



İNSANSIZ HAVA ARACI ile ELDE EDİLEN VERİLERDEN BİNALARIN TESPİTİ EXTRACTION OF BUILDINGS FROM DATA OBTAINED BY UNMANNED AERIAL VEHICLE

Adem KABADAYI*¹, Murat UYSAL¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

İHA
Nesne Tabanlı Sınıflandırma
Detay Çıkartımı
Bina Tespiti

ÖZ

Mühendislik çalışmalarında veri toplama işlemi önemli süreçlerden biridir. Geçmişte zaman ve maliyet gerektiren veri temini işlemi teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha kolay, pratik ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Veri toplama yöntemlerinden biri olan insansız hava araçları (İHA) farklı amaçlar doğrultusunda sıkça kullanılmaktadır. İHA'lar düşük maliyetli, hızlı ve yüksek hassasiyete sahip veri sağlamaktadır. Ancak İHA ile elde edilen ürünlerin büyük miktarda veri içermesi bu yöntemin önemli bir dezavantajıdır. Elde edilen bu verilerin tamamı mühendislik çalışmalarında kullanılacak nitelikte değildir. Bu sebeple büyük boyutlu verilerin değerlendirilmesi yapılırken gerek donanımsal gerekse de yazılımsal yetersizlikler ortaya çıkmaktadır. İHA ile elde edilen verilerin daha kolay değerlendirilmesi, yapılan projenin süresi ve maliyeti açısından önemlidir. İHA verilerinden detay tespit çalışması, daha önceleri manuel olarak operatörler tarafından yapılmaktaydı. Ancak günümüzde bilgisayar donanım ve yazılım alanındaki gelişmeler bu tespitlerin otomatik bir şekilde yapılmasına imkân sağlamıştır. Bu çalışmada da İHA ile havadan görüntüleme sureti ile bindirmeli bir şekilde görüntü verileri toplanmıştır. Daha sonra toplanan görüntü verileri fotogrametrik yöntem ile değerlendirilmiş ve çalışma alanına ait ortofoto ve sayısal yüzey modeli (SYM) gibi veriler üretilmiştir. Son olarak üretilen fotogrametrik ürünlerden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak bina detayları tespit edilmiştir. Tespit çalışması sonucunda %94 lük bir başarı oranı yakalanmıştır.

ABSTRACT

Data collection is one of the most important processes in engineering studies. With the development of technology, the data acquisition process that requires time and cost can be made easier, more practical and faster. Unmanned aerial vehicles (UAV), which is one of the data collection methods, are frequently used for different purposes. UAVs provide cost-effective, fast and highly accurate data. However, the disadvantage of this method is that the products obtained by UAV contain big amounts of data. All of this data requires difficult processes to use in engineering. Therefore, when evaluating large data, both hardware and software deficiencies arise. Easier evaluation of the data obtained by UAV is important for the duration and cost of the project. The detail determination from the UAV data was previously done manually by the operators. Today, however, advances in computer hardware and software have enabled these determinations to be made automatically. In this study, image data were collected in an overlay manner by aerial imaging with UAV. Then, the collected image data were evaluated by the photogrammetric method and data such as orthophoto and digital surface model (DSM) of the study area were produced. Finally, building details were extraction by using an object-based classification method from photogrammetric products. As a result of the extraction, a success rate of 94% was achieved.

Keywords:

UAV
Object-Based Classification
Detail Extraction
Detection of Buildings

*Sorumlu Yazar

*(ademkabadayi@gmail.com) ORCID ID 0000 - 0002 - 4891 - 8131
(muysal@aku.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5202-4387

1. GİRİŞ

Dünyada insan nüfusun artması ile doğal kaynakların önemi bir kez daha anlaşılmıştır. İnsanların doğal kaynaklara ulaşmasının temel yolu topraktan geçmektedir. Bu noktada arazilerin değerlendirilmesi ve ölçülüp izlenmesi çok daha önemli bir hale gelmektedir. Günümüzde doğal kaynaklara ulaşmak için yapılan çalışmalarda artışlara paralel olarak yüksek doğrulukta konumsal bilgiye hızlı ulaşma ihtiyacı da artış göstermektedir. Bir alana ait ihtiyaç duyulan veriler daha önce geleneksel veri toplama yöntemleri ile elde edilmekteydi. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yersel, hava ve uydu bazlı veri toplama yöntemleri referans bilgi ihtiyacına hız ve maliyet açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Modern veri toplama teknikleri ile toplanan veriler hızlı bir şekilde analiz edilmekte ve sonuçlar diğer disiplinlerle farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu şekilde çalışmalar daha hızlı ve düşük maliyetli olmaktadır.

