

# KONYA BEYŞEHİR BEZARİYE HANININ (BEDESTEN) İHA İLE FOTOGRAMETRİK TEKNİK KULLANILARAK ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ

*Murat YAKAR<sup>1</sup>, Ahmet Suad TOPRAK<sup>2</sup>, Ali Ulvi<sup>3</sup>, Murat UYSAL<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 42075, Selçuklu, Konya, [yakar@selcuk.edu.tr](mailto:yakar@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup>Öğr. Grv., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uzaktan Eğitim MYO, 03200, Merkez, Afyon Karahisar, [astoprak@aku.edu.tr](mailto:astoprak@aku.edu.tr)

<sup>3</sup>Öğr. Grv., Selçuk Üniversitesi, Hadim MYO, 42830, Hadim, Konya, [aliulvi@selcuk.edu.tr](mailto:aliulvi@selcuk.edu.tr)

<sup>4</sup>Yrd. Doç. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 03200, Merkez, Afyon Karahisar, [muysal@aku.edu.tr](mailto:muysal@aku.edu.tr)

## ÖZET

*Tarihi ve kültürel mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılması insanlık adına yapılması gereken önemli çalışmalarındandır. Birçok tarihi yapı ve kültürel miras doğal olaylar ve insan aktiviteleri nedeniyle zarar görmüştür. Bu eserlerin dokümantasyonu, korunması ve tanıtılması amacıyla üç boyutlu modellerinin üretilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Fotogrametri, tarihi yapıların ve kültürel mirasın dokümantasyonu ve üç boyutlu modellerinin üretimi için kullanılmaktadır. İHA' lar (İnsansız Hava Araçları) üzerinde insan bulunmadan uçabilen ve uzaktan kontrol edilen sistemler olarak tanımlanır. Gelişen teknoloji ile birlikte İHA' lar Fotogrametrik Teknikler ile birlikte kullanılmaya başlanmış ve 3B modellemeye yeni bir ivme kazandırmıştır. Günümüzde üç boyutlu modeller eğitimden turizme kadar birçok farklı alanda kullanılmaktadır.*

*Bu çalışma, Eşreföğlü Süleyman Bey tarafından 1299' da Konya İli Beyşehir İlçesinde yaptırılan külliyeinin parçası olan Bezariye Hanını (Bedesten) içermektedir. Bedesten olarak bilinen bu han, Osmanlı döneminde geniş çaplı bir onarım görmüş ve en son 1975'te Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından restore edilmiştir. Bezariye Hanı 28m uzunluğunda ve 21m eninde olup, dikdörtgen planlıdır. Moloz taş ve tuğla kullanılarak iki katlı olarak inşa edilmiştir. Toplam otuz dört tane dükkân yer alır. Batsındaki ana kapı dışında, doğu ve güney cephesinde de kapılar vardır. Üzeri kurşun kaplı altı adet kubbe ile örtülü olup kubbeler iki büyük ayak tarafından taşınmaktadır. Benzer kubbelerden kapıların üzerinde de bulunmaktadır.*

*Bu çalışma ile Bezariye Hanının fotogrametrik olarak ölçülmesi, 3B modellenmesi ve gerçek dokuları ile kaplanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada ölçümler, 4 adet poligon noktası yardımıyla yapıyı içine alacak şekilde Kapalı Poligon Geçkisi tesis etmek suretiyle Topcon GPT-3007 Reflektörsüz Total Station Cihazı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Poligon Noktalarının Koordinatları iki yarım silsile yöntemiyle lokal olarak hesaplanmıştır. Poligon Noktalarının Kot ölçümleri için Nivelman yapılmıştır. Doku kaplaması ve Çizim işlemlerinde, Yapının Yüksek olmasının yarattığı dezavantajı giderebilmek için Fotoğraf çekimleri için İHA' ya entegre Canon A810 Dijital Fotoğraf Makinası ile çatı ve cephe çekimleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Photomodeler Programı yardımıyla yapının üç boyutlu modeli elde edilmiştir.*

