

Tarihi Yapılarda Dron Kullanılarak Fotogrametrik 3B Nokta Bulutu Üretimi ile Rölöve Yapımı

Nihat ERSOY^{1*}, İbrahim ÇETİN²

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye.
ORCID: 0000-0002-7068-8811

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye.
ORCID: 0000-0003-3666-1399

Sorumlu Yazar: ersoy@yildiz.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.11.2023

Kabul Tarihi: 18.12.2023

Özet

Kültürel mirasların korunması için rölöve işlemleri oldukça önemlidir. Tarihi yapıların dokusu, dönemin yansıttığı estetik unsurlar gibi özelliklerin değişmemesi açısından rölöve çalışması önem taşır. Rölöve çalışması yapıların mimari özelliklerinin değerlendirilmesi için yapının özgün halinin ölçekli çizimlerle anlatılarak oluşturulan mevcut proje için altlık veridir. Bu çalışmada, 2. derece tarihi eser niteliğindeki yapının mimari, restorasyon projesine altlık teşkil etmek için İnsansız Hava Aracı (İHA) veya Dron kullanılarak nokta bulutu üretimi (Point Cloud) ile hazırlanan rölöve çalışmasının yapımı anlatılmıştır. Rölöve çalışmasında, Total Station ile jeodezik kontrol noktaları ölçülmüştür. Tarihi yapının fotoğrafları, kalibrasyonu yapılmış yüksek çözünürlüklü İnsansız Hava Aracı (İHA) ile çekilmiştir. Çekilen fotoğraflardan Agisoft Metashape yazılımı ile 3B (3 Boyutlu) model oluşturulmuştur. Bu modelden yararlanarak Microstation programında rölöve çizimleri elde edilmiştir. Laser Scanner ile yapılan röleve ölçümlerine alternatif olarak kullanılan İHA ile çekilen fotoğraflardan rölöve çizimleri elde edilmiştir. Sonuç olarak Zaman, Maliyet, Hız ve Doğruluk açısından bu çalışmanın klasik fotogrametri yöntemine bir alternatif olacağı anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Restorasyon, Ortomozaik, Digital Fotogrametri, 3 Boyutlu Model, İnsansız Hava Aracı (İHA).

Drone Use in Historical Buildings and Surveying with Photogrammetric 3D Point Cloud Production

Abstract

Restoration processes are very important for the protection of cultural heritage. A meticulous application is required in order not to make different additional arrangements to historical buildings in the restoration process. The materials, the texture of the building, the aesthetic elements reflected by the period, etc. The survey work is important in terms of not changing the properties. It is the base data for the current project, which is created by explaining the original state of the building with scaled drawings (plan, section and views) in order to evaluate the architectural features of the buildings and to prepare the restoration works. The survey is a tool for closely examining the historical structure and urban fabric, documenting the existing features, evaluating it from an architectural point of view, and preparing the restoration project. In this study, the construction of the survey work prepared by the photogrammetric method in order to form a basis for the architectural and restoration project of the building, which is a 2nd degree historical monument, is explained. In the survey study, control points were measured with the Total Station. Photographs of the historic building were taken with a calibrated high-resolution UAV. A 3D Model was created from the photos taken with Agisoft Metashape software and drawings were prepared with three-dimensional point measurement. Relief drawings were created by preparing plan sections and views. In this study, information about the process steps described in the above framework is given.

Keywords: Restoration, Orthomosaic, Digital Photogrammetry, 3D Model, Dron.

1. GİRİŞ

Tarihi eserlerin korunamaması ve kaybolması durumunda bu eserlerin gelecek kuşaklara hasara uğramadan aktarılması için ilk olarak tarihi dökümantasyon sağlanmalıdır. Çünkü kültürel varlıkların mevcut durumuyla veya günümüzdeki durumlarından elde edilecek verilerle üretilecek özgün halleriyle dökümantasyonunu yapmak; oluşmuş ve oluşacak hasarları görmeye oldukça önemlidir [23].

Tarihin yaşatılması için, tarihe tanıklık eden eserlerin korunması gerekmektedir. Bu nedenle rölöve yapımı çok önemlidir. Rölövenin amacı, tarihi yapıtların bugünkü durumunun ortaya çıkarılması (plan), restorasyon projesine altlık teşkil edecek şekilde geleceğe taşınmasını sağlamaktır. Bunu sağlamak için profesyonellik, teknik imkânlar ve mesleki bilgi gerekir. Başta üniversiteler olmak üzere birçok kurum ve kuruluş kültürel mirasların korunması için çeşitli görevler üstlenmişken, konusunda bilgili mühendislerin de bu yapıtların korunması için mesleki etiklere bağlı olarak hareket etmesi gerekmektedir [4].

