



8gen-ART

e-ISSN: 2792-0569

Muratcan KAYAN*

<https://orcid.org/0000-0002-3990-1370>

eposta: kayanmuratcan@gmail.com

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Isparta/Türkiye

Ömer K. ÖRÜCÜ

<https://orcid.org/0000-0002-2162-7553>

eposta: omerorucu@sdu.edu.tr

Süleyman Demirel Üniversitesi

Mimarlık Fakültesi

Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Isparta/Türkiye

*Sorumlu yazar

(Corresponding author)

Bu makale Muratcan KAYAN'ın Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırladığı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

**Araştırma makalesi
(Research Article)**

Gönderilme tarihi/Submission date

26.04.2026

Kabul tarihi/Accepted date

30.06.2026

Yayınlanma tarihi/Publishing date

15.07.2026

2026

Cilt/Volume : 6 Sayı/Issue :1

Sayfa: 63-74 Doi: 10.53463/8genart.202600443

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ (İHA) MEKANSAL PLANLAMADA KULLANIM OLANAKLARI

ÖZET

Bu çalışmada insansız hava aracı (İHA) tanımı, tarihsel gelişimi ve kullanım olanakları literatür temelinde ele alınmıştır. İHA sistemlerinin özellikle fotogrametri, uzaktan algılama ve sensör teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte dönüşüm geçirmesi, düşük maliyetli, hızlı, esnek ve yüksek çözünürlüklü mekânsal veri üretimini mümkün kılmıştır. Bu teknolojik ilerleme; mühendislik uygulamaları, ormancılık çalışmaları, ekolojik izleme süreçleri, maden sahalarının modellenmesi, kültürel mirasın dijital belgelenmesi ve kentsel açık alan analizleri gibi çok disiplinli alanlarda İHA kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Literatürde İHA tabanlı veri üretiminin ortofoto sayısal yüzey modeli (Digital Surface Model – DSM), sayısal arazi modeli (Digital Terrain Model – DTM) ve üç boyutlu model (Three-Dimensional Model – 3B Model) süreçlerinde yüksek doğruluk sunduğu, ayrıca Işık Algılama ve Mesafe Ölçme (Light Detection and Ranging – LiDAR) ve fotogrametrik verilerin birlikte kullanımının model hassasiyetini artırdığı vurgulanmaktadır. Elde edilen bulgular, İHA teknolojisinin yalnızca veri toplama aracı olmaktan çıkarak mekânsal analiz, 3B modelleme ve farklı veri türlerinin coğrafi bilgi sistemleri (Geographic Information Systems – CBS) ile bütünleşik biçimde işlenmesini mümkün kılan çok katmanlı bir teknoloji altyapısına dönüştüğünü göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), Fotogrametri, İnsansız Hava Aracı (İHA), Uzaktan algılama, 3B modelleme.

POTENTIAL UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVs) IN SPATIAL PLANNING

ABSTRACT

In this study, the definition, historical development, and application potential of unmanned aerial vehicles (UAVs) are examined based on the literature. The transformation of UAV systems, particularly alongside advancements in photogrammetry, remote sensing, and sensor technologies, has enabled low-cost, rapid, flexible, and high-resolution spatial data production. This technological progress has facilitated the widespread adoption of UAVs across multidisciplinary fields, such as engineering applications, forestry studies, ecological monitoring processes, mining site modeling, digital documentation of cultural heritage, and urban open space analysis. The literature emphasizes that UAV-based data production provides high accuracy in orthophoto generation, Digital Surface Models (DSM), Digital Terrain Models (DTM), and three dimensional models (3D Model), and that the combined use of Light Detection and Ranging (LiDAR) and photogrammetric data further enhances model precision. The findings indicate that UAV technology has evolved beyond being a mere data collection tool into a multi-layered technological infrastructure that enables spatial analysis, 3D modeling, and the integrated processing of diverse data types within Geographic Information Systems (GIS).

Keywords: 3D modeling, Geographic Information System (GIS), Photogrammetry, Remote sensing, Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

1. GİRİŞ

Son yıllarda mekânsal veri üretimi, analiz ve görselleştirme süreçlerinde yaşanan teknolojik gelişmeler, coğrafi bilgi üretim yöntemlerini köklü biçimde dönüştürmüştür. Bu dönüşümün en önemli bileşenlerinden biri, insansız hava aracı (İHA) teknolojisidir. İHA sistemleri; düşük maliyetli, hızlı veri üretebilen ve yüksek mekânsal çözünürlük sağlayabilen yapıları sayesinde fotogrametri, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (Geographic Information Systems – CBS) tabanlı analiz süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum, klasik ölçüm ve haritalama yöntemlerine alternatif oluşturarak özellikle küçük ve orta ölçekli alanlarda veri üretim verimliliğini önemli ölçüde artırmıştır (Colomina & Molina, 2014; Kahveci & Can, 2017).

İHA teknolojisinin gelişimi, yalnızca teknik kapasite artışıyla sınırlı kalmamış, aynı zamanda kullanım alanlarının çeşitlenmesini de beraberinde getirmiştir. Başlangıçta ağırlıklı olarak askeri amaçlarla kullanılan İHA'lar, günümüzde mühendislik uygulamalarından çevresel izlemeye, ormancılıktan madencilik çalışmalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Bu genişleme, İHA sistemlerinin sadece bir uçuş platformu değil, aynı zamanda çok sensörlü veri toplama ve analiz sistemi olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır (Kahveci & Can, 2017; Kılınçoğlu, 2016).

Fotogrametrik teknolojiler ile İHA sistemlerinin entegrasyonu, özellikle üç boyutlu model (Three-Dimensional Model – 3B Model), ortofoto üretimi ve sayısal arazi modeli (Digital Terrain Model - DTM) oluşturma süreçlerinde yüksek doğruluklu veri üretimini mümkün kılmıştır. İHA tabanlı görüntüler, yer kontrol noktası (Ground Control Point – GCP) ile birlikte değerlendirildiğinde yüksek çözünürlüklü ve coğrafi referanslı ürünler elde edilebilmekte, bu da planlama ve analiz süreçlerinde önemli avantajlar sağlamaktadır (Özemir & Uzar, 2016; Yastıklı vd., 2017). Bu bağlamda İHA fotogrametrisi, modern haritacılık uygulamalarının temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir.