İHA'lar, klasik hava fotogrametrisinde kullanılan uçakların tersine objeye yakın ve düşük yüksekliklerde uçuş imkânı sunmaktadır. Ulaşımın zor olduğu ve insanlı hava araçlarının kullanılamayacağı bazı durumlarda İHA'lar alternatif bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Ayrıca, küçük kapsamlı klasik hava fotogrametrisi uygulamalarında gereksiz veri hacmi ve yüksek maliyete karşılık HA'larına kullanılmasıyla büyük oranda tasarruf sağlanabilmektedir. İHA'lar yardımıyla gerçekleştirilen çalışmalar yersel fotogrametrideki hassasiyete yaklaşmakta ve veri işleme sürecinin kısa sürede tamamlanabilmesinden dolayı birçok farklı alanda uygulanma olanağı bulmaktadır (Eisenbeis, 2009). İHA teknolojisi son zamanlarda; harita yapımı, hacim hesaplamaları, 3 boyutlu model yapımı, kültürel mirasların belgelenmesi ve hobi amaçlı olmak üzere birçok disiplin tarafından farklı amaçlar doğrultusunda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Şenol ve Kaya (2019) 3 boyutlu model oluşturmak için modele ait, arazi çalışması yapılması gerektiğini söylemişlerdir. Bir yapıya ait 3 boyutlu model oluşturmak için veri toplama yöntemlerinin arasına İHA ile veri toplamayı da eklemişlerdir. Çalışmada kullandıkları veri toplama yöntemleri ile arazi çalışmasını minimum seviyeye çekmek istemişler ve bu amaçla ile arazide çalışma yapılmasına ihtiyaç olmadan veri toplamayı başarmışlardır. Ayrıca İHA, yersel ve sadece bina yüzeyine ait görüntülerden çeşitli yazılımlar ile model oluşturulabileceği bilgisini vermişlerdir.

İHA ile toplanan verilerin çok yoğun ve çok sayıda nesne grupları içermektedir. Bu yoğun bilgi içeren veri kümesinde hızlı ve etkili bir şekilde istenilen verinin çıkarımı birçok disiplin için önem arz etmektedir. Bir veriden otomatik bir şekilde detay çıkarma çalışmaları, zaman ve maliyet açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Bu yüzden havai görüntü verilerinde detay çıkarma ve

sınıflandırma çalışmaları gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Görüntü verilerinden detay çıkarma ve sınıflandırma çalışmaları, tüm detay nesnelere kapsayacağı gibi bazı nesne gruplarını da kapsayabilmektedir. Bu nesne gruplarının tespitinde nesne ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Nesne tabanlı yöntem ile daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir.

Kaynarca ve Demir (2017) ortofoto görüntüsü üzerinden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle karayolu üzerindeki küçük ve büyük araçları tespit etmeye çalışmışlardır. Çoklu çözünürlüklü segmentasyon ile görüntüde farklı ölçek, şekil ve bütünlük parametreleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu seçilen küçük ölçek ve şekil parametresi daha küçük nesnelere (otomobil vb.), büyük ölçek ve şekil parametresi ile büyük nesnelere (otobüs, kamyon vb.) çıkarılmışlardır. Genişlik parametrelerini ise otomobil ve kamyon/otobüs türü araçların büyüklüğüne göre belirlemişler. Çalışma sonucunda, özellikle büyük araçlarda (kamyon ve otobüste) %100 doğruluk elde etmişler, otomobillerde ise bu oranın düştüğünü belirtmişlerdir.

Yiğit ve Uysal (2019) İHA yardımıyla çektikleri havai görüntülerden ortofoto görüntü verisi üretmişlerdir. Ürettikleri ortofoto görüntü verisinde, nesnelere ait yoğun detay verilerinin bulunduğunu belirtmişler. Bu yoğun detay verilerinin hızlı bir şekilde belirlenmesi gerektiğini ve bu amaçla birçok yöntemin bulunduğunu söylemişlerdir. Daha sonra ortofoto görüntülerinden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanarak yol tespiti yapmışlardır. Çalışmalarında maskeleyme yapmadan birden fazla indeks kullanarak otomatik bir şekilde yolların tespit edilebileceğine değinmişlerdir. Yolların, kaldırım ve ağaç gölgeleri gibi nesnelere dolayı çok fazla kesintiye uğradığından bahsetmişler ve bir sonraki çalışmada bu tarz sorunların nasıl aşılacağı hakkında öneri vermişlerdir.

Bu çalışmada, 169 hektarlık bir alanda ait havai görüntüler İHA ile toplanmıştır. İHA tarafından %80 enine, %70 boyuna bindirmeli olarak çekilen görüntüler fotogrametrik yöntemle değerlendirilmiştir. Değerleme sonucunda üretilen ortofotodan maskeleyme yapılmadan nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle bina çıkarımı yapılmıştır.

2. İHA

2.1. İHA Tanımı

İHA'nın birçok kurum ve kuruluş tarafından farklı tanımları mevcuttur. Bunlara ek olarak akademik araştırmacılar tarafından yapılan tanımlar da bulunmaktadır.

