF bu doğrultuda İHA/SİHA geliştirme projelerine devam etmektedir. Aynı zamanda RF Savunma Bakanlığı, Altius-U ve S-70 Okhotnik SİHA'larına yapay zeka ekleme üzerinde çalışmalar yürütmektedir. RF Savunma Bakanlığı S-70 Okhotnik'lerin 2024 yılında envantere girmesi için üretici firmadan çalışmalarını hızlandırmasını istemiştir (Oliver, 2019).

Şekil 4. S-70 Okhotnik SİHA⁴.

Diğer yandan Orion SİHA'sının üreticisi Kronstadt, diğer sürü İHA'ları kontrol edebilen ve insanlı uçaklarla entegre kullanılabilen Grom (Thunder) SİHA'sı ile uzun menzilli SİHA olan Sirius üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Rus Savunma Bakanlığının geleceğe dönük en önemli projesi ise Su-75 "Checkmate" hafif savaş uçağı konseptidir. Üretici firma Rostec, Su-75'i, insansız hava araçlarını kontrol edebilen ve yapay zeka ile durumsal farkındalığını sürdüren bir kombinasyon içerisinde üretmeyi planlamaktadır (Bendett, 2021).

Tablo-1. RF Silahlı Kuvvetlerinde Kullanılan İHA/SİHA Çeşitleri.

Adı	Fonksiyonu	Menzili (km)	Üretici
Eleron-3	İKG	30	Eniks
Zastava	İKG	80 dakika havada kalış	UZGA
Granat 1, 2, 4	İKG	10-15	Kalashnikov
Orlan-10	İKG	120	Special Technology Center
Forpost-R	İKG	250	Uzga
Korsar	İKG	100	Luch Design
Orion	SİHA	250	Kronstadt
S-70 (Okhotnik)	SİHA	6.000	Sukhoi (Rostec)
Altius-U	SİHA	10.000	Uzga
Sirius	SİHA	40 saat havada kalış	Kronshtadt
Grom	SİHA- Molniya sürü İHAları kontrol edebilir/ Su-35 and Su-57 ile entegre	700	Kronstadt
Kub	Dolanan mühimmat	100 km/s hızla 30 dakika	Rostec
Lancet	Dolanan mühimmat	100 km/s hızla 40 dakika	Rostec
Zala	Dolanan mühimmat	40	Zala Aero
Leer-3	EH	120	Special Technology Center
Molniya	Sürü İHA	Belirlenecek	Kronstadt
Takhion-4	Mini UAV	40	Izhmash
Mukha	Mikro-UAV	5	Izhmash

Kaynak: (Bendett, 2021; Edmonds & Bendett, 2022). Kısaltmalar: İKG-İstihbarat Keşif Gözetleme; YHD-Yakın Hava Desteği; DM-Dolanan mühimmat (Kamikaze drone); EH-Elektronik Harp.

³<https://www.airporthaber.com/havacilik-haberleri /uav-altiusu-ilk-ucusunu-yapti.html>

⁴<https://www.kokpittetiz.com/sukhoi-s-70-okhotnik/>

4. Rusya Federasyonu İHA/SİHA Birliklerinin Teşkilatı

RF Silahlı Kuvvetleri, 2008 yılı RF-Gürcistan Savaşı sonrası İHA/SİHA sistemlerine yönelik ilgisinin artmasına paralel olarak İHA/SİHA sistemlerini teşkilatına dahil etmiştir. RF Silahlı Kuvvetlerinde ilk kez 2014 yılında 14 İHA bölüğü teşkil etmiştir. Bahse konu İHA bölükleri tugay seviyesindeki birliklerin teşkilatına dahil edilmiştir. İlerleyen dönemde her motorlu piyade tugayına bir adet İHA bölüğü tahsis edilmesi planlanmıştır (Lester & Grau, 2016a). RF Silahlı Kuvvetlerindeki İHA bölüğü sayısı 2018 yılında 67'ye ulaşmıştır (UAV Use in the Russian Armed Forces, 2018). Günümüzde RF Silahlı Kuvvetlerinin teşkilatında motorlu ve tank tugay/ tümenleri ile bağımsız keşif tugaylarında İHA bölüğü bulunmaktadır. Ayrıca topçu, istihkâm savaş, füze, keşif ve demiryolu tugaylarında da İHA bölükleri teşkil edilmiştir. Her İHA bölüğünde iki İHA takımı bulunmaktadır ve bahse konu takımlarda 10 ile 120 km arasında menzili olan İHA'lar görev yapmaktadır (Bendett, 2021). İHA takımları, İHA'ların boyut ve menzillerine göre teşkil edilmiştir (Lester & Grau, 2016a). Birinci İHA takımı Orlan-10 ve/veya Takhion-4 İHA'lar ile teçhiz edilen kısa menzilli İHA takımudur. İkinci İHA takımında ise daha kısa menzilli İHA'lar bulunmakta olup, bunlar Granat-1, 2, 4, Zastava, Takhion ve/veya Eleron İHA'larıdır (Russian UAV Organization and Developments, 2021). İHA birlikleri sadece kara kuvvetlerinde değil, hava indirme ve deniz piyade tugayları ile Kuzey ve Pasifik donanmalarında da teşkil edilmiştir. Bunların yanında Hava ve Uzay Kuvvetleri Komutanlığında İHA filoları bulunmaktadır.

RF Ordusunda İHA birlikleri çoğunlukla Kara Kuvvetleri ve Hava Kuvvetlerinde bulunmaktadır. Mevcut durumda RF Silahlı Kuvvetlerinin envanterinde mevcut 2000 İHA'dan 1.500'ünden fazlası Kara Kuvvetleri envanterinde bulunmaktadır. RF Kara Kuvvetleri İHA'ları; keşif, istihbarat, muhabere, elektronik harp ve topçunun hedef tespiti ile topçu atışının idaresi maksatlarıyla kullanılmaktadır (Giles, 2017). RF Kara Kuvvetlerinin envanterinde bulunan İHA sistemleri; Granat, Eleron, Takhion, Orlan ve Zastava'dır. Bahse konu İHA'ların menzili 40 km'den fazla olup, RF'nin topçu atış menzili ile uyumludur. Bahse konu İHA sistemleri, topçu ateş desteği odaklı Rus ordusunun hedef tespiti, atışın tanzimi ve idaresi yeteneklerini artırmaktadır (Lester & Grau, 2016a). RF topçusu tarafından hedef tespiti ve atışın idaresi için kullanılan İHA çeşitleri çoğunlukla Granat-1 ve Orlan-10 İHA'larıdır (Lester & Grau, 2016a). Zapad-2021 tatbikatında ve Suriye'de, lazer hedef işaretleyici taşıyan küçük taktik İHA'lar ile 152 mm güdümlü obüs mermisi ve 120 mm güdümlü

havan mermisi kullanılan testler yapılmıştır. Ayrıca RF Kara Kuvvetleri için 20, 50 ve 100 kg ağırlığında güdümlü dolanan mühimmatların geliştirilmesi çalışmaları devam etmektedir. Kara Kuvvetlerinde istihbarat, keşif ve gözetleme maksadıyla ağır sınıfta Tu-243 Reys/Tu-243 Reys D ve hafif sınıfta BLA-07, Pchela-1 ve Pchela-2 İHA sistemleri bulunmaktadır. Hava Kuvvetlerinde ise Orion ve Forpost (Searcher II) SİHA'ları kullanılmaktadır (Chapter Five: Russia and Eurasia, 2022).

RF Silahlı Kuvvetlerinde İHA subaylarının eğitimi için RF Hava Kuvvetleri Akademisinde 2013 yılında beş yıl süren bir eğitim programı başlatılmıştır. Bu eğitime diğer tüm kuvvet komutanlıkları subayları da katılmaktadır. İHA bölüklerinde görev yapan sözleşmeli astsubaylar ise 2014 yılının sonunda açılan ve Kolomna'da konuşlu bulunan Devlet İnsansız Havacılık Merkezinde eğitilmektedir (Lester & Grau, 2016b). İHA/SİHA'lar günümüzde RF Silahlı Kuvvetlerinde icra edilen eğitim ve tatbikatların ayrılmaz parçası haline gelmiştir.

5. Rusya Federasyonu'nun İcra Ettiği Harekâtlarda İHA/SİHA Kullanımı

RF, 2008 yılı RF-Gürcistan Savaşında yeterli ve etkin İHA sistemlerine sahip değildi. Moskova, RF-Gürcistan Savaşı esnasında Pchela-1T İHA'sını kullanmıştır. Pchela-1T İHA'sından uçuş esnasında çıkardığı ses seviyesinin yüksek ve görüntü kalitesinin düşük olması ile düşük uçuş tavanı nedeniyle etkin ve verimli şekilde istifade edilememiştir. Bu nedenle RF bahse konu savaşta hem hedeflerin ateş altına alınması hem de istihbarat toplama görevi maksadıyla çoğunlukla konvansiyonel insanlı savaş uçaklarını kullanmıştır. Moskova bahse konu savaş sonrası, Rus savunma sanayi tarafından üretilemeyen gelişmiş sistemlerin yurt dışından ithal edilmesine yönelik karar almıştır. Bu durum; Sovyet ve Rus askeri düşüncesinde var olan silah sistem ve teçhizatlarının yerli olarak üretilmesi ve Rus silahlı kuvvetlerine tedariki konusundaki prensipten önemli bir sapmayı işaret etmiştir. RF'nin İHA sistemlerine yönelik araştırma geliştirme projelerine kaynak sağlamak yerine yurt dışından tedarike yönelmesi bazı kesimlerce eleştirilmiştir (Kalina & Kozyulin, 2010). RF, 2009 yılında İsrail'den 14 adet Bird-Eye 400, I-View Mk 150 ve Searcher Mk II İHA'sı satın almıştır. RF Savunma Bakanı Anatoly Serdyukov ve İsrail Savunma Bakanı Ehud Barak, Eylül 2010'da, askeri işbirliği anlaşması imzalamışlardır. Anlaşma çerçevesinde İsrail'in, RF'ye 300-400 milyon dolar tutarında İHA ve İHA teknolojisi ihraç etmesi kararlaştırılmıştır. Bu anlaşma çerçevesinde İsrail İHA'larının Forpost (Searcher Mk II) ve Zastava

(Bird-Eye 400) adıyla Tataristan'da üretilmesine başlanmıştır. Proje 2013 yılında tamamlanmıştır (Russian Defense Ministry not planning to buy more Israeli drones, 2014). RF bu dönemde İsrail'den orta irtifa, uzun menzil kabiliyetine sahip Heron İHA ve SİHA satın almak istemişse de ABD'nin, İsrail'e baskısı nedeniyle bu satışlar gerçekleşmemiştir (Cohen & Hamilton, 2011).

RF, 2014 yılında Kırım'ı ilhakı sonrası Doğu Ukrayna'da Rus yanlısı ayrılıkçılara askeri destek sağlamış, ancak bunu resmi düzeyde reddetmiştir. RF'nin Rus yanlısı ayrılıkçılara sağladığı askeri destekte İHA'lar önemli bir yer işgal etmiştir (Gettinger, 2019). RF Silahlı Kuvvetleri envanterinde bulunan Forpost ve Orlan-10 İHA'ları 2014 yılından itibaren Kırım'da, 2015 yılından itibaren ise Donbas'ta operasyonel olarak kullanılmıştır (On the Edge: Security, protracted conflicts and the Role of Drones in Eurasia, 2021).

Doğu Ukrayna'da İHA'ların kullanımı ateşkes anlaşmaları çerçevesinde yasaklanmış olmasına rağmen RF özellikle 2018 yılından sonra İHA kullanımına ağırlık vermiştir. RF, İHA'lara yönelik yeni harekât konseptlerini bu bölgede test etme fırsatı bulmuştur. Bu kapsamda 3 adet Orlan-10 ve bir adet KamAZ-5350 komuta ve kontrol aracından oluşan Leer-3 elektronik harp sistemi bu bölgede test edilmiştir. Ukrayna tarafından 2014-2018 yılları arasında en az 10 Orlan-10 ve 2 Forpost İHA düşürülmüş veya ele geçirilmiştir (Oliver, 2019). Ukrayna yetkilileri tarafından RF'nin Doğu Ukrayna'da İHA kullanımına yönelik 2017 yılında 641, 2018 yılında ise 250 olay rapor edilmiştir (Gettinger, 2019). Doğu Ukrayna'da yaşanan çatışma sürecinde RF'nin orta ve yüksek irtifa, uzun menzilli SİHA sistemlerine ihtiyacı olduğu ortaya çıkmıştır.

RF, ilk kez 2015 yılında Suriye'de İHA sistemlerini 24 saat esasıyla kullanmış ve İHA sistemlerinin muharebe sahasında istihbarat, keşif, gözetleme ve özellikle topçu atışların tanzim ve idaresi açısından sağladığı faydanın farkına varmıştır. RF'nin Suriye'de faaliyet yürüttüğü coğrafi alanın tümü İHA'lar ile gözetlenmiş ve günde 60-70 İHA görev yapmıştır. RF Silahlı Kuvvetleri İHA'lar ile Suriye'de 2015 yılından bu yana 58.000 sorti gerçekleştirmiş ve İHA'lar ile icra edilen uçuşların süresi 377.000 saati aşmıştır (Russian army to have strategic drones soon – defense minister, 2022). RF'nin Suriye'de kullandığı İHA sistemleri Eleron-3, Zastava, Orlan-10, Granat-4 ve Forpost olmuştur (Edmonds & Bendett, 2022). RF, Suriye'de İHA/SİHA'lara karşın etkin tedbirler alınmadığı takdirde birlik emniyeti açısından büyük sıkıntı yaşanacağını tecrübe etmiştir. Suriye'deki silahlı gruplar, ilk kez 6 Ocak 2018 tarihinde RF'nin Suriye'deki Hmeymim hava üssü ve Tartus deniz

üssüne çoklu İHA'larla saldırı düzenlemişlerdir. Bahse konu İHA'ların 7 tanesi Pantsir-S hava savunma sistemi tarafından vurulmuş, 6 tanesi ise elektronik harp sistemleri ile kontrol altına alınmıştır (General Staff reveals details of drones that attacked Russian bases in Syria, 2018).

RF, 24 Şubat 2022 tarihinde Ukrayna'ya başlattığı askeri harekâta İHA/SİHA'ları yoğun olarak kullanmıştır. RF, Ukrayna'ya yönelik askeri harekâtına ilk dönemde günlük olarak 20-30 adet İHA/SİHA tahsis etmiştir (Sabbagh, 2022). Ancak ilerleyen dönemde İHA/SİHA'ların kullanım yoğunluğu giderek artmıştır. İHA/SİHA'lar ile keşif ve sivil halk ve altyapının yoğun olduğu bölgelerde hassas atışlar yapılarak hedefler ateş altına alınmıştır. Harekâtın başından bu yana Ukrayna'ya yönelik icra edilen RF Silahlı Kuvvetleri İHA/SİHA uçuşlarının toplam saati 25.000 saati aşmıştır (Russian army to have strategic drones soon – defense minister, 2022).

RF, Ukrayna'da büyük ölçüde Orlan-10 İHA'larını kullanmıştır. Bahse konu insansız hava araçları ile Ukrayna askeri birlik ve mevzileri ile mühimmat depoları keşfedilmiştir. Orlan-10 İHA'ları vasıtasıyla keşfedilen hedefler, hedef koordinatlarının iletilmesiyle Rus topçusu tarafından ateş altına alınmıştır (Bullen & News, 2022). Rus topçusu Ukrayna'da İHA'lar vasıtasıyla hedefin tespit edilmesini müteakip 3-5 dakika içerisinde hedefi etkinlikle ateş altına alabilmiştir (Watling & Reynolds, 2022).

RF bu süreçte Türkiye'nin Ukrayna'ya gerçekleştirdiği Bayraktar TB2 ihracatından rahatsızlık duymuştur. RF Devlet Başkanlığı Sözcüsü Dmitri Peskov, Ukrayna'nın ülkenin doğusunda Bayraktar TB-2'leri kullanmaya başlamasının bölgenin istikrarsızlaşma potansiyelini artıracakını ifade etmiştir (Rusya: Ukrayna'nın Türk SİHA'larını kullanması ülkenin doğusunda istikrarsızlığa yol açabilir, 2021). RF'nin Ankara Büyükelçisi Aleksey Yerkhov, "İnsansız hava araçlarınız askerlerimizi öldürdüğü için ticaret ticarettir gibi açıklamalar işe yaramıyor" şeklinde RF'nin Türkiye'ye tepkisini ortaya koymuştur (Witt, 2022). Başka bir açıklamasında Peskov, Bayraktar TB-2 SİHA'ların Ukrayna'da üretilmesi için kurulması planlanan fabrikanın "silahsızlandırılacak hedefler" kapsamına gireceğini ifade ederek, kurulması halinde RF tarafından imha edileceğini ima etmiştir (Bayraktar TB2 fabrikası Rusya'yı rahatsız etti! Skandal tehdit: Vururuz, 2022).

Uzun menzilli ve orta/yüksek irtifa İHA/SİHA sistemleri yeterli olmayan RF, İran'dan İHA/SİHA sistemleri ve dolanan mühimmat satın almak zorunda kalmıştır. RF, İran'dan satın aldığı Şahid-136 dolanan mühimmat ile Ukrayna'da çeşitli hedeflere saldırılar

düzenlemiştir (Deveci, 2022). Bu saldırılara yönelik Ukrayna ve Batılı ülkelerden hem RF'ye hem de İran'a yönelik kuvvetli tepkiler gelmiştir. Moskova ise Ukrayna tarafından 29 Ekim 2022 tarihinde Karadeniz Filosuna gerçekleştirilen çoklu İHA saldırısı sonrası RF ile Ukrayna arasında Türkiye ve Birleşmiş Milletler aracılığı ile 18 Ağustos 2022 tarihinde imzalanan Tahıl Sevkiyatı Anlaşması'ndan çekilmiş, sonrasında ise yeniden anlaşmayı uygulayacağını duyurmuştur. RF'nin Ukrayna'ya yönelik askeri harekâtında görüldüğü üzere muharebe sahasında İHA/SİHA sistemlerinin kullanılış biçimi ve yoğunluğu uluslararası politika ve güvenlikte doğrudan etkiler yaratabilmektedir.