Teknolojik gelişmeler doğrultusunda geliştirilen sayısal değerlendirme sistemleri yardımıyla fotogrametri, kültürel mirasların dökümantasyonunu ve korunmasında çok yararlı bir yöntem haline gelmiştir [1]. Tarihi yapıtların sayısal ortamda dökümantasyonunu yapmak için günümüzde sayısal fotogrametri yöntemi ve İHA teknolojilerinden yararlanılmıştır. Sayısal fotogrametrik yöntemde, istenilen formatta ürün alınabilmesi, hızlı olması, doğruluk olarak kıyaslanamayacak derecede üstün olması, verilerin sayısal ortamlarda alınması gibi nedenlerinden dolayı bu yöntemin rölöve çalışmalarında kullanımı kaçınılmaz olmuştur [16].

Bu çalışmada, 2. derece tarihi eser niteliğindeki İstanbul ili Beykoz ilçesi Çubuklu mahallesi'nde bulunan bitişik nizam 3 katlı ahşap yapının ön, arka ve çatı üzerinden İHA ile çekilen fotoğrafların Agisoft PhotoScan yazılımında işlenerek 3B nokta bulutu ve modellemesi oluşturulmuştur. Agisoft PhotoScan yazılımı SFM (Structure from Motion)-hareketten yapı oluşturma tekniğine dayanan bir modelleme yazılımıdır [7]. Çalışmanın amacı, tarihi yapının bugünkü durumunun ortaya çıkarılması ve restorasyon projesine altlık olacak rölöve çalışmasının yapılması ve arşivlenmesi, mimari özelliklerinin değerlendirilmesi, restorasyon çalışmalarının hazırlanabilmesi için yapının özgün halinin kentin dokusuna uygun bir proje oluşturmaktır [2-21-10].

2. SAYISAL FOTOGRAMETRİK SİSTEMLER VE İHA TEKNOLOJİSİ

Sayısal Fotogrametrik sistemler; Optik, elektronik, matematik, fotoğrafçılık ve bilgisayar teknolojisi gibi çeşitli bilim dallarından yararlanarak oluşturulmuş bir mühendislik uygulamasıdır. Son yıllarda bu alanlardaki gelişmeler sayesinde fotogrametrik yöntemlerin mimari uygulamalarda kullanımı genişletilmiştir. [22].

Sayısal Fotogrametri; Fiziksel cisimler ve oluşturdukları çevreden yansıyan ışınların şekillendirdiği görüntülerin ve yaydıkları elektromanyetik enerjilerin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucunda güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji, bilim ve sanat dalıdır. Kısaca 2 boyutlu fotoğraflardan 3 boyutlu model ve üzerinden her türlü veri ve bilgi alınabilecek harita üretilebilen bir sistemdir [24].

Teknolojinin her geçen gün gelişmesi ile özellikle harita, inşaat, arkeoloji ve mimari eserlerin restorasyon projelerinde altlık olması için yapılan rölöve çalışmalarında Yersel fotogrametriye ek olarak İHA teknolojisi gün geçtikçe daha etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle yersel fotogrametri çalışmalarında çatı gibi ulaşılması güç alanlardan veri elde edilmesinde büyük kolaylık sağlamıştır. İnsansız Hava Araçları (İHA) özel amaçlar için tasarlanmış herhangi bir alandan kalkış ve iniş yapabilen uzaktan kumandalı yarı otomatik veya tam otomatik uçuş yeteneğine sahip araçlardır [24].

İHA Teknolojisi ile tarihi yapının yerden ve havadan fotoğraflarının çekilmesi ile rölöve planları, ortofoto, kesitler ve üç boyutlu modelleri elde edilebilmektedir. Yeterli veri elde edilebildiği ve bu veriler işlenip sonuç ürünü çıkarılabildiği takdirde tarihi bina ve yapıtların sayısal ortamdaki 3 boyutlu modellerinden üç boyutlu koordinatlar (X,Y,Z) yardımıyla tekrar inşası, koruma veya restorasyon çalışmaları için altlık oluşturulabilir. Özellikle mimari yapılarda yerden fotoğraf çekmenin en büyük dezavantajı çatı gibi yerden görüntülenmesi güç olan kısımlarda yaşanmaktadır. Bu ve bunun gibi yerden veri toplaması zor olduğu durumlarda İHA teknolojisi kullanılması uygundur [22].

