Araştırma Makalesi (Research Article)
DOI: 10.53030/tufod.1211902

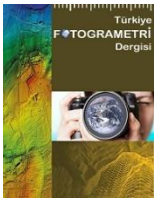
2022: 4(2); 66-72

Photogrammetry Journal of Turkey

Türkiye Fotogrametri Dergisi

https://dergipark.org.tr/tr/pub/tufod

e-ISSN 2687-6590



İHA Fotogrametrisi Kullanarak Kadastroda Binaların Konum Doğruluğunun İncelenmesi

Adem Kabadayı[*1], **Alperen Erdoğan**[1]

[1]*Yozgat Bozok Üniversite, Şefaatli Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Yozgat, Türkiye*

Anahtar Kelimeler
İHA,
Fotogrametri,
Kadastro,
Binalar.

ÖZ

Tapu tescil sürecini hızlandırmak kadastro çalışmalarında çok önemlidir. Genellikle ölçme ve haritalama faaliyetleri için jeodezik yersel ölçümlere dayalı olan mevcut yöntemler yavaş ilerlemekte ve kadastro çalışmalarının tamamlanmasını sağlamak için daha fazla çalışmayı gerektirmektedir. Arazi kullanım hakkı ve kullanımı hakkında artan bilgi talebi, amaca uygun yaklaşımların geliştirilmesine önemini ortaya çıkarmıştır. İnsansız Hava Araçları (İHA), hızlı ve düşük maliyetli bir sistem olması sebebiyle kadastro haritaları üretimi gibi uygulamalarında kullanılabilmektedir. İHA'lar kullanılarak elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler, mülk sınırlarının tanımlanması için yeni bir yaklaşım sağlar. İHA verileri yardımıyla, kadastro sınırları ofis ortamında görsel olarak belirlenmekte ve manuel olarak sayısallaştırmaktadır. Bu çalışmada, kadastro güncelleme çalışmaları yapılan bölgedeki binaların ana geometrik yapısının yersel jeodezik yöntem ve İHA platformları yardımıyla üretilen verilerden binaların geometrik yapısının ölçümleri yapılmıştır. Her iki yöntem ile ölçülen bina detay noktalarının konum doğrulukları incelemiştir. Ayrıca İHA'ların kadastro haritalarının üretiminde saha çalışmalarının yerini alabilirliğini ve çalışmaları ne ölçüde desteklediği incelenmiştir. Diğer ölçüm yöntemleri ile karşılaştırıldığında, bu tür veri toplama yönteminin avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir.

Investigation of Position Accuracy of Buildings in Cadastre Using UAV Photogrammetry

Keywords
UAV,
Photogrammetry,
Cadastre,
Buildings.

ABSTRACT

Speeding up the land registration process is very important in cadastral works. Existing methods, which generally rely on geodetic surveys for surveying and mapping activities, are slow in progress and require further work to ensure the completion of cadastral works. The increasing demand for information on land tenure and use has highlighted the importance of developing fit-for-purpose approaches. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) can be used in applications such as cadastral map production because they are fast and low-cost systems. High-resolution imagery acquired using UAVs provides a new approach to defining property boundaries. With the help of UAV data, cadastral boundaries are visually determined in an office environment and digitized manually. In this study, measurements of the geometric structure of the buildings in the area where cadastral study updates were made were taken from the data produced by the help of the local geodesic method and drone platforms. The position accuracy of the building detail points measured by both methods has been examined. In addition, the extent to which UAVs can replace and support field studies in the production of cadastral maps was examined. The advantages and disadvantages of this type of data collection compared to other measurement methods are discussed.

*** Sorumlu Yazar (*Corresponding Author)**

*(adem.kabadayi@bozok.edu.tr) ORCID ID 0000 –0002 – 4891 – 8131
(alperen.erdogan@bozok.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-1240-833X

Geliş Tarihi/Received: 29/11/2022; Kabul Tarihi/Accepted: 22/12/2022

***Kaynak Göster (APA)* / Cite this;**

Kabadayı, A. & Erdoğan, A. (2022). İHA Fotogrametrisi Kullanarak Kadastroda Binaların Konum Doğruluğunun İncelenmesi. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 4(2), 66-72

1. GİRİŞ

Arazi kaydı, insanlar, arazi ve bunları birbirine bağlayan haklar hakkındaki bilgilerin kaydedilmesi sürecidir [1]. Etkili bir tapu kayıt sürecinde kaydedilen bilgiler bir toplulukta önemli bir rol oynar: arazi kullanımı ve mülkiyeti ile ilgili kuralları uygulamak, arazi gelişimini desteklemek, arazi anlaşmazlıklarını azaltmak, arazi piyasalarını desteklemek, adil vergilendirmeyi sağlamak için kullanılabilecek yasal güvenlik ve koruma sağlayarak bir ülke içindeki ekonomik ve sosyal kalkınmayı teşvik edebilir [2].