Diğer yandan II. Karabağ Savaşı'nda Azerbaycan tarafından kullanılan Bayraktar TB-2 SİHA'lar ve dolanan mühimmatlar, savaşın sonucu üzerine büyük etki eden kuvvet çarpanları olmuşlardır. Her iki imkâna da sınırlı ölçüde sahip olan RF çalışmalarına hız vermiştir. Bu doğrultuda Rus Rostec firması "Kub" ve "Lancet" dolanan mühimmatları Suriye'de test ettiğini açıklamıştır (Bendett, 2021).

Moskova, TB2 Bayraktar'ların Suriye rejiminin İdlib saldırısının yavaşlatılmasında, Libya'da Hafter güçlerinin Trablus çevresinde püskürtülmesinde, 2020 yılında meydana gelen Azerbaycan-Ermenistan çatışmasında ve son olarak Ukrayna tarafından kendisine karşı etkinlikle kullanıldığını gözlemlemiş ve Bayraktar TB2 SİHA'ya karşı gerekli tedbirleri alması gerektiğinin farkına varmıştır (Sabbagh, 2022). RF tarafından geliştirilen tedbirler temel olarak İHA/SİHA'lara karşı elektronik harp ve hava savunma tedbirlerinin uygulanmasını içermektedir.

6. Sonuçlar

Çalışma sonucunda RF'nin 1990 ve 2000'li yıllarda İHA'ların muharebe sahasında oynadığı rolün yeterince farkına varamadığı ve bu yönde araştırma, geliştirme ve tedarik faaliyetlerini öncelik olarak görmediği ortaya çıkmıştır. 2008 yılı RF-Gürcistan Savaşı'ndan itibaren uluslararası ilişkilerinde askeri kuvvet kullanımını artıran ve bu çerçevede muharebe sahasında kendisinin ve diğer ülke silahlı kuvvetlerinin elde ettiği tecrübelerden istifade eden RF Silahlı Kuvvetleri İHA/SİHA'ların önemini fark etmiştir. Bu kapsamda keşif ve gözetleme maksadıyla kullanılan taktik İHA'lar edinilmiş ancak ilerleyen dönemde uzun menzilli SİHA'lar ile dolanan mühimmata ihtiyaç duyulmuştur. RF mevcut durumda uzun menzilli ve orta/yüksek irtifa İHA/SİHA sistemlerinde yeteneklerini artırmaya yönelik projelerine devam etmektedir. RF Devlet Başkanı ve Savunma Bakanı gibi üst düzey siyasi ve askeri liderler, İHA/SİHA geliştirme programlarına

büyük destek vermektedir. Moskova bu hususta özellikle ABD ve Batı dünyasının kendisine yönelik uyguladığı silah ve teknoloji ambargosundan olumsuz olarak etkilenmekte ve gerektiğinde İran gibi ülkelerden doğrudan tedarike yönelmektedir. RF, uzun menzilli, orta ve yüksek irtifa, insanlı savaş uçakları ile entegre edilebilen, yapay zeka yeteneğine sahip İHA/SİHA'lara sahip olabilmesi durumunda yakın gelecekte dünya ölçeğinde bir İHA/SİHA üreticisi ve kullanıcısı olacaktır. RF devam eden projeler kapsamında Altius-U ve S-70 Okhotnik'in prototipini üretmeyi başarmıştır. Ancak bahse konu projelerin seri üretime geçebilme durumu belirsizdir. RF'yi bu alanda sınırlayan en önemli husus kendisine yönelik uygulanan ve savunma endüstrisi ile son dönemde özellikle İHA/SİHA'lar üzerine yoğunlaşan yaptırımlardır.

Yazarların Katkısı

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Bendett, S. (2021). Military Robotics Development. Advanced Military Technology in Russia: Capabilities and implications. *Chatham House*. 47-62.
- Bullen, L. & News, Z. (2022). Russia Blitzes Ukrainian Targets on Video With Deadly Orlan-10 Drones. <https://www.newsweek.com/russia-blitzes-ukrainian-targets-video-deadly-orlan-10-drones-1707449>. (Erişim Tarihi: 25.05.2022).
- Chapter Five: Russia and Eurasia. (2022). *The Military Balance*, 122(1), <https://doi.org/10.1080/04597222.2022.2022930>. <https://sbu.proxy.deepknowledge.io/MuseSessionID=0210j74xe/MuseProtocol=https/MuseHost=www.tandfonline.com/MusePath/doi/full/10.1080/04597222.2022.2022930>. (Erişim Tarihi: 08.08.2022).
- Cohen, A. & Hamilton, R. E. (2011). *The Russian Military and The Georgia War: Lessons and Implications*. Strategic Research Institute. ISBN 1-58487-491-0.
- Countries by UCAV. (2019). *ArmedForces.eu*, https://armedforces.eu/air_forces/ranking_drones. (Erişim Tarihi: 28.12.2022).
- Deveci, M. (2022). Ukrayna: 13 Eylül'den bu yana İran'a ait 223 kamikaze İHA'yı düşürdük. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/ukrayna-13-eylulden-bu-yana-irana-ait-223-kamikaze-ihayi-dusurduk-/2715194>. (Erişim Tarihi: 28.10.2022).

- Dangwal, A. (2021). Russia Says Its Orion UAV Has Fighter-Like Capabilities; Can Shoot Down Drones In Air-To-Air Combat. *The Eurasian Times*. <https://eurasianimes.com/russia-says-its-orion-uav-has-fighter-like-capabilities-can-shoot-down-drones-in-air-to-air-combat-watch/>. (Erişim Tarihi: 01.01.2023).
- Edmonds, J. & Bendett, S. (2022). Russian Military Autonomy in a Ukraine Conflict. *CNA*. https://www.cna.org/archive/CNA_Files/pdf/russia-n-military-autonomy-in-a-ukraine-conflict.pdf. (Erişim Tarihi: 12.08.2022).
- Facon, I. (2015). Prolifated Drones: A Perspective on Russia, <http://drones.cnas.org/wp-content/uploads/2016/05/A-Perspective-on-Russia-Proliferated-Drones.pdf>. (Erişim Tarihi: 25.06.2022).
- Faragasso, S. (2022). Russian Military UAV Used in Ukraine Depends on Foreign Parts. *Institute for Science and International Security*. <https://isis-online.org/isis-reports/detail/russian-military-uav-used-in-ukraine-depends-on-foreign-parts/>. (Erişim Tarihi: 20.10.2022).
- General Gerasimov on the Syrian Campaign. (2018). *OE Watch*. <https://community.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/oe-watch-articles-singular-format/285858>. (Erişim Tarihi: 26.12.2022).
- General Staff reveals details of drones that attacked Russian bases in Syria. (2018). *TASS*, 11 Ocak 2018, <https://tass.com/defense/984635>. (Erişim Tarihi: 20.10.2022).
- Gettinger, D. (2019). *The Drone Databook*, The Center for the Study of the Drone at Bard College, <https://dronecenter.bard.edu/files/2019/10/CSD-Drone-Databook-Web.pdf>. (Erişim Tarihi: 25.06.2022).
- Giles, K. (2017). *Assessing Russia's Reorganized and Rearmed Military*. *Carnegie Endowment for International Peace*. <https://carnegieendowment.org/2017/05/03/assessing-russia-s-reorganized-and-rearmed-military-pub-69853>. (Erişim Tarihi: 25.12.2022).
- Global nuclear arsenals are expected to grow as states continue to modernize—New SIPRI Yearbook out now. (2022). *Sipri*. <https://www.sipri.org/media/press-release/2022/global-nuclear-arsenals-are-expected-grow-states-continue-modernize-new-sipri-yearbook-out-now>. (Erişim Tarihi:12.10.2022).
- Harrington, J. (2019). In Hurricane Barry's wake, here are the worst floods in American history. <https://www.usatoday.com/story/news/weather/2019/07/17/worst-floods-in-american-history/39692839/>. (Erişim Tarihi: 02.07.2020).
- Imposing Sanctions on Entities and Individuals in Response to Iran's Transfer of Military UAVs to Russia. (2022). *U.S. Department of State*. <https://www.state.gov/imposing-sanctions-on-entities-and-individuals-in-response-to-irans-transfer-of-military-uavs-to-russia/>. (Erişim Tarihi: 26.10.2022).
- Kalina, N. & Kozyulin, V (2010). Russia's Defense Industry: Feet of Clay. *Security Index*. 16(1), 31-46.
- Karnozov, V. (2019). Russia advances UAV forces, sheds light on Syrian experiences, *Aviation International News*. <https://www.ainonline.com/aviation-news/defense/2019-10-06/russia-advances-uav-forces-sheds-light-syrian-experiences>. (Erişim Tarihi:15.06.2022).
- Lester, W. G. & Bartles, K. B. (2016a). *The Russian Way of War: Force Structure, Tactics, and Modernization of the Russian Ground Forces*, *Foreign Military Studies Office*. <https://www.armyupress.army.mil/portals/7/hot%20spots/documents/russia/2017-07-the-russian-way-of-war-grau-bartles.pdf>. (Erişim Tarihi: 12.06.2022).
- Lester, W. G. & Bartles, K. B. (2016b). Integration of unmanned aerial systems within Russian Artillery. *Fires*, Temmuz-Ağustos 2016, 31-38, <https://community.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/fmso-monographs/195395>. (Erişim Tarihi: 05.07.2022).
- Mitzer, S. & Oliemans, J. (2022). "Too Little, Too Late - A Guide to Russia's Armed Drones". *Oryx*. <https://www.oryxspioenkop.com/2022/10/too-little-too-late-guide-to-russias.html>. (Erişim Tarihi: 16.10.2022).
- Oliver, D. (2019). Russia's Rapid UAV Expansion, *Armada International*. 8-11. <https://www.armadainternational.com/2019/03/russias-rapid-uav-expansion/>. (Erişim Tarihi: 15.10.2022).
- On the Edge: Security, protracted conflicts and the Role of Drones in Eurasia. (2021). <https://dronewars.net/wp-content/uploads/2021/01/DW-Eurasia-WEB.pdf>. (Erişim Tarihi: 05.07.2022).
- Orlan-10 Unmanned Aerial Vehicle (2021). *Airforce Technology*. <https://www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/>. (Erişim Tarihi: 27.12.2022).
- Palavenis, D. (2022). Russia was lagging behind in drone capabilities, but is now catching up – comment. <https://www.lrt.lt/en/news-in-english/19/1648450/russia-was-lagging-behind-in-drone-capabilities-but-is-now-catching-up-comment>. (Erişim Tarihi: 01.07.2022).
- Press statement by President von der Leyen on the ninth package of sanctions against Russia. (2022). *European Commission*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_7568. (Erişim Tarihi: 25.12.2022).
- Putin'den 'Rusya'nın İHA cephanesini geliştirme' çağrısı. (2021). *Sputnik Türkiye*. <https://sputniknews.com.tr/20211102/putinden-rusyanin-ih-cepahanesini-gelistirme-cagrisi-1050418665.html>. (Erişim Tarihi: 16.06.2022).

- Rozin, I. (2021). What is the Altius UAV capable of? Russia Beyond. <https://www.rbth.com/science-and-tech/334013-what-is-altius-uav-capable>. (Erişim Tarihi: 29.12.2022).
- Russian army to have strategic drones soon – defense minister. (2022). TASS. <https://tass.com/defense/1453839>. (Erişim Tarihi: 26.05.2022).
- Russian Defense Ministry not planning to buy more Israeli drones. (2014). Interfax. <https://0210c74yq-y-https-eds-p-ebsohost-com.sbu.proxy.deepknowledge.io/eds/detail/detail?vid=20&sid=96bf30b9-20d3-4d7e-b9c7-6f293a71f8e8%40redis&bdata=Jmxhbm9dHImc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=97357832&db=n5h>. (Erişim Tarihi: 26.06.2022).
- Russian UAV Organization and Developments. (2021). OE Watch. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Hw0l0L9Nh6wJ:https://community.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/oe-watch-articles-2-singular-format/382806/download&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr&client=avast-a-1>. (Erişim Tarihi: 15.06.2022).
- Russia to launch mass production of effective drones – Medvedev. (2022). TASS, <https://tass.com/defense/1523079,->. (Erişim Tarihi: 20.10.2022).
- Rusya: 'Altius' İHA'ları, Bayraktar Akıncı ile benzer özelliklere sahip olacak". (2022). Sputnik, <https://sputniknews.com.tr/20220613/rusya-altius-ihaları-bayraktar-akinci-ile-benzer-ozelliklere-sahip-olacak-1057357949.html>. (Erişim Tarihi: 16.09.2022).
- Rusya: Ukrayna'nın Türk SİHA'larını kullanması ülkenin doğusunda istikrarsızlığa yol açabilir". (2021). BBC News Türkçe. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-59067531>. (Erişim Tarihi: 26.10.2022).
- Sabbagh, D. (2022). 'War-enabling, not war-winning': how are drones affecting the Ukraine war?. <https://www.theguardian.com/world/2022/may/15/war-enabling-not-war-winning-how-are-drones-affecting-the-ukraine-war>. (Erişim Tarihi: 25.05.2022).
- Sukhoi S-70 Okhotnik-B (t.y.). GlobalSecurity.org. <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/su-70.htm>. (Erişim Tarihi: 30.12.2022).
- Trends in World Military Expenditure, 2021. (2022). Sipri. https://www.sipri.org/sites/default/files/2022-04/fs_2204_milex_2021_0.pdf. (Erişim Tarihi: 20.10.2022).
- UAV Use in the Russian Armed Forces. (2018). OE Watch. <https://community.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/oe-watch-articles-singular-format/281443/download>. (Erişim Tarihi: 24.12.2022).
- Unmanned Aircraft Systems (UAS): DoD Purpose and Operational Use, t.y. U.S. Department of Defense. <https://dod.defense.gov/UAS/>. (Erişim Tarihi: 26.10.2022).
- Urcosta, R. B. (2020). The Revolution in Drone Warfare The Lessons from the Idlib De-Escalation Zone. European, Middle Eastern, & African Affairs. 50-65.
- Watling, J. & Reynolds, N. (2022). Ukraine at War: Paving the Road from Survival to Victory. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies. https://static.rusi.org/special-report-202207-ukraine-final-web_0.pdf. (Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- Wezeman, P. D., Kuimova, A. & Wezeman, S. T. (2022). "Trends in International Arms Transfers, 2021". Sipri. https://www.sipri.org/sites/default/files/2022-03/fs_2203_at_2021.pdf. (Erişim Tarihi:09.09.2022).
- Witt, S. (2022). The Turkish Drone That Changed the Nature of Warfare. <https://www.newyorker.com/magazine/2022/05/16/the-turkish-drone-that-changed-the-nature-of-warfare>. (Erişim Tarihi: 25.05.2022)
- URL-1: <https://www.joint-forces.com/defence-equipment-news/33546-orlan-10-uav-systems-for-kyrgyzstan>, (Erişim Tarihi: 30.10.2022).
- URL2: <https://www.defenseworld.net/2022/03/08/russian-orion-e-drone-makes-its-first-kill-in-ukraine.html>, (Erişim Tarihi: 30.10.2022).
- URL-3: <https://www.airporthaber.com/havacilik-haberleri/uav-altiusu-ilk-ucusunu-yapti.html>, (Erişim Tarihi: 30.10.2022).
- URL-4: <https://www.kokpitteyiz.com/sukhoi-s-70-okhotnik/>. (Erişim Tarihi: 30.10.2022).



© Author(s) 2023.

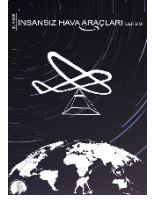
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



Dron Görüntüleri Kullanılarak Mezarların Gümü Mevsiminin Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Denemesi: Malazgirt Projesi Örneği

İskender Dölek ^{1*}

^{1*} Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi, 49250, Muş, Türkiye; (isdolek@gmail.com)



*Sorumlu Yazar:
isdolek@gmail.com

Araştırma Makalesi

Alıntı: Dölek, İ. (2023). Dron Görüntüleri Kullanılarak Mezarların Gümü Mevsiminin Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Denemesi: Malazgirt Projesi Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 5(1), 21-26.

Geliş : 17.11.2022
Revize 1 : 05.02.2023
Revize 2 : 31.03.2023
Kabul : 03.04.2023
Yayınlama : 30.06.2023

Özet

2020 yılında "Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzeysel Araştırma Projesi" adıyla Kültür Bakanlığının da destekleri ile bir proje başlatılmıştır. Proje kapsamında Malazgirt savaşına ait izlerin tespiti amacıyla Malazgirt ilçe sınırları içerisinde farklı alanlarda kazılar gerçekleştirilmiş savaşa ait olabileceği düşünülen çok sayıda buluntuya (obje ve kemikler) ulaşılmıştır. Objeler ve kemikler üzerinde yapılacak yaşlandırma yaklaşık olarak bir tarih verecektir. Savaşın 26 Ağustos 1071 tarihinde gerçekleşmiş olması savaşa ait olabileceği düşünülen insan kemikleri için mevsimsel bir değerlendirme yapılmasını da gerektirmektedir. Bu çalışmada gömü mevsiminin belirlenebilmesine yönelik olarak bir yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ölü gömme geleneklerine ait bazı unsurların (Mezarların doğrultuları, kible yönü gibi) mekânsal olarak karşılıkları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile birlikte entegre kullanılabilen İnsansız Hava Araçları (İHA) ile üretilen dijital görüntülerle birleştirilerek kullanılmıştır. Önerilen modelin ülkemizde yapılan kazılar için belli dönem ve kültürlerle ait gömüleri kapsayacak şekilde, gömülerin yapıldığı mevsimlerinin belirlenmesi için kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dron, fotogrametri, ortofoto, arkeoloji, CBS.

A Method Trial for Determining the Burial Season of Graves Using Drone Images: The Example of the Malazgirt Project

*Corresponding Author:
isdolek@gmail.com

Research Article

Citation: Dölek, İ. (2023). A Method Trial for Determining the Burial Season of Graves Using Drone Images: The Example of the Malazgirt Project. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 5(1), 21-26 (in Turkish).

Received : 17.11.2022
Revised 1 : 05.02.2023
Revised 2 : 31.03.2023
Accepted : 03.04.2023
Published : 30.06.2023

Abstract

In 2020, a project called "Detection, Historical and Archaeological Survey Project of the Battlefield of Malazgirt" was initiated with the support of the Ministry of Culture. Within the scope of the project, excavations were carried out in different areas within the borders of Malazgirt district in order to detect traces of the Battle of Malazgirt, and many finds (objects and bones) thought to belong to the war were reached. Aging on objects and bones will give an approximate date. The fact that the battle took place on August 26, 1071 also necessitates a seasonal assessment of the human bones thought to belong to the war. In this study, a method has been tried to be developed to determine the burial season. For this purpose, the spatial equivalents of some elements of burial traditions (such as the direction of the tombs, the direction of the qibla) were combined with digital images produced by Unmanned Aerial Vehicles (UAV), which can be integrated with Geographic Information Systems (GIS). It is thought that the proposed model can be used to determine the seasons of burials, including burials belonging to certain periods and cultures, for excavations in our country.