Örneğin Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North Atlantic Treaty Organization-NATO)'ne göre; İHA'nın tanımı, insan dışı uzaktan kumanda ile otonom bir şekilde hareket edebilen, ana gövdeden

yüklenip çıkartılabilen ve indirilebilen yararlı bir veri toplama ve iletme aracıdır.

Küresel Hava Trafik Yönetimi Operasyonel Konsepti (The Global Air Traffic Management Operational Concept) uyarınca insansız hava aracı; içerisinde pilotu bulunmayan araçlar olarak tanımlanmaktadır.

Kahveci ve Can (2017) yaptıkları bir çalışmada İHA'yı: İçinde pilotu ve yolcusu olmayan, sadece amaca uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, GNSS, lazer tarama cihazı, vb.) taşıyan, uzaktan kumandalı ve/veya otomatik olarak görevini icra edebilen bir çeşit uçak olarak tanımlamışlardır.

Torun (2017) İHA tanımı olarak: Pilotsuz hava aracı sistemi, uzaktan pilotaj kontrol sistemi ve bu ikisi arasında komuta-kontrol iletişim ortamı olmak üzere oluşan üç bileşenden oluşan entegre sistemler bütünü, demiştir.

Ayrıca Drone terimi İHA terimi ile eşanlamlıdır. Hobi amaçlı kullanımlar için Drone, askeri amaçlı kullanımlar için İHA terimi kullanılmaktadır. Son zamanlarda Türk Dil kurumunun yabancı sözcükleri Türkçeleştirme çalışmalarında Drone teriminin karşılığını uçangöz olarak verilmiştir.

2.2. İHA Tarihçesi

İHA'ların tarih sahnesinde ilk kullanımı, 1849 yılında Avusturyalıların İtalyan şehri Venedik'e patlayıcı doldurulmuş insansız balonlar kullanarak saldırmasıyla ortaya çıkmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, 1916'da I.Dünya Savaşı sırasında İHA teknolojisini askeri amaçlar doğrultusunda geliştirmeye başlamıştır. I. Dünya savaşını izleyen yıllarda İHA'lar üzerine çalışmalar yapılmıştır. Reginald Denny 1935 yılında, ilk uzaktan kumandalı İHA'yı geliştirmiştir. II. Dünya Savaşı'nda İHA'lar askeri amaçlı olarak birçok farklı modelde üretilmiştir (URL 1).

Diğer bir deyişle, askeri İHA pazarı hızla gelişme gösterdi. Son yıllarda İHA'ların geliştirilmesi ve sivil kullanıma açılması çok başarılı sonuçlar vermiştir. İHA'ların askeri amaçlar dışında kullanılması ile diğer alanlarda farklı amaçlar doğrultusunda kullanımı artmıştır.

Sonuç olarak, İHA'lar özellikle son yıllarda tüm sektörlerde büyük ilgi görmüştür ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Araştırmalara göre, 2015-2025 yılları için tahmin edilen İHA'ların toplam pazar payı 90 milyar dolar civarındadır (SDI, 2015). Bu da yılda yaklaşık 10 milyar dolarlık bir pazar anlamına geliyor. Bu kadar büyük bir pazara rağmen, konuyla ilgili yasal çalışmalar, ihtiyaçları karşılamak için henüz tamamlanamamıştır (Kahveci ve Can, 2017).

2.3. İHA'ların Sınıflandırılması

İHA'lar genel olarak Tablo 1'de gösterildiği gibi beş başlık altında sınıflandırılabilir.

Tablo 1. İHA'ların Sınıflandırması

Ağırlıklarına Göre	Uçuş Yöntemine Göre	Kalkış Yöntemine Göre	İniş Yöntemi	Kullanım Amacına Göre
İHA0 (0.5-4kg)	Sabit kanatlı	Rampadan fırlatılan	Gövde üzerine	Hobi
İHA1 (4-25kg)	Döner kanatlı	El ile fırlatılan	Dikey iniş	Ticari
İHA2 (25-15kg)			Paraşütle iniş	
İHA3 (≥150kg)				

2.4. İHA Çalışma Prensipleri

Tipik bir dört pervaneli İHA, ağırlığı azaltmak ve manevra kabiliyetini artırmak için hafif kompozit malzemelerden yapılmıştır. Bu kompozit malzeme kuvveti, İHA'ların yüksek irtifalarda seyir etmelerini sağlar. İHA'lar; kızılötesi kameralar, GPS ve lazer gibi yüksek teknolojiyle donatılmıştır.

Bir İHA; uçuş kontrol sistemi, bir veri bağlantı sistemi, bir fırlatma/kalkış sistemi ve bir güç kaynağı sisteminden oluşur. İnsansız hava aracının ön kısmı tüm sensörlerin ve seyir sistemlerinin bulunduğu yerdir. Geri kalan alanda yazılımsal ve donanımsal sistemler bulunmaktadır.