Günümüzde, herhangi bir işin önemli unsurları, yürütme süresi ve gerekli finansal harcamalardır. Bu nedenle, bu unsurları daha da geliştirmek için daha verimli araçlar ve teknolojiler aranmaktadır. Gelişen yeni ölçüm teknolojileri, daha etkin ve hızlı çalışma olanakları sağlamaktadır. Bir ölçüm yönteminin belirlenmesi aşamasında hedeflenen amaç için uygunluğunun incelenmesi önemlidir. Burada istenilen en önemli ve gerekli kriter, beklenen ölçüm hassasiyeti, gerekli olan ölçüm doğruluk değerlerini elde etmektir [3, 4]. Bu doğruluk değerleri çeşitli yönetmelikler ile tanımlanmıştır. Bu yönetmelik gibi yasal düzenlemeler, belirli bir ölçüm yönteminin hangi amaçlarla kullanılabileceği veya kullanılmaması gerektiğini de içermektedir. Bu nedenle ölçümlerde bu yasal düzenlemeler ölçüme başlamadan gözden geçirilmiştir.

26 Haziran 2018 tarihli resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY); Detay Ölçmeleri başlıklı 45-1/a maddesi, "Detay noktaları, elektronik takeometri, Global Navigation Satellite System (GNSS), Light Detection and Ranging (LİDAR) veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak ölçülebilir" ve Detay Ölçme Doğruluğu başlıklı 46-1 maddesi "Detay noktalarının izdüşüm koordinatları ve yükseklikleri, elektronik takeometri, GNSS, LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak; yatay konum doğruluğu (dx2+dy2)1/2 ±7 cm (dâhil)'den daha iyi ve Helmert ortometrik yükseklik doğruluğu (dh) ±7 cm (dâhil)'den daha iyi olacak şekilde ölçülecektir" hükümleri gereği yeni teknik ve yöntemlerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır [5, 6, 18].

Kadastro uygulamalarında genellikle takimetri cihazı (totalstation) ve GNSS alıcıları kullanılmaktadır. Bu ölçüm aletleri, objelerin geometrik yapılarını (nokta, çizgi gibi) ölçmede yüksek seviyede doğruluk ve hassasiyet sağlamaktadır. Bu geleneksel ölçme yöntemlerinin aksine, fotogrametrik uygulamalar, özellikle daha geniş alanlar için haritalar veya ortofotolar oluşturmak ve güncellemek için kullanılır. Bununla birlikte, insanlı uçaklarla havadan görüntülerin, yüksek uçuş irtifası sonucunda ortaya çıkan görüntü çözünürlüğü ve yüksek masraflar nedeniyle kadastro araştırmalarında kullanımları sınırlıdır. İHA'lar jeodezik haritalarda güncellemeler için yapılan çalışmalarda üç boyutlu görünüm ve doğruluk, araziyi yorumlayabilme, zamandan tasarruf sağlayabilmektedir [7-18, 24].

Teknolojinin son yıllardaki hızlı gelişimi, insansız hava araçlarının fotogrametrik veri toplama platformu olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu otonom uçan İHA sistemleri genellikle kameralar, LiDAR sistemleri, konum belirleme sistemleri ve haritalama için farklı sensörlerle donatılmıştır [19, 20, 26-28].

İHA'ların kadastro çalışmalarındaki kullanımlarda istenilen kriter ve gereksinimlerin karşılanmasında ilgili kurum Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Harita Daire Başkanlığı'dır. Harita işleri ile her türlü konuyu incelemek ve sonucunu bildirmek ile yükümdür [21, 27-30].

Nacar (2015) kadastronun güncel tutulması ile ilgili yaptığı çalışmada, ortofoto ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla Konya, Adana ve Şanlıurfa'da üç bölge seçilmiştir. Bölgelerde Sürekli Çalışan Referans İstasyonları/Continuously Operating Reference Stations (CORS) yöntemiyle GNSS kullanılarak detay alımı yapılmıştır. Konya 1/1000 ve 1/2000 ölçeğinde, Adana 1/5000 ölçeğindeki ve Şanlıurfa'da 1/5000 ölçekli WorldView-2 yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden elde edilen ortofoto ve vektör haritalar parsellerin ve alt parsellerin alanları elde edilmiştir. Tapu alanı ile Kadastro paftasının sayısallaştırılmasıyla elde edilen alan, ortofoto alanı, vektör harita alanı ve arazi alanı karşılaştırılmıştır. Ayrıca en az ve en çok cephe kayıklıkları tüm bölgeler için hesaplanmıştır. Jeodezik ölçme, hava fotogrametrisi ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden elde edilen pafta maliyetleri hesaplanarak analiz yapılmıştır. Çalışma sonucunda, yenileme çalışmalarında, hava fotoğrafından ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin elde edilen 1/5000 ölçekli ortofoto görüntülerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [22].