Keywords: Drone, photogrammetry, orthophoto, archeology, GIS.

1. Giriş

Yer bilimlerinde ve arkeolojide farklı yöntemler kullanılarak amaca yönelik olarak jeolojik olay ya da objelerin yaşları belirlenebilmektedir. Çeşitli yöntemlerle elde edilen yaşlar, tarihsel veriler birleştirilerek kültürel geçmiş (savaşlar, göçler, arazi kullanımı), doğal afetler (tarihsel depremler, yangınlar), hayvanlar ve bitki coğrafyası, yakın ve uzak iklim değişimleri ortaya konulabilmektedir (Kazancı, 2012).

Objelerin karşılaştırılması ile rölatif, farklı elementlerin oranları ölçülerek de radyometrik yaşlandırma yapılmaktadır. Kullanılan bu yöntemler yaşı tespit edilmek istenen obje ya da olay için kabul edilebilir bir hata payı içerisinde (+) ya da (-) bir tarih aralığı vermektedir.

1071 yılının 26 Ağustos'unda gerçekleşen Malazgirt Savaşı gerek Türk gerekse İslâm tarihi açısından oldukça önemli bir savaştır. Tarihçiler tarafından dünya tarihi için bir dönüm noktası olarak değerlendirilir (Roux, 2008; Çetin, 2016; Alican, 2018; Sevim, 2021). Selçukluların mutlak zafer elde ettiği bu savaşın ardından Anadolu coğrafyası Türklerin eliyle İslamlaşmış, Müslüman Türkler kısa sürede İstanbul önlere kadar ulaşmışlardır. Bizans Devleti geri döndürülemez bir gerileme sürecine girmiş, Hıristiyan Batı'nın sosyal, siyasal, kültürel, dinsel ve etnik bileşenleri farklılaşmıştır. Her şeyden önemlisi Anadolu'nun bugün anladığımız manada Türkiyeleşmesi gerçekleşmiştir (Alican, 2018; Alican, 2021).

Siyasi ve tarihi anlamda öneminin birçok çalışmada vurgulandığı bu savaşa yönelik olarak; 2020 yılında Kültür Bakanlığının da destekleri ile "Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması" adıyla bir proje başlatılmıştır. Bu proje kapsamında Malazgirt ilçe sınırları içerisinde savaşa ait olabileceği düşünülen kalıntılara ulaşmak amacıyla sistematik olarak birçok kazı

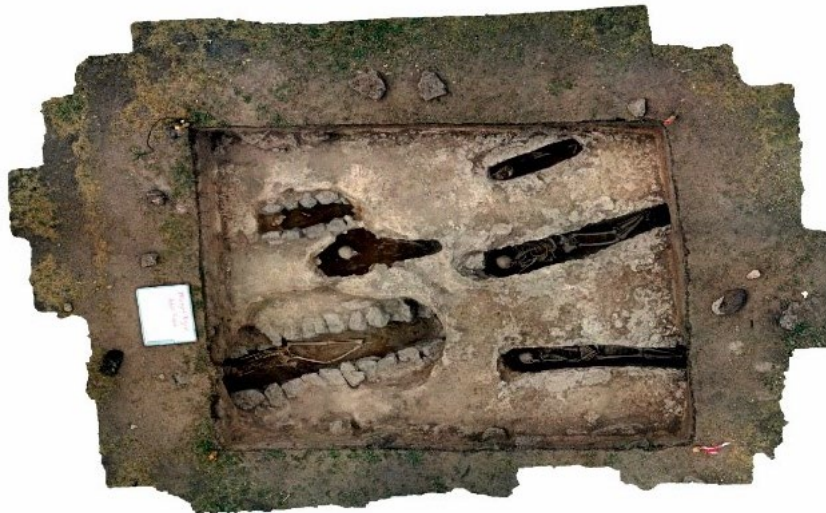
gerçekleştirilmiştir. Yine bu kazılarda savaşa ait olabileceği düşünülen ok ucu, topuk kıran, mızrak, kılıç gibi farklı malzemelerden yapılmış objelere ulaşılmıştır. Proje kapsamında Ziyaret Tepesi'nde (2021) (Şekil 1) ve Avşin mahallesinde (2022) (Şekil 2) yapılan kazılarda ise genelde doğu-batı doğrultulu ayak ve baş şaide taşları yüzeyde taş sandukalı mezarlara ulaşılmıştır (Şekil 1, 2, 3)

Mezarların doğu batı doğrultulu oluşu, mezarlarda ki bütünlüğü bozulmamış iskeletlerin baş kısımlarının güneye dönük olması mezarların ilk etapta Müslüman geleneklerine göre düzenlendiği izlenimini vermektedir.



Şekil 1. Ziyaret Tepe kazılarında belirlenen farklı doğrultulara sahip mezarların bir bölümü.

Kazı yapılan mezarlarda olduğu gibi, güncel gömü yapılan mezarlarda da mezar doğrultularında sapmalar gözlenmiştir (Şekil 1, 2). Mezarların doğrultularının farklı olması bu mezarların farklı dönemlerde düzenlendiği şeklinde yorumlanabileceği gibi aynı alana farklı dönem ya da tarihlerde de gömüler yapıldığı şeklinde bir değerlendirmeye bizleri yönlendirebilir. Aynı mezarlık farklı dönemlerde de kullanılmış olabilir. Bu durum radyoaktif yöntemlerle yapılacak tarihlendirme ile belirlenebilir. Ancak Malazgirt Savaşı'nın yapıldığı mevsimi yansıtabilecek bazı özelliklerin de mezarlar üzerinden belirlenmesi gerekmektedir.



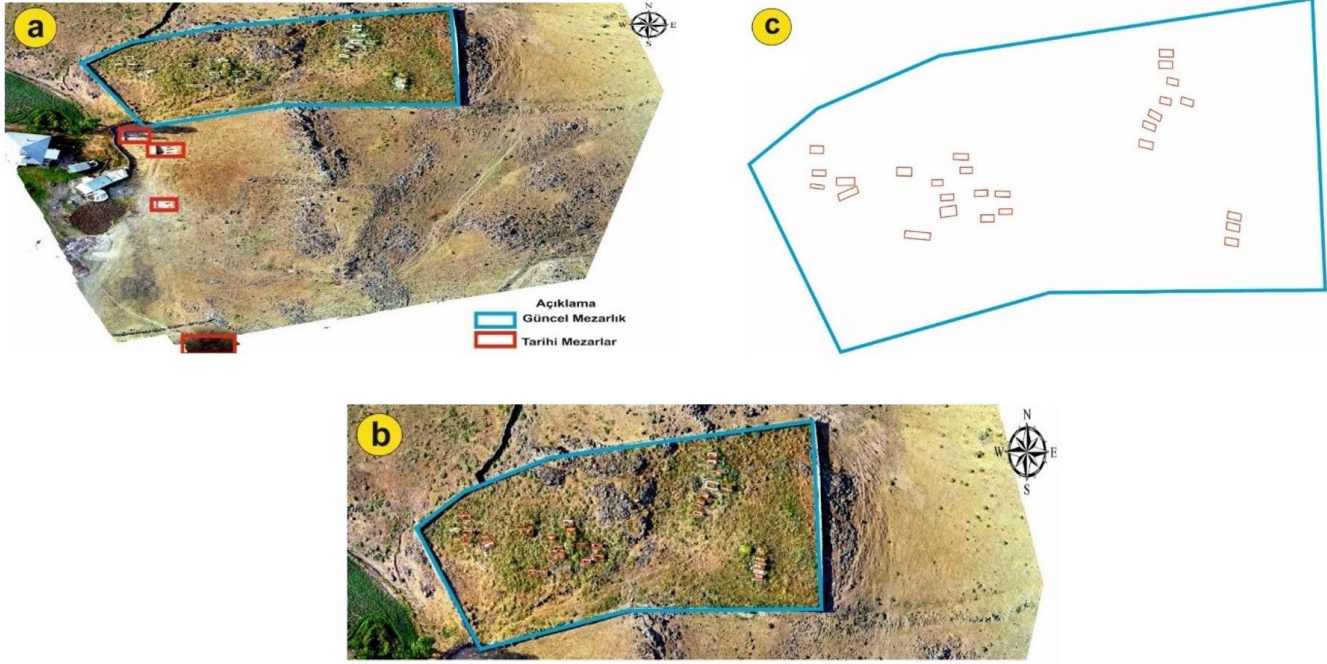
Şekil 2. Avşin Mahallesinde ki kazılarda (2022) belirlenen mezarlar.

Gömü alanlarında yapılan kazı çalışmalarında çıkartılan kemikler ^{14}C yöntemi ile yaşlandırıldığında gömünün yapıldığı yüzyıl belli bir hata payı içerisinde tespit edilebilecektir.

Kemikler üzerinde travma izlerinin bulunması, mezarların aynı doğrultuda ve sıralı bir şekilde gömülmesi gibi özellikler mezarların Malazgirt savaşına ait olma ihtimalini daha da güçlendirecektir.

11. Yüzyıla tarihlendirilen ve travma izleri taşıyan

bütün ölümlerin savaş nedeni ile meydana gelmemiş olabileceğini düşünebiliriz. Aynı alana farklı dönemlerde gömüler yapılmış olabileceği ihtimalide dikkate alınırse kazı yapılan gömü alanlarında savaşın yapıldığı mevsimi gösterecek buluntuların Malazgirt savaşı ile olan ilgilerinin kurulmasında destekleyici özellikler olarak değerlendirilebilir.



Şekil 3. Avşin Mahallesiinde yer alan güncel mezarlık (a, b), güncel mezarların doğrultuları (c).

Tarihte birçok kültür, yıldızları farklı şekillerde kullanarak ölü gömme geleneklerinde kullanmıştır. Mısır, bu geleneklerin en bilinenlerinden biridir. Mısırlılar, ölümlerinin ruhlarının yıldızlara yükseldiğine inanırlar (Seymour, 2014); ayrıca, ölümlerin gömüldüğü yerlerde yıldızların konumuna göre belirledikleri düşünülmektedir (Gillings, 2016).

Eski Türklerde de yıldızlar ölü gömme geleneklerinde kullanılmıştır. Göktürkler ve Uygurlarda, ölümlerinin ruhlarının yıldızlara yükseldiğine inanılırdı (Köse, 2013). Göktürkler, ölen bir kişinin ruhunun yıldızlardan birine dönüşeceğine ve bu yıldızın gökyüzünde parlak bir şekilde görüleceğini düşünürlerdi (Köse, 2013). Ayrıca, Uygurlar, ölen bir kişinin ruhunun yıldızlardan birine gideceğine ve bu yıldızın aynı zamanda kişinin yaşadığı yerin yönünü belirleyeceğine inanıyorlardı (Bingöl, 2017).

Güncel mezarlarının birçoğunun doğrultularının farklı olması ölü gömme yön ve kible tespitinde yörede geçmişte kullanılan özelliklerin bugünde kullanıldığını göstermektedir ki bu durumu yörede yaşayan insanlarla da yaptığımız görüşmelerde teyit ettik.

Yörede yaşayan insanların yön tayininde güneşi kullanmış olması güneşin yıl içinde farklı yönlerden doğması mezar doğrultularında gözlenen farklılıkları da açıklamaktadır. Bu durum gömülerin yapıldığı mevsimlerin belirlenmesinde kullanılabilir bir özelliktir.

Elde edilen bulgular belirli dönemlere ait Müslüman mezarlarının gömü mevsimlerinin değerlendirilmesinde de kullanılabilir.

Bu amaçla 21 Haziran – 23 Eylül gibi gündönümü ya da mevsim değişim tarihlerinde kazı alanlarında güneşin doğusu gözlenmiş, mezarların doğrultusu ile olan ilgi kurulmaya çalışılmıştır.

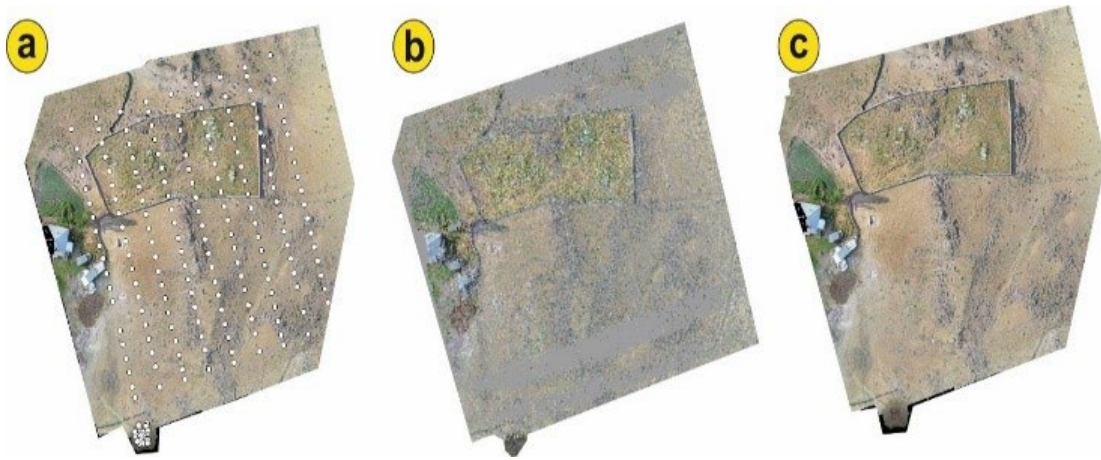
Arazi gözlemleri dışında kazıların yapıldığı alanların Dronlarla dijital görüntüleri oluşturulmuş bu görüntüler farklı yazılımlarla işlenerek koordinatlandırılmıştır. Yine aynı görüntüler üzerinden mezarların doğrultularına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Arazi gözlemleri ve ölü gömme ritüellerinde kullanılan imgeler (yönler, kible yönü vb.) mekâna yansıtılarak değerlendirilmiştir.

2. Yöntem

Bu çalışmada veriler büro ve saha çalışmaları ile toplanmıştır. Kazılardan elde edilen verilerle birlikte, ölü gömme gelenekleri, yön tayini gibi konulara yönelik olarak bir literatür taraması yapılmıştır.

Agisoft yazılımında drondan elde edilen sahaya ait dijital görüntüler işlenmiş, nokta bulutu kümesi oluşturulmuştur. Nokta bulutunda meydana gelen saçılmalar temizlenmiş, nokta bulutundan sahaya ait ortofotolar elde edilmiştir.

Bu ortofotolar koordinat ve projeksiyon tanımlamaları yapılarak farklı CBS yazılımlarında kullanılabilir bir şekle dönüştürülmüştür (Şekil 4a, b, c). Sahadan toplanan veriler bu dijital görüntüler üzerinden yeniden değerlendirilmiştir.



Şekil 4. İHA'larla ortofoto oluşturma aşamaları: (a) sahaya ait görüntüler oluşturulurken bu görüntülere ait sütun ve yarı sütunlarla dijital görüntülerin alındığı noktalar, (b) nokta bulutu, (c) ortofoto görüntüsü.

3. Bulgular

“Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması” projesi kapsamında 2020 ve 2021 yıllarında farklı dönemlerde Malazgirt ilçe sınırları içerisinde farklı yerlerde kazılar gerçekleştirilmiştir.

İlk kazı yapılan alan 1750 metre yükseklikte yer alan Ziyaret Tepe olarak adlandırılan, Malazgirt ve Patnos ovalarına tamamen hâkim bir noktada yer alan sahadır.

Ziyaret Tepe de 4 mezar ve yapı olduğu düşünülen 4 alanda sondaj kazıları gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Ziyaret Tepe kazılarının da ayak ve baş saide taşları yüzeyde gözlemlene bilen mezar alanlarında ikisi kaçak kazı olmak üzere toplam 9 mezar açığa çıkarılmıştır.

Mezarlarla ilgili yürütülen çalışmalarda, mezarların ortaya çıkarılması ve ölüm uygulamalarının tespiti, paleodemografik yapının ve paleopatolojik unsurların belirlenmesi, antik DNA çalışmaları ve ¹⁴C yaş tespitlerinin yapılması

Güneşin gün içindeki konumuna bakarak yön belirlenebilir, özellikle güneşin doğu-batı yönünde ki gün içindeki konumu gözlemlenir ve güneşin hareketinin belirli bir süre boyunca izlenmesiyle yönün tespit edilmesi mümkün olur (Phillips, 2004; Yılmaz, 2002; Demirkaya vd., 2004; Moore, 2011; Avdan vd., 2020, Balali vd., 2019). Dünyamızın eksen eğikliği ve yıllık hareketinin sonucunda güneş yıl içerisinde sadece 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde coğrafi anlamda doğudan doğar ve batıdan batar (Yılmaz, 2002; Demirkaya vd., 2004).

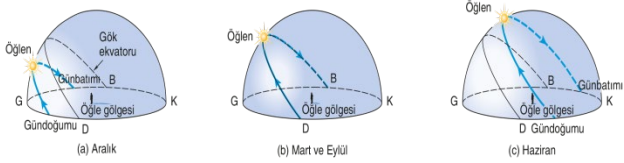
Bu çalışmada bu olgu Dronla elde edilen ve işlenen dijital görüntülerle birleştirilerek gömülerin yapıldığı mevsimler belirlenmeye çalışılmıştır.

hedeflenmiştir. ¹⁴C yaşlandırması ile mezarlara ait yaklaşık bir tarih aralığı belirlenebilecektir.

Gerek bu yöntem gerekse diğer yöntemlerle mezarların gömü mevsimine yönelik bir değerlendirme yapmak olası gözükmemektedir. Aynı mezarlığın farklı dönemlerde de kullanılabiliyor olması radyoaktif yöntemlerle tarihlendirilecek mezarların; Malazgirt Savaşının yapıldığı mevsimi yansıtabilecek bazı özelliklerinin de belirlenmesini gerektirmektedir.