3. AMAÇ VE KAPSAM

Rölöve çalışmalarının en önemli amacı; Rölövesi yapılan tarihi eserlerde bir hasar olduğunda rölöve ölçüsünden yararlanarak aslına uygun bir şekilde eserin onarılmasını sağlamaktır [3]. Bu yüzden rölöve çalışması yapılırken tarihi yapıtlardaki detayların Jeodezik ve Fotogrametrik yöntemlerle ölçülmesi önemlidir.

Rölöve; Tarihi yapının, şehirlerin dokusuna uygun olarak mevcut özelliklerinin belgelenmesi, mimari açıdan değerlendirilmesi ve restorasyon projesinin hazırlanması için bir araçtır [13]. Tarihi yapıların, ölçekli çizimlerle hazırlanmış plan, kesit ve görünüşleri, restorasyon projeleri için altlık veri oluştururlar.

4. UYGULAMA

4.1. Materyal ve Yöntem

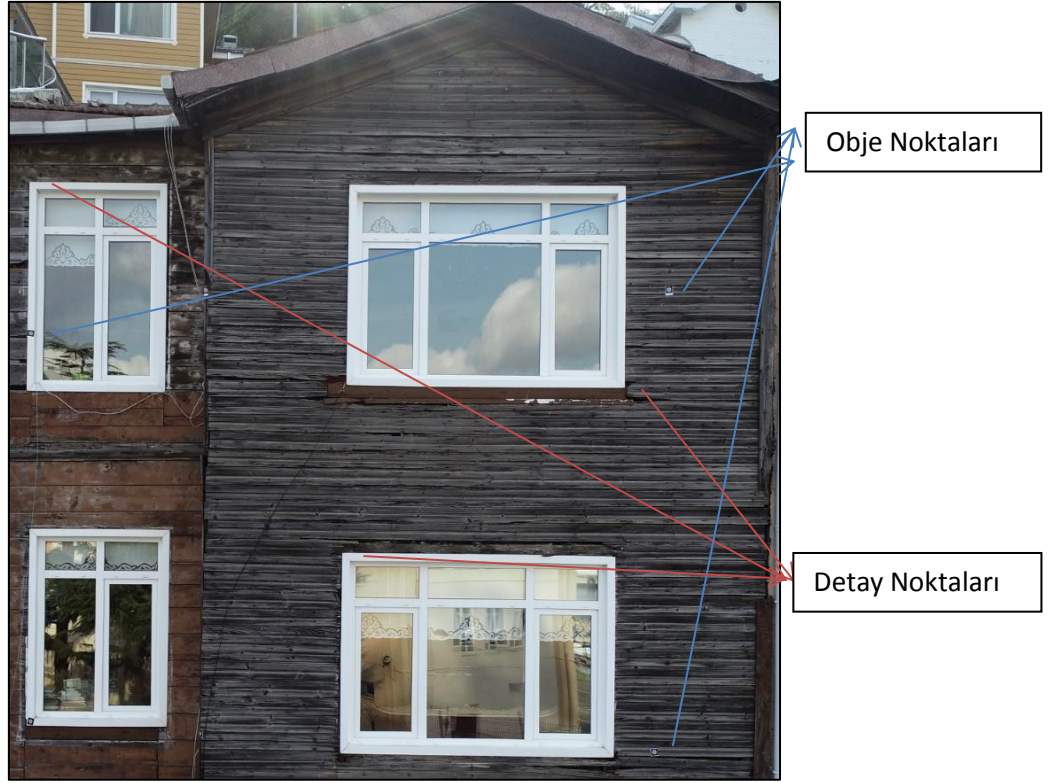
Çalışmanın yapılacağı alan İstanbul Beykoz ilçesi Çubuklu mahallesi, Çubuklu caddesi No:18'de bulunan ahşap kagir iki katlı 2. derece tarihi eser niteliğinde bitişik nizamlı yapıdır (Şekil 1). Bu çalışma; arazi çalışması ve ofis çalışması olarak iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.