Literatürde İHA sistemlerinin yalnızca teknik bir veri toplama aracı olmadığı, aynı zamanda disiplinler arası analiz süreçlerinde kritik bir rol üstlendiği görülmektedir. Maden sahalarının hacim analizlerinden karayolu projelerinin planlanmasına, orman envanter çalışmalarından ekolojik değerlendirmelere kadar birçok alanda İHA verileri etkin biçimde kullanılmaktadır (Akgül vd., 2016; Kabadayı, 2022; Tercan, 2017; Yakar & Gültekin, 2026). Bu durum, İHA teknolojisinin mekânsal analiz kapasitesini artıran bir araç olmanın ötesinde, karar destek sistemlerinin önemli bir bileşeni haline geldiğini göstermektedir.

Öte yandan kültürel miras alanlarının belgelenmesi ve korunması süreçlerinde de İHA teknolojisi önemli bir yer edinmiştir. Tarihi yapıların ve arkeolojik alanların yüksek çözünürlüklü 3B modellerinin üretilmesi, hem dijital arşivleme hem de restorasyon çalışmalarında güvenilir veri sağlamaktadır (Sucu, 2019; Uslu vd., 2016). Yersel fotogrametri ile İHA verilerinin birlikte kullanılması, karmaşık geometrilere sahip kültürel miras unsurlarının daha doğru temsil edilmesine imkân tanımaktadır (Ulvi vd., 2020; Yiğit & Ulvi, 2020).

Bununla birlikte İHA teknolojisinin kullanım alanları yalnızca fiziksel çevre ile sınırlı değildir. Kentsel açık alanlarda kullanıcı davranışlarının analiz edilmesi gibi insan-mekân etkileşimine yönelik çalışmalar da İHA sistemleri ile gerçekleştirilebilmektedir. Kent parklarında kullanıcı yoğunluğu ve mekânsal dağılımın belirlenmesi, kentsel tasarım ve peyzaj planlama süreçlerine önemli katkılar sunmaktadır (Demiralay & Örucü, 2025). Bu yönüyle İHA teknolojisi, yalnızca doğal ve yapıli çevreyi değil, aynı zamanda sosyal kullanım dinamiklerini de analiz edebilen çok boyutlu bir araç niteliği taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında, İHA tanımı, tarihsel gelişimi ve kullanım alanları literatür temelinde ele alınmış; özellikle fotogrametri, mühendislik uygulamaları, ormancılık, ekoloji, madencilik, kültürel miras ve kentsel analiz süreçlerindeki rolü değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, İHA teknolojisinin çok disiplinli kullanım potansiyelini ortaya koyarak mevcut literatüre bütüncül bir bakış açısı kazandırmaktır.

2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI (İHA) TANIMI VE TARİHÇESİ

İHA; içinde pilot bulunmayan, kendi güç sistemine sahip olan ve görev gereksinimlerine bağlı olarak çeşitli görüntüleme ekipmanları veya benzeri faydalı yüklerle donatılabilen hava araçlarıdır. Bu sistemler, çoğunlukla telefon ve tablet gibi mobil cihazlar üzerinden uzaktan kontrol edilerek operasyonel faaliyetlerini gerçekleştirmektedir (Sucu, 2019). Başka bir deyişle İHA, pilot tarafından uzaktan yönlendirilebilen ve veri toplama amacıyla görev yapan bir hava platformu olarak da tanımlanmaktadır (Özemir & Uzar, 2016). Literatürde İHA'lar; "hava robotları" ya da "drone (yerden kumandalı hava aracı)" gibi farklı ifadelerle anılsa da günümüzde en yaygın kullanılan terimler İHA ve drone kavramlarıdır (Kılınçoğlu, 2016). Küresel Hava Trafik Yönetimi Operasyonel Konsepti (The Global Air Traffic Management Operational Concept - GATMOC) kapsamında İHA'lar, Şikago Konvansiyonu'nun 8. maddesi çerçevesinde pilotu bulunmayan hava araçları olarak tanımlanmaktadır (Kahveci & Can, 2017).

Yer Kontrol İstasyonu (Ground Control Station - GCS), yer veri terminali ve ilgili donanımlar, İHA'nın uçuşunu mümkün kılan bileşenler olup bu unsurların bir araya gelmesiyle oluşan yapı literatürde İHA Sistemleri olarak adlandırılmaktadır (Kılınçoğlu, 2016). Ayrıca Eisenbeiss (2009), İHA sistemlerini yalnızca araç tipine göre değil, aynı zamanda maliyet düzeyi (low cost - high end) ve gerçek zamanlı veri işleme kapasitesi (sensör entegrasyonu, uçuş performansı ve çevresel koşullara duyarlılık) gibi operasyonel kriterlere göre sınıflandırarak fotogrametrik kullanım açısından daha fonksiyonel bir çerçeve önermektedir (Eisenbeiss, 2009). Başlangıçta ağırlıklı olarak askeri amaçlarla kullanılan İHA'lar, günümüzde mühendislik, çevresel gözlem, endüstriyel uygulamalar ve bilimsel araştırmalar gibi çok çeşitli sivil alanlarda da yaygın biçimde kullanılmaktadır (Demiralay, 2025).

Uluslararası terminolojide, İHA sistemleri kavramı ABD Savunma Bakanlığı (U.S.A. Department of Defense - DoD) ve İngiltere Sivil Havacılık Otoritesi (Civil Aviation Authority - CAA) tarafından kabul edilen bir çerçevede ele alınmaktadır; Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization - ICAO) ise 2011 yılında yayımladığı 328 sayılı genelgede, İHA sistemlerinin özel bir kategorisi olan Uzaktan Pilotlu Hava Sistemi (Remotely Piloted Aerial System - RPAS) kavramını tanımlamıştır (Colomina & Molina, 2014; Kılınçoğlu, 2016). Bu yaklaşım, İHA'yı yalnızca bir hava aracı değil, yer bileşenleri ve haberleşme altyapısı ile birlikte bir sistem olarak ele almaktadır (Colomina & Molina, 2014; Kılınçoğlu, 2016).