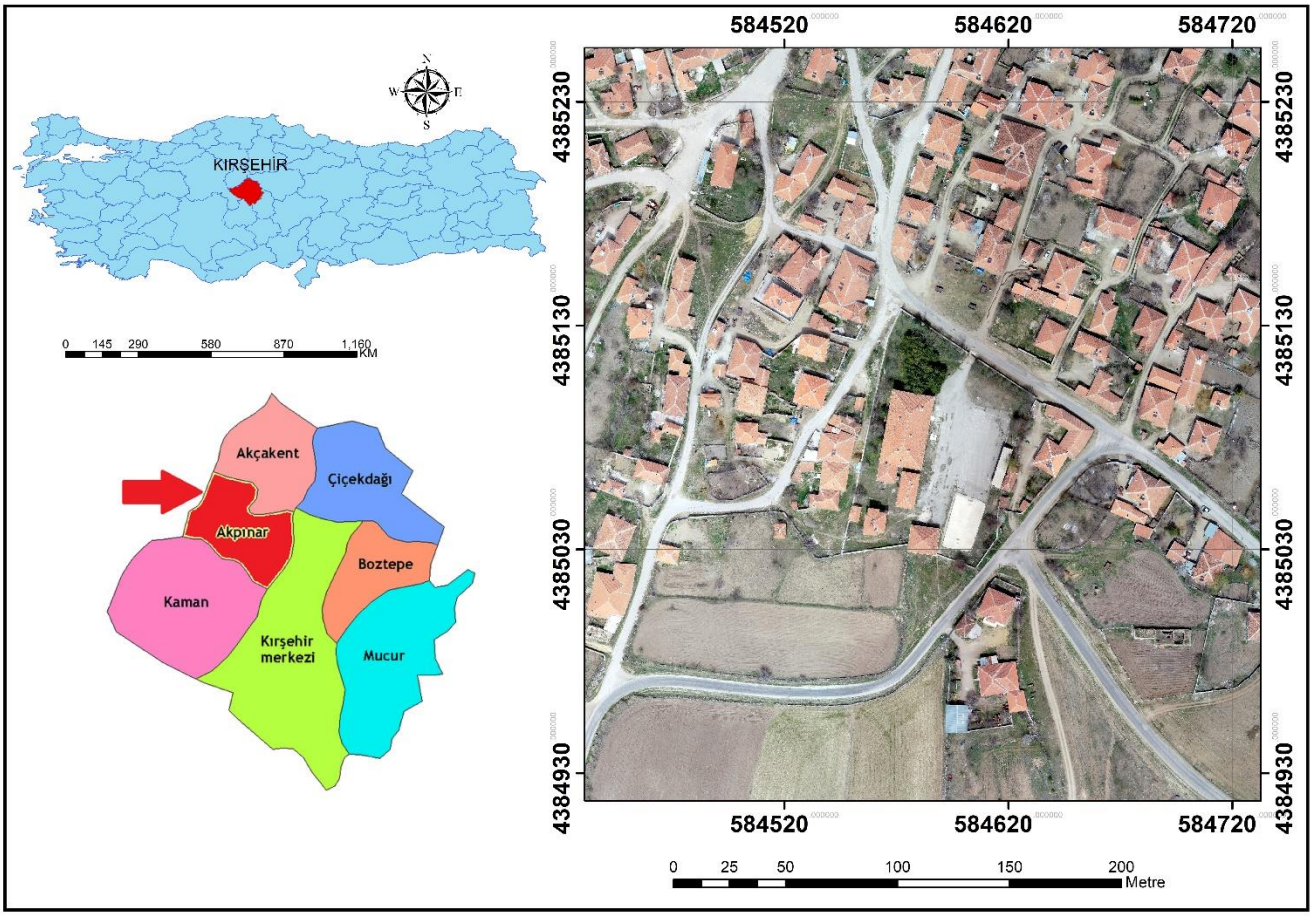
Kara Aydınlı (2022), ülkemiz kadastrosunda yapılan güncellemelerin ve bu güncellemelerde kullanılan fotogrametrik yöntemlerin kadastro çalışmalarında kullanılmasını irdelemiştir. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün 3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması Projesi için bina detay ölçümlerinin hassas yapılması gerektiği önemi vurgulanmıştır [23]

Gelişen teknoloji ile kadastro çalışmalarında İHA'lar kullanılarak örnek bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma, İHA ile elde edilen verilerden üretilen bina verilerine ilişkin geometrik verilerin elde edilmesine ilişkin doğruluğunu araştırmayı hedeflemektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Test Alanı