Şekil 1. Çalışması yapılacak olan 2. derece tarihi eser niteliğindeki yapı

Arazi çalışmasında: İlk olarak istikşaf çalışması yapılarak zeminde 5 adet poligon noktası tesis edilmiştir. Poligon noktalarında GNSS (Global Navigaitaion Satellite System) alıcısı ile Hızlı-Statik GNSS ölçme yöntemi 15 dakika ara ile 2 epok jeodezik amaçlı yapay uydulara gözlemler yapılmıştır.

Poligon noktalarına dayalı olarak yapının ön ve arka cephelerine, yöneltme işlemlerinde kullanılmak üzere 13 adet obje noktasında ve detay noktalarında (Şekil 2) Topcon GTS-105N Total Station ile üç boyutlu (3B) jeodezik ölçümler yapılmıştır [3]. (Şekil 3)



Şekil 2. Objektive ve Detail Punkte

	Total Station	Topcon GTS-105N
	3 - 25 m arasında mesafelerde	$M_s = +10 \text{ mm}$
	25 m ² den büyük olan mesafelerde	$M_s = +5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times S$
	Reflektörlü ölçmelerde	$M_s = +3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times S$
	Açı ölçümlerinde	$M = 2.7 \text{ mgon}$

Şekil 3. Topcon GTS-105N total station ve özellikleri

Fotogrametrik değerlendirme için şekli ve teknik özellikleri verilen İnsansız Hava Aracı (İHA) DJI Phantom 4 Pro Dronu, yapının fotoğraflarının çekiminde kullanılmıştır [20-21]. (Şekil 4)



Dijital Kamera	FC6310	Özellikleri	Değerler
Sensör Tipi	CMOS	Ağırlık	1350 gr – 1400 gr.
Sensör Boyutu	13 2*8.8	Batarya	5870 mAH LİPo.
Piksel Boyutu	2.4	Ebat	1 cm – 35 cm.
Piksel Numarası	20	GPS Modu	GPS Var.
Sensör Hassasiyeti	ISO 100 - 12800	Kamera	4K.
Maksimum Açıklık	F2.8	Maksimum Hız	50 kmp – 70 kmp.
Görüş Alanı	84	Uçuş Mesafesi	6500 m – 7000 m.
Görüntü Boyutu (piksel)	5472*3078	Uçuş Süresi	30 – 31 Dakika.
Odak Uzaklığı	8.8	Kamera Sensörü	1''CMOS Effect ve pixel:20 M
		Mak.Video Çözünürlüğü	4K 60P
		Çalışma Frekansı	2.4 GHz/5.8 GHz

Şekil 4. DJI phantom 4 pro dronu ve özellikleri

4.2. Jeodezik Yöntem

Tarihi yapı üzerindeki obje ve detay noktalarının koordinatlarının, ülke sisteminde ölçmek için zeminde 3 boyutlu koordinatları bilinen poligon noktalarına ihtiyaç vardır. Zeminde tesis edilen poligon noktalarında yapılan GNSS ölçülerinin değerlendirilmesi ile poligon noktalarına ilişkin koordinatlar hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. GNSS yöntemi ile hesaplanmış poligon noktalarının koordinatları

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)
P.101	422862.635	4552835.532	39.823
P.102	422866.490	4552831.424	39.754
P.103	422864.463	4552818.602	42.931
P.106	422853.173	4552807.769	49.177
P.107	422851.382	4552809.760	49.207

Dron (İHA) ile çekilen hava fotoğraflarından duyarlı ve ölçekli bir modelin oluşturulabilmesi için koordinatları hesaplanan poligon noktalarına dayalı olarak aışap bitişik nizamlı yapının ön ve arka yüzeylerine kâğıt hedeflerle (target) tesis edilen obje noktaları ve detay (ayrıntı) noktaları (Şekil 5) Total Station ile ölçülerek bu noktalara ilişkin koordinatlar hesaplanmıştır (Tablo 2).