Anahtar Sözcükler: Fotogrametri, İHA (İnsansız Hava Aracı), Kültürel Miras, PhotoModeler, 3B Model

## ABSTRACT

### 3D MODELING THE INVESTIGATION OF USABILITY OF PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUES WITH UAV: IN BEZARIYE INN (BEDESTEN) BEYSEHIR KONYA

*Protecting of historical and cultural heritages is one of the important aspects which should be done for humanity. Most of the historical buildings and cultural heritages are damaged according to human activities or natural events. Different methods are used in order to be documented, protected and introduced of these monuments. Photogrammetry is used, to 3D modeling of historical monuments and cultural heritages and for their documentation. UAVs (Unmanned air vehicle) are vehicles which can fly without a pilot and can be remote controlled. With the innovations and developments in technologies, UAVs start to be used in 3D modeling on photogrammetric techniques. In today life, 3D models are widely ranges from tourism to education; it can be almost on every field.*

*This study includes the Bezariye Inn (Bedesten) a part of social complex which is built in 1299 by Süleyman Bey in Beyşehir, Konya, Turkey. This inn is known as a covered bazaar, widely repaired during the Ottoman Empire and at least, it is restored by General Directorate of Foundations in 1975. The inn is 28 meters length, 21meters width and rectangular shaped. It is built of stone and brick with two floors. It has 34 shops and except the main gate, there are two more gates one is on the east and the other is in the south. The 6 domes coated with lead are carried by two huge columns. Similar domes are also placed on the gates.*

*In this study, it is aimed to photogrammetric measurement, 3D modeling and cover with the real layers of Bezariye Inn. In this study, measurements are done with Topcon GPT-3007 unreflected Total Station with the help of 4 targets includes the building. The coordinates of the targets are measured locally with half range method. Nivelman is done to measure the difference in elevation. In order to solve the problem caused by the high building, UAV is used with mounted Canon A810 Digital Photo Machine to take the photos of the ceiling and the outside of the building. With the help of PhotoModeller software, 3D model of the building is obtained.*

Keywords: Photogrammetry, UAV (Unmanned Aerial Vehicle), Cultural Heritages, PhotoModeler, 3D Model

## 1. GİRİŞ

Mühendislik projelerinden Kültürel Mirasların Dökümantasyonu uygulaması Konya ili, Beyşehir İlçesinde bulunan Bezariye Hanında (Bedesten) yapılmıştır. Kültürel Mirasların Dökümantasyonu; Restorasyon, Tarihi Eser Bilgi Sistemi gibi birçok mühendislik projesinde temel çalışma niteliğindedir. Tarihi eserlerin doğal dokuya zarar verilmenden dökümantasyonu ve korunması, gelecek nesillere aktarılması için vazgeçilmez unsurlardandır (Yakar M. vd., 2013). Kültürel Mirasların Dökümantasyonu için farklı teknikler kullanılmaktadır. Dijital Fotogrametri ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almıştır. 3 boyutlu bina modelleme, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale gelmektedir (Suveg ve Vosselman, 2000). Bu uygulamanın yapılmasında Fotogrametrik Tekniklerin kullanılması; cephe ve çatılarda fotoğraf çekme olanaklarının kısıtlılığı ve doku kaplama gibi unsurlarda birtakım eksiklikler doğurmaktadır. Bu mühendislik projesinin, İHA' lar yardımıyla Fotogrametrik Teknikler kullanılarak yapılması, fotoğraf çekme olanaklarını artması ve dolayısı ile dökümantasyonun daha kapsamlı ve gerçekçi olmasına olanak sağlamaktadır (Toprak A. S., 2014).

## 2. UYGULAMA

Bu uygulamanın iş akışı; Çalışma Öncesi Hazırlık, Arazi Çalışması ve Ofis Çalışmasından oluşmuştur.