Modern İHA'ların askeri amaçlarla kullanımı 1970'li yıllara uzanmaktadır. Fakat İHA teknolojisinin kökeni çok daha eskiye dayanır. Kahveci & Can (2017) insansız balonların askeri amaçlı kullanımının Amerika'da 1793 yılına kadar uzandığını, ancak bu sistemlerin İç Savaş döneminde (1861-1865) yalnızca keşif amaçlı olarak kullanıldığını belirtmektedir. 19. yüzyılın ortalarında ise Avusturya'nın Venedik'e yönelik bombalı balon girişimleri, erken dönem askeri insansız hava uygulamalarına örnek teşkil etmektedir (Kahveci & Can, 2017). Bu balonlar, bazen hedeflerine ulaşırken, bazen de rüzgârın etkisiyle geri dönerek operasyonlarda başarısızlık yaşamıştır. 1849 yılında

Avusturya, Venedik şehrine balonlarla bombalı saldırılar düzenlemiş; 1861 yılında ise ABD iç savaşında balonlar keşif amacıyla kullanılmıştır (Mahmod, 2017). 1908 yılında Almanya ve Fransa arasında gerçekleşen balon faaliyetleri, uluslararası hava hukuku ve düzenlemelerine yönelik ilk diplomatik adımları beraberinde getirmiş; 1910 Paris Konferansı ise hava hukukunun uluslararası platformda tartışılmaya başlandığı tarihsel bir dönüm noktası olmuştur (Kahveci & Can, 2017).

İlk motorlu ve otomatik uçan İHA'ların erken gelişim süreci, iki farklı yaklaşımın ortaya çıktığı bir dönemdir. Bu kapsamda ABD'de geliştirilen Hewitt Sperry Automatic Airplane projesi, jiroskop tabanlı otomatik kontrol sistemiyle yönlendirilen ve "uçan bomba" konsepti içinde değerlendirilen erken bir insansız uçak örneğini temsil etmektedir (Kahveci & Can, 2017). Buna paralel olarak 1916 yılında Wright kardeşlerin Hewitt Sperry otomatik uçağı ile İngiliz Profesör A. M. Low'un "Aerial Target" projesi ortaya çıkmıştır. 1933 yılında İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri için geliştirilen "Queen Bee", askerî İHA teknolojisinin gelişiminde önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir (Colomina & Molina, 2014; Mahmod, 2017). Daha sonraki süreçte ABD Hava Kuvvetleri'nin "Firebee" insansız hava araçları Vietnam Savaşı'nda kullanılmış, ayrıca İsrail tarafından 1973 Arap İsrail Savaşı sırasında Sina'da Mısır hedeflerine karşı görevlerde değerlendirilmiştir (Colomina & Molina, 2014).

İHA'lara yönelik çalışmalar İkinci Dünya Savaşı ve sonrasında da devam etmiş; Vietnam, Afganistan ve Irak savaşları dâhil olmak üzere günümüze kadar çok sayıda askerî operasyonda kullanılmış ve günümüzde de aktif olarak kullanılmaya devam etmektedir. Özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrasındaki yoğun araştırma ve geliştirme faaliyetleri, "Cruise", "Harpoon" ve "Tomahawk" gibi seyir füzelerinin (cruise missile) geliştirilmesinde önemli bir teknolojik temel oluşturmuştur (Kahveci & Can, 2017). 1955 yılında ise askeri keşif uçuşları sırasında ilk İHA fotoğrafı elde edilmiş; 1970'lerde radyo kontrollü ve sensör entegre platformlarla sivil haritacılık ve araştırma amaçlı kullanım potansiyeli keşfedilmeye başlanmıştır. Bu dönemde yüksek çözünürlüklü görüntüler alınmış, ancak akademik çevrelerde ilgi sınırlı kalmıştır (Mahmod, 2017). 1980 yılında Wester Ebbinghaus, fotogrametrik amaçlı ilk model helikopter uçuşunu gerçekleştirmiştir (Mahmod, 2017).

2000'li yıllardan itibaren İHA sistemleri hızla çeşitlenmiş ve kapasite olarak gelişmiştir. Mini, orta ve uzun menzilli İHA'lar; sabit kanatlı veya pervaneli modellerle askeri ve sivil alanlarda veri toplama, gözetleme, afet yönetimi ve doğal kaynak izleme gibi görevlerde etkin şekilde kullanılmaktadır (Mahmod, 2017). Örneğin, LIDAR ve GPS - INS ile donatılmış helikopter tabanlı İHA sistemleri, yüksek doğrulukta DSM üretmiş; balon tabanlı platformlar ise arkeolojik alanların 3B modellenmesinde kullanılmıştır (Mahmod, 2017).

Bu tarihsel arka plan, modern İHA'ların askeri alandaki gelişimini hazırlamış; özellikle 2000 yılı sonrası silahlı modellerin geliştirilmesiyle İHA'ların kullanım alanları hızla genişlemiştir. Günümüzde bu araçlar, sadece silahlı operasyonlarda değil, gözetleme, keşif ve hedef tespiti gibi istihbarat faaliyetlerinde de yoğun olarak kullanılmaktadır. Hatta farklı platformlardan ve binlerce kilometre uzaklıktan uydu haberleşmesi aracılığıyla kontrol edilebilmektedir (Kahveci & Can, 2017; Kılınçoğlu, 2016).

Askeri alandaki başarıların ardından, İHA'ların sivil havacılıkta kullanılabilirliği üzerine çalışmalar hız kazanmıştır. Düşük maliyetli olmaları, riskli ve erişilmesi zor alanlarda görev yapabilmeleri ve insansız uçuş kabiliyetleri sayesinde; petrol ve doğalgaz boru hatlarının denetimi, demiryolu hatlarının izlenmesi, yüksek yapıların kontrolü, zirai

ilaçlama, ürün rekolte tespiti, afet ve deprem anı gözlemleri gibi pek çok sivil uygulamada etkin çözümler sunabilecekleri ifade edilmektedir (Kılınçoğlu, 2016).