Şekil 5. Yapının ön ve arka görünümünde bulunan obje noktaları

Tablo 2. Yapının ön ve arka görünümünde bulunan obje noktalarının koordinatları

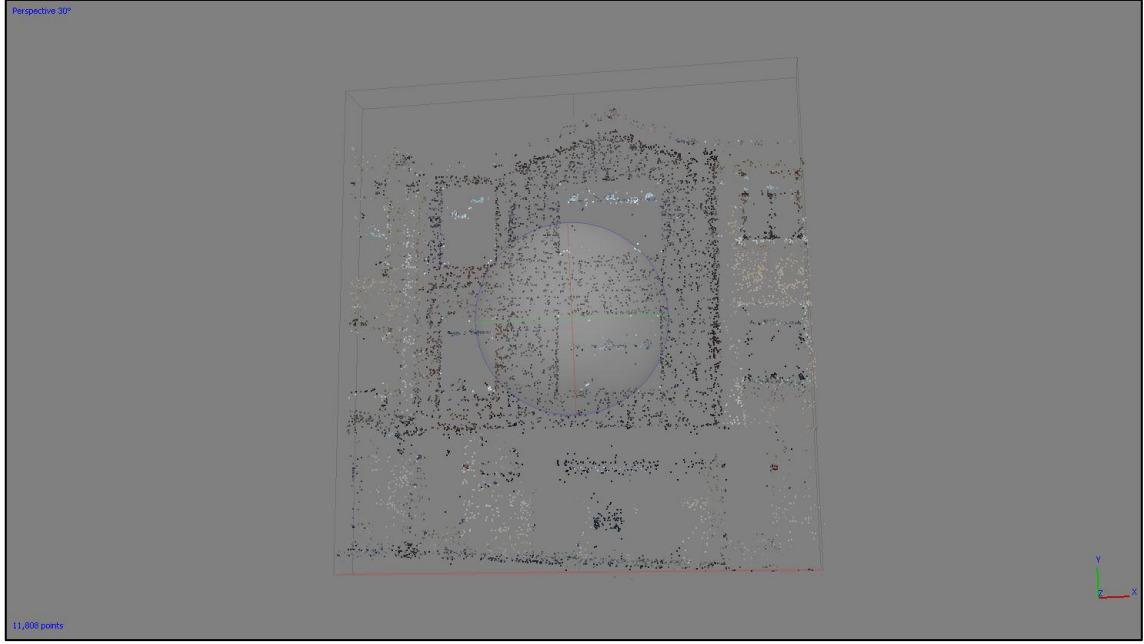
Ön Cephe Obje Noktalarının Koordinatları				Arka Cephe Obje Noktalarının Koordinatları			
N.N	X(m)	Y(m)	Z(m)	N.N	X(m)	Y(m)	Z(m)
K1	422853.028	4552847.905	43.505	N1	422851.735	4552826.262	50.147
K5	422860.134	4552827.697	43.207	N4	422851.695	4552826.472	46.585
K7	422853.548	4552848.105	45.161	N8	422850.706	4552822.876	48.381
K8	422853.485	4552848.083	49.055	N9	422850.815	4552821.788	48.729
K9	422859.566	4552849.415	49.366	N10	422851.864	4552820.129	50.248
K10	422859.466	4552849.406	45.109	N11	422851.695	4552820.837	47.052
				N12	422851.631	4552820.132	45.769

4.3. Fotogrametrik Yöntem

Tarihi bitişik nizamlı yapının ön ve arka cephelerinin 1/100 ölçekli rölövesini üretmek için Dron üzerinde bulunan FC6310 model Kamera, %80 boyuna bindirme ve %30 enine bindirme olacak şekilde kameranın teknik özellikleri dikkate alınarak Ground Sample Distance (GSD) 0.5 cm kabul edilmiş ve uçuş yüksekliği 18 m olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre her fotoğraf çekim arasındaki uzaklık 5 m olacak şekilde çatı üzerinde Dron uçuşları gerçekleştirilmiştir. 10 m alım uzaklığı ile 3 m aralıklarla ön ve arka cephe fotoğraf çekimi yapılmıştır. Toplam 364 adet görüntü elde edilmiştir.

5. DEĞERLENDİRME

Dron ile elde edilen görüntüler Metashape (Agisoft) yazılımı ile sisteme aktarılmıştır. Tüm görüntüler yazılımın iş akışına göre öncelikle hizalanmış (Align) bağlama noktaları tespit edilmiş bunun sonucunda Seyrek Nokta Bulutu oluşturulmuştur[19].(Şekil 6)