İHA, pervaneleri manuel olarak kontrol eden elde tutulan bir uzaktan kontrol vericisi ile manuel olarak kontrol edilir. Kontrol ünitesi üzerindeki çubuklar farklı yönlerde hareketlere izin verir ve trim düğmeleri İHA'yı dengelemek üzere ayarlanmasını sağlar. Ayrıca uzaktan kontrol sistemindeki ekranlar, sabit kameradan canlı video görüntüleri almak ve görüntülemek için de kullanılabilir.

İHA'lar ayrıca belirli bir yükseklikte belirlenen bir hat üzerinde GPS yardımıyla bağımsız bir şekilde uçurulabilir. Bu tür otonom uçuş özellikleri giderek daha yaygın hale gelmektedir. Son yıllarda gözlemlenen sivil İHA teknolojilerine olan ilginin önemli sebeplerinin başında bu özellik gelmektedir.

2.5. İHA Kullanım Alanları

İHA farklı amaçlar doğrultusunda birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır. İHA kullanım alanları genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

- Haritacılık (Haritalama, 3B modelleme, ortofoto vb. fotogrametrik ürünler, stok ve hacim ölçümler vs. (Kaya ve ark., 2019))
- İstihbarat ve güvenlik amaçlı
- Tarım uygulamaları
- Sınır güvenliği
- Kentsel dönüşüm
- Fotografcılık
- Madencilik
- Sağlık

- Afet yönetimi
- Arama kurtarma çalışmaları
- Nakliye (Kargo taşıma, yemek siparişi)
- Askeri amaçlı

2.6. İHA Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları

- Görev sırasındaki olası kazalarda can kaybı yaşanma ihtimali çok düşüktür.
- Tecrübeli eleman ihtiyacı pilot yetiştirme maliyetine göre daha düşüktür.
- Riskli durumlarda ve ulaşılamayan bölgelerde rahatlıkla kullanılabilmesi
- İnsanlı uçaklara göre yapım maliyetinin düşük olması
- Elektroptik sistemler ile gece ve gündüz hizmet vermektedir.

Dezavantajları

- Havada kalma süresinin kısa olması
- Uçuş yüksekliğinin sınırlı olması
- Taşıma kapasitesinin düşük olması
- Tehlike algılama yeteneği pilotlu İHA'lara göre daha zayıftır.
- İHA ile bağlantının kopması durumunda tehlike oluşturabileceği
- Rüzgâr gibi hava şartlarından etkilenmesi
- Hava saldırılarına ve savunma sistemlerine karşı savunmasızdır.

2.7. İHA Haritalama Yazılımları

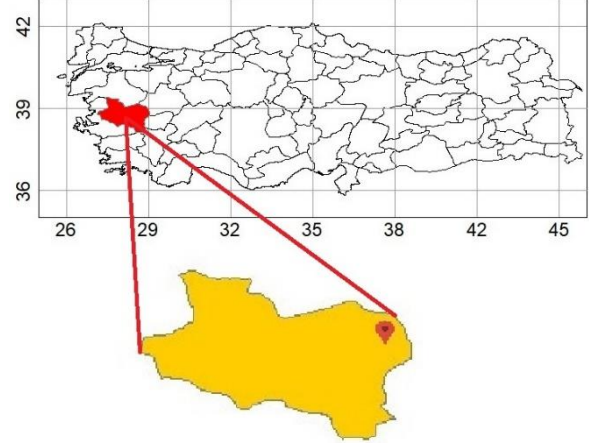
İHA'lar ile yüksek çözünürlüklü görüntüler yakalamak çok önemlidir. Görüntüleri gerçek haritalara ve modellere dönüştürmek için en iyi fotogrametri yazılımını kullanmak aynı derecede önem arz etmektedir. Üst seviye İHA haritalama yazılımlarından bazıları şöyledir;

- DroneDeploy 3D Mapping Solutions
- Pix4D Mapper Fotogrametri Yazılımı
- AutoDesk ReCap Fotogrametri Yazılımı
- Maps Made Easy
- 3DF Zephyr Fotogrametri Yazılımı
- Agisoft PhotoScan Fotogrametri Yazılımı
- PrecisionHawk Precision Mapper/Viewer
- Open Drone Map
- ESRI Drone2Map For ArcGIS
- PhotoModeler UAS

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Manisa ilinin Selendi ilçesine bağlı Çamköy kırsalı seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Çalışma bölgesinin koordinatları 38° 48' 21" Kuzey enlemi, 29° 01' 54" Doğu boylamıdır.

3.2. Veri Temini

Havai görüntüler DJI Phantom 4 Pro ile çekilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Phantom 4 Pro İHA (URL-2)

Şekil 3' te gösterilen Yer Kontrol Noktası (YKN) ölçümü için GNSS Alıcısı kullanılmıştır.