İHA'lar yalnızca havada uçan bir uçak olarak görülmemelidir; üç temel bileşenden oluşmaktadır: Uçak gövdesi, uçaktaki faydalı yük (payload) ve GCS. Faydalı yükler arasında kameralar, fotogrametri cihazları, lazer tarayıcılar, termal görüntüleme sistemleri, radarlar ve meteorolojik sensörler yer alabilmektedir (Kahveci & Can, 2017). Küresel hava trafiği ve yasal düzenlemeler bağlamında, İHA'lar farklı teknik özelliklerine göre sınıflandırılmakta ve sivil kullanım için özel sertifikalandırma gereklilikleri bulunmaktadır (Kahveci & Can, 2017). Bu çerçevede, özellikle "UAV - UAS" ve "RPAS" terimleri, kullanıcılar tarafından büyük ölçüde eş anlamlı kullanılmakta; ancak otomatik uçan UAS sistemleri çoğu ülkede mevzuat nedeniyle sınırlandırılmıştır (Kahveci & Can, 2017).

Teknolojik gelişmeler sayesinde İHA'lar farklı aktif veya pasif sensörlerle donatılmakta ve bu sayede yüksek doğruluklu veriler elde edilebilmektedir. İHA'ların sağladığı görüntüler, uydu verilerine kıyasla düşük maliyetli, hızlı ve daha detaylı analiz imkânı sunar. Mekânsal, zamansal, spektral ve radyometrik çözünürlük açısından üstünlük sağlayan bu veriler, üretilen 2B ve 3B haritalar, ortofotolar, indeks haritaları ve nokta bulutlarının kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir (Demiralay, 2025).

İHA'larda pilotun fiziksel olarak hava aracında bulunmaması, uçuşun tamamen otonom olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine, birçok durumda geleneksel hava araçlarına kıyasla yer ekibinin sorumluluğu daha fazladır. GCS aracılığıyla yönetilen bu sistemler, güvenilir ve kesintisiz haberleşme bağlantılarına ihtiyaç duymakta; gerekli durumlarda hava trafik kontrol otoriteleri ile koordineli çalışmaktadır. Bu durum, İHA operasyonlarının da belirli havacılık kuralları ve denetimleri çerçevesinde yürütüldüğünü göstermektedir (Kılınçoğlu, 2016).

2.1. Fotogrametri Tanımı ve Tarihçesi

Fotogrametri, nesnelerin ve yüzeylerin fotoğraflar yardımıyla ölçülmesi, konumlarının belirlenmesi ve 3B modellerinin oluşturulması bilimidir. Kelime kökeni eski Yunanca photos (ışık), grama (çizim) ve metron (ölçme) sözcüklerinin birleşmesinden meydana gelmiş olup, "ışık yardımı ile ölçme ve yorumlama" anlamına gelmektedir (Kılınçoğlu, 2016; Sucu, 2019). Fotogrametri, fiziksel temas gerektirmeden ölçme ve yorumlama yoluyla nesne ve yüzeylere ilişkin güvenilir bilgilerin elde edilmesini sağlayan bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Kılınçoğlu, 2016).

Fotogrametrinin tarihsel gelişimi, 1839'da fotoğrafın keşfiyle başlamıştır. Fotoğrafın çekildiği konuma bağlı olarak fotogrametri, yersel fotogrametri ve hava fotogrametrisi olmak üzere iki temel sınıfa ayrılmıştır. Yersel fotogrametri, yalnızca yerden çekilen görüntülerle yapılan ölçümleri ifade ederken; hava fotogrametrisi, çekim noktasının yükseltilmesi sayesinde yüzeylerin tüm detaylarını ölçebilme yeteneği sunmuştur (Kılınçoğlu, 2016).

1897'de Avusturyalı asker T. Scheimpflug, havadan çekilen fotoğrafları düşeye çevirip araziye plana aktararak hava fotogrametrisinde önemli bir ilerleme sağlamıştır. Hava fotoğraflarının sistematik kullanımı ise I. Dünya Savaşı ile yaygınlaşan motorlu uçakların gelişimiyle mümkün olmuştur (Kılınçoğlu, 2016).

Fotogrametri, teknoloji ve yöntemler açısından üç ana evrede gelişmiştir:

- Analog fotogrametri, klasik fotoğrafların optik ve mekanik aletlerle işlenmesini sağlar.

- Analitik fotogrametri, bilgisayar destekli hesaplamalarla fotoğraf analizlerinin yapılmasını sağlar.
- Sayısal (digital) fotogrametri, bilgisayar destekli görüntü işleme ile hızlı ve yüksek doğrulukta analiz ve 3B modelleme yapılmasını sağlar.

Fotogrametrinin temel amacı, çekilen resimlerin cisme olan konumunu belirlemektir. Resim üzerindeki koordinatlar ölçülerek cisim uzayındaki arazi koordinatları hesaplanır. Günümüzde İHA'lar ile elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler, fotogrametri uygulamalarını daha hızlı, hassas ve ekonomik hâle getirmiştir. İHA tabanlı fotogrametri, özellikle küçük alanlarda yüksek doğrulukta coğrafi referanslı 3B model üretimi için günümüzde en etkin yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Kılınçoğlu, 2016; Özemir & Uzar, 2016).

3. İHA KULLANIM OLANAKLARI

İHA, günümüzde fotogrametri, uzaktan algılama ve coğrafi veri üretimi alanlarında hızlı, ekonomik ve yüksek doğruluklu veri elde etme kapasitesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. İHA sistemleri özellikle düşük maliyetli operasyon imkânı, kısa sürede geniş alanlardan veri toplayabilmesi ve erişimi zor bölgelerde etkin şekilde çalışabilmesi nedeniyle klasik ölçüm yöntemlerine önemli bir alternatif oluşturmıştır. Literatürde İHA tabanlı görüntülerin fotogrametrik işleme süreçleriyle değerlendirilerek ortofoto, sayısal yüzey modeli (Digital Surface Model - DSM), DTM ve 3B model üretiminde yüksek doğruluk sağladığı vurgulanmaktadır (Colomina & Molina, 2014; Kahveci & Can, 2017; Kılınçoğlu, 2016; Küçük vd., 2025; Özemir & Uzar, 2016). Bu süreçlerde otomatik fotogrametrik yöntemler, veri işleme hızını artırırken aynı zamanda mekânsal doğruluğu da yükseltmektedir.