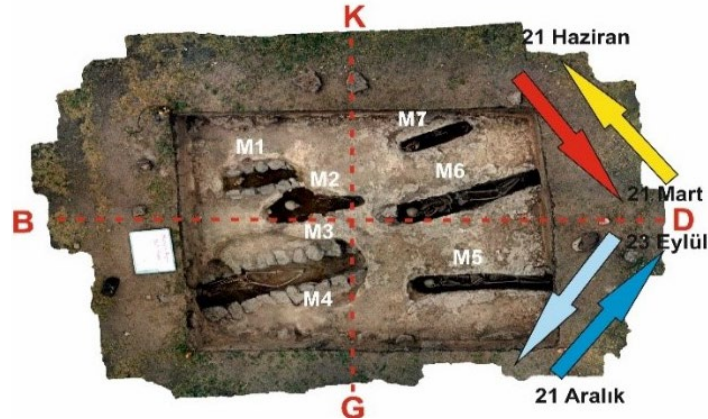
Ziyarete Tepe kazılarında güneşin doğduğu yerin belirlenebilmesi adına 23 Eylül (Ekinoks) ve 21 Haziran (Solsist) tarihlerinde gözlemler yapıp belgelenmiştir.

23 Eylül ve 21 Mart tarihlerinde güneşin doğduğu yön coğrafi anlamda kuzeyi battığı yön ise batıyı göstermektedir (Phillips, 2004; Yılmaz, 2002; Demirkaya vd., 2004, Moore, 2011; Avdan vd., 2020, Balali vd., 2019). Bu iki tarih dışında ülkemizde güneş kuzey doğudan doğar, kuzey batıdan batar. Güneşin yıl içerisinde farklı yönlerden doğup batması, yön tayininde güneşin kullanılmasıyla farklı mevsimlerde yapılan gömülerde mezar doğrultularının da farklı olmasına neden olmuştur.



Şekil 5. Güneşin her yıl 21 Mart ve 22 Eylül'de yılın yalnızca iki gününde, ilkbahar ve sonbahar ekinoksların da doğuya doğru yükselir ve batıya doğru batması (bu zamanlar dışında yılın her günü başka bir yerden yükselir) (Koupelis, 2020).

Mezar doğrultuları ve gömü mevsimleri arasında Şekil 5'te gösterildiği gibi bir ilgi kurulmuştur. Buna göre Kuzey ve Doğu yönleri arasında doğrultuya sahip olan mezarların 21 Mart – 21 Haziran arasında gömülmüş olacağı, Doğu ve Güney yönleri arasında doğrultuya sahip olan mezarların ise 23 Eylül-21 Aralık arasında gömülmüş olacağı şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 6. Mezar doğrultuları ve gömü mevsimleri arasındaki ilişki.

Avşın mahallesinde 2022 yılında gerçekleştirilen kazılardaki mezarların gömü mevsimlerine yönelik bir değerlendirme yapıldığında; M1, M2, M3, M4, M6, M7, kuzeydoğu güneybatı doğrultusunda ve Yaz-Sonbahar mevsimlerinde gömülmüş olabilecekleri M5 doğu-batı doğrultusun da İlkbahar – Sonbahar da (Mart-Eylül) gömülmüş olabileceği yönünde bir değerlendirme yapılabilir.

Tablo 1. Mezarların doğrultu ve gömü mevsimleri.

Mezar No	Doğrultu	Gömü Mevsimi
M1	KD-GB	Yaz -Sonbahar
M2	KD-GB	Yaz -Sonbahar
M3	KD-GB	Yaz -Sonbahar
M4	KD-GB	Yaz -Sonbahar
M5	D-B	İlkbahar -Sonbahar (Mart-Eylül)
M6	KD-GB	Yaz -Sonbahar
M7	KD-GB	Yaz -Sonbahar

4. Sonuçlar

Ülkemizde yapılan kazılarda özellikle Müslüman gömü geleneklerine göre düzenlenmiş mezarlarda bu yöntemin gömü mevsiminin belirlenmesinde kullanılabileceği düşünülebilir.

Dronlarla elde edilen dijital görüntülerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre kullanımı anıtsal ve çok geniş alanları kapsayan gömü alanlarında gömü mevsimlerinin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesinde oldukça pratik çözümler sunabileceği ifade edilebilir.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışmada katkılarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Antropoloji Bölümünden Doç. Dr. Ali Metin Büyükkarakaya'ya teşekkür ederim.

Yazarların Katkısı

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Alican, M. (2018). Malazgirt savaşı. Ed. Alican M. Malazgirt zaferi. Kronik yayınları.
- Avdan, U., & Avdan, N. (2020). A simple method for measuring solar altitude angles using a smartphone. *Renewable Energy*, 150, 1311-1318.
- Balali, V., Alishah, A., & Seddighi, A. (2019). Determination of the azimuth angle of solar panels using a mobile phone. *Energy Reports*, 5, 22-28.
- Çetin, O. (2016). Türk islam devletleri tarihi. Emin Yayınları 6. Baskı.
- Bingöl, S. (2017). Orta Asya Türk topluluklarında ölüm ve ölü kültürü. *Turkish Studies*, 12(12), 825-840.
- Demirkaya, H., Çetin, T., & Tokcan, H. (2004). İlköğretim Birinci Kademe Öğrencilerine Yön kavramı

- Öğretiminde Kullanılabilecek Metotlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 39-70.
- Gillings, R. (2016). The use of stars and constellations in megalithic monuments. *Journal of Skyscape Archaeology*, 2(1), 72-91.
- Kazancı, N. (2012). Kuvaterner bilimi; kapsamı ve gelişimi. Ed. Kazancı, N & Gürbüz A. Kuvaterner bilimi (1-16) Ankara Üniversitesi Yayınları no: 350, 570.
- Köse, Y. (2013). Türk kültüründe ölüm ve ölüm sonrası inanışlar. *International Journal of Social Science*, 6(3), 449-465.
- Koupelis, T. (2020). Evreni anlama serüveni. Çev. ed. Tolga Güver)
- Moore, P. (2011). Using the Sun and Stars to Find Your Way. *Sky & Telescope*, 121(2), 28-32.
- Nicolle, D. (2013). Malazgirt 1071. İstanbul: İş Bankası Yayınları.
- Phillips, J. (2004). Using the sun to determine direction. *Journal of Geography*, 103(4), 148-155.
- Roux, J. P. (2008). Türklerin tarihi. Kabalıcı Yayınevi.
- Sevim, A. (2021). Malazgirt meydan savaşı. Türk Tarih Kurumu Yayınları. 3. Baskı.
- Seymour, M. J. (2014). The use of astronomy in ancient Egyptian society. *Journal of Astronomy in Culture*, 1(2), 125-133.
- Yılmaz, E. (2002). Doğada Yön Bulma. *Bilim Çocuk Aylık Popüler Bilim Dergisi*, 2002/02, 20-23.
- Yılmaz, F. (2002). Determination of the North direction using the sun. *Building and Environment*, 37(6), 573-577.



© Author(s) 2023.

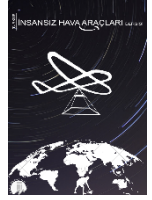
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



İHA Görüntülerinden Yararlanarak Taşkın Analizinin Yapılması: Çan (Kocabaş) Çayı Örneği

Sercan İlhan^{1*}, Umut Aydar¹

^{1*} Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye;
(ilhansercan24@gmail.com; umutaydar@comu.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
ilhansercan24@gmail.com

Araştırma Makalesi

Alıntı: İlhan, S., & Aydar, U. (2023). İHA Görüntülerinden Yararlanarak Taşkın Analizinin Yapılması: Çan (Kocabaş) Çayı Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 5(1), 27-36.

Geliş : 28.12.2022
Revize : 20.05.2023
Kabul : 29.05.2023
Yayınlama : 30.06.2023

Özet

Geçmişten günümüze meydana gelen, maddi ve manevi sorunlara yol açan doğal afetler, doğal ve beşeri faktörlerin birleşik etkileriyle ortaya çıkmaktadır. Doğal afetlere neden olan doğal faktörler, gerçekleşen olayın büyüklüğü, yerleşim alanlarına olan uzaklığı ve yerleşim alanlarının etkileme miktarıdır. Doğal afetlere neden olan beşeri faktörler ise; az gelişmişlik, nüfus artışının dengesiz olması, bilinçsiz yerleşim ve eğitimsizlik gibi nedenlerdir. Doğal afetlere deprem, toprak kayması, kuraklık, sel ve taşkınlar gibi pek çok örnek verilebilmektedir. Doğal afetlerden biri olan ve bu çalışmanın da konusunu oluşturan taşkınlar genel anlamıyla, bir akarsuyun, doğal veya yapay olarak, mevcuttaki yatağından taşarak yatak sınırları dışında akışını devam ettirmesi sonucunda çevreye zarar vermesi olayı olarak ifade edilebilmektedir. Taşkınlar ülkemizi en çok etkileyen doğal afetlerden biridir. Buna göre taşkınlar can ve mal kayıpları açısından ülkemizde ikinci sırada yer alırken, meteorolojik afetler içerisinde ise ilk sırada yer almaktadır. Bu çalışmada Çan ve Biga ilçelerini kapsayan, Biga (Çan) Çayı Havzasının, Çan ilçe merkezinden geçen bölümünün eEbee X model sabit kanatlı İnsansız Hava Aracı (İHA) aracılığıyla görüntüleri elde edilmiş, elde edilen görüntüler çeşitli fotogrametrik değerlendirme programları kullanılarak 3 boyutlu model haline getirilmiş ve taşkın analizi için gerekli veriler elde edilmiştir. Son olarak elde edilen bu çıktı ürünler, ilgili kurumlardan temin edilen verilerle birlikte kullanılarak Çan ilçesine ait 100 ve 500 yıllık taşkın haritaları koordinatlı bir şekilde üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İHA, 3B modelleme, fotogrametri, taşkın.

Flood Analysis by Utilizing UAV Images: The Case of Çan (Kocabaş) Stream

*Corresponding Author:
ilhansercan24@gmail.com

Research Article

Citation: İlhan, S., & Aydar, U. (2023). Flood Analysis by Utilizing UAV Images: The Case of Çan (Kocabaş) Stream. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 5(1), 27-36 (in Turkish).

Received : 03.11.2022
Revised : 16.01.2023
Accepted : 21.03.2023
Published : 30.06.2023

Abstract

Natural disasters, which have occurred from the past to the present and cause material and moral problems, emerge with the combined effects of natural and human factors. The natural factors that cause natural disasters are the size of the event, the distance from the residential areas and the amount of impact of the residential areas. The human factors that cause natural disasters are; reasons such as underdevelopment, unbalanced population growth, unconscious settlement and lack of education. Many examples of natural disasters such as earthquakes, landslides, droughts, floods and overflows can be given. Floods, which is one of the natural disasters and which is the subject of this study, can be expressed in general terms as the event that a stream causes damage to the environment as a result of natural or artificial overflow from its existing bed and continuing its flow outside the bed boundaries. Floods are one of the natural disasters that affect our country the most. Accordingly, while floods are in the second place in terms of loss of life and property in our country, they are in the first place among meteorological disasters. In this study, images of the part of the Biga (Çan) Stream Basin, which includes Çan and Biga districts, passing through Çan district center, were obtained by eEbee X model fixed-wing Unmanned Aerial Vehicle (UAV), and these images were transformed into 3D models using various photogrammetric evaluation programs. and the necessary data for flood analysis were obtained. Finally, these output products were used together with the data obtained from the relevant institutions, and the 100 and 500 year old flood maps of Çan district were produced in a coordinated manner.

Keywords: UAV, 3D modeling, photogrammetry, flood.

1. Giriş

Taşkın belirli bir kesit üzerinden geçen suyun zamanla kesit üzerinden taşması ve çevresindeki arazilere yayılarak ekonomik ve sosyal zararlar verebilmesi nedeniyle, dikkat edilmesi gereken önemli afetlerden biridir (Sargın, 2013). Taşkınların ortaya çıkmasında arazinin jeolojik yapısı, eğimi, bitki örtüsü miktarı, insan etkisi ve en önemlisi de kesit üzerinden geçen suyun miktarını belirleyen yağışlar etkili olmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının hazırlamış olduğu verilere göre ülkemizde 2011-2020 yılları arasında 1266 sayıda taşkın gerçekleşmiş, meydana gelen taşkınlar sonucunda 127 kişinin hayatını kaybetmiş ve yıllık olarak ortalama 300 milyon TL ekonomik zarar meydana gelmiştir (URL-1). Buna göre meydana gelebilecek olası taşkın afetinin önüne geçebilmek için yapılması gerekenlerin olduğu görülmektedir. Bunlardan en önemlisi dere ıslah çalışmalarıdır. Buna göre dere içinden geçen suyun akışını etkileyerek taşkınlara sebep olabilecek faktörler (moloz yığını, bitki örtüsü vb.) dere içinden temizlenmelidir. Ayrıca dere güzergahının sağına ve soluna taşkın koruma duvarları yapılarak meydana gelebilecek olası taşkınların önüne geçebilmek ve/veya etkisini azaltabilmek mümkündür (Şekil 1, Şekil 2). Tüm bu ve bunun gibi tedbirleri almanın yanında HEC-RAS, MIKE HYDRO gibi çeşitli yazılımlar kullanarak da taşkınların yayılım alanlarını önceden tespit edebilmek ve buna göre önlemler alabilmek mümkündür (Yılmaz, 2022).

Literatürde taşkın analizleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, Efe ve Önen yaptıkları çalışmada Batman Çayı'nın taşkın analizini HEC-RAS programı ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışma alanı olarak Batman Çayı'nın Malabadi Köprüsü ile Batman-Diyarbakır Karayolu Köprüsü arasında yer alan kısım belirlenmiştir. 1/1000 ölçekli veriler, AutoCAD Civil 3D ortamında sayısallaştırılmış ve dere güzergahına dik olacak şekilde 165 adet en kesit çizimi gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan tüm veriler HEC-RAS programına girilerek tek boyutlu taşkın hidrolik analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda Q_{50} yıllık taşkın debilerinden itibaren dere kesitinin taşkınlara karşı çoğu bölgede yetersiz kalacağı tespit edilmiş, bu durumun Silvan Barajı'nın yapılmasıyla beraber büyük oranda azalıp taşkın riskinin düşürülebileceği anlaşılmıştır. Dolo 2018 yılında yapmış olduğu çalışmada, Arhavi ilçesine ait taşkın yayılım haritalarını drone verisi sonucunda elde ettiği resimleri işleyerek elde etmiştir. Taşkın yayılım haritasını oluşturmak için HEC-RAS programını kullanmış ve 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrarlama periyotları için sel-taşkın modelleri oluşturmuştur. Buna göre, her 24 saat için 101,30 mm, 120,36 mm, 152,11 mm, 247,38 mm, 406,15 mm ve 723,70 mm yağış meydana

gelebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca bu yağışlarla birlikte çalışma alanının su seviyesi değişimi gözlemlenmiştir. Analiz sonucunda suyun akışını negatif yönde etkileyen faktörlerin olduğu ve bunun için gerekli önlemler alınması gerektiği anlaşılmıştır. Beden 2019 yılında yaptığı çalışmada, Ordu iline bağlı Ünye ilçesinde bulunan Cevizdere Havzası'ndan bahsetmiştir. Taşkın debilerini hesaplamak için Kolmogorov-Smirnov uygunluk testini kullanmış, taşkın hidrograflarını hesaplamak için ise DSİ Sentetik, Mockus ve Snyder metodları uygulamıştır. DSİ Sentetik yöntemi ile bulduğu taşkın debilerini taşkın modellemesinde kullanan Beden, çalışma alanına ait pürüzlülük değerlerini ise Cowan Yöntemi ile hesaplamıştır. Taşkın analizi için MIKE 11 ve MIKE 21 modüllerini tercih eden Beden, analiz sonucunda Q_{50} için %19,75, Q_{100} için %23, Q_{500} için %30 ve Q_{1000} için %32,25 oranlarında çalışma bölgesinin taşkınlara maruz kalacağını tespit etmiştir. Ayrıca bölge için çeşitli zarar hesaplama yöntemleri de uygulayan Beden, en yüksek zararları Pistrika ve Jonkman yöntemleri ile elde etmiştir. Seçkin (2021), Doğu Akdeniz Havzasında bulunan Çeşneli Deresi alt havzası için bir taşkın risk analizi gerçekleştirmiştir. Seçkin, çalışma alanına ait yükseklik modelini ve taşkın frekans analizlerini NETCAD yazılımı ile yapmıştır. Taşkın simülasyonunun yapılması için HEC-RAS yazılımını kullanan Seçkin taşkın riski bulunan yerler için önerilerde bulunmuştur.



Şekil 1. Taşkın koruma çalışması olan bir bölge.

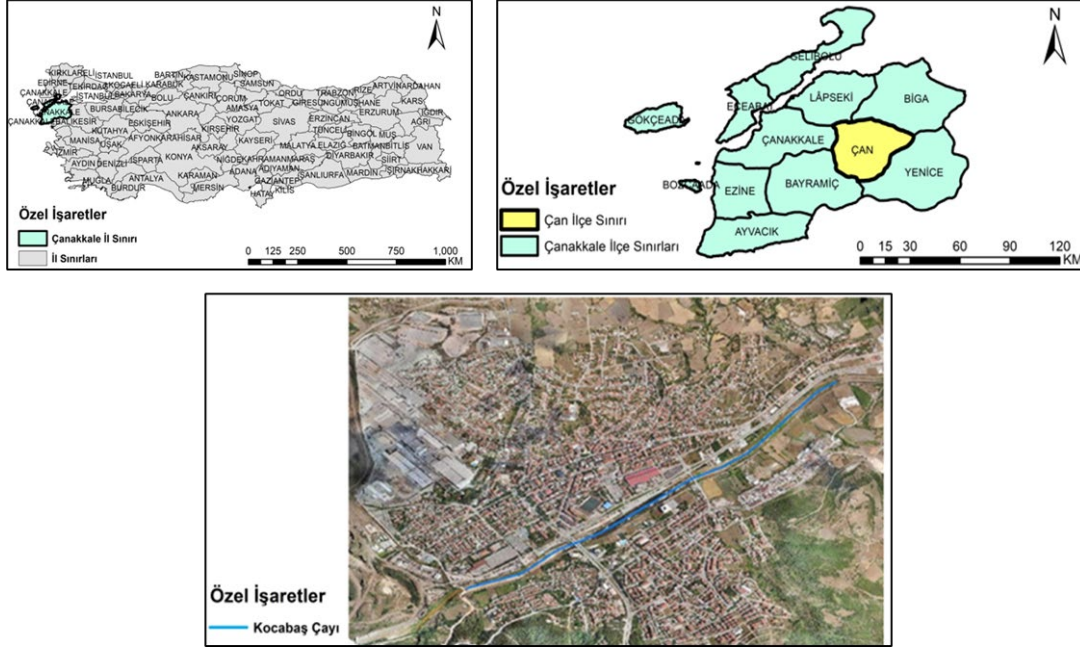


Şekil 2. Taşkın koruma çalışması olmayan bir bölge.