Kadastro ihtiyaçları için binaların geometrik verilerini kontrol etmede İHA ile elde edilen fotoğrafların üretilen verilerin kullanılabilirliğini belirlemek ve GNSS teknolojisi ile üretilen verilere alternatif sunup sunmadığı sorusunu yanıtlamak için Kırşehir'in ilinin Akpınar ilçesinin Büyükabdiuşağı köyü test alanı olarak belirlenmiştir. Köy Akpınar ilçesine yaklaşık 20km uzaklıkta yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

2.2. Yöntem

2.2.1. İş Akışı

Çalışma alanı için iki farklı yöntem olarak iş akışının tüm bireysel adımları Takimetri/GNSS ve İHA kullanılarak tamamlandı. Bu iş akışı, veri toplama, işleme, değerlendirme (veri temizleme ile) ve harita tasarımını kapsamaktadır.

2.2.2. Veri Üretimi

Belirlenen test sahası takimetrik/GNSS yöntem ve İHA ile üretilen verilerden ölçülerek araştırılmıştır (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2. a)GNSS alıcısı b)Takimetri cihazı (Totalstation)

Yersel jeodezik/GNSS yöntem ve İHA verilerinden üretilen ölçmeler kadastro standartlarına göre yapılmıştır. Referans noktaları GNSS alıcıları ile bina detay noktaları takimetri cihazı ile ölçülmüştür. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından hizmet verilen, TUSAGA-Aktif Sistemi ile ülkemiz ve KKTC genelinde yeterli sayıda GNSS uydusu görülebildiği ve iletişim imkanlarının mümkün olduğu yerlerde, herhangi bir yer ve zamanda, birkaç saniye içerisinde, santimetre doğruluğunda gerçek zamanlı coğrafi konum bilgisi elde edilebilmektedir. Bu sayede TUSAGA aktif sistemi yardımıyla GNSS uydu alıcısı ile ölçümler gerçekleştirlmiştir.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan İHA DJI Phantom 4 Pro

İHA yöntemi ile arazi verilerinin elde edilmesi için iyi bir uçuş planlaması yapılmalıdır. Pix4D capture yazılımında uçuş yapılacak alanın uçuş planlaması yapılmıştır.

Çalışma alanında daha önce kadastrosu yapılmış yerin ölçümü yapılırken, GNSS alıcısı kullanılarak Yer Kontrol Noktaları (YKN) ve Poligon noktaları tesis edilmiştir. Poligon noktalarından totalstation cihazı ile binaların ölçümü yapılmıştır. Daha sonra İHA platformundan fotoğraflar çekilerek çalışma alanının fotogrametrik olarak verileri üretilmiştir.

Döner kanatlı DJİ Phantom 4 Pro yardımıyla fotoğrafları çekilmiştir. Uçuş planlaması enine %80, boyuna %60 bindirme oranları ile yer örnekleme aralığı 0,03m olacak şekilde planlanmıştır. Uçuşta 936 fotoğraf çekilmiştir. Çekilen fotoğraflar 5472x3678 piksel boyutundadır. Elde edilen fotoğraflar Pix4D yazılımında dengelenmiş 10 adet kontrol noktası ile dengelenmiştir. Ölçülen kontrol noktalarının her biri en az 5 adet fotoğrafta görüntülenmektedir. Kontrol noktaları için karelerinin ortalamasının karekökü/Root Mean Squar (RMS) X, Y, Z değerleri sırasıyla 0.018m, 0.018m, 0.013m olarak hesaplanmıştır.

İHA'lardan elde edilen verilerden; ortofoto harita, sayısal arazi modeli, eğim haritası ve 3B model gibi çeşitli fotogrametrik ürünler oluşturulmuştur. Bu ürünlerin tümü, sayısal çizimleri kolaylaştırılmak üzere üretilmiştir.

Test alanında parseller, bina köşeleri ve çevredeki bitki örtüsü takimetri/GNSS ile ölçülmüş ve İHA yardımıyla fotoğrafları çekilmiştir.

Takimetri/GNSS yöntemi için mümkün olan en yüksek doğruluk, kullanılan ölçme aletlerine bağlıdır. Test alanında yapılan çalışmamız için, Tablo 1'de özellikleri sunulan iki ölçüm cihazı, sahada veri toplama için kullanılmıştır.