İHA tabanlı fotogrametri, 3B modelleme ve yüksek çözünürlüklü mekânsal veri üretimi açısından temel bir teknoloji haline gelmiştir. Elde edilen görüntüler, nokta bulutu üretimi ve yüzey modelleme süreçleri ile sayısal ortamlara aktarılmakta, böylece hem mühendislik hem de planlama çalışmalarına doğrudan veri sağlamaktadır. LiDAR ve fotogrametrik verilerin birlikte kullanılması, özellikle karmaşık yüzey yapısına sahip alanlarda model doğruluğunu artırmaktadır. Günümüzde kentsel alanların dijitalleştirilmesi süreci, tekil mimari dokulardan geniş kampüs yerleşkelerine ve karmaşık bitki örtüsüne sahip açık alanlara kadar çok katmanlı bir yapıda ilerlemektedir. Modern yaklaşımlar; kent modeli, kentsel peyzajın bir parçası olan üniversite yerleşkelerindeki ibadethaneler gibi anıtsal yapıların detaylı fotogrametrik modellemesinden, fakülte bahçeleri gibi bitki örtüsü içeren arazilerin 3B modelleme süreçlerine kadar uzanmaktadır (Küçük vd., 2025; Mahmod, 2017; Yastıklı, 2005; Yastıklı vd., 2017; Yiğit & Ulvi, 2020). Bu yöntemler, mekânsal verinin daha tutarlı ve bütüncül biçimde üretilmesine katkı sağlayarak kentsel alanların analiz ve değerlendirme süreçlerini desteklemektedir.

Bu yaklaşım yalnızca kentsel modelleme değil, aynı zamanda kültürel miras alanlarının ve tarihi yerleşim alanlarının dijital belgelenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Tarihi yapıların ve arkeolojik alanların İHA fotogrametrisi ile yüksek çözünürlüklü 3B modellerinin üretilmesi, hem dijital arşivleme hem de restorasyon süreçlerinde kritik veri sağlamaktadır (Asri & Çorumluoğlu, 2014; Pulat & Yakar, 2026; Sucu, 2019; Şenol vd., 2021; Uslu vd., 2016). Yersel fotogrametri ile İHA verilerinin bütünleşik kullanımı, özellikle karmaşık geometrilili kültürel miras yapılarında model doğruluğunu artırmakta ve daha güvenilir dijital temsil imkânı sunmaktadır (Şenol vd., 2021; Ulvi vd., 2020). Bu

bağlamda İHA teknolojisi, kültürel mirasın dijital korunması ve sürdürülebilir belgelenmesi açısından stratejik bir araç haline gelmiştir.

Mühendislik ve altyapı uygulamaları, İHA kullanımının en yoğun olduğu alanlardan biridir. Karayolu projelerinde İHA verileri ile oluşturulan DTM, güzergâh planlama, eğitim analizi ve hacim hesaplamalarında yüksek doğruluk sağlamaktadır (Tercan, 2017). Maden sahalarında ise İHA tabanlı fotogrametrik ölçümler, açık ocak işletmelerinde hacim hesapları, stok takibi gibi analizlerde etkin şekilde kullanılabilir. Bu yöntemler, hem saha güvenliğini artırmakta hem de ölçüm süresini önemli ölçüde azaltmaktadır (Kabadayı, 2022). Ayrıca maden sahalarının 3B modellenmesi, üretim planlaması ve rezerv analizlerinde kritik bir veri kaynağı oluşturmaktadır (Yakar & Gültekin, 2026). Bu yönüyle İHA teknolojisi, jeodezi, maden mühendisliği ve altyapı planlama süreçlerinde standart bir veri toplama aracı haline gelmiştir.

Ormanlık ve ekolojik uygulamalarda İHA sistemleri, yüksek hassasiyetli sayısal yükseklik modeli (Digital Elevation Model – DEM), DTM ve DSM üretiminde ve orman envanter analizlerinde önemli bir rol oynamaktadır. İHA kullanılarak ağaç örtüsü tespiti yapılabilmekte ayrıca arazi ve orman alanlarının yapısal özellikleri detaylı biçimde analiz edilebilmektedir (Akgül vd., 2016; Gültekin vd., 2016; Gürbüz & Türker, 2017; Tekin & Tekir, 2020; Uysal vd., 2015). Ayrıca biyokütle tahmini ve karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi gibi ekolojik analizlerde İHA verileri önemli bir veri kaynağı olarak kullanılmaktadır (Akpınar, 2022). Özellikle mangrove ormanları gibi hassas ekosistemlerde İHA teknolojisinin karbon stoklarının belirlenmesinde yöntemsel bir çerçeve sunduğu belirtilmektedir (Budiarto & Dewanto, 2025). Bu durum, İHA sistemlerinin çevresel izleme ve sürdürülebilir ekosistem yönetimi açısından kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir. Ayrıca İHA tabanlı multispektral uzaktan algılama yaklaşımları, sulak alanlarda su varlığı, su bulanıklığı ve sucul bitki örtüsü gibi ekolojik bütünlük göstergelerinin yüksek mekânsal çözünürlükte türetilmesine imkân tanımakta ve bu göstergelerin Sentinel 2 MSI uydu verilerine ölçeklenebilirliğini desteklemektedir (Díaz-Delgado vd., 2018).

Kentsel açık alanların analizinde İHA teknolojisi, kullanıcı davranışlarının mekânsal ve zamansal olarak değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Özellikle kent parklarında kullanıcı yoğunluğu, hareket desenleri ve alan kullanım etkinliği, İHA tabanlı görüntüleme sistemleri ile yüksek çözünürlükte ve geniş ölçekli olarak izlenebilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, İHA verilerinin kent parklarında kullanıcı etkinliğinin belirlenmesinde etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Isparta kentinde gerçekleştirilen uygulamalarda İHA görüntüleri kullanılarak park kullanıcılarının mekânsal dağılımı ve kullanım yoğunluğu analiz edilmiş, böylece açık alanların fonksiyonel verimliliği değerlendirilmiştir (Demiralay, 2025; Demiralay & Örucü, 2025). Bu yaklaşım, kentsel tasarım, peyzaj planlama ve rekreasyon alanlarının yönetimi açısından İHA teknolojisinin yalnızca fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda insan davranışlarını da analiz edebilen çok yönlü bir araç olduğunu göstermektedir.