Şekil 6. Seyrek nokta bulutu

Seyrek Nokta bulutu oluşturulduktan sonra modelin ölçeklendirilmesinde kullanılan jeodezik yöntemle ölçülen obje ve detay noktalarının koordinatları Agisoft yazılımı ile sisteme aktarılmıştır. Sisteme aktarılan obje ve detay noktaları tüm görüntülerde ölçülerek koordinat hataları 2 cm'nin altında kalacak şekilde Metashape (Agisoft) yazılımı ile görüntü koordinatları jeodezik koordinatlara dönüştürülerek ölçeklendirme yapılmış ve Yüksek Yoğunluklu Nokta Bulutu oluşturulmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Yüksek yoğunluklu nokta bulutu

Yüksek Yoğunluklu Nokta Bulutu oluşturulduktan sonra buna dayalı olarak görüntülerden derinliğe bağlı Ortomozaik üretilmiştir[12]. (Şekil 8)



Şekil 8. Ön ve arka cephe ortomozaik

Üretilen Ortomozaik, MicroStation yazılımı ile restorasyon projesinin altlığını oluşturan rölöve çizimi elde edilmiştir. Sonra bu yazılım ile 1/100 ölçekli tarihi yapının ön ve arka cephe rölöve çıktısı alınmıştır (Şekil 9 ve Şekil 10).



Şekil 9. Ön cephe rölövesi



Şekil 10. Arka cephe rölövesi

6. SONUÇ

Restorasyon projelerine altlık oluşturan rölöve planlarının duyarlı ölçüm teknikleri ile hazırlanması, tarihi yapıların korunabilmesi için restorasyon projelerinin doğru şekilde yapılabilmesi oldukça önemlidir. Mimari rölöve planları yapmak için jeodezik ve fotogrametrik yöntemler klasik yöntemlerle kıyaslandığında, hem doğruluk hem de zaman açısından daha çok tercih edilen bir yöntemdir.

Günümüzde teknolojik gelişmeler ışığında Dron ile yapılan rölöve çalışması, az maliyet ve arazide çalışacak ekip sayısının az olması, çekilen fotoğraflardan kaliteli veri alındığı için ölçümü tekrarlamadan zamandan tasarruf edilmesi, gibi avantajlar nedeniyle klasik yöntemlere göre daha iyi sonuçlar vermektedir. İnsansız Hava Aracı (İHA) tekniğinin kullanılması ile havadan görüntü alınarak ulaşılamayan yüksek yapıdaki çatıların detayları, endüstri bölgeleri ve arkeolojik alanlar gibi alanların ölçümlerinde tercih edilmesi uygun olan bir yöntemdir. Bu çalışmada İHA tekniği ile fotoğraflardan elde edilen ortomozaikler ile bitişik nizamlı tarihi ahşap kagir yapının ön ve arka cepheleri için rölöve çizimleri 2 cm altında doğrulukla elde edilmiştir. Ortomozaik elde edilirken %80 bindirme oranı ile fotoğraf çekmenin yeterli olduğu anlaşılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen duyarlık değerleri göz önünde bulundurulduğunda, çalışmaya ait 3B model restorasyon çalışmalarında altlık olarak kullanılabilir. Ayrıca tarihi eserlerin sayısal verilerinin dijital kütüphanelerde bulundurulması çeşitli disiplinlerin daha sonraki çalışmalarında ve gelecek nesillere aktarılmasında büyük kolaylık sağlayacaktır [22].

Sonuç olarak klasik fotogrametri ile yapılan rölöve çalışmalarına göre zaman, hız, duyarlık ve ülkemizdeki ekonomik gelişmeler doğrultusunda değişen maliyet açısından İHA tekniği ile yapılan rölöve çalışmaları günümüzde mimarlara ışık tutacaktır.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz, H.M., Karabörk, H., Yakar, M. 2000. Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1, 2000.