Şekil 3. Örnek YKN

3.3. Metot

Çalışmada fotoğraf verilerin işlenmesi için fotogrametri yöntemi, detay tespiti çalışması için nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir.

4. UYGULAMA

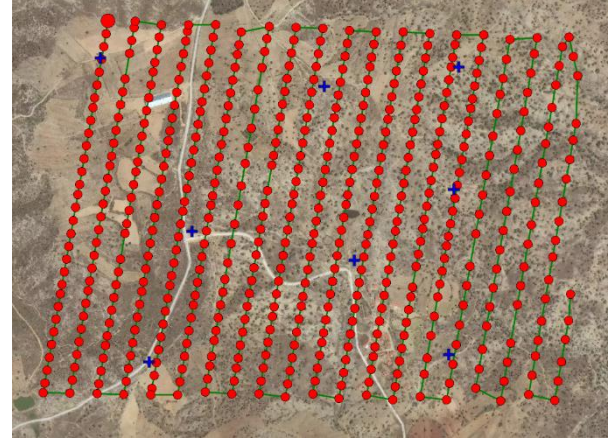
Uygulama arazi ve ofis kısmı olarak ikiye ayrılmıştır.

4.1. Arazi Çalışması

İHA ile çekilen fotoğrafların daha hassas dengelenmesi için arazide belli noktalardan koordinat ve yükseklik değerleri ölçülmüştür. Bu işlem için hassas GNSS alıcısı kullanılmıştır. Araziye 8 adet YKN tesis edilmiştir. YKN'ler 300 metreyi geçmeyecek şekilde, eğimin ve yüksekliğin değiştiği yerler dikkat edilerek homojen bir şekilde dağıtılmıştır. YKN'ler hassas GNSS alıcısı ile iki kez ölçülmüştür. İki ölçüm arasında en az 1 saat olmasına dikkat edilmiştir.

YKN tesisi ve ölçümü gerçekleştirildikten sonra İHA ile arazinin fotoğraflanması işlemine geçilmiştir. Fotoğraf görüntü alımı için; Yer Örneklem Aralığı (YÖA-GSD) 5-7 cm. aralığında, 80 metre yükseklikten, boyuna bindirme oranı %80 ve enine bindirme oranı %60 olacak şekilde uçuş planlanması hazırlanmıştır.

Uçuş planlamasına göre arazide çekilen fotoğrafların konumu (kırmızı) ve YKN noktalarının konumu (Mavi) Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. YKN ve araziye ait fotoğraf çekim konumları

4.2. Ofis Çalışması

4.2.1. Ön Hazırlık

İlk olarak arazide tesis edilip GNSS alıcısı ile okunan 8 adet YKN'lerin koordinat ve yükseklik dengelenmesi yapılmıştır (Tablo 2). Daha sonra GNSS alıcısı ile elipsoit yükseklikleri ölçülen YKN'lerin Helmert ortometrik yüksekliklere dönüşümü yapılmıştır.

Tablo 2. YKN'lerin Dengelemesi

N. NO	GNSS Alıcısı ile Yapılan Ham Değerler			Dengelenmiş Değerler		
	Y	X	Elipsoit Yükseklik	Y	X	Elipsoit Yükseklik
P.1	415860.442	4297524.131	964.024	415860.435	4297524.149	964.039
	415860.427	4297524.167	964.053			
P.2	415422.357	4297606.994	1004.662	415422.354	4297606.986	1004.680
	415422.350	4297606.978	1004.698			
P.3	415302.757	4297255.997	990.008	415302.754	4297255.990	990.033
	415302.750	4297255.982	990.057			
P.4	415179.882	4298077.213	1018.420	415179.876	4298077.209	1018.441
	415179.869	4298077.204	1018.462			
P.5	415784.142	4297993.882	1018.565	415784.123	4297993.882	1018.579
	415784.103	4297993.881	1018.593			
P.6	416148.289	4298042.241	998.427	416148.295	4298042.253	998.447
	416148.301	4298042.265	998.466			
P.7	416131.808	4297712.393	979.976	416131.820	4297712.372	979.984
	416131.831	4297712.351	979.992			
P.8	416113.006	4297267.078	950.160	416113.005	4297267.076	950.161
	416113.004	4297267.073	950.161			

4.2.2. İHA Görüntülerinin Fotogrametrik Olarak İşlenmesi

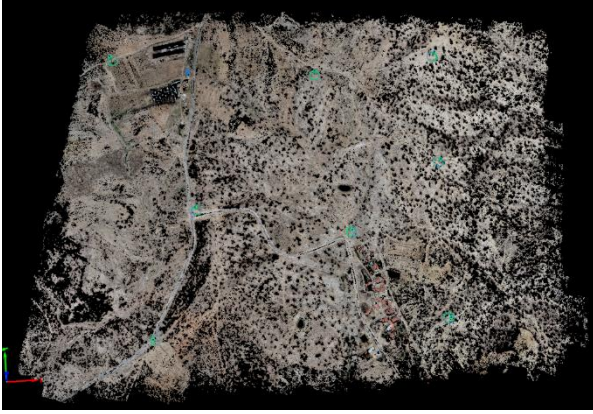
Fotogrametri; fotografik görüntülerin ve elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlanması sonucu fiziksel cisimler ve bunların

çevresine ilişkin bilgileri oluşturan ve bu bilgilerin analizini yapan bir bilim dalıdır (URL-3).