Tablo 1. Ölçüm yapılan cihazların özellikleri

Ölçüm Cihazı	Doğruluk	
	Açı	**Uzunluk**
Hİ-Target HTS-420R Totalstation	0.2 mgon	2mm + 2ppm Reflektörlü 3mm + 2ppm Reflektörsüz
Hİ-Target GNSS alıcısı	3B koordinat	8mm Y/ 15mm D

Fotoğraf çekimi için DJI Phantom 4 Pro cihazı kullanılmıştır. Phantom 4 Pro cihazının üzerine entegre kamera 20 MP kamera bulunmaktadır. Gimbal ile dik konumdan 90° açıya kadar değişken açılarda fotoğraf çekim imkânı sunmaktadır. Tablo 2' cihazın teknik özellikleri listelenmiştir.

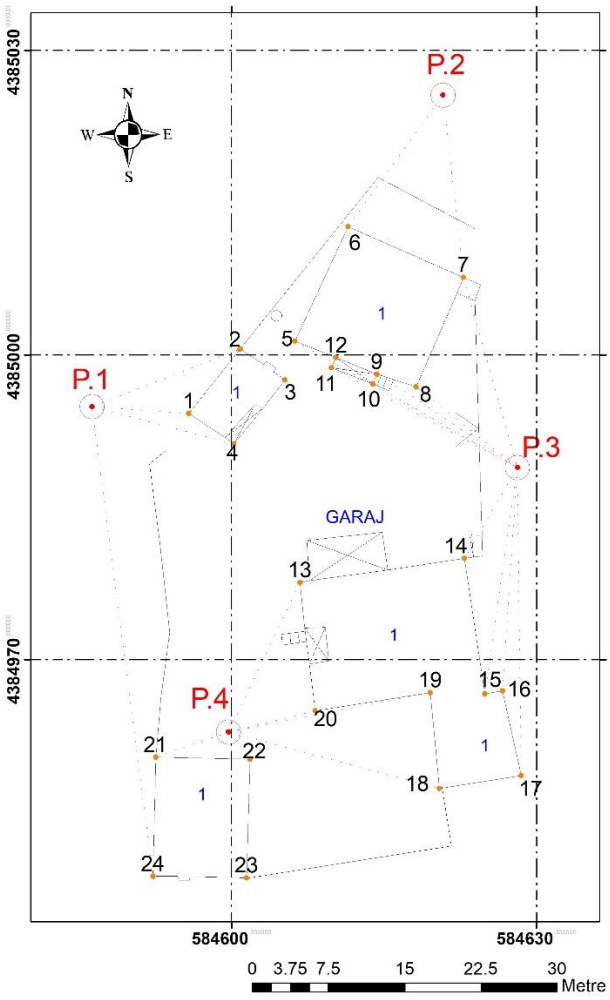
Tablo 2. DJI Phantom 4 Pro ve Kamera Teknik Özellikleri

Teknik Özellikleri	
Ağırlık	1350gr-1400gr.
Batarya	5870 mAH LiPo.
Ebat	31cm-35cm.
GPS Modu	GPS Var.
Kamera	4K.
Maksimum Hız	50kmp-70kmp.
Uçuş Mesafesi	6500m-7000m.
Uçuş Süresi	30-31 Dakika.
Diyafram Açıklığı	2.8 /f.
Görüş açısı	84 °
Etkin Piksel	20 MP

2.2.3. Takimetri/GNSS Yöntemle Üretilen Veri Değerlendirmesi

Takimetri/GNSS yönteminin veri değerlendirmesi, İsviçre resmi kadastro ölçüm standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin düzeltilmesi ve dönüştürülmesinin ardından takimetri ve GNSS verileri birleştirilerek harita üzerinde gösterilmiştir. Böyle bir harita oluşturma işlemi test alanı olan Kırşehir ili Büyükabdiuşağı köyü için gerçekleştirilmiştir.

Ölçülen noktaların sınıflandırılmasından sonra, veriler kadastral haritaların oluşturulması veya güncellenmesi için kullanılabilir. Takimetri yönteminin ortaya çıkan veri setini doğrulamak için, parsel sınır çizgileri veya ana yol noktaları gibi çeşitli noktaların ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4'te, elde edilen takimetri ve GNSS verileriyle oluşturulmuş Büyükabdiuşağı test alanının bir kısmının örnek yerleşim planı gösterilmektedir.