### 2.1. Çalışma Öncesi Hazırlık:

Bu uygulamamız için DJI Phantom İnsansız Hava Aracı temin edilmiştir (Şekil 1). Fotoğraf çekimleri için İnsansız Hava Aracına, Canon A810 Dijital Kamera (Şekil 2) ve Görüntü Aktarım Sistemi entegre edilmiştir. Yer kontrol levhaları (Şekil 3 sol) ile yapı kontrol levhaları plakalar halinde hazırlanmış (Şekil 3 sağ) ve koordinatlandırma işlemi için Topcon GPT 3007 reflektörsüz total station cihazı temin edilmiştir.



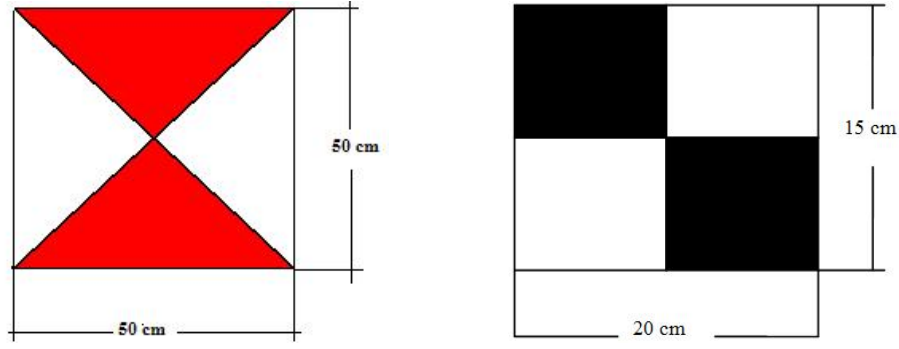
Parametreler	Aralığı
Çalışma Sıcaklığı	-10 <sup>0</sup> C /-50 <sup>0</sup>
Güç Tüketimi	3.12 W
Desteklenen Pil	Sadece 3S Lipo
Uçuş Hassasiyeti (GPS modlu)	Dikey ±0,8 m. Yatay ±2.5 m
Mak. Yaw açılma hızı	2000/s
Mak. Tilt açısı	450
Mak. Çıkış/İniş hızı	±6 m/s
Maksimum Uçuş Hızı	10 m/s
Diagonal mesafesi	350 mm
Ağırlık	670 g
Ağırlık (Pilli)	800 g
Çalışma Frekansı	2.4 Hz ISM 6 kanallı kumanda
Kontrol mesafesi	300 metre
Özellikleri	ATTI. / GPS ATTI. Modu,
Maksimum Kalkış Ağırlığı	800 g – 1200 g

Şekil 1. DJI Phantom serisi insansız hava aracı ve teknik Özellikleri (URL-1).



Görüntü Sensörü	
Tür	1/2.3 tipi CCD
Etkin Piksel	Yaklaşık 16.0M
Renk Filtresi Türü	Ana Renk
Görüntü İşlemcisi	
Tür	İSAPS teknolojisine sahip DIGIC 4
Lens	
Odak Uzaklığı	5,0 – 25,0 mm (35 mm eşdeğeri: 28 – 140 mm)
Yakınlaştırma	Optik 5x. Dijital Yaklaşık 4x. Birlikte Yaklaşık 20x <sup>12</sup>
Maksimum f/sayı	f/2.8 – f/6.9
Yapı	5 grupta 6 öge (çift taraflı küresel olmayan 1 lens, çift taraflı küresel olmayan 1 UA lens)
Deklanşör	
Hız	1 – 1/2000 sn. (fabrika varsayılanı) 15 – 1/2000 sn. (toplam aralık – çekim moduna göre değişir)

Şekil 2. İnsansız hava aracına entegre dijital kamera ve teknik özellikleri (URL-2).