2. Sarıoğlu, Ö., 2004, Yersel Fotogrametrik Rölöve Ölçüm Tekniğinin Ömer Duruk Evi Örneği Üzerinde Uygulanması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
3. Ersoy N., Akdeniz G., Çetin İ., Güler E.,(2017). Laser Total Station Aletinin Rölöve Alımında Kullanımı. TUFUAB Kogresi. Antalya.
4. Freely J A (2011) History of Ottoman Architecture; WIT Press: Southampton, UK.
5. Fonstad M A, Dietrich J T, Courville B C, Jensen J L & Carbonneau P E (2013). Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement. *Eart. Surf. Process. Landforms*, 38, pp. 421-430.
6. Önal M (2015). Harran Örenyeri 2015 Yılı Arkeolojik Çalışmaları, Şanlıurfa Kültür Sanat ve Turizm Dergisi, sayı: 24, Ocak 2015.
7. Ulvi A, Yakar M, Yiğit A Y & Kaya Y (2020). İHA Ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilisenin 3B Modelinin Ve Nokta Bulutunun Elde Edilmesi. *Geomatik Dergisi*, 5 (1), 22-30
8. Şanlıoğlu İ, Zeybek M & Karauğuz G (2013). Photogrammetric Survey and 3D Modeling of Ivriz Rock Relief in Late Hittite Er. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 13, No 2
9. Kaya Y, Yiğit A Y, Ulvi A & Yakar M (2021). Arkeolojik Alanların Dokümantasyonunda Fotogrametrik Tekniklerinin Doğruluklarının Karşılaştırmalı Analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 165, 57-72
10. Alptekin A, Çelik M Ö & Yakar M (2019a). Anıtmezarın yersel lazer tarayıcı kullanarak 3B modellenmesi. *Türkiye Lidar Dergisi*, 1(1), 1-4.
11. Alptekin A, Çelik M Ö, Doğan Y & Yakar M (2019b). Mapping of a rockfall site with an unmanned aerial vehicle. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 12- 16.
12. Çelik M Ö, Alptekin A, Ünel F B, Kuşak L & Kanun E (2020). The Effect of Different Flight Heights on Generated Digital Products: Dsm And Orthophoto. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(1), 1-9.
13. Yakar M & Yılmaz H M (2008). Kültürel Miraslardan Tarihi Horozluhan'ın Fotogrametrik Rölöve Çalışması Ve 3 Boyutlu Modellenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23(2), 25-33.
14. Polat N, Önal M, Ernst F, Şenol H, Memduhoglu A, Mutlu S, Mutlu S, Budan M, Turgut M & Kara H (2020). Harran Ören Yeri Arkeolojik Kazı Alanınının Çıkarılan Bazı Küçük Arkeolojik Buluntuların Fotogrametrik Olarak 3B Modellenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2 (2), 55-59. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/tufod/issue/58541/835434>
15. Mutlu S İ (2019), 2014-2018 Yılları Arasında Harran Höyük Kazısı'nda Bulunan Erken ve Orta Tunç Çağı Pişmiş Toprak Figürinleri, Harran ve Çevresi, Arkeoloji, Ed. M.Önal, S.İ.Mutlu, S.Mutlu. Şanlıurfa 2019: 361-418. ISBN 978-975-7394-55-6, ŞURKAV Yayınları, 191-210. Oxford, UK, 2015.
16. Yakar M, Yıldız F & Yılmaz H M (2005). Tarihi ve Kültürel Mirasların Belgelenmesinde Jeodezi Fotogrametri Mühendislerinin Rolü. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 10.
17. Turan M H (2004). Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişimlerin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1).
18. Korumaz A G, Dülgerler O N & Yakar M (2011). Kültürel Mirasın Belgelenmesinde Dijital Yaklaşımlar. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 26(3), 67-83.
19. Yiğit A & Ulvi A. (2020). İHA Fotogrametrisi Tekniği Kullanarak 3B Model Oluşturma: Yakutiye Medresesi Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2 (2), 46-54.
20. Kaya Y, Şenol H İ, Memduhoğlu A, Akça Ş, Ulukavak M & Polat N (2019). Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1 (1), 07-10.
21. Yiğit A Y, Orhan O & Ulvi A (2020). Investigation of The Rainwater Harvesting Potential at the Mersin University, Turkey. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(2), 64-75
22. Ulvi A, Murat 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* 2020; 5(1); 19-26.
23. Duran Z. (2003). Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması. Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
24. Öksüz, M., Yıldırım, Ç., Sağlam, Ö., Karaarslan, Y., Görmüş, K., ve Kutoğlu, Ş.H. (2011). Zonguldak Kozlu Bölgesi'nin Su Baskınlarına Yönelik Risk Araştırması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası* 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara.
25. URL-1:<https://tr.wikipedia.org/wiki/Beykoz>

26. URL-2:<https://www.teknikerler.com/dji-phantom-4-pro/>

27. URL-3:<https://www.mobilecadsurveying.co.uk/topcon-gts105n-non-reflectorless>

28. URL-4:<https://www.drone.net.tr/drone-modelleri/profesyonel-drone/dji-phantom-4-pro.v2.0.html>

29. URL-5: <https://providyo.com/phantom-4-pro/>