İHA verilerinin CBS ile entegrasyonu, mekânsal analiz ve karar destek süreçlerinde önemli bir kullanım alanı oluşturmaktadır. İHA'dan elde edilen veriler CBS ortamına aktararak arazi kullanım analizi, çevresel değişim tespiti ve planlama çalışmalarında kullanılmaktadır (Villi & Yakar, 2023). Ayrıca farklı sensör sistemlerinin (RGB, multispektral ve termal) kullanımı, veri çeşitliliğini artırarak analiz kapasitesini genişletmektedir (Villi & Yakar, 2022). Bununla birlikte yer örnekleme aralığı (YÖA) gibi parametreler, üretilen verinin çözünürlüğünü ve model doğruluğunu doğrudan etkileyen kritik faktörler arasında yer almaktadır (Yakar & Yılmaz, 2026).

Korkmaz vd. (2016), sivil İHA kullanımının afet yönetimi, çevresel izleme, acil lojistik, ekolojik koruma, rekreasyonel faaliyetler ve toplu organizasyon güvenliği gibi çok yönlü alanlara yayıldığını vurgulamaktadır (Korkmaz vd., 2016). Buna göre İHA'lar; yangın, deprem ve sel gibi afetlerde olay yerinin hızlı biçimde belirlenmesi ve gerçek zamanlı veri aktarımı ile müdahale süreçlerinin desteklenmesinde; denizel ve kırsal ortamlarda çevre kirliliğinin izlenmesi ve önlenmesine yönelik çalışmalarda; trafik ve erişim kısıtlarından bağımsız şekilde acil tıbbi malzeme ulaştırılmasında; doğa gözlemi ve vahşi yaşam takibinde; nesli tehlike altındaki türlerin korunması kapsamında kaçak avcılığın tespit edilmesinde; ayrıca miting, konser ve benzeri geniş katılımlı açık hava etkinliklerinde güvenlik amaçlı gözetimde etkin biçimde değerlendirilebilecek sistemler olarak ele alınmaktadır (Korkmaz vd., 2016).

Sonuç olarak İHA teknolojisi; fotogrametrik veri üretimi, mühendislik uygulamaları, ormancılık ve ekolojik izleme, maden sahalarının analiz ve modellemesi, kültürel mirasın dijital belgelenmesi ve kentsel açık alanların kullanıcı davranışları üzerinden değerlendirilmesi ile afet yönetimi, çevresel izleme, acil durum lojistiği, kamu güvenliği ve çeşitli sivil kullanım senaryolarını da kapsayan çok disiplinli ve geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Literatür bulguları, İHA sistemlerinin yalnızca yüksek çözünürlüklü veri toplayan bir araç olmanın ötesine geçerek, mekânsal analiz, 3B modelleme, karar destek süreçleri ve sivil uygulamalarda operasyonel müdahale kabiliyeti sağlayan temel bir bileşen haline geldiğini göstermektedir. Bu yönüyle İHA teknolojisi, farklı disiplinler arasında veri entegrasyonunu mümkün kılan ve modern coğrafi analiz süreçlerini dönüştüren stratejik bir araç niteliği taşımaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında İHA'nın fotogrametri, uzaktan algılama ve coğrafi veri üretimi alanlarındaki kullanım olanakları literatür temelli olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, İHA sistemlerinin çok disiplinli bir yapıya sahip olduğunu ve mühendislikten ekolojiye, kültürel mirastan madencilığe kadar geniş bir uygulama alanına yayıldığını göstermektedir. Özellikle düşük maliyet, hızlı veri toplama ve yüksek mekânsal çözünürlük özellikleri, İHA teknolojisini geleneksel ölçüm yöntemlerine güçlü bir alternatif haline getirmektedir (Colomina & Molina, 2014; Kahveci & Can, 2017).

Literatür incelemesi, İHA tabanlı fotogrametrinin DTM, DSM, ortofoto üretimi ve 3B modelleme süreçlerinde yüksek doğruluk sağladığını ortaya koymaktadır. Otomatik fotogrametrik işleme yöntemleri, veri üretim sürecini hızlandırırken aynı zamanda operasyonel verimliliği artırmaktadır (Kılınçoğlu, 2016; Özemir & Uzar, 2016). LiDAR ve fotogrametrik verilerin birlikte kullanımı ise özellikle karmaşık yüzey yapılarında model doğruluğunu artıran önemli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Yastıklı, 2005).

Kültürel miras alanında İHA teknolojisi, tarihi yapıların ve arkeolojik alanların yüksek çözünürlüklü 3B modellerinin üretilmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Bu sayede kültürel mirasın dijital olarak belgelenmesi, korunması ve geleceğe aktarılması mümkün hale gelmektedir (Sucu, 2019; Uslu vd., 2016). Yersel fotogrametri ile birlikte kullanılan İHA verileri, model doğruluğunu artırarak daha güvenilir dijital temsil imkânı sunmaktadır (Şenol vd., 2021; Ulvi vd., 2020). Bu durum, kültürel miras yönetiminde İHA teknolojisinin standart bir yöntem haline geldiğini göstermektedir.

Mühendislik uygulamaları açısından İHA sistemleri, karayolu projeleri ve maden sahaları analizlerinde önemli katkılar sağlamaktadır. DTM üzerinden yapılan analizler, planlama

ve tasarım süreçlerinde doğruluk ve hız kazandırmaktadır (Tercan, 2017). Maden sahalarında İHA tabanlı ölçümler, hacim hesapları ve stok takibi gibi işlemlerde operasyonel kolaylık ve güvenlik avantajı sunmaktadır (Kabadayı, 2022). Ayrıca 3B modelleme çalışmaları, üretim planlaması ve kaynak yönetimi açısından kritik veri üretmektedir (Yakar & Gültekin, 2026).