Şekil 3. Havadan çekilen fotoğraflarda kullanılan yer (sol) ve yapı (sağ) kontrol noktalarının yakından görünümü

## 2.2. Arazi Çalışması:

Öncelikle yer kontrol noktalarımız uygulama alanına homojen olarak tesis edilmiştir. Bu uygulama için 15 adet yer kontrol noktası ve 64 adet yapı kontrol noktası tesis edilmiştir. Yer kontrol noktalarından 4 ve yapı kontrol noktalarından 16 adedi dökümantasyonun hassasiyet araştırması için kullanılmıştır. Yer kontrol noktalarının tesisi yapılırken noktaların birbirlerini görecek ve çalışma alanını tamamen kaplayacak şekilde dağıtımının yapılmasına özen gösterilmiştir. Yapı kontrol noktaları ise her cephede bina genişliği ve yüksekliği gözetilerek homojen olarak tesis edilmiştir. Yer kontrol noktaları ve yapı kontrol noktalarının koordinatlandırma işlemi Topcon GPT 3007 reflektörsüz total station ile yapılmıştır. Uygulama alanı çevresine kapalı poligon geçkisi tesis edilerek kontrol noktalarının koordinatları hesaplanmıştır. Kullanılan Yer ve yapı kontrol noktalarının koordinatları lokal sistemde değerlendirilmiştir.

Bu işlemlerden sonra havadan fotoğraf çekme aşamasına geçilmiştir (Şekil 4). Fotoğraf çekme işlemi DJI Phantom İHA sistemine entegre edilmiş Canon A810 dijital kamerası ile yapılmıştır. Çekilen fotoğrafları istenilen alanı kapsamaları için FatShark görüntü aktarım sistemi kullanılmıştır. İHA' da bulunan telemetri sistemi sayesinde görüntü aktarım sisteminin ekranında uçuş yüksekliği, yatay ve düşey hız gibi bilgiler okunmuş ve İHA' nın GPS modu sayesinde ortalama 30m yükseklikten yapının çatı bölümü için fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir. Çatı için fotoğraf çekimi tamamlandıktan sonra, yan cephe fotoğraf çekimlerinde yapının yüksek olmasının yarattığı dezavantajı giderebilmek için İHA' da bulunan dijital kamera yatay pozisyona alınmış ve böylelikle yan cephe fotoğraf çekimleri istenilen açı ve yükseklikten gerçekleştirilmiştir. Uygulamada İHA' da bulunan dijital kameradan 275 adet fotoğraf çekilmiş ve bu fotoğraflardan 41 tanesi fotogrametrik değerlendirme işleminde kullanılmıştır.



Şekil 4. Havadan cephe (sol) ve çatı (sağ) fotoğraf çekimi için İHA' nın kullanılması.