Fotogrametrik yöntemle 3B model oluşturmada SFM yöntemi kullanılmaktadır. SFM, Türkçe'ye hareket Tabanlı Yapısal Algılama olarak çevrilmiştir. Structure from motion (SFM) fotogrametri tekniği, bilgisayar donanımı ve yazılım

yeteneklerinin gelişmesine paralel olarak son yıllarda giderek daha popüler hale gelen maliyet etkin ve pratik bir modelleme aracı olarak ortaya çıkmıştır. (Westoby vd., 2012).

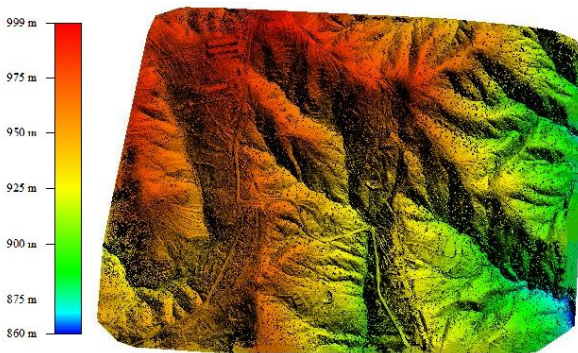
Çalışma alanına ait İHA ile elde edilen fotoğraflar, Pix4D yazılımında değerlendirilmiştir. Değerleme sonunda çalışma alanına ait nokta bulutu (Şekil 5), ortofoto görüntüsü (Şekil 6) ve SYM (Şekil 7) verileri elde edilmiştir.



Şekil 5. Pix4D yazılımında üretilen nokta bulutu



Şekil 6. Pix4D yazılımında üretilen ortofoto görüntüsü



Şekil 7. Pix4D yazılımında üretilen SYM verisi

Pix4D yazılımında dengelemede kullanılan YKN'lere ait koordinat hata değerleri Tablo 3'te konum hata değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 3. YKN'lere ilişkin Pix4D Yazılımından elde edilen X,Y,Z Koordinatlarının Hata Değerleri

Fotogrametrik Dengeleme Sonucu Elde Edilen Koordinat Hata Değerleri						
	Vi fark (cm)			ViVi Fark (cm2)		
	Vx	Vy	Vz	VxVx	VyVy	VzVz
P1	0.40	0.30	-0.10	0.16	0.09	0.01
P2	-0.30	-1.00	-0.10	0.09	1.00	0.01
P3	-0.40	0.00	0.30	0.16	0.00	0.09
P4	0.10	-0.10	-0.40	0.01	0.01	0.16
P5	0.80	-0.50	0.10	0.64	0.25	0.01
P6	0.40	0.20	0.30	0.16	0.04	0.09
P7	-0.30	1.20	-0.10	0.09	1.44	0.01
P8	-0.80	-0.20	-0.10	0.64	0.04	0.01

Tablo 4. Pix4D yazılımından elde edilen YKN koordinatlarının konum hatası

	Vi Farklar (cm)		
	Vx	Vy	Vz
Vmin	0.1	0	0.1
Vmax	0.8	1	0.4
Vort	0.4	0.4	0.2
m	0.5	0.6	0.2
mxyz	0.86		

4.3. Detay Çıkarımı

Pix4D yazılımı aracılığıyla fotogrametrik olarak üretilen ortofoto ve SYM verileri üzerinde bina tespiti yapmak amacıyla Definiens eCognition yazılımı kullanılmıştır. Definiens eCognition yazılımında detay çıkarımı yapmak amacıyla nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Definiens eCognition yazılımında detay çıkarım çalışması 2 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar segmentasyon ve sınıflandırma aşamasıdır.

4.3.1. Segmentasyon

Segmentasyon, görüntüdeki belirleyici nitelikleri temel olarak homojen görüntü nesnelere (segment) oluşturma işlemidir. Esas olarak, görüntü nesnelere ilgilenilen gerçek yeryüzü nesnelere karşılık gelmelidir. Segment ve özelliklerini belirleme işlemi sınıflandırmanın temelini oluşturduğundan, segmentasyon işlemi nesne tabanlı sınıflandırmanın en önemli aşamasıdır (Tonbul ve Kavzaoglu, 2017).