Çalışma alanının yer aldığı Çan ilçesi Marmara Bölgesinde bulunan Çanakkale iline bağlı ve 88700 hektarlık bir yüz ölçüme sahip olan bir ilçedir. İlçenin kuzey tarafındaki komşuları Lapseki ve Biga ilçeleri, güney tarafındaki komşuları Yenice ve Bayramiç ilçeleri, batı tarafındaki komşuları Çanakkale il merkezi ve Yenice ilçeleri iken, doğu tarafındaki tek komşusu ise Yenice ilçesidir (Şekil 3). Çan ilçesi coğrafi

olarak 40. Enlem ve 27. Boyamlar arasında, yerleşim olarak çukur bir bölgede yer almaktadır. İlçenin coğrafi yapısına bakıldığında engebeli araziler dikkat çekmektedir. İlçede çok yüksek olmayan dağ ve tepeler yer almaktadır. Bu dağların en yüksek bölümünün yüksekliği 983 m olarak bilinmektedir. İlçenin en çukur bölümü ise Kocabaş Çayının geçtiği yerdir (URL-2).

ÇAN İLÇESİ YER BULDURU HARİTASI



Şekil 3. Çan ilçesinin haritadaki konumu.

Eski Yunanca'dan dilimize giren Fotogrametri (photos+gramma+metron), en bilinen tanımıyla ışık yardımı ile çizerek ölçme anlamına gelmektedir. Fotogrametri bir başka tanım olarak ise görüntüler yardımıyla güvenilir bilgiler elde etme sanatı ve/veya bilimidir (Dolo, 2018). Fotogrametri çekim yöntemine (kamera konumu) göre yersel ve hava fotogrametrisi olmak üzere ikiye ayrılır. Fotogrametri tekniği ile ölçülmesi planlanan objelerin ve yakın çevrelerinin görüntüleri çekilir. Çekilen görüntüler veya sayısal ortamda elde edilen görüntü üzerindeki konumlar ölçülür. Son olarak ise bilgisayar ortamında bu görüntüler işlenerek harita gibi çıktı ürünler elde edilmektedir.

Bu çalışmada hava fotogrametrisi yöntemi kullanılarak sabit kanatlı uçak ile çalışma alanını oluşturan Çan ilçe merkezinin hava görüntüleri çekimleri oto pilot yazılımı olan eMotion aracılığıyla yapılmış, ardından Pix4dMapper ile şehrin 3B modeli, DSM gibi çeşitli ürünleri oluşturulmuş, bu ürünler Virtual Surveyor 7, Arcgis 10.5 gibi çeşitli programlar ile düzenlenerek sayısal yükseklik modeli (DEM) ve sayısal yüzey modeli (DSM) üretilmiş ve taşkın analizinin yapıldığı HEC-RAS 6.1 programına kaynak oluşturulmuştur. Son olarak HEC-RAS 6.1 programı ile

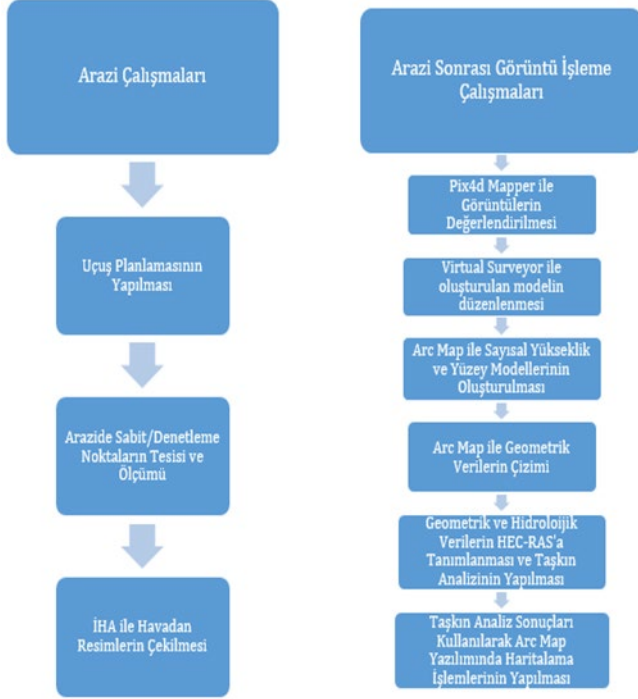
Çan ilçe merkezinin 100 yıllık ve 500 yıllık gibi çeşitli taşkın analizleri gerçekleştirilmiş, Arc Map ile haritalar üzerinden SYM ile DSM arasındaki sonuçlar irdelenmiştir.

2. Yöntem

Çalışmanın saha çalışmaları kısmında kullanılan eBee X model İnsansız Hava Aracı (İHA), PPK (Post Process Kinematic) özelliğine sahip olduğundan, statik veri kayıt kapasitesine sahip bir GNSS (Global Navigation Satellite Systems) alıcısı yardımıyla arazide uçuş öncesi yer kontrol noktası oluşturmaya gerek kalmadan koordinatlı şekilde hava görüntüleri çekilmiştir. Çalışma alanına ait olan 3 boyutlu model, Pix4dMapper yazılımı ile üretilmiştir. Pix4dMapper yazılımı ile üretilen ürünlerin doğruluğunu arazide kontrol etmek için ise modelden yararlanarak çeşitli sabit noktalar belirlenerek bu noktaların arazide ölçümleri GPS-CORS tekniği ile yapılmıştır. Pix4dMapper yazılımı ile elde edilen Sayısal Yüzey Modeli (DSM) ürününden Sayısal Yükseklik Modeline (DEM) geçiş, tıpkı Px4dMapper gibi bir değerlendirme programı olan Virtual Surveyor yazılımında bulunan arazi temizleme özelliği ile gerçekleştirilmiştir.

3. Uygulama

Çalışma kapsamında çalışmanın temelini oluşturan geometrik verilerin oluşturulabilmesi için gerekli olan altlıklar için hem arazi hem de arazi sonrası görüntü işleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen işlem adımları Şekil 4'teki iş akış şemasında verilmiştir.



Şekil 4. Çalışma izlenen yöntemin iş akış şeması.

3.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma kapsamında ilk olarak uçuşun gerçekleştirileceği bölge için oto pilot uygulaması (Emotions) kullanılarak bir uçuş planlaması yapılmıştır. Bu kapsamda Google Earth üzerinde uçuşun yapılacağı bölgenin yaklaşık kotları incelenerek çalışma alanı 5 adet uçuş bölgesine bölünmüş, uçuş için gerekli olan yükseklik (220.8 m) ve enine ve boyuna bindirme oranları (%60-%80) tespit edilmiştir ve uygulamaya bu değerler girilmiştir. Çalışmanın arazi kısmında 2300 hektarlık alanda, 3662 adet görüntü çekilmiş ve çalışmanın arazi kısmı tamamlanmıştır.

Çalışmada model üretimi için ihtiyaç duyulan görüntüler PPK özelliğine sahip olan eBee X model İHA ile çekilmiştir. Çalışmada kullanılan İHA'nın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir (Tablo 1).

Bu tür İHA'lar, PPK özelliğine sahip olduğundan, statik veri kayıt kapasitesine sahip olan bir GNSS alıcısına ihtiyaç duyarlar. Çalışmada statik veri kapasitesine sahip GNSS alıcısı ve İHA kullanılarak uydu gözlem verileri eş zamanlı olarak elde edilmiştir. Çalışmada statik ölçüm için Topcon CR-G5 sabit alıcısı kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca yapılacak

modellemenin doğruluğunu kontrol etmek için önceden tesis edilen denetleme noktalarının (DN) TUSAGA-Aktif (Cors-Tr) sisteminden faydalanarak UTM projeksiyonu 27. dilim orta meridyenine ait 3 derecelik ITRF 96 koordinat sisteminde okumaları yapılmıştır.

Tablo 1. Sensefly eBeeX'in teknik özellikleri.

Özellikleri	Değerler
Maksimum ağırlık/Kanat açıklığı	1.7 kg/116 cm
Seyir hızı	110 m/saniye'ye kadar
Maksimum uçuş süresi	90 dk'ye kadar
Görüntü kalitesi	24 MP
PPK/RTK özelliği	+
Uydu konumlandırma sistemleri özelliği	+
Radyolink mesafesi	3 km

3.2. Ofis Çalışmaları

Çalışmanın ikinci aşaması olan ofis kısmında, İHA ile çekilen görüntülerin, 3B model üretme yazılımı olan Pix4dmapper aracılığı ile 3B modeli elde edilmiştir. Çalışma alanının değerlendirmesi aşağıdaki özelliklere sahip olan bilgisayar ile yapılmıştır (Tablo 2). Çan (Kocabaş) Çayının arazi çalışmaları kapsamında İHA ile çekilen 3662 adet resimden 2586 tanesinin Pix4d Mapper ortamında değerlendirmeye katılmasının çalışma alanı için yeterli olacağı sonucuna varılmış çalışmalar buna göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri.

Hardware	CPU: Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU @2.20 GHz RAM: 127GB GPU: NVIDIA Quadro P2000 (Driver:23.21.13.9133)
Operating System	Windows 10 Pro for Workstations, 64-bit

Yazılımda çıktı koordinatı olarak TUREF/TM27 koordinat sistemi, datum olarak ise Turkish National Reference Frame seçilmiştir. Çekilen görüntüler koordinatlı bir şekilde üretildiğinden yazılımda yer kontrol noktalarına (YKN) girilmeden işlem adımları bölümüne geçilmiştir. Pix4dmapper yazılımında birinci işlem adımı seyrek nokta bulutu oluşturma, ikinci işlem adımı yoğun nokta bulutu oluşturma ve katı model üretme son işlem adımı ise DSM ve ortofoto üretimi şeklindedir. Burada bahsedilen şekilde işlem adımları gerçekleştirilmiş ve çıktı ürünler (3B model, DSM, ortofoto) elde edilmiştir. Değerlendirme sonucu

Pix4mapper tarafından oluşturulan özet raporu Tablo 3'teki gibidir. Çalışmada ayrıca Pix4d Mapper yazılımı ile elde edilen modelin doğruluğunu görebilmek için daha önce çalışmanın arazi kısmında TUSAGA-Aktif (CORS-Tr) sisteminden faydalanarak UTM projeksiyonu 27. dilim orta meridyenine ait 3 derecelik ITRF 96 koordinat sisteminde okumaları yapılan denetleme noktalarının model ve arazi koordinatları arasındaki farkları incelenmiştir. Buna göre elde edilen x,y ve z yönündeki değerler ve arasındaki farklar Şekil 5'teki gibidir. Burada kullanılan denetleme noktaları incelendiğinde (DN), x yönündeki hatanın en çok 14 cm, y yönündeki hatanın en çok 14 cm ve z yönündeki hatanın en çok 9 cm olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Pix4dmapper özet raporu.

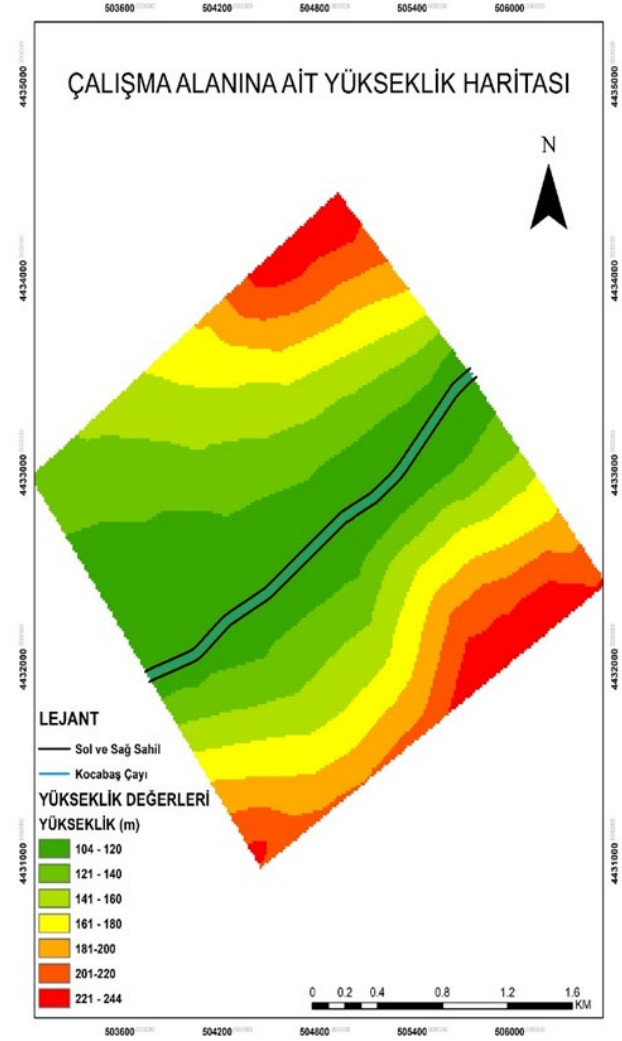
Proje adı	çan_sercan
İşlem tarih bilgisi	2022-09-21 11:22:49
Kamera modelinin adı	S.O.D.A._10.6_5472x3648 (RGB)
Yer örnekleme aralığı (YÖA)	8.04 cm / 3.16 in
Kapsama alanı	16.219 km ² / 1621.8808 ha / 6.27 sq. mi. / 4009.8291 acres
Toplam işlem zamanı	01h:44m:52s

NOKTA ADI	ARAZİDE ELDE EDİLEN KOORDİNATLAR (ITRF 96) (m)			3B MODELDE ELDE EDİLEN KOORDİNATLAR (ITRF 96) (m)			FARKLAR (cm)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
DN1	504067.66	4431996.69	114.37	504067.69	4431996.75	114.36	3	6	1
DN2	504171.75	4432392.83	113.88	504171.67	4432392.72	113.94	8	11	6
DN3	504963.25	4432694.99	111.65	504963.30	4432694.13	111.71	5	14	6
DN4	505411.05	4433224.97	111.89	505410.91	4433224.98	111.90	14	1	9
DN5	505789.89	4433552.10	110.54	505789.76	4433552.20	110.48	13	10	6

Şekil 5. Arazi ve model koordinatlarının karşılaştırılması.

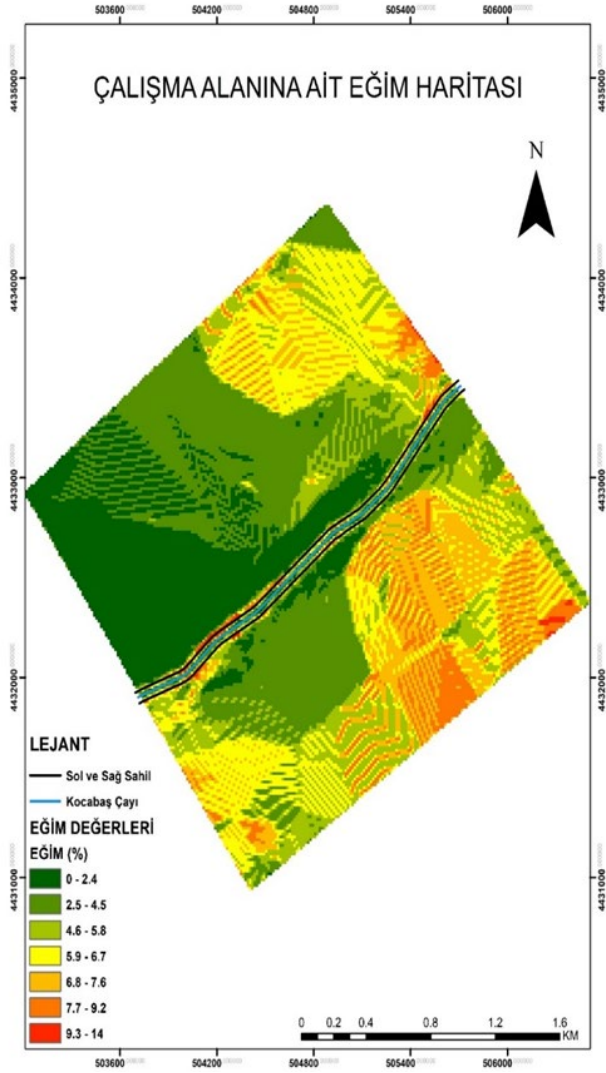
Pix4dmapper yazılımı ile üretilen çalışma alanına ait modelin karesel ortalama hata (RMSE) değerleri de yazılım tarafından hesaplanmıştır. Buna göre x,y ve z yönündeki karesel ortalama hatalar sırasıyla 4.9 cm, 1.6 cm ve 2.7 cm olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında arazinin çıplak topografyasına yani sayısal yükseklik modeline ihtiyaç duyulacağından bu üretim tıpkı Pix4dmapper gibi İHA verilerini değerlendirme imkanı sağlayan Virtual Surveyor yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Virtual Surveyor yazılımının arazi düzenleme özelliği ile çalışmada yer alan insan yapımı objeler, ağaç vb. nesnelere yazılımın belli alanların seçimi yapılarak (entertpole) detaylı şekilde kaldırılmış ve çıplak yer yüzü topografyası elde edilmiştir. Daha sonra çıplak yeryüzüne ait nokta bulutu oluşturularak

ArcMap(10.5) yazılımında raster formatta 5 m çözünürlükte DEM ve DSM elde edilmiştir. Elde edilen DEM den eğim ve yükseklik gibi taşkın analizleri için kaynak olabilecek arazinin çıplak topografyasını yansıtan haritalarının üretimi yapılmıştır. Bunun için yine Arc Map(10.5) yazılımı kullanılmıştır (Şekil 6,7).