Ormancılık ve ekolojik uygulamalarda İHA teknolojisi, yüksek hassasiyetli DEM ve biyokütle analizleri üretiminde etkin şekilde kullanılmaktadır. Orman envanter çalışmalarında ağaç tespiti ve örtü analizleri İHA verileri ile daha hızlı ve detaylı şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Akgül vd., 2016; Gürbüz & Türker, 2017). Ayrıca karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi ve ekosistem izleme çalışmalarında İHA verileri önemli bir veri kaynağı oluşturmaktadır (Akpınar, 2022; Budiarto & Dewanto, 2025).

Kentsel alan analizlerinde İHA teknolojisi, kullanıcı davranışlarının mekânsal olarak değerlendirilmesine yeni bir yaklaşım kazandırmıştır. Kent parklarında yapılan çalışmalarda İHA verileri kullanılarak kullanıcı yoğunluğu, mekânsal dağılım ve alan kullanım etkinliği analiz edilebilmekte, böylece kentsel açık alanların planlama ve yönetim süreçlerine bilimsel veri sağlanmaktadır. Bu kapsamda Isparta Kule Park özelinde yapılan çalışmalar, İHA görüntülerinin kullanıcı etkinliğinin belirlenmesinde etkili bir yöntem olduğunu göstermekte; park içi kullanım desenlerinin mekânsal analizine imkân tanımaktadır (Demiralay, 2025; Demiralay & Örucü, 2025). Bu durum, İHA teknolojisinin yalnızca fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda insan-mekân etkileşimini de analiz edebilen çok boyutlu bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

CBS ile İHA verilerinin entegrasyonu, mekânsal analiz ve karar destek süreçlerinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Farklı sensör sistemleri ile elde edilen veriler, çevresel analizlerden arazi kullanım planlamasına kadar geniş bir uygulama yelpazesi sunmaktadır (Villi & Yakar, 2022, 2023). YÖA gibi teknik parametreler ise veri kalitesini doğrudan etkileyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Yakar & Yılmaz, 2026).

Sivil kullanım alanları kapsamında İHA'lar, yalnızca çevresel izleme değil aynı zamanda ekolojik koruma süreçlerinde de önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Özellikle nesli tehlike altındaki türlerin korunmasında kaçak avcılığın tespiti ve önlenmesine yönelik izleme faaliyetleri ile elde edilen verilerin ilgili kurumlara aktarılması, bu sistemlerin koruma odaklı kullanımını güçlendirmektedir. Bunun yanında İHA'lar, geniş katılımlı açık hava etkinliklerinde (miting, konser vb.) güvenlik risklerinin izlenmesi ve alan kontrolünün sağlanması gibi kamu güvenliği uygulamalarında da etkin biçimde kullanılabilmektedir (Korkmaz vd., 2016).

Elde edilen literatür bulguları doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Maden, ormancılık ve karayolu mühendisliği uygulamalarında İHA kullanımına yönelik standart metodolojiler geliştirilmelidir.
- Kültürel mirasın dijital korunması için yüksek çözünürlüklü İHA tabanlı 3B modelleme çalışmalarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.
- CBS entegrasyonu güçlendirilerek İHA verilerinin karar destek sistemlerinde daha etkin kullanımı sağlanmalıdır.
- Veri doğruluğunu etkileyen YÖA gibi teknik parametreler üzerine daha fazla çalışma yapılmalıdır.
- Özellikle karbon hesaplama ve ekolojik izleme çalışmalarında İHA kullanımının artırılması sürdürülebilir çevre yönetimi açısından önemlidir.

Teşekkür (Acknowledgements)

Değerli danışmanım **Doç. Dr. Ömer Kamil Örücü**'ye, arazi çalışmalarının yanı sıra sağladığı tüm bilgi birikimi ve destekler için özel teşekkür ederim. **Peyzaj Yüksek Mimarı Rabia Demiralay**'a arazi çalışmalarındaki katkılarından ve **Peyzaj Mimarı Nazlı Su Taşkaya**'ya her zaman yanımda olarak verdiği destekler için özel teşekkür ederim.

Etik Beyan (Ethical Statement)

Bu çalışma kapsamında yazım, dil düzenleme ve çeviri süreçlerinde yapay zekâ destekli araçlardan yararlanılmış olup, bu kullanım yalnızca metnin dilsel akıcılığının ve yazım bütünlüğünün geliştirilmesi ile sınırlıdır. Çalışmada kullanılan veriler ve kaynaklar, ilgili akademik etik kurallarına uygun olarak elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülci, S., & Öztürk, T. (2016). İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 104-118. <https://doi.org/10.17099/jffiu.23976>
- Akpınar, A. (2022). *İnsansız hava aracı ile elde edilen görüntülerden ağaçların toprak üstü biyokütle tahmini ve karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. <http://acikerisim.akdeniz.edu.tr/bitstream/handle/123456789/7002/T07670.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asri, İ., & Çorumluoğlu, Ö. (2014). *Tarihi yerleşim alanlarının yersel fotogrametri yöntemi ile 3B modellenmesi: Santa Harabeleri örneği*. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014). <https://www.kongresistemi.com/root/dosyalar/uzalcbs2014/352.pdf>
- Budiarto, R., & Dewanto, B. G. (2025). Unmanned aerial vehicles for assessing biomass and carbon stocks in mangrove forests: A systematic review. *Sustainable Futures*, 10, 101425. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101425>
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013>
- Demiralay, R. (2025). *Kent parklarında insansız hava araçları (İHA) ile kullanıcı etkinliğinin belirlenmesi, Isparta örneği* [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Demiralay, R., & Örücü, Ö. K. (2025). İnsansız hava araçları (İHA) ile kent parklarında kullanıcı etkinliğinin belirlenmesi, Isparta Kule Park örneği. *8gen-ART*, 5(1), 25-49. <https://doi.org/10.53463/8genart.202500386>
- Díaz-Delgado, R., Cazacu, C., & Adamescu, M. (2018). Rapid assessment of ecological integrity for LTER wetland sites by using UAV multispectral mapping. *Drones*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.3390/drones3010003>
- Eisenbeiss, H. (2009). *UAV photogrammetry* [Doctoral Thesis, ETH Zurich]. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-005939264>
- Gültekin, Y., Özemir, I., Uzar, M., & Şimşek, M. (2016). İnsansız hava araçları ile ortofoto ve SYM üretimi. *UZAL-CBS 2016 Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 310-318. http://uzalcbs.org/wp-content/uploads/2016/11/2016_1071.pdf