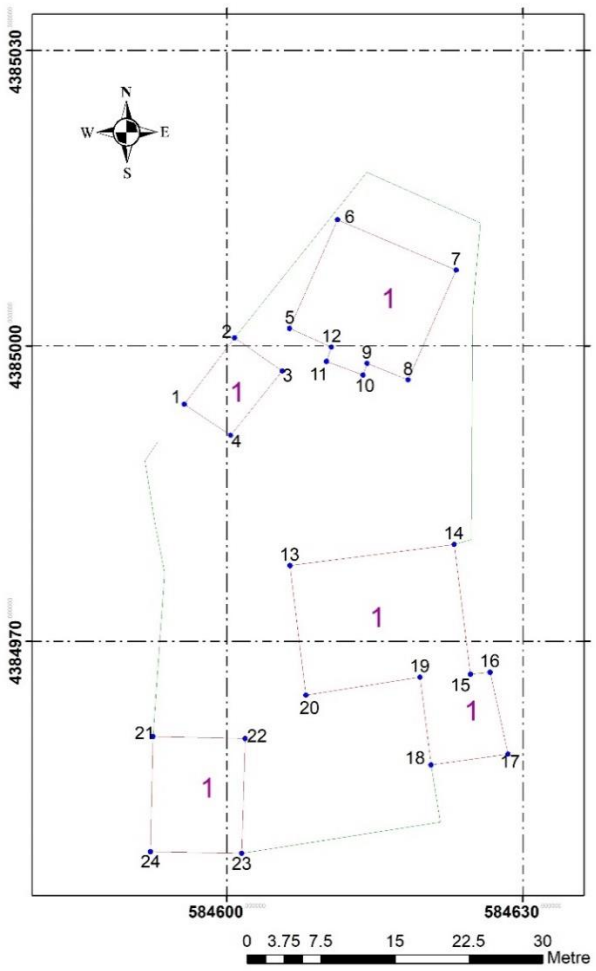


Şekil 4. Takimetre/GNSS (Büyükabdiuşağı test verisi) kullanılarak elde edilen ölçümleri içeren harita

Şekil 4'te gösterilen takimetre ile ölçülen ana detay noktaları ve bina kenarlarının koordinatlarının belirlenmesi için ihtiyaç duyulan referans noktaları, GNSS alıcısı ile dört tane zeminde tesis edilmiştir. Sahada alınan veriler kroki yardımıyla Netcad yazılımında farklı katmanlarda sınıflandırılarak kaydedilmiştir.

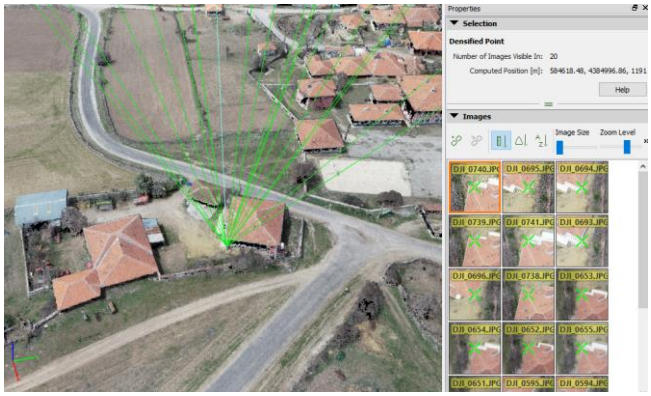
2.2.4. İHA Veri Değerlendirmesi

İHA verilerinin değerlendirilmesi, kamera kalibrasyonunu gerektirir. Pix4D yazılımının kütüphanesinde kamera kalibrasyon bilgileri mevcut olduğu için fotoğraflar eklendikten sonra kamera kalibrasyon bilgileri otomatik olarak tanımlanmıştır. Daha sonra zeminde GNSS alıcısı yardımıyla işaretlenen YKN'ları yazılıma eklenerek ilgili fotoğraflar üzerinde yönlendirme yapılarak işaretlemeleri yapılmıştır. Yazılımda diğer işlem adımlarını yaparken belirtilen YKN'lerin koordinat sistemleri referans alınarak ortofoto, Sayısal Arazi Modeli (SAM) oluşturuldu (Şekil 5).



Şekil 5. İHA (Büyükabdiuşağı test verisi) kullanılarak elde edilen ölçümleri içeren harita

Test alanı olarak seçilen kısımda bina köşeleri ve parsel ve diğer ana detayların çizimi Pix4D yazılımı üzerinde yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Pix4D yazılımında bina ve diğer detayların çizimi

3. BULGULAR

3.1. Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Takimetri/GNSS ve İHA ölçme yöntemleri, veri toplama, işleme, değerlendirme ve zaman harcama açısından kıyaslanabilir. Takimetri yöntemi ile sadece sahada ölçülen noktaların haritası çıkartılabilirken, İHA yöntemi ile fotoğrafları çekilip sanal ortamda modeli ve ortofotosu üretilen tüm detayların koordinat bilgisi elde edilebilmekte ve haritası üretilebilmektedir. Bununla birlikte, arazi kullanımı veya bitki örtüsü gibi alanla ilgili daha fazla bilginin haritada belgelenmesi gerekiyorsa, İHA yöntemi, çalışması yapılan alan ile ilgili herhangi bir yeni ölçüm olmadan çok hızlı bir şekilde ölçülebilen ek noktalar nedeniyle daha verimlidir. İki yöntemle haritası üretilen 24 adet detayın hata değerleri Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen ±7 cm olarak belirlenen toleransın içerisinde kaldığı görülmüştür. Hata değeri 3 cm den yüksek olan detay noktalarının koordinat bilgisinin karşılaştırılması tablo 3'te verilmiştir. İki yöntemle üretilen verilerin karşılaştırılması sonucu 3 nolu noktanın nokta konum doğruluğu düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 3. İki Yöntemle Üretilen Bina Detay Nokta Koordinatlarının Karşılaştırılması