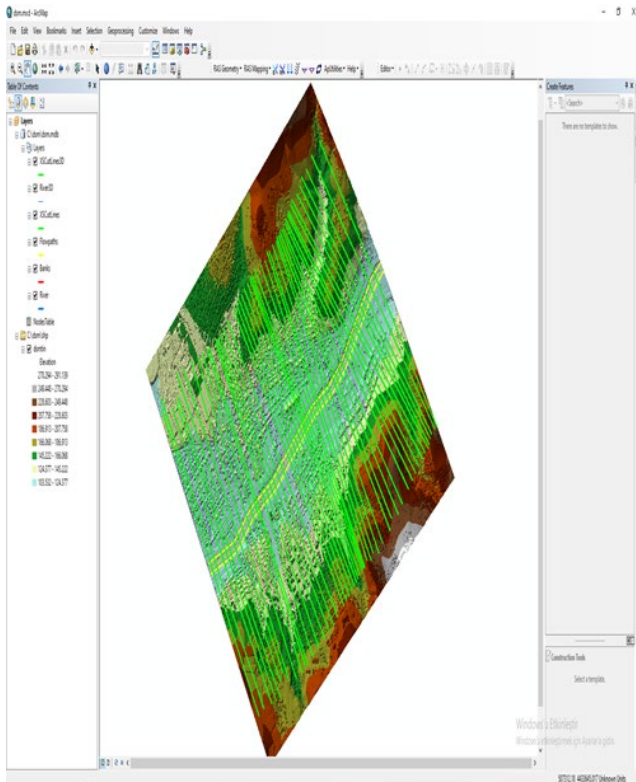


Şekil 6. Yükseklik haritası.

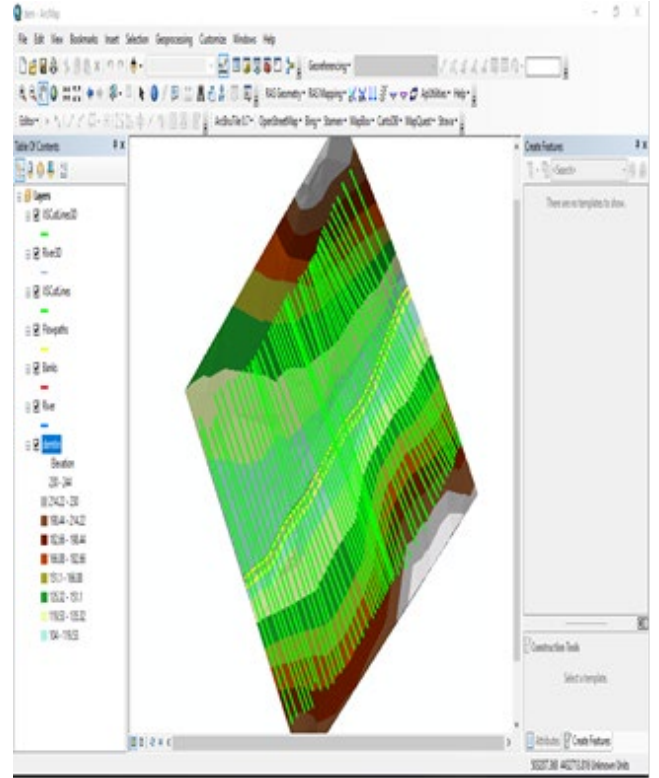
Çalışmanın asıl konusu olan taşkın analizinin yapılması için yine ilk etapta Arc Map yazılımından yararlanılmıştır. Yazılımda hem DEM hem de DSM kullanılarak taşkın simülasyonu için kullanılacak yazılım olan HEC-RAS için bir veri tabanı hazırlanmıştır. Arc Map Kocabaş Çayının geçtiği yaklaşık 2.5 km lik güzergahın (river) çizimi yapılmış, çayın sol ve sağ sahilleri (bank lines) çizilmiş ve son olarak çay güzergahına dik olacak şekilde yaklaşık 2 km genişliğinde ve yaklaşık 50 m aralıklı 51 adet en kesit (cut lines) çizimi işlemi yapılmıştır (Şekil 8,9). Çizilen En kesitler ile çizgilerin geçtiği yerlerin arazideki karşılıkları elde edilmiştir. Bu işlem adımları hem sayısal yüzey modeli (DSM) hem de sayısal yükseklik modeli (DEM) için yapılmış ve çalışmanın son kısmının yapılacağı yazılım olan HEC-RAS yazılımına geçilmiştir.



Şekil 7. Eğim haritası.



Şekil 8. DSM üzerinde yapılan en kesit çizimi.



Şekil 9. DEM üzerinde yapılan en kesit çizimi.

HEC-RAS, USACE (ABD Kara Kuvvetleri Mühendislik Birliği) tarafından geliştirilmiş, ücretsiz olarak kullanıcılara sunulan açık kanal ve taşkın analiz programıdır. HEC-RAS'ın Arc-GIS ile entegreli çalışma özelliği farklı meslekteki birçok disiplinin sağlamaktadır. Yazılım kullanıcılarla ilk defa 1995 yılında 1 boyutlu modelleme imkanı vererek buluşmuştur. Daha sonra program ile yapılan düzeltme ve geliştirmeler ile kullanıcılara 2 boyutlu analiz yapabilme imkanı sunulmuştur. 1D analizlerde çizilen enkesitler boyunca analiz yapılabilmekte yani enkesitlerin olmadığı eksik veya olmadığı yerlerde analiz program tarafından yapılamamaktadır. 2D analizlerde ise çeşitli boyutlarda ızgara ağ sistemi program ile tanımlanabilmekte ve analizler daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir. HEC-RAS ile bir boyutlu olarak düzenli akım, düzensiz akım, sediment taşınımı ve suyun kalite modellemesini yapabilmektedir (Tektaş, 2021). HEC-RAS'ın yeni sürümlerindeki özellik sayesinde programda bulunan RAS Mapper sekmesinin kullanılması ile yapılan analizlerin 3 boyutlu olarak görünümü görebilmek mümkündür. Program ile taşkın yayılım alanı, su derinliği, akım hızı gibi sonuçlara ulaşmak mümkündür. Programda analiz yapabilmek için geometrik ve hidrolojik veri kaynaklarının hazır olması gerekmektedir.

HEC-RAS yazılımına, ArcMap yazılımında oluşturulan verilerin aktarımı yapılmıştır. Çalışmanın taşkın analizi kısmında analiz için kullanılacak Çan (Kocabaş) Çayı ile ilgili Süperpozisiz Mockus Metodu kullanılarak elde edilen 100 ve 500 yıllık debi değerleri

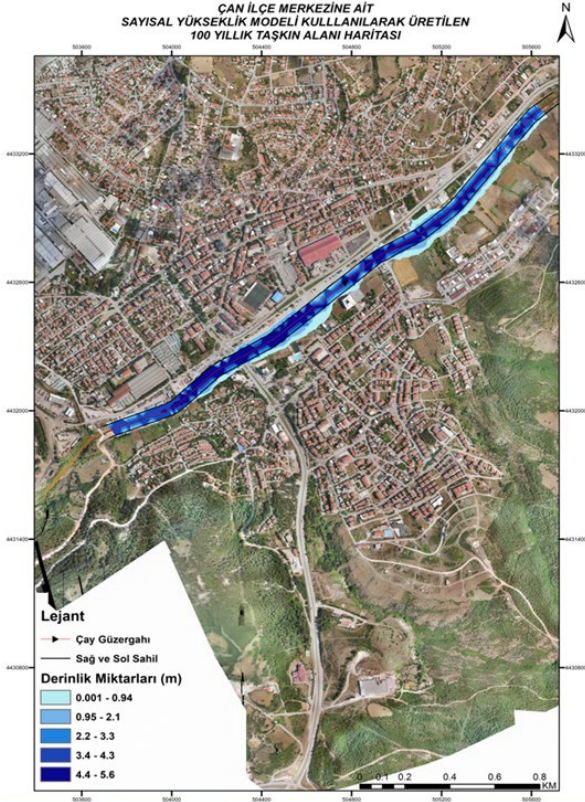
ve manning pürüzlülük katsayısı değerleri, DSİ 252. Şube Müdürlüğünden temin edilmiştir (Tablo 4, Tablo 5). Tablo 5'te yer alan Q_{100} ifadesi yapılan analizler neticesinde 100 yılda bir gelme ihtimali olan en yüksek debi değerlerini, Q_{500} ifadesi ise 500 yılda bir gelme ihtimali olan en yüksek debi değerlerini ifade etmektedir. Çalışma alanında Süperpozesiz Mockus yönteminin kullanılmasının sebebi bu yöntemde hidrografların çiziminin, debi hesabının kolay olması ve Kocabaş Çayına ait akım gözlem istasyonlarının bulunmamasıdır. Burada adı geçen manning pürüzlülük katsayısı, bir dere yatağında suyun akış hızını etkileyebilecek unsurları belirleyen katsayıdır. Manning pürüzlülük katsayısı çalışma alanları için oluşturulan taşkın haritalarının doğruluğunu etkilemektedir. Buna göre bu katsayı belirlenirken bilgi ve tecrübelerle hareket etmek, çalışmaları olumlu ve doğru şekilde etkileyecektir. 'n' pürüzlülük katsayısını belirlemek için birçok metot mevcut iken ülkemizde DSİ tarafından dere yataklarındaki pürüzlülük katsayısını belirlemek için en iyi yöntemin Cowan Metodu olduğu açıklanmıştır. Cowan Metodu 1956'da W.L. Cowan tarafından ortaya atılmış ve geliştirilmiştir (DSİ, 2016). Çan (Kocabaş) Çayının 'n' pürüzlülük katsayısı da DSİ taşkın ihtisas komisyonunca geliştirilen 'Modifiye Cowan Metodu'na göre hesaplanmıştır (Tablo 4). Cowan Metodunda yer alan n_b değeri Çan (Kocabaş) çayının tabanı beton malzeme ile kaplı olduğundan $n_b = 0.017$ seçilmiştir. Çayın şev durumu beton duvar olduğundan $n_1 = 0.003$ seçilmiştir. Çayın kesit değişimi aşamalı olduğundan dolayı $n_2 = 0.000$ seçilmiştir. Çaydaki engeller ihmal edilebilir olduğundan $n_3 = 0.000$ seçilmiştir. Çay üzerinde bitki örtüsü ihmal edilebilir düzeyde olduğundan $n_4 = 0.000$ seçilmiştir. Çayın kıvrımı, çay uzunluğu/kuş uçuşu uzunluk = $2577/2542 = 1.01$ m olduğundan $n_5 = 1.000$ seçilmiştir. Çalışmada Çan (Kocabaş) çayının özellikleri dikkate alınarak belirlenen ve Cowan metoduna göre hesaplanan manning pürüzlülük değeri sol-sağ sahillere ve çay yatağı için $n = 0.020$ olarak hesaplanmıştır. Taşkın analizinin yapılabilmesi için Çanakkale DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından hesaplanan ve temin edilen Çan (Kocabaş) Çayına ait 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri ve Manning pürüzlülük katsayıları, sırası ile hem DSM hem de DEM için girilmiş, Kocabaş Çayının özellikleri dikkate alınarak suyun akımı olarak kararlı akım ve kritik derinlik, akış rejimi için ise karışık rejim yazılımında seçilmiştir.

HEC-RAS yazılımı ile hem düzenlenmiş olan çıplak yeryüzü topografyasına (DEM) göre hem de mevcut yeryüzü topografyasına (DSM) ait olan taşkın analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Arc Map yazılımına aktarılarak Çan (Kocabaş) Çayına ait taşkın yayılım ve derinlik haritaları üretilmiştir (Şekil 10, 11, 12, 13). Sayısal yükseklik modeli ve sayısal

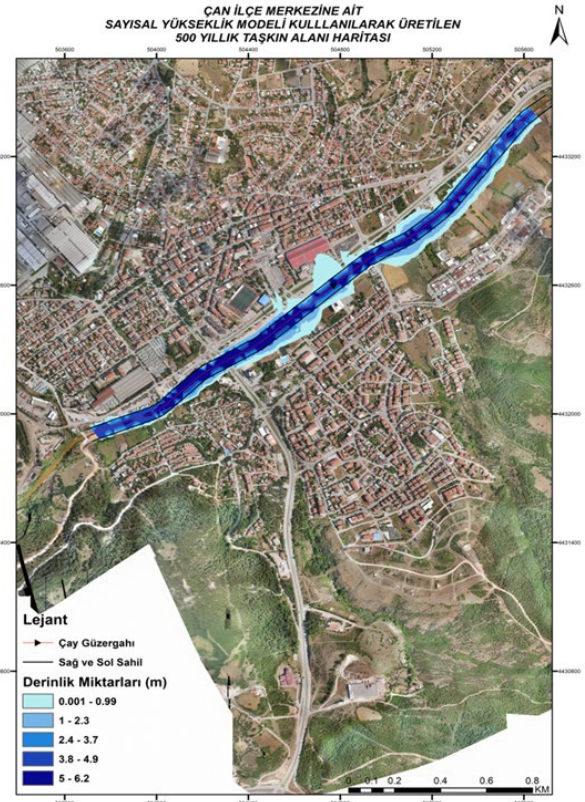
yüzey modeli kullanılarak üretilen 100 yıllık taşkın haritaları incelendiğinde (Şekil 10, 11), yükseklik modeline ait derinlik miktarının 5.6m'ye kadar yüzey modeline ait derinlik miktarının ise 6.5 m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Haritalar incelendiğinde sayısal yükseklik modeline (DEM) ait yayılımın düzenli olduğu görülmektedir. Sayısal yüzey modeli (DSM) incelendiğinde ise yayılım alanının düzensiz olduğu ve haritada gösterilen mevkilere kadar yayılımının genişlediği görülmektedir. Sayısal yükseklik modeli ve sayısal yüzey modeli kullanılarak üretilen 500 yıllık taşkın haritaları incelendiğinde (Şekil 12, 13), yükseklik modeline ait derinlik miktarının 6.2m'ye kadar yüzey modeline ait derinlik miktarının ise 7.3 m'ye kadar çıktığı görülmektedir. DEM'e ait taşkın yayılımının yine düzenli olduğu görülürken DSM'e ait yayılımın düzensiz olduğu ve çeşitli bölgelere ulaştığı görülmektedir. Buradaki haritalardan DSM modeli ile üretilen haritalarda DEM'e oranla daha çok taşkın yayılım alanlarına rastlanılmıştır. Bunun sebebinin Çan ilçesinde bulunan Kocabaş çayının geçtiği güzergahta bitki vb. objelerin suyun akışını değiştirdiği ve suyun çay güzergahından taşarak çevresine yayılmasının daha kolay olabileceği şeklinde yorumlanabilmesi yapılabilmektedir.

Tablo 4. DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından çalışma alanı için belirlenen pürüzlülük değerleri.

PÜRÜZLÜLÜK KATSAYISI TABLOSU				
$n = m * (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$				
Modifiye Cowan Metodu (DSİ formatı)				
Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton			0,012-0,018
	Kaya			--
	Sert Toprak			0,025-0,032
	İri Kum	Medyan Dane Çapı (mm)	1-2	0,026-0,035
	İnce Çakıl		--	--
	Çakıl		2-64	0,028-0,035
	İri Çakıl		--	--
	İri Taş		64-256	0,030-0,050
	Yumru Kaya		>256	0,040-0,070
	Kanal Şev Durumu	Pürüzsüz		
Beton duvar				0,003
Önemsiz Taş duvar				0,005
İstifli taş tahkimat				0,008
Orta Ağaçsız kaya / toprak yamaç				0,010
İstifli taş tahkimat				0,015
Şiddetli Ağaçlı yamaç			0,020	
Kanal Kesit Değişimi	Aşamalı			0,000
	Ara Sır Değişen			0,005
	Sık Değişen			0,010-0,015
Kanaldeki Engeller (Birikinti, Tümelek, Düşü, Kaya, Köprü, Ayağı)	İhmal Edilebilir	Engel / Kesit alanı *	<%5	0,000
	Önemsiz		%5-15	0,010-0,015
	Kayda Değer	100	%15-50	0,020-0,030
	Şiddetli		>%50	0,040-0,060
Kanal Bitki Örtüsü	Düşük			0,005-0,010
	Orta			0,010-0,025
	Yüksek			0,025-0,050
	Çok Yüksek			0,050-0,100
Kanal Kıvrımı	Önemsiz	Dere uzunluğu / kuş uçuşu uzunluk	1-1,2	1,000
	Kayda Değer		1,2-1,5	1,150
	Şiddetli		>1,5	1,300
$n_b = 0,017$				
$n_1 = 0,003$				
$n_2 = 0,000$				
$n_3 = 0,000$				
$n_4 = 0,000$				
$n_5 = 1,000$				
$n = 1 * (0,017 + 0,003 + 0 + 0 + 0) = 0,020$				



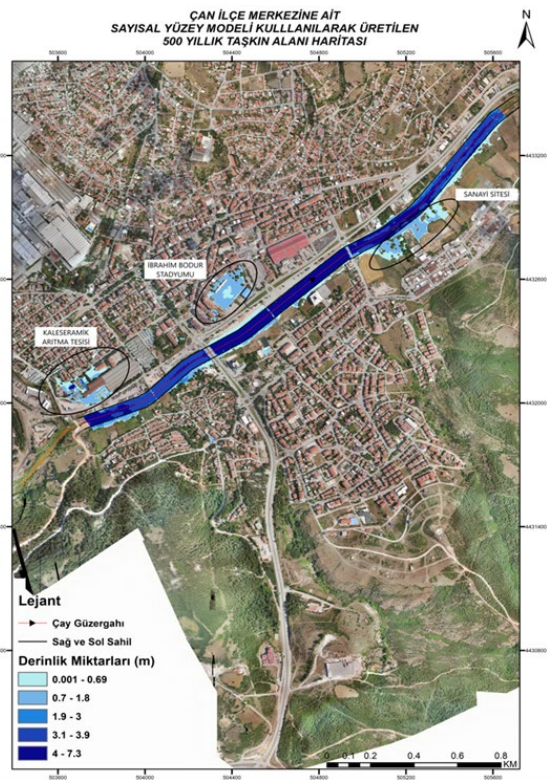
Şekil 10. DEM kullanılarak elde edilen 100 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.



Şekil 12. DEM kullanılarak elde edilen 500 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.



Şekil 11. DSM kullanılarak elde edilen 100 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.



Şekil 13. DSM kullanılarak elde edilen 500 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.

Tablo 5. DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından çalışma alanı için belirlenen debi değerleri.

Tekerrür	Debi(m ³ /sn)
Q ₁₀₀	711.60
Q ₅₀₀	957.90

4. Bulgular

Bu çalışmada Çan ilçe merkezinde gerçekleştirilen uçuşlarla üretilen Sayısal Yükseklik Modeli ve Sayısal Yüzey Modeli arasındaki farklılıklar taşkın analizi sonucunda gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile iki model arasındaki farktan, taşkın analizlerinin gerçek coğrafyayı yansıtacak şekilde (ağaç, bina vb.nin olduğu) yapılmasının analiz açısından daha doğru olacağını göstermiştir. Ayrıca bu çalışma ile İHA aracılığıyla yüksek çözünürlüklü 3B modeller üretilebileceği ve bu çıktı ürünlerin yapılacak olan çalışmalarda altlık olarak kullanılabilmesi ifade edilebilmektedir.