- Gürbüz, M. F., & Türker, M. (2017). Çok yüksek çözünürlüklü İHA görüntülerinden otomatik ağaç tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi (AKÜ FEMÜBİD)*, 17(Özel Sayı), 60-71.
- Kabadayı, A. (2022). Maden sahasının insansız hava aracı yardımıyla fotogrametrik yöntemle haritalanması. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(1), 19-23. <https://doi.org/10.51534/tiha.1130929>
- Kahveci, M., & Can, N. (2017). İnsansız hava araçları: Tarihçesi, tanımı, dünyada ve Türkiye'deki yasal durumu. *Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology*, 5(4), 511-535. <https://doi.org/10.15317/Scitech.2017.109>
- Kılınçoğlu, D. B. (2016). *Farklı insansız hava araçları ile elde edilen görüntülerin otomatik fotogrametrik yöntemlerle değerlendirilmesi ve doğruluk analizi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://polen.itu.edu.tr:8443/server/api/core/bitstreams/23e63a0c-8d2c-41cd-816a-29e2511e9630/content>
- Korkmaz, Y., İyibilgin, O., & Fındık, F. (2016). Geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 103. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.14427>
- Küçük, V., Kayan, M., & Nanim, Ş. (2025). İnsansız hava aracı (İHA) ile ortofoto ve 3B modellemeye: ISIBU Orman Fakültesi Bahçesi örneği. İçinde B. Çomak & A. Çoban (Ed.), *Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Araştırma Yöntemleri ve Yenilikçi Uygulamalar* (1. bs., ss. 217-244). Platanus Publishing. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18093342>
- Mahmod, A. A. (2017). *İnsansız hava aracı verilerinden üç boyutlu model oluşturma: Aksaray Üniversitesi Kampüsü Camii* [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. <https://acikerisim.aksaray.edu.tr/items/d02dd4be-3088-4f68-b248-1dff2a2cec81>
- Özemir, I., & Uzar, M. (2016). İHA ile fotogrametrik veri üretimi. *UZAL-CBS 2016 Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 245-253. http://uzalCBS.org/wp-content/uploads/2016/11/2016_972.pdf
- Pulat, F., & Yakar, M. (2026). İHA fotogrametrisi kullanılarak kültürel mirasın yüksek hassasiyetli 3B belgelenmesi: İsmail Fakirullah Türbesi. *Geomatik*, 11(2), 232-242. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1825732>
- Sucu, M. S. (2019). *İnsansız hava aracı (İHA) verilerinin kültürel mirasların belgelenmesinde kullanılabilirliği: Binbir Kilise örneği* [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. <https://acikerisim.aksaray.edu.tr/server/api/core/bitstreams/92d03c1d-caf9-4110-b88f-63ecbc12a76f/content>
- 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. <https://doi.org/10.53030/tufod.935920>
- Tekin, S., & Tekir, F. (2020). İnsansız hava aracı (İHA) ile ortofoto ve sayısal yükseklik modeli üretimi: Adıyaman Üniversitesi Merkez Kampüs örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(4), 891-896. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.867512>
- Tercan, E. (2017). Karayolu projelerinde İnsansız hava aracı ile üretilen sayısal arazi modelinin değerlendirilmesi: Bucak-Kocaaliler Yolu örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 172-183.

- Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A. Y., & Kaya, Y. (2020). İHA ve yersel fotogrametrik teknikler kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3B modelinin ve nokta bulutunun elde edilmesi. *Geomatik*, 5(1), 19-26. <https://doi.org/10.29128/geomatik.560179>
- Uslu, A., Polat, N., Toprak, A. S., & Uysal, M. (2016). Kültürel mirasın fotogrametrik yöntemle 3B modellenmesi örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 165-176. <https://doi.org/10.15659/hartek.16.08.302>
- Uysal, M., Toprak, A. S., & Polat, N. (2015). İnsansız hava araçları ile sayısal arazi modeli üretimi. *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu*, 275-279. <https://www.tufuab.org.tr/uploads/files/articles/insansiz-hava-araclari-ile-sayisal-arazi-modeli-uretimi-1902.pdf>
- Villi, O., & Yakar, M. (2022). İnsansız hava araçlarının kullanım alanları ve sensör tipleri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 73-100. <https://doi.org/10.51534/tiha.1189263>
- Villi, O., & Yakar, M. (2023). İnsansız hava araçları ve coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(1), 20-33. <https://doi.org/10.56130/tucbis.1297245>
- Yakar, M., & Gültekin, G. (2026). Maden sahalarının ölçümünde insansız hava araçlarının kullanımı ve Sivrihisar Babadat mermer ocağı örneği. *Geomatik*, 11(2), 206-220. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1824926>
- Yakar, M., & Yılmaz, H. M. (2026). Fotogrametride ve insansız hava araçlarında yer örnekleme aralığı (YÖA). *Geomatik*, 11(2), 392-417. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1830753>
- Yastıklı, N. (2005). Sayısal fotogrametri ve yersel lazer tarayıcılar ile belgeleme ve üç boyutlu modelleme. 10. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. https://obs.hkmo.org.tr/show-media/resimler/ekler/9GHG_367_ek.pdf
- Yastıklı, N., Çetin, Z., Üçok, U., & Koçdemir, K. H. (2017). *Fotogrametrik harita ve lidar verileri ile 3B kent modeli üretimi*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. https://obs.hkmo.org.tr/show-media/resimler/ekler/1f357cb2416f040_ek.pdf
- Yiğit, A. Y., & Ulvi, A. (2020). İHA fotogrametrisi tekniği kullanarak 3B model oluşturma: Yakutiye Medresesi örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 46-54.