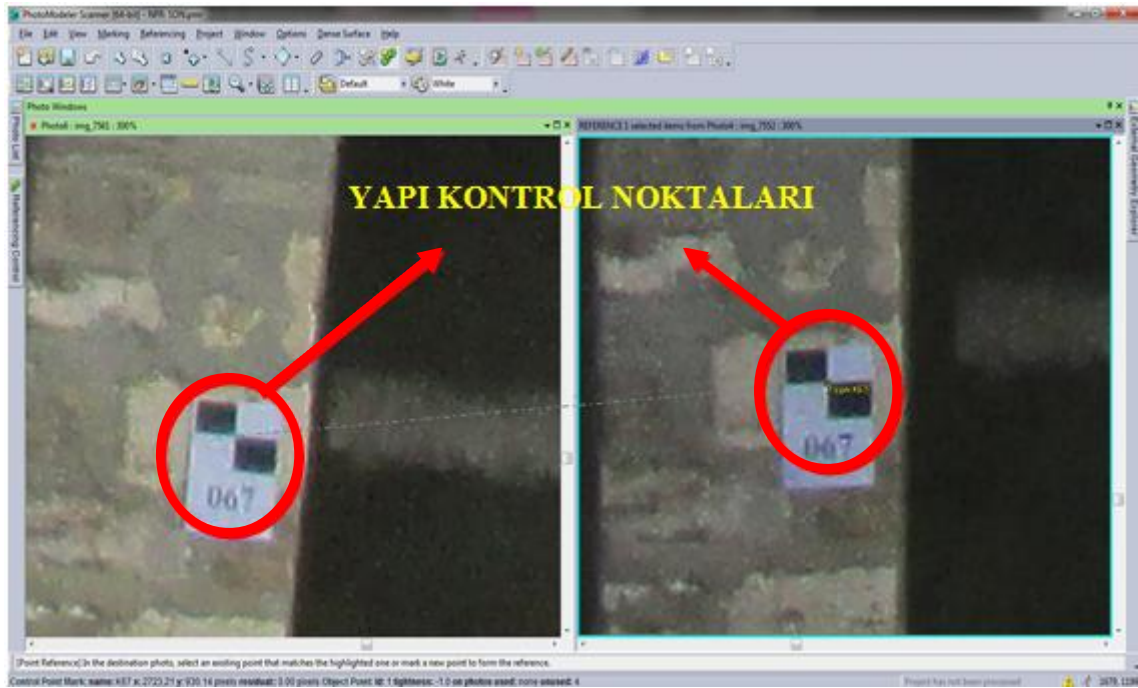




Şekil 5. Fotogrametrik değerlendirme için İHA ile çekilen havadan cephe (sol) ve çatı (sağ) fotoğraflarına bir örnek.

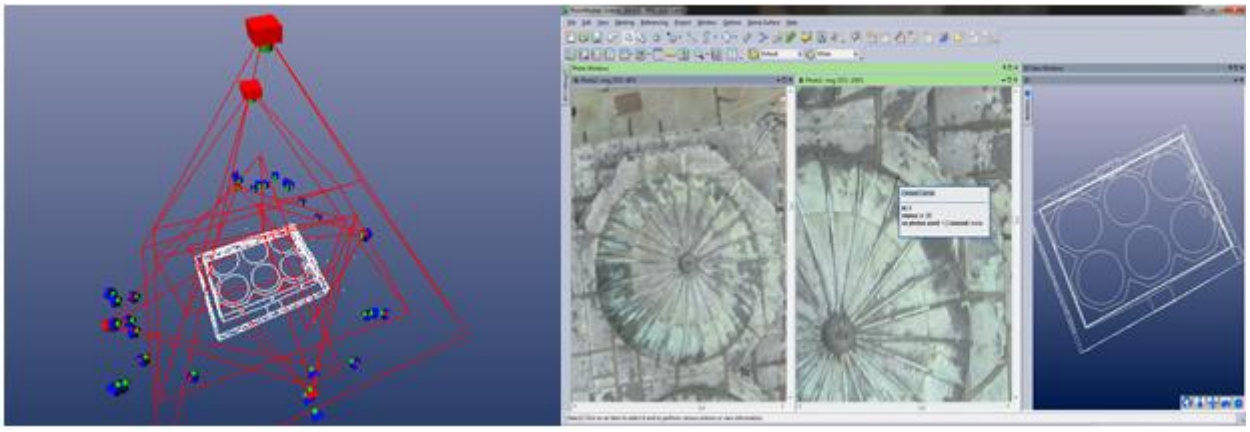
### 2.3. Ofis Çalışması:

Bu kısımda öncelikle total station cihazı ile araziden elde edilen yer ve yapı kontrol noktaları, PM yazılımının desteklediği formatta düzenlenmiştir ve “.txt” olarak kayıt edilmiştir. Daha sonra İnsansız Hava Aracı (İHA) ile çekilmiş fotoğraflardan değerlendirmede kullanılacak olanları ve yer kontrol noktaları PM yazılımına aktarılmış ve kullanılan kameranın kalibrasyon değerleri PM yazılımına tanıtılarak dengeleme işlemine geçilmiştir. PM yazılımında dengeleme işlemi, farklı fotoğraflar üzerinde bulunan yer ve yapı kontrol noktalarının işaretlenmesi ile yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Kontrol noktalarının farklı fotoğraflarda işaretlenmesi (Referanslama)