Takimetrik/GNSS Veri			İHA Veri					
Nokta No	Y	X	Nokta No	Y	X	dY(m)	dX(m)	dp(m)
3	584605.58	4384997.43	3	584605.59	4384997.46	-0.06	-0.03	0.07
4	584600.36	4384990.91	4	584600.34	4384990.95	0.02	-0.04	0.04
5	584606.36	4385001.76	5	584606.40	4385001.78	-0.04	-0.07	0.05
8	584618.37	4384996.53	8	584618.39	4384996.56	-0.02	-0.02	0.03
13	584606.36	4384977.68	13	584606.40	4384977.66	-0.06	0.02	0.05
14	584623.03	4384979.82	14	584622.97	4384979.84	0.06	-0.02	0.06
20	584607.97	4384964.50	20	584607.96	4384964.53	0.01	-0.04	0.04
22	584601.83	4384960.10	22	584601.88	4384960.08	-0.05	0.02	0.05

4. SONUÇLAR

Çalışmada, İHA'ların yüksek çözünürlüklü ve oldukça doğru ortofoto ve fotogrametrik ölçümler oluşturmak için büyük bir öneme sahip olduğunu gösterilmiştir. İHA platformlarından elde edilen verilerin, geleneksel saha ölçümlerinin yanı sıra GNSS uydu yöntemleri kullanılarak yapılan ölçümlere uygun bir alternatif olabileceğini doğrulamıştır. İHA'lar, fotogrametrik yöntemle yüksek doğruluk sağlayarak geniş alanlarda hızlı bir ölçüm olanağı sunar. Ayrıca, özellikle binalar için saha detaylarını güncellemek üzere kadastro verilerinin ölçülmesinde istenilen haritaların üretilmesi talebi karşılar.

İHA ölçümlerinden elde edilen bu verilerle, emlak sektörü ve sigorta şirketleri gibi kadastral veri kullanıcılarına katkı sağlayabilir. Erişimin zor olabileceği alanlarda, örneğin doğal afetlerden sonra yapılacak haritalarda İHA'lar, takimetri/GNSS'ye göre alternatif olabilir. İHA yazılım ve donanım teknolojisinin daha da geliştirilmesi ile kadastro ölçümlerinde kullanılabilirliği artacaktır.

Gelecekte, yüksek doğruluk ihtiyacının gerekli olduğu ve hızlı veri ölçmenin talep edildiği yerlerde İHA'lar kullanılacaktır. Bu nedenle, İHA'ların kullanımı kadastro çalışmaları için bir fırsattır.

Yazarların Katkısı

Adem Kabadayı: Literatür taraması, makalenin yazımı.
Alperen Erdoğan: Arazi çalışmasının yapılması, Fotogrametrik verinin dengelenmesi

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

[1] Williamson, I, Enemark, S, Wallace, J. & Rajabifard, A. (2010). Land administration for sustainable development. *ESRI Press Academic, Redlands*, 487.

[2] Henssen, J. (2010). Land registration and cadastre systems: principles and related issues. *Technische Universität München*.

[3] Ulvi, A. & Yakar, M. (2014). Yersel Lazer Tarama Tekniği Kullanarak Kızkalesi'nin Nokta Bulutunun Elde Edilmesi ve Lazer Tarama Noktalarının Hassasiyet Araştırması. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi,* 6(1), 25-36.

[4] Kaya, Y., Yiğit, A. Y., Ulvi, A. & Yakar, M. (2021). Arkeolojik alanların dokümantasyonununda fotogrametrik tekniklerinin doğruluklarının karşılaştırmalı analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 165, 57-72.

[5] TKGM. (2019). İnsansız Hava Araçları (IHA) ile Kadastral Detay Ölçmeleri, Üretimi ve Kontrol Esasları, *Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü*.

[6] TKGM. (2019). Kadastro Çalışmalarında Kullanmak Amacıyla Fotogrametrik Yöntem ile Sayısal Vektör Harita ve Veri Üretim Rehberi, *Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü*

[7] Ünel, F. B., Kuşak, L., Çelik, M., Alptekin, A. & Yakar, M. (2020). Kıyı çizgisinin belirlenerek mülkiyet durumunun incelenmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi,* 2(1), 33-40.