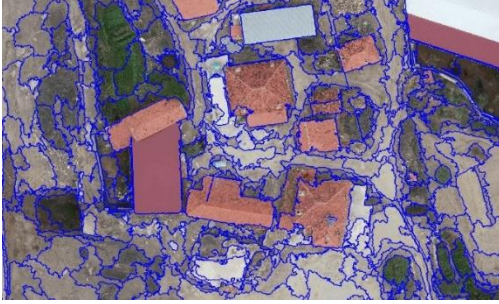
Definiens eCognition yazılımında segmentasyon işleminde ölçek, şekil ve yoğunluk parametreleri değerleri uygulanarak anlamlı nesnelere oluşturulur. Ölçek, şekil ve yoğunluk parametreleri her projeye has kendine özgü değerler içermektedir. Bu nedenle segmentasyon aşamasında girilen değerler deneme yanılma

yoluyla en uygun olanlar seçilmelidir. Belirlen bu üç parametre arasında en önemlisi ölçek parametresidir.

Bu çalışmada tablo 5'deki değerlere göre segmentasyon işlemi yapılmıştır. Segmentasyon sonunda oluşan görüntü Şekil 8'de verilmiştir.

Tablo 5 : Segmentasyon parametresi

Parametre	Değer
Ölçek	150
Şekil	0.2
Yoğunluk	0.8



Şekil 8. Segmentlere ayrılmış nesnelere

4.3.2. Sınıflandırma

eCognition yazılımında genel olarak 2 tür sınıflandırma yöntemi mevcuttur. Bunlardan birincisi oluşan segmentler üzerinden sınıf hiyerarşisine göre alınan örneklere dayanan en yakın komşuluk (nearest neighbour) sınıflandırma algoritmasıdır. eCognition yazılımında ikinci sınıflandırma yöntemi ise tematik sınıflar için o sınıflara ait özelliklerin ve eşik değerlerinin bu sınıflar için oluşturularak bir karar seti dosyasının oluşturulması şeklindeki yöntemdir. Bu yöntemde her sınıf için hangi segmentasyon aşamasında sınıflandırmanın yapılacağı, hangi banttaki hangi aralığın bu sınıfa atanacağı, hangi alansal ve dokusal özelliklerin sorgulanacağı gibi birçok özellik bu tematik sınıfların içine girilebilir. Böylece oluşan segmentler ek bilgilerle desteklenerek görüntü üzerinden bilgi çıkarımı yapılabilmektedir, ayrıca her aşamada parametreler güncellenerek ve eklenerek hem esnek bir yapı, hem de

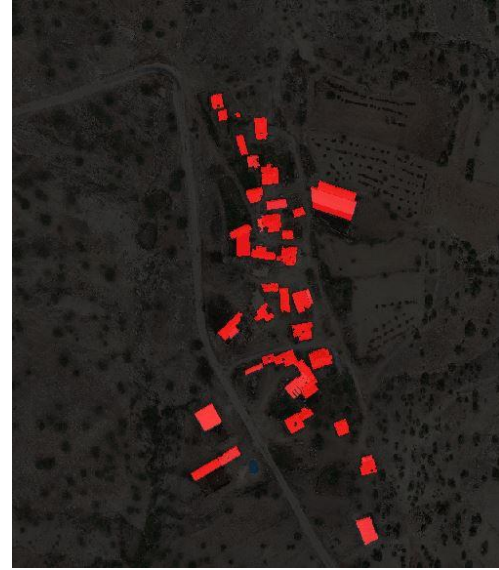
güncellenebilir bir karar seti oluşturulmuş olur (Kalkan ve Maktav, 2010).

Bu çalışmada da ikinci olarak bahsedilen sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir. İlk olarak segmentasyon aşamasında segmentlere ayrılan nesnelere incelenmiş ve binalara ait segmentlerin değerleri araştırılmıştır. Daha sonra sınıflandırmada kullanılacak olan indeksler tanımlanmış ve uygun aralıklar belirlenerek sınıf atamaları gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma da kullanılan indeksler ve formülleri Tablo 6'da verilmiştir.

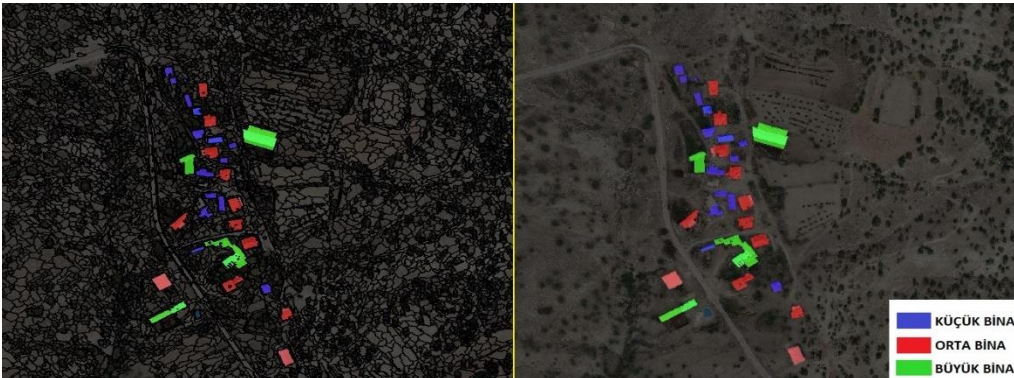
Tablo 6. Sınıflandırmada kullanılan indeksler