İnsansız Hava Araçlarının harita üretiminde kullanımının artması ile birlikte RTK (Real Time Kinematic) ve PPK (Post Process Kinematic) konumlama tekniklerinin kullanılmasını da arttırmıştır. PPK özelliğine sahip olan İHA'ların çalışabilmesi için gerçek zamanlı veri iletimine gereksinim yoktur. Bu yüzden PPK yöntemi RTK yöntemine göre daha güvenilir ve daha hassas sonuçlara sahiptir.(URL-3) Çalışmanın arazi kısmında kullanılan eEbee X model İHA'nın PPK özelliğine sahip olması çalışmanın güvenilirliğini ve hassasiyetini arttırmıştır.

5. Sonuçlar

Ülkemizde ve Dünyada depremlerin ardından can ve mal kayıplarına sebep olan ikinci afet taşkınlardır. Taşkınlara maruz kalan insan sayısı ilk iki sırada bulunan deprem ve heyelanlardan sonra üçüncü sırada bulunmaktadır. Taşkınlar bunun dışında meteorolojik kökenli afetler içinde ise birinci sırada bulunmaktadır. Durumun bu denli tehlikeli olmasına rağmen taşkınların doğal ve beşeri unsurları etkilemesi bakımından halen taşkın riski bulunan çoğu yerde taşkınların önüne geçmek için yeteri kadar araştırma, çalışma ve ıslah projeleri yapılmamaktadır. Dünya geneline bakıldığında, yeterince iyi yol kat eden gelişmiş ülkeler erken uyarı sistemleri ve iyi planlama sayesinde taşkınların hem tahmin edilmesi hem de önüne geçilmesi konusunda güzel yollar kat etmiştir. Ancak ülkemizde şu an aktif uyarı sistemlerinin yanında önleme çalışmaları bile henüz istenilen düzeyde değildir. Bu nedenle ülkemizde taşkın meydana gelme potansiyeli bulunan alanlar hala yüksek risk taşımaktadır. Bu sahalarda olası taşkınların meydana gelmesi durumunda oldukça büyük maddi ve manevi zararların oluşması ise kaçınılmaz olacaktır.

Sayısal yükseklik ve sayısal yüzey modellerin düşey ve yatay doğrultudaki doğruluğu ve çözünürlüğü, elde edilecek taşkın modellerinin doğruluğunda önemli role sahiptir. Sayısal yükseklik

ve yüzey modelleri bulunduğumuz dönemde değişik harita üretim yöntem (metot) ve teknolojileri kullanılarak farklı doğruluk ve çözünürlükte elde edilmektedir. Bu çalışma ile yüksek çözünürlüklü İHA verileri kullanılarak, GIS ortamında olası taşkın durumunda hangi alanların etkileneceği hakkında öngörülerde bulunulmuş, bu konuyla ilgili, arazi topografyasını yansıtan haritalar ve taşkın yayılım (derinlik) haritaları elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Çan ilçe merkezinden geçen Çan (Kocabaş) Çayının zamanla 5m lik taşkın koruma duvarlarından taşarak ilçe merkezinin bir kısmını sular altında bırakacağı tespit edilmiştir. Buna göre Çan ilçesinde bulunan kamyon garajı olarak bilinen bölgenin bir kısmının, Çan Hacı İbrahim Bodur Stadı'nın bir kısmının ve yine Çan sanayi bölgesinin olduğu çevrenin bir kısmının sular altında kalabileceği analiz sonucunda gözlemlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı Çan ilçesinde son olarak çalışmanın yapıldığı tarihten önce gerçekleşen (03.02.2022 tarihinde) yoğun yağış sonucunda çay taşma tehlikesi yaşamıştır. Çalışmanın yapıldığı tarihte ise çaydan geçen su seviyesinin düşük olmasına rağmen bu denli sonuçlar ortaya çıkarması birtakım düzenlemelerin yapılması gerektiği fikrini ortaya çıkarmıştır. Buna göre Kocabaş Çayının solunda ve sağında bulunan taşkın koruma alanlarının yenilenmesi gerektiği ve çayın geçtiği yerde bulunan bitki örtüsü vb. faktörlerin çay içinden temizlenmesi gerektiği yani ıslah çalışmalarının düzenli olarak yapılması gerektiği anlaşılmıştır. Son olarak bu çalışma ile ülkemizin herhangi bir yerinde su kaynaklarına yakın yerlerde yani taşkın riski taşıyan yerlerde yapılması planlanan imar vb. projelerin, bu tür çalışmalar göz önünde bulundurularak yapılmasının, olası felaketlerin önüne geçebileceğine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan Hidrolojik verilerin teminini sağlan Çanakkale DSİ 252. Şube Müdürlüğüne, çalışmanın arazi kısmında yardımlarını esirgemeyen Harita Teknikeri Mehmet ADIGÜZEL ve Harita Mühendisi Mahmut İsmail UYSAL'a teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Yazarların katkıları eşit orandadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Beden, N. (2019). Cevizdere havzasının sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın analizi ve taşkın zararlarının değerlendirilmesi. Doktora tezi, *Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye*.
- Binici, F., & Aksoy, T. (2022). Şehirleşmenin Taşkın Üzerindeki Etkisi. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 5(1), 64-76.
- Cebe, K., & Bilhan, Ö. (2021). HEC-RAS Hidrodinamik Model Kullanılarak Kararlı Akım Analizi: Nevşehir, Türkiye Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel sayı 32, 135-141. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1039311>
- Çanta, E., & Kılıçer, S. & Akıcı, H. (2022). FLO-2D ve HEC-RAS Yazılımları ile Ardanuç (Artvin) İlçesindeki Pona Deresi ve Örtülü Deresi'nin Taşkın Yayılım Haritalarının Karşılaştırılması Üretilmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 1(1), 50-64.
- Demir, V., & Keskin, A. (2022). Taşkınların Ekonomik Zararlarının Değerlendirilmesi (Samsun-Mert Irmağı Havzası). *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 664-667.
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149-162.
- Dolo, A. (2018). Arhavi ilçesi için DRONE verisine dayalı sel ve taşkın modellemesi. Yüksek lisans tezi, *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*, 46s.
- Efe, H., & Önen, F. (2015). Batman çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 6(2), 83-92.
- Ertürk, E., Kaya, N., & Mercan, S. (2021). Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması: Trabzon İli Vakfıkebir İlçesi Kirazlı Deresi Örneği. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(1), 84-98.
- Eryılmaz Türkkan, G. (2021). Pürüzlülük Katsayısının Açık Kanal Akımına Etkisinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.29130/dubited.800691>
- Sargın, A. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. *DSİ Yayınları*, 1-67.
- Tektaş, Y. ve Polat, N. (2021). HEC-RAS ile Taşkın Modelleme ve Sentinel-2 Uzaktan Algılama Görüntüsünden Taşkın Hasar Analizi: Diyarbakır İli Çakmak Deresi Çınar Bölgesi Örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3(1), 28-35.
- Ulvi, A., & Yiğit, A. (2019). Kültürel Mirasın Dijital Dokümantasyonu: Taşkent Sultan Çeşmesinin Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3B Modelinin Yapılması. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1(1), 1-6.
- Yılmaz, S. E. (2022). Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla Şuhut yerleşim birimlerinin taşkın modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Karahisar, Türkiye*

URL-1.

<https://www.iklimhaber.org/tarim-ve-orman-bakanligi-taskinlar-nedeniyle-son-10-yilda-127-kisi-yasamini-yitirdi/>

(Erişim Tarihi 15.11.2022)

URL-2.

https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87an,_%C3%87anakale

(Erişim Tarihi 15.11.2022)

URL-3.

<https://www.pinteknik.com.tr/wp-content/uploads/2019/05/PPK-mi-RTK-mi-Hangisi-daha-faydali.pdf>

(Erişim Tarihi 15.11.2022)



© Author(s) 2023.

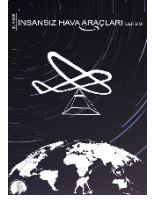
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Arkeolojik Alanlardaki Kullanımının İncelenmesi

Müjdat Güngör ^{1*}

^{1*} Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Gülşehir Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Finans- Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, 50300, Nevşehir, Türkiye; (mujdetgungor@nevsehir.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
mujdetgungor@nevsehir.edu.tr

Derleme Makalesi

Alıntı: Güngör, M. (2023). İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Arkeolojik Alanlardaki Kullanımının İncelenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 5(1), 37-42.

Geliş : 29.07.2022
Revize 1 : 12.09.2022
Revize 2 : 15.04.2022
Kabul : 28.04.2023
Yayınlama : 30.06.2023

Özet

Arkeolojik alanlarda yapılan güncel çalışmalar, kültürel miras varlıklarının dokümantasyonunu yapmak için son yıllarda klasik yöntemlerin yerine insansız hava araçları (İHA), lazer tarayıcı ve uydu görüntüleri gibi uzaktan algılama teknolojisinin kullanıldığını göstermektedir. Yapılan incelemelerde elde edilen görüntülerin, fotogrametri tekniği kullanılarak yapılmış modelleme çalışmaları, zaman ve maliyet açısından kazanç sağladığını göstermektedir. Yapılan çalışmada 2019-2022 yılları arasında yer alan araştırmalar incelenmiştir. Araştırmada arkeolojik alanlarda İHA'ların kullanılmasıyla elde edilen görüntülerin fotogrametrik metotlar uygulanmasıyla elde edilen sonuçları vurgulanmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar ile ilgili olarak arkeolojik saha araştırmalarının bulunduğu bölge, çalışma konusu, kullanılan insansız hava aracının modeli ve modelleme çalışması sonunda elde edilen sonuçlara odaklanılmıştır. Çalışmada arkeolojik alanlarda İHA'ların kullanılmasının önemine dikkat çekmek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda İHA'ların kullanımı ile ilgili bir literatüre katkı verilmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İHA, fotogrametri, belgeleme, arkeolojik alanlar.

Investigation of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in Archaeological Fields

*Corresponding Author:
mujdetgungor@nevsehir.edu.tr

Review Article

Citation: Güngör, M. (2023). Investigation of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in Archaeological Fields. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 5(1), 37-42 (in Turkish).

Received : 29.07.2022
Revised 1 : 12.09.2022
Revised 2 : 15.04.2023
Accepted : 28.04.2023
Published : 30.06.2023

Abstract

Recent studies in archaeological fields show that remote sensing technology such as human aircraft (UAV), laser scanner and satellite images have been used in recent years instead of classical methods to document cultural heritage assets. Modeling studies made using photogrammetry technique of the images obtained in the examinations show that it provides savings in terms of time and cost. In the study, the researches between the years 2019-2022 were examined. In the research, the results obtained by the application of photogrammetric methods of the images obtained by the use of UAVs in archaeological areas were emphasized. In this context, the region where the archaeological field researches are located, the subject of the study, the model of the unmanned aerial vehicle used and the results obtained at the end of the modeling study were focused on. In this direction, it is foreseen to contribute to the literature on the use of UAVs.

Keywords: UAV, photogrammetry, documentation, archaeological sites.

1. Giriş

Arkeoloji, günümüze kadar ulaşabilmiş, kültür ve medeniyetlere ait olan kalıntıları inceleyen ve yeniden kurmaya çalışan bir bilimdir. Medeniyetlere ait kalıntıların üzerinden uzun yıllar geçtiği ve geç fark edildiği için kalıntıların genelde büyük bir bölümü toprak altında kalmıştır. Kültürel miras varlıklarını ortaya çıkarmak için yapılan arkeolojik saha çalışmalarının dokümantasyonu, kazı alanlarındaki çalışmalar ile, bulunan kültür değeri taşıyan eşyaların ortaya çıkarılması, korunması ve sergilenmesi gerekmektedir. Arkeolojik alanlarda yapılan çalışmalar oldukça zahmetli, uzun sürmekte ve masraflı olmaktadır. Bütün güçlüklerle rağmen bu çalışmalar sürdürülmelidir. Avrupa’ da birçok ülkede kültür varlıklarını korumak için ‘Kültürel Miras Yönetimi’ uygulanmaktadır (Cleere, 2000). Bu bağlamda Miras Yönetimi kavramı, koruma altına alınacak bölgenin içerisinde yer alan sosyal yapı ve diğer kültür unsurlarının birlikte değerlendirilmesi anlamına gelmektedir (Hacar, 2013). Bu doğrultuda sürdürülebilir bir plan içerisinde kazı çevresinin korunması hedeflenmektedir. Böylece kültürel miras varlıklarının korunması ile ilgili düzenlemelerin etkisiyle gelecek kuşaklara aktarımı gerçekleştirilebilir. Ayrıca geçmiş uygarlıklara ait verilerin gün yüzüne çıkması ve yeni nesillere aktarımı sağlanmış olacaktır. Türkiye’ de 5226 sayılı kanun ile arkeolojik anlamda kültürel miras varlıkları hakkında yasal bir düzenleme yapılmıştır. Yasal düzenlemelerin yanı sıra belgelendirme işlemlerinin de yapılması son derece önem arz etmektedir. Kültür varlıklarının günümüzdeki durumlarını kayıt altına almak, tahrip olmuş ya da tahribata uğrayabilecek hasarları tespit etmek oldukça önemlidir (Duran, 2003). Kültürel miras varlıklarının insan veya doğal afet gibi faktörler sebebiyle zarar görmesi, orijinal özelliklerinin korunması ve bulunduğu yerde tutulması, kaçırılan eserlerinin varlığını belgelendirmek oldukça önemlidir (Demirkesen vd., 2005). Bu bağlamda arkeolojik eserlerin dokümantasyonu ile gelecek nesillere aktarılması hayati öneme sahiptir. Tarihi kültürel yapının mevcut şeklinin korunması ve konumunun belirlenmesi, haritasının oluşturulması sağlanmalıdır. Ayrıca analizler için gerekli etüt çalışmalarının yapılması, elde edilen arkeolojik objelerin depolanması ve sunum faaliyetlerini içermesi gerekmektedir. Geçmiş dönemlerde arkeolojik alanlarda yapılan çalışmalar oldukça uzun sürmekte, kazı bölgesinde çalışan insanların, beslenmesi ve barınması gibi ihtiyaçlar ciddi maliyet oluşturmaktaydı. Ayrıca yapılan kazı çalışmaları hassasiyet ve ince işlemler gerektirmektedir. Bunun yanında ortaya çıkarılan bir eserin şeklinin resmedilmesi, ölçülerinin alınması ve belgelendirilmesi gibi işlemler oldukça zaman almakta

ve kabiliyet istemektedir (Sevin, 1995). Yine arkeolojik objelerin fotoğraflanması sonucunda elde edilen görüntüler işlenirken veri kaybına neden olmaktadır. Dolayısıyla gelişmiş güzel fotoğraf çekiminden elde edilen verilerden kaynaklanan bilgi kayıpları modelleme işlemi için yeterince uygun olmamaktadır. Günümüzde klasik anlamda uygulanan arkeolojik metotlar yerini yersel lazer tarayıcılar, İHA ve uydulardan elde edilen görüntülerin kullanılması gibi uzaktan algılama teknolojisine bırakmıştır. Burada arkeolojik çalışma alanında uygulama faaliyetine göre hangi sistem kullanılacağı belirlenmektedir. Genel olarak çalışma sahasında görüntülerin modelleme çalışmasında fotogrametri tekniğinden faydalanılmaktadır. Birçok disiplin tarafından faydalanılan fotogrametrik tekniği ile kişisel veya kurumsal birçok faaliyet resmi ya da hobi olarak resmi olarak yürütülmektedir. Bu yöntemle elde edilen objelerin fotoğrafları ya da videoları kullanılarak gerekli yazılımlar aracılığı ile üç boyutlu modelleme çalışma ve üretimleri yapılmaktadır (Arpacı, 2013). Fotogrametri metodu, resim çekme ilkesine göre genel olarak hava fotogrametrisi (uzak mesafe fotogrametrisi) ve yersel fotogrametri (yakın mesafe fotogrametrisi) şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Burada amaç modellemenin yapılacağı obje, yer veya mekânın temas olmadan görüntülerin sayısallaştırılarak modellemenin yapılmasıdır (Fidan 2021). Bu bağlamda fotogrametri sayısal yazılımların gelişimiyle günümüzde objelerin çekim görüntülerinin kullanılmasıyla üç boyutlu model üretimi yapılmaktadır (Yakar vd., 2016). Belgeleme ve izlenme süreci gibi içeren çalışmalarda teknolojik yazılımların gelişmesiyle sanat tarihi, arkeoloji gibi bilim dallarında küçük nesnelerin modellemesini ortaya koymak açısından önem kazanmıştır (Turan, 2004). Dolayısıyla fotogrametrik metodu uygulanarak arkeolojik sahalarda yapılan ölçümler ve kültür varlıklarının belgelendirilmesi ile üç boyutlu modelleme çalışmaları kısa zaman alan, maliyetsiz ve nitelikli olarak yürütülmektedir (Kaya vd., 2021).

2. Literatür Taraması

İnsansız hava araçları kullanılarak havadan çekim yapmak suretiyle elde edilen görüntülerin fotogrametrik metotlar uygulanarak ve yazılımlar yardımıyla görüntüleri dijital ortamlarda değerlendirilmektedir. Sonuç olarak ortofoto, nokta bulutu gibi ürünlerin elde edildiği bir fotogrametri tekniği olarak kullanılmaktadır. Aşağıda 2019-2022 yılları arasında yer alan çalışmalara yer verilmiştir.