[8] Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A. Y. & Kaya, Y. (2020). İHA ve yersel fotogrametrik teknikler kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu nokta bulutu ve modelinin üretilmesi. *Geomatik Dergisi*, *5*(1), 22-30.

[9] Kabadayı, A. & Uysal, M. (2019). İnsansiz Hava Araci ile Elde Edilen Verilerden Binalarin Tespiti. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 8-14.

[10] Alptekin, A. & Yakar, M. (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi,* 2(1), 17-21.

[11] Alptekin, A., Çelik, M. Ö., Doğan, Y. & Yakar, M. (2019). Mapping of a rockfall site with an unmanned aerial vehicle. *Mersin Photogrammetry Journal,* 1(1), 12-16.

[12] Kanun, E., Alptekin, A., Karataş, L. & Yakar, M. (2022). The use of UAV photogrammetry in modeling ancient structures: A case study of "Kanytellis". *Advanced UAV*, 2(2), 41-50.

[13] Karataş, L., Alptekin, A., Kanun, E. & Yakar, M. (2022). Tarihi kârgir yapılarda taş malzeme bozulmalarının İHA fotogrametrisi kullanarak tespiti ve belgelenmesi: Mersin Kanlıdivane ören yeri vaka çalışması. *İçel Dergisi,* 2(2), 41-49.

[14] Yakar, M. & Doğan, Y. (2017). Mersin Silifke Mezgit Kale Anıt Mezarı Fotogrametrik Rölöve Alımı ve Üç Boyutlu Modelleme Çalışması. *Geomatik*, 2 (1), 11- 17.

[15] Yakar, M. & Doğan, Y. (2017). Uzuncaburç Antik Kentinin İHA Kullanılarak Eğik Fotogrametri Yöntemiyle Üç Boyutlu Modellenmesi. *16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara.

[16] Oruç, M. E. (2021). The possibilities of data usage obtained from UAV. *Advanced UAV*, 1(1), 15-23.

[17] Çelik, M. Ö., Yakar, İ., Hamal, S., Oğuz, G. M. & Kanun, E. (2020). SfM tekniği ile oluşturulan 3B modellerin kültürel mirasın belgelenmesi çalışmalarında kullanılması: Gözne Kalesi örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 22-27.

[18] Yakar, İ., Çelik, M. Ö., Hamal, S. N. G. & Bilgi, S. (2021). Kültürel mirasın dokümantasyonu çalışmalarında farklı yazılımların karşılaştırılması: Dikilitaş (Theodosius Obeliski) Örneği. *Geomatik*, 6(3), 217-226.

[19] Beloev, I. H. (2016). A review on current and emerging application possibilities for unmanned aerial vehicles. *Acta technologica agriculturae*, 19(3), 70-76.

[20] Alptekin, A., Çelik, M. Ö. & Yakar, M. (2019). Anıtmezarın yersel lazer tarayıcı kullanarak 3B modellenmesi. *Türkiye LiDAR Dergisi*, 1(1), 1-4.

[21] Ayyıldız, E. (2020). İnsansız Hava Araçlarının Kadastro Çalışmalarında Kullanımı. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2 (1), 29-32 .

[22] Nacar, F. (2015). Türkiye'deki Kadastro Yenileme Çalışmalarında Ortofoto ve Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

[23] Kara Aydınlı, S. (2022). Fotogrametrik Yöntemlerin Kadastral Çalışmalarda Kullanımı ve 3 Boyutlu Kadastro. *Yüksek lisans tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[24] Yakar, M., Yıldız, F. & Yılmaz, H. M. (2005). Tarihi ve Kültürel Mirasların Belgelenmesinde Jeodezi Fotogrametri Mühendislerinin Rolü. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10.

[25] Yakar, M. (2011). Using close range photogrammetry to measure the position of inaccessible geological features. Experimental Techniques, 35(1), 54-59.

[26] Mırdan, O. & Yakar, M. (2017). Tarihi Eserlerin İnsansız Hava Aracı ile Modellenmesinde Karşılaşılan Sorunlar. Geomatik, 2 (3), 118-125.

[27] Doğan, Y. & Yakar, M. (2018). GIS and three-dimensional modeling for cultural heritages. International Journal of Engineering and Geosciences, 3 (2), 50-55.

[28] Oruç, M. E. (2021). Küçük objelerin modellenmesinde videogrametri ve fotogrametri yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 3(2), 62-68.

[29] Oruç, M. E. (2021). The possibilities of data usage obtained from UAV. Advanced UAV, 1(1), 15-23.

[30] Yakar, M. & Doğan, Y. (2019). 3D Reconstruction of Residential Areas with SfM Photogrammetry. Conference of the Arabian Journal of Geosciences, Hammamet, Tunisia, 73-75.



© Author(s) 2022. This work is distributed under https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/