GRI=	$\left(\frac{Green}{Red+Green+Blue}\right) \times 100$
RRI=	$\left(\frac{Red}{Red+Green+Blue}\right) \times 100$
GRVI=	$\left(\frac{Green-Red}{Green+Red}\right)$

Çalışmada bina ve bina dışı olmak üzere 2 sınıf oluşturulmuştur (Şekil 9). Ayrıca binalar; piksel değerlerine göre küçük, orta ve büyük olarak farklı sınıf ve renklerde gösterilmiştir (Şekil 10).



Şekil 9. Tespiti yapılan binalar



Şekil 10. Binaların piksel sayılarına göre renklendirilmesi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ortofoto görüntülerinden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak binaların tespitinin yapılabileceği irdelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak kırsal bir yerleşim yeri test alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen kırsal alanda 15 küçük, 13 orta ve 4 büyük olmak üzere toplam 32 adet bina vardır. Nesne tabanlı sınıflandırma çalışması sonucunda, 30 adet bina başarılı bir şekilde tespit edilerek başarı oranı %94 bulunmuştur. Nesne tabanlı olarak yapılan sınıflandırmada çalışmasında, büyük binaların küçük binalara göre daha iyi çıkarıldığı gözlemlenmiştir. Yöntemin başarısı, sınıflandırma sürecinde kullanılan ortofoto verilerinin doğruluğu ile orantılıdır.

Nesne tabanlı yaklaşımın detay çıkarımında büyük oranda başarı sağladığı görülmektedir. Sınıflandırma işlemi tamamen otomatik olarak yapılmaktadır. Bu nedenle, sınıflandırma işlemi operatör tarafından yapılan detay tespitinden daha hızlı yapılmaktadır.

KAYNAKÇA

Eisenbeis, H. (2009). UAV photogrammetry. Zurich, Switzerland:: ETH.

ICAO, (2005). Global AirTraffic Management OperationalConcept, First Edition 2005, DOC 9854, AN/458.

Kahveci, M. ve Can, N. (2017). İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada Ve Türkiye'deki Yasal Durumu. S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.5, s.4, ss. 511-535, 2017, DOI: 10.15317/Scitech.2017.109

Kalkan, K. Ve Maktav, D. (2010). Nesne Tabanlı Ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (İkonos Örneği). III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11 - 13 Ekim 2010, Gebze - KOCAELİ

Kaya, Y., Şenol, H.İ., Memduhoğlu, A., Akça, Ş., Ulukavak, M., Polat, N. (2019). Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 2019; 1(1); 07-10

Kaynarca, M. ve Demir, N. (2017). Nesne Tabanlı Sınıflandırma İle Karayolunda Bulunan Araçların Tespiti. AKÜ FEMÜBİD 17, (2017); Özel Sayı (12-17)

MJ Westoby, J Brasington, NF Glasser, MJ Hambrey ve JM Reynolds. (2012). Structure From Motion photogrammetry: A low cost, effective tool for geoscience applications” Geomorphology, 179:300-314

SDI. (2015). Strategic Defence Intelligence, The Global UAV Market 2015-2025. Erişim Adresi: <https://store.strategicdefenceintelligence.com/report/df0060sr--the-global-uav-market-2015-2025/>. Erişim Tarihi: 25.10.2019

Şenol, H.İ. ve Kaya, Y. (2019). İnternet Tabanlı Veri Kullanımıyla Yerleşim Alanlarının Modellenmesi: Çiftlikköy Kampüsü Örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 2019; 1(1); 11-16, Türkiye

Tonbul, H. ve Kavzaoğlu, T. (2017). Nesne-Tabanlı Sınıflandırmada Segmentasyon (Bölütleme) Kalitesinin Sınıflandırma Doğruluğu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. AKÜ FEMÜBİD. 2017 Özel Sayı (118-125)

Yiğit, A.Y. ve Uysal M. (2019). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 2019; 1(1); 17-24, Türkiye.

Torun, A. (2017). İnsansız Hava Aracı (İHA) Sektöründe Trend: İHA Fotogrametrisi Bakışıyla. AKÜ FEMÜBİD. 2017.

URL-1 Erişim Adresi: <https://www.ad-drone.com/ihalarin-tarihcesi/> Erişim Tarihi: 25.10.2019

URL-2 Erişim Adresi: <https://www.dji.com/phantom-4-pro-v2> Erişim Tarihi: 25.10.2019

URL-3 Erişim Adresi: <https://www.haritaci.com.tr/fotogrametri-nedir> Erişim Tarihi: 25.10.2019