Çanakkale ilinde bulunan Ortaca köyü-Asarlık yerleşmesi, Osmanlar köyü-Asarlık Kalesi, Damyeri köyü- Damyeri kalesi, Serçeler köyü- Madenkaya kalesi ile Ortaca köyü-Sivricetepe Kalesine ait kalıntı

planları İHA' dan elde edilen görüntüleri kullanılarak üretilmiştir (Yücel & Yılmaz, 2019). Aksaray'da bulunan Selime Sultan Türbesi'nin fotogrametrik metotlar kullanılarak dokümantasyonu iki farklı yazılım kullanılarak karşılaştırılmıştır (Ulvi, 2019). Urfa kalesinin belgelendirme çalışmaları kapsamında İHA kullanarak yüksek çözünürlüklü fotoğraflar kullanılarak ortofoto elde edilmiştir (Ulukavak vd., 2019). İtalya' da bulunan Avella Roma Amfiteyatrosu'nun İHA kullanılarak 3D fotogrametrik modellemesinin doğruluk değerlendirilmesini gerçekleştirmiştir (Barba vd., 2019). 2017 – 2018 yılları arasında "Bulgaristan Arkeoloji Haritası" projesinin çerçevesinde Kaliakra, Chirakman, Provadia-Solnitsata, Debel-Deultum, Halka ve Bunar arkeolojik alanlarının DJI Phantom 3 İHA yardımıyla 2B ve 3B modellemesi yapılarak mekânsal modeli oluşturulmuştur (Tzvetkov, 2020). İstanbul'da bulunan Otağ-ı Hümayun'un dokümantasyonu Ultra Hafif Drone (UHD) ve İHA kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada İHA'nın DJI Phantom Pro 4 modeli ile ULD'nin Corby Drone CX012 modeli kullanılmıştır. Çalışmada İHA ve UHD kullanılarak elde edilen veriler SfM yöntemiyle Pix4Dmapper yazılımı yardımıyla nokta bulutuyla yersel lazer tarama nokta bulutları incelenmiştir. İHA için standart sapmayı $\pm 0,62$ cm iken ULD için $\pm 1,87$ cm olarak bulunmuştur (Bakirman vd., 2020). İspanya'nın Granada şehrinde bulunan Mondujar kalesinin İHA kullanılarak fotogrametrik rekonstrüksiyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma ile ölçüm hatasını %0,005 olarak tespit edilmiştir (Qrihuela & Molina-Fajardo, 2020). İspanya, Córdoba'daki Guadiato Vadisi'nde bulunan İHA fotogrametrik hava araştırmaları ile belgelenen farklı tarihsel çağları temsil eden beş arkeolojik alanı incelenmiştir (Gasperini vd., 2020). UNESCO Dünya Mirası Sit Alanı olan Illinois, ABD'deki Cahokia Mounds'ta kamuya açık hava uçağı Işık tespiti ve Menzil (LiDAR) verilerinden ve pilotsuz hava aracından (İHA) alınan görüntüler sayısal yükseklik modelleri karşılaştırılmıştır (Vilbig vd., 2020). Şanlıurfa'da Kızılkoyun Nekropolünde ortaya çıkarılan 75 mezarın lazer tarayıcı ve İHA kullanılarak fotogrametri ile yapıların ve bölgenin yüzey modeli elde edilmiştir (Şenol vd., 2020). Konya ili Yunuslar mahallesindeki arkeolojik kazı çalışmasında 1400 yıllık geçmişi olduğu düşünülen taban mozağının dokümantasyonunu gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada lazer tarayıcı, insansız hava aracı ve sayısal el kamerası gibi teknolojilerden faydalanılmıştır.

Ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada, insansız hava aracının kullanıldığı ölçümde 4,64 cm konum hatası hesaplanmıştır (Kaya vd., 2021). Mersin'in Erdemli ilçesinde bulunan Kanlıdivane bazilikasının İHA kullanılarak üç boyutlu modellemesi yapılmıştır (Şenol vd., 2021). Şanlıurfa ili sınırları içerisinde bulunan Şuayip Şehri olarak bilinen bölgede DJI Mavic2 Pro İHA kullanılarak bölgeye ait ortofoto, sayısal yüzey modeli, eş yükselti eğrileri elde edilmiştir (Polat vd., 2021). Şanlıurfa ili sınırları içerisinde bulunan Şuayip Şehri olarak bilinen bölgenin İHA fotoğraflarını ve yersel fotogrametri kullanarak modellemesini gerçekleştirmiştir. Ayrıca DJI Mavic2 Pro İHA modelinin kullanıldığı çalışmada 2,2 milyon nokta üretilmiştir (Kaya vd., 2021). Muğla'nın Milas ilçesinde bulunan Lasos Bouleuterionu antik kenti farklı belgeleme teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada fotogrametri tekniğinin üstünlüğü görülmüştür (Pehlivan vd., 2022).

3. Yöntem

İnsansız hava aracı kısaca İHA olarak isimlendirilen, pilotu olmayan sistemsel bir hava aracıdır. İHA'lar uzaktan kontrol sistemine sahip, komuta ve kontrol edilen bir sistemdir. İHA'lar ana gövdesini oluşturan kısımlar iskelet, pervane, motor ve bataryadır. Kontrol birimini oluşturan elektronik algılayıcılar sayesinde üzerinde bulunan kamera yardımıyla görüntü kaydedip yakalama imkânı sunmaktadır. Böylece İHA'ların haberleşmeye olanak veren yazılım ve donanımdan meydana geldiği söylenebilir (Torun, 2017). Bu çalışmada 2019-2022 yılları arasında arkeolojik alanlarda yapılmış İHA'ların kullanıldığı literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Böylece araştırmacılara arkeolojik alanın bulunduğu bölge, yapılan çalışma, kullanılan drone ve elde edilen sonuçların belirlendiği bir çerçeve ortaya konması amaçlanmıştır. Bu anlamda yapılan çalışmanın araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4. Bulgular

Aşağıda verilen Tablo 1'de görüldüğü üzere insansız hava araçlarının kullanıldığı drone modeli, yapılan çalışmanın araştırmacısı ve bulunan sonuçlar ifade edilmiştir.

Tablo 1. İnsansız hava aracı kullanılarak yapılan örnek çalışmalar.

Yıl	Kullanılan İHA Modeli	Yazar	Sonuç
2019	DJI Phantom3	Ali Ulvi Murat Yakar Abdurrahman Yasin Yiğit Yasin Kaya	Aksaray'da bulunan Selime Sultan Türbesinin 82 cm olan merdiven genişliği çizim tabanlı yazılım 82,9 cm bulunurken nokta bulutu ile 81,9 cm olarak bulunmuştur.
2019	DJI Mavic Pro	Mehmet Ali Yücel Derya Yılmaz	İHA kullanılarak elde edilen görüntülerden ortofotolar Çanakkale ilindeki arkeolojik yüzey araştırmasında kullanılmıştır.
2019	TurkUAVOkto V3	Mustafa Ulukavak Abdulkadir Memduhoğlu Halil İbrahim Şenol Nizar Polat	İHA fotoğrafları ile üretilen ortofotolar ve nokta bulutları yüzey modeli için kullanılmıştır.
2019	Sony Nex 7	Salvatore Barba Maurizio Barbarella Alessandro Di Benedetto Margherita Fiani Lucas Gujski Marco Limongiello	İHA kullanılarak 626 foto elde edilmiştir. Daha sonra fotogrametrik yöntemler kullanılarak üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Ayrıca oluşturulan nokta bulutunun yoğunluğu 400 nokta/m ² dir.
2020	DJI Phantom 4	Ahmet Şasi	GBS ile elde edilen koordinatların konum doğruluğu ±2 cm ile ±4 cm arasında değişmektedir.
2020	TurkUAVOcto V3	Halil İbrahim Şenol Abdulkadir Memduhoğlu Mustafa Ulukavak	99 fotoğraf kullanılarak Pix4D yazılımı ile görüntülerle yüzey modeli elde edilmiştir.
2020	DJI Phantom 3	Jordan Tzvetkov	Provardia-Solnitsata arkeolojik peyzajı 0,78 km ² alanda 6 cm/piksel değerine sahiptir. Burada Provardia 2 cm ve Solnitsata 3 cm çözünürlük değerine sahiptir. Debelt-Deultum arkeolojik peyzajı 6,35 km ² alanda 6 cm çözünürlüğe sahip beş parçadan oluşmuştur. Chirakman arkeolojik peyzajı 0,47 km ² alanda 7 cm dir. Kaliakra arkeolojik peyzaj 0,82 km ² alanda 5 cm çözünürlüğe sahiptir. Halka Bunar arkeolojik peyzajı 2,33 km ² alanda 6 cm çözünürlüğe sahiptir.
2020	DJI Phantom 4 Pro	Justin M. Vilbig Vasit Sagan Christopher Bodine	Uçuş yüksekliği 80 m ve uçuş hızı saniyede 8 m olarak ayarlandı. 2,35 cm 'lik bir zemin örnekleme mesafesi oluşturulmuştur.
2020	DJI Phantom 4 Pro	Massimo Gasperini Juan Carlos Moreno-Escribano Antonio Monteroso-Checa	Sierra Boyera Rezervuarının (Belmez) Tartessian yerleşiminin İHA kullanılarak fotogrametrik nokta bulutu verisi elde edilmiştir. Arkeolojik yapının 138 noktasını koordinatı alınarak 1,37cm ve 0,5 piksellik toplam ortalama karesel hatası tespit edilmiştir.
2021	DJI Phantom 4 Pro	Yunus Kaya Abdurrahman Yasin Yiğit Ali Ulvi Murat Yakar	Konya ili Yunuslar mahallesindeki arkeolojik kazı çalışmasında 1400 yıllık mozağın dokümantasyonu gerçekleştirilmiştir. İHA kullanılarak konum hatasını 4,64 cm olarak elde edilmiştir.
2021	DJI Mavic2 Pro	Nizar Polat Seçil Çokoğullu Abdulkadir Memduhoğlu Mustafa Ulukavak Halil İbrahim Şenol Muharrem Oral Mahmut Karaçizmeli Özgür Marangoz	Şanlıurfa ili Şuayip Şehri olarak bilinen bölgenin İHA kullanılarak modellemesi yapılmıştır. 120 m'lik bir uçuş yüksekliğinde yer örnekleme mesafesi 3,24 cm olarak hesaplanmıştır.
2021	Phantom 1	Halil İbrahim Şenol Abdurrahman Yasin Yiğit Yunus Kaya Ali Ulvi	Kanlıdivane bazilikasının üç boyutlu belgelenmesi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmada modellerin karesel ortalama hatası İHA fotogrametrisi için 1,330cm olarak bulunmuştur.
2022	DJI Mavic 2 Pro	Gamze Fahriye Pehlivan Asuman Baldıran Erdener Pehlivan	Yapılan çalışmada geleneksel rölöve tekniği, fotogrametri ve lazer tarama ile bölgeleme yöntemleri tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre fotogrametri tekniği ön plana çıkmaktadır.

5. Sonuçlar

Yapılan çalışmada, arkeolojik alanlarda İHA'ların kullanılması ile ilgili 2019-2022 yıllarını içeren çalışmalar incelenmiştir. İHA'ların kullanılmasıyla arkeolojik alanlarda yapılan çalışmalarda zaman ve maliyet açısından kazanç elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca elde verilere göre arkeolojik sahalarda bulunan objelerin modellenmesinde fotogrametrik yöntemler, klasik arkeolojik saha yöntemlerine göre çözünürlük, netlik ve detaylandırılma gibi sonuçlar açısından öne çıkmaktadır. Ayrıca objelerin elde edilen üç boyutlu modellendirilmesi, elde edilen sonuçlar kültürel miras varlıklarının belgelendirilmesinde önemli kazançlar sağlamaktadır. Ayrıca arkeolojik anlamda oluşan veri tabanlar multimedya araçların yardımıyla sanal gerçeklik biçiminde üç boyutlu olarak eserlerin görsellerini sunabilmektedir. Böylelikle elde edilen veriler kültürel mirasın varlıklarının kayıt altına alınması, görsel objelerin teşhiri ve yapılan arkeolojik alanın üç boyutlu sanal gösterimi ile yeni nesillere aktarımı sağlanmış olmaktadır. Bu incelemede arkeolojik sahalarda İHA kullanımının artmasıyla yapılan çalışmaların kapsam ve nitelik açısından geliştiği açıkça ortaya konulmaktadır. Çalışma alanında görüntülenme yapılacak sahanın büyüklüğüne göre lazer tarayıcılar ve İHA'ların kullanıldığı gözlemlenmektedir. Eğer belgelenmesi yapılacak eser, bir obje olduğunda fotoğraf makinesinin tercih edildiği araştırmalar olmakla birlikte çalışmalarda genel olarak lazer tarayıcı, İHA ve fotoğraf makinesinin hibrit olarak kullanıldığı, karşılaştırma yapılarak üstünlüklerinin belirlendiği çalışmalar literatürde mevcuttur. Çalışma alanın büyüklüğü, araştırmacının sahip olduğu ekipman yeterliliği ve kullanma kabiliyetine göre bu gibi cihazların çalışmalarda çeşitlilik sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla arkeolojik alanlarda uygulanan uzaktan algılama teknolojisinin yüksek hassasiyetli kazı planlarının gerçekleştirilmesinde önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca son yıllarda literatürdeki birçok çalışmada arkeolojik alanların dışında farklı bilim alanlarında İHA'ların kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bu durum üzerinde İHA'ların sağladığı avantajların etkisi söz konusudur. Dolayısıyla İHA'ların kullanımının yaygınlaşması ve gelişen teknoloji ile beraber özelliklerinin gelişmesi ile daha birçok bilim alanında ilerleme sağlayacağı görülmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışma tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Arpacı, K., E. (2013). Düşük Maliyetli Fotogrametrik Sistemlerin Küçük Objelerin Üç Boyutlu Modellenmesi Çalışmalarında Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 77s.
- Bakırman, T., Bayram, B., Akpınar, B., Karabulut, M. F., Bayrak, O. C., Yigitoglu, A., & Seker, D. Z. (2020). Implementation of Ultra-Light UAV Systems for Cultural Heritage Documentation. *Journal of Cultural Heritage*, 44, 174-184.
- Barba, S., Barbarella, M., DiBenedetto, A., Fiani, M., Gujski, L., & Limongiello, M. (2019). Accuracyassessment of 3D Photogrammetric Modelsfrom an Unmannedaerial Vehicle. *Drones*, 3(4), 79.
- Cleere, H. (2020). Introduction: The Rationale of Archaeological Heritage Management. *In Archaeological Heritage Management in the Modern World*, 1-19. Routledge.
- Demirkesen, A. C., Özlüdemir, M. T., & Demir, H. M. (2005). Kapadokya Örneğinde Tarihi ve Kültürel Mirasın Korunması ve Bu İşlemlerde Harita Mühendislerinin Yetki ve Sorumlulukları. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 1-10.
- Duran, Z. (2003). Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 174s.
- Fidan, D. (2021). Arkeolojik Yüzey Araştırması Tahmin Haritalarının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Oluşturulması: Mersin İli, Silifke İlçesi Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(1), 10-23.
- Gasparini, M., Moreno-Escribano, J. C., & Monterroso-Checa, A. (2020). Photogrammetric Acquisitions in Diverse Archaeological Contexts Using Drones: Background of the Ager Mellariensis Project (North of Córdoba-Spain). *Drones*, 4(3), 47.
- Hacar, A. (2013). Arkeolojik Alanların Korunmasında Planlamanın Önemi: Güvercin Kayası Alan Yönetim Planı ve İlk Uygulamalar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(3), 395-417.
- Kaya, Y., Polat, N., Şenol, H. İ., Memduhoğlu, A., & Ulukavak, M. (2021). Arkeolojik Kalıntıların Belgelenmesinde Yersel ve İHA Fotogrametrisinin Birlikte Kullanımı. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(1), 9-14.

- Kaya, Y., Yiğit, A. Y., Ulvi, A., & Yakar, M. (2021). Arkeolojik Alanların Dokümantasyonunda Fotogrametrik Tekniklerinin Doğruluklarının Karşılaştırmalı Analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 87(165), 57-72.
- Orihuela, A., & Molina-Fajardo, M. A. (2020). UAV Photogrammetry Surveying for Sustainable Conservation: The Case of Mondújar Castle (Granada, Spain). *Sustainability*, 13(1), 24.
- Pehlivan, G. F., Baldıran, A., & Pehlivan, E. (2022). Kültürel Mirasın Belgelenmesinde Farklı Tekniklerin Karşılaştırılması: İason Bouleuterionu Örneği. *GRID-Architecture Planning and Design Journal*, 5(1), 53-71.
- Polat, N., Çokoğullu, S., Memduhoğlu, A., Ulukavak, M., Şenol, H. İ., Muharrem, Oral., & Marangoz, Ö. (2021). İHA Fotogrametrisinin Arkeolojik Yüzey Araştırmalarına Katkılarının İncelenmesi. *TÜBA-AR Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, 28(28), 175-186.
- Şasi, A. (2020). Ak Camii'nin İnsansız Hava Aracı ile Fotogrametrik 3B Modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 1-7.
- Şenol, H. İ., Memduhoğlu, A., & Ulukavak, M. (2020). Multi Instrumental Documentation and 3D Modelling of an Archaeological Site: A Case Study in Kizilkoyun Necropolis Area. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(3), 1241-1250.
- Şenol, H. İ., Yiğit, A. Y., Kaya, Y., & Ulvi, A. (2021). İHA ve Yersel Fotogrametrik Veri Füzyonu ile Kültürel Mirasın 3 Boyutlu (3B) Modelleme Uygulaması: Kanlıdivane Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(1), 29-36.
- Sevin, V. (1999). Arkeolojik Kazı Sistemi El Kitabı. İstanbul, Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Turan, M. H. (2004). Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişmelerin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), 43-50.
- Tzvetkov, J. (2020). Spatial Modeling of Archaeological Landscapes with UAV And Digital Photogrammetry. *Aerospace Research in Bulgaria*, 32, 41-53.
- Ulukavak, M., Memduhoğlu, A., Şenol, H. İ., & Polat, N. (2019). Excavation Monitoring with UAV in Şanlıurfa Castle Archaeological Site. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 23-26.
- Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A., & Kaya, Y. (2019). The Use of Photogrammetric Techniques in Documenting Cultural Heritage: The Example of Aksaray Selime Sultan Tomb. *Universal Journal of Engineering Science*, 7(3), 64-73.
- Vilbig, J. M., Sagan, V., & Bodine, C. (2020). Archaeological Surveying with Airborne Lidar and Uav Photogrammetry: A Comparative Analysis at Cahokia Mounds. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 33, 102509.
- Yakar, M., Kabadayı, A., Yiğit, A. Y., Çıkıkcı, K., Kaya, Y., & Catin, S. S. (2016). Emir Saltuk Kümbeti Fotogrametrik Rölöve Çalışması ve 3 Boyutlu Modellenmesi. *Geomatik*, 1(1), 14-18.
- Yücel, M. A., & Yılmaz, D. (2019). Çanakkale İli İnsansız Hava Aracı Destekli Yüzey Araştırması. *Anadolu Araştırmaları*, (22), 107-128.



© Author(s) 2023.

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