Bu uygulama için PM yazılımında yapılan dengeleme sonucunda projede problem olmadığı, dengelemenin başarılı olduğu, yöneltme işleminin yapıldığı ve ortalama nokta işaretleme hassasiyetinin 0.497 piksel değeri olduğu anlaşılmıştır (Şekil 7). Bu değerler sonucunda çizim aşamasına geçilmiştir.



Şekil 7. Çizim aşamasında fotoğraf çekim noktaları (sol) ve çizim aşamasına bir örnek (sağ).

Çizim işlemi, dengeleme işleminde olduğu gibi farklı fotoğraflar üzerinden aynı detayların çizilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonucunda kültürel mirasa ait 3B çizim elde edilmiştir (Şekil 8 sol). Çizim işleminden sonra yüzeyler kapatılarak katı model elde edilmiştir (Şekil 8 sağ). Bu katı modelin doku kaplanması ile 3B Model' de üretilmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. PM yazılımında kültürel mirasın çizim aşamasının tamamlanmış hali (sol) ve katı model (sağ).



Şekil 9. Katı modelin doku kaplanmış hali (3B Model).

### 3. SONUÇ

Tarihi ve kültürel mirasın korunması ve sonraki nesillere aktarılması için yapılan dokümantasyonunda İHA' ları ile Yersel Fotogrametri tekniklerinin birlikte kullanılması, bu alanda yapılan işlere doğruluk, hız ve maliyet anlamında yeni bir soluk getirdiği görülmüştür (Uysal M., vd., 2013). İHA ile Fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3 boyutlu modellerin, restorasyon projelerinde altlık olabilecek nitelikleri taşıdığı gözlenmiştir. Ayrıca bu modellerin İHA' lar yardımıyla fotogrametrik teknikler kullanılarak yapılması, fotoğraf çekme olanaklarını artırması ve dolayısı ile dokümantasyonun daha kapsamlı ve gerçekçi olmasına olanak sağlamaktadır (Toprak A. S., 2014). Fotogrametrik tekniklerle elde edilen bu modeller VRML gibi doku kaplama özelliğine sahip 3 boyutlu farklı veri formatlarına export edilerek istenilen amaca uygun olarak kullanılabilir (Carry and Bell, 1997). Bu anlamda Fotogrametrik tekniklerin İHA' lar yardımıyla farklı disiplinlere de hizmet edebileceği görülmüştür.

### 4. KAYNAKLAR

Carey, R., Bell, G., "The Annotated VRML 2.0 Reference Manuel", Addison Wesley Developers Press (1997).

Netcad 6.0 GIS, Software

PhotoModeler Scanner 2013, Software

Suveg, I., Vosselman, G., 2000, "3D Reconstruction of Buildings Models", IAPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam.

Toprak A. S., 2014, "Fotogrametrik Tekniklerin İnsansız Hava Araçları İle Mühendislik Projelerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması" Yüksek Lisans Tezi.

Uysal M., Toprak A. S., Polat N., 2013 "Afyon Gedik Ahmet Paşa (İmaret) Camisinin Fotogrametrik Yöntemle Üç Boyutlu Modellenmesi" Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Sempozyumu, Trabzon.

Yakar M., Uysal M., Toprak A. S., Polat N., 2013, "3d Modeling Of Historical Doger Caravansaries By Digital Photogrammetry", XXIV International CIPA Symposium, Strasbourg-France.

URL-1, <http://www.robonik.com.tr>

URL-2, <http://www.canon.com.tr>