

## **YERSEL FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE İBADETHANELERİN MODELLENMESİ**

**Murat YAKAR<sup>1</sup>, Omar MOHAMMED<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya  
yakar@selcuk.edu.tr

### **Özet**

Kültürel miraslar atalarımız tarafından bizlere bırakılmış en değerli hazinelerdir. Bu nadide eserlerin gelecek nesillere taşınması, kıymetini bilen her bilinçli kişinin görevidir. Ancak bu kültür hazineleri doğal ve doğal olmayan birçok etkilerden zarar gördüğü için, gelecek nesillere aktarılmasında belgeleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Belgeleme çalışmaları hem eserin zarar gördüğünde yeniden yapımı için bir plan altlığını oluşturur hem de eserde meydana gelen değişikliklerin incelenmesine, analiz edilmesine, durumunun takip edilmesine imkan tanır. Günümüzde genellikle mimarlar tarafından yapılan bu belgeleme çalışmalarında artık çağdaş teknolojilerin kullanılması bir zorunluluk olmuştur. Klasik mimari belgelemede yani röleve çalışmalarında ve restorasyon projelerinin hazırlanmasında çoğu zaman basit ölçme araç ve teknikleri kullanılmakta ve sonuç ürün olarak da tamamen kağıt baskılar olarak eserlerin çizimleri sunulmaktadır. Bu çalışmada, Eşrefoğlu Camii araştırılmıştır. Konya'nın Beyşehir İlçesinde, Beyşehir Gölü'nün 100m. kuzeyinde ağaç direkleriyle, ahşap tavanı, minberi ve yüzyılların sükûneti ile görkemli bir ahşap camii olan Eşrefoğlu Camii; 31,80x46,55m ebadındadır. Beyşehir'in önemli tarihi eserlerinden olan Eşrefoğlu Camii, Konya'ya 72km mesafededir, Bu çalışma ile Eşrefoğlu Cami'nin fotogrametrik olarak ölçülmesi, 3B modellenmesi ve gerçek dokuları ile kaplanması amaçlanmıştır. Ayrıca caminin çatısının modellenmesi için insansız hava araçları da kullanılmış, çekilen fotoğraflarda değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kültürel Miras, 3B model, Yersel Fotogrametri.

## **MODELİNG OF MOSQUES WITH FOTOGRAMETRİK METHOD**

### **Abstract**

Cultural heritages are the most valuable treasure left to us by our ancestries. Moving of this precious work of arts to next generations is a dream of every concious person who knowworths of this treasures. However, moving this treasure to the next generation, documentation works are needed for this cultural treasures due to damaging with natural and un-natural effects. Documentation process both itsconstitutes as a base plan when damaged for rebuilding and it is enable to analysis, monitoring, pursue of status, investigations of changes on work of art. Nowadays, modern technologies should be used in documentary works which made by architects. Many times, in classical architectural documentation that is roleve works and in the restoration project simple survey instruments and technics are used and drawings of work of arts on paper presented as a final production. This study investigated the Esrefoglu mosque. Esrefoglu mosque, which is a magnificent wooden mosque with wooden columns, timber ceiling and mimbar, and tranquility of the centuries, has dimensions of 31,80x46,55m in Beyşehir County of Konya, 100 m away from the Beyşehir Lake. EsrefogluMosque as one of the important historical artifacts of Beysehir is at a distance of 72 km to Konya. In this study, it is aimed to photogrammetric measurement, 3Dmodelingandcover with thereallayers ofEsrefoglumosgue.In addition, unmanned aerial vehicles were being used for the modeling of the mosque's roof and the photos were evaluated.

**Keywords:** Cultural Heritages, 3D Model, Terrestrial Photogrammetry.

### **1. Giriş**

Kültürel ve doğal miraslar, doğal ve doğal olmayan nedenlerden dolayı artan bir şekilde yok olma tehlikesi altındadır. Kültürel ve doğal miraslara sahip olan ülkeler, ekonomik, bilimsel ve teknik kaynakların yetersizliği nedeniyle bu mirasın korunmasında yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı, bu kültür mirasını korumak adına yapılan bilimsel çalışmaları ve geliştirilen yeni teknikleri paylaşmak tüm milletlerin görevidir.Tarih boyunca farklı uygarlık ve kültürlerle ev sahipliği yapmış ve yapmaya devam eden Türkiye coğrafyası, bu halklardan kalan kültürel mirasları üzerinde bulundurmaktadır. Bu eserleri hassas bir şekilde belgeleyerek koruma altına alınması ülkemiz için önemli olduğu kadar dünya kültür mirası için de büyük önem

taşımaktadır. Birçok tarihi yapı ve kültürel miras doğal olaylar ve insan aktiviteleri nedeniyle zarar görmüştür. Bu eserlerin dökümantasyonu, korunması ve tanıtılması amacıyla üç boyutlu modellerinin üretilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Fotogrametri, tarihi yapıların ve kültürel mirasın dökümantasyonu ve üç boyutlu modellerinin üretimi için kullanılmaktadır.

İnsansız Hava Araçları (İHA) 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[1].

Günümüzde; özellikle kentsel alanlardaki yeni tasarımlar, yerleşim alanı planlama, imar uygulamaları, koruma alanlarındaki tarihi mekanların restorasyon ve tanıtım amaçlı modellenmesi, kent bilgi sistemi kapsamında üç boyutlu kadastro uygulamaları, mekânsal nesnelere içine alan park ve bahçe gibi peyzaj düzenlemeleri, mekânsal alanlarda yol planlaması, orman ile mekan arasındaki ilişkileri düzenleme ve turizm amaçlı bir çok konu içinsanal ortamda gerçek dünyaya uyumlu olarak oluşturulmuş üç boyutlu görselleştirilmiş güncel modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, görselleşmiş modeller üç boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemlerine altlık oluşturulması açısından da oldukça önemli hale gelmiştir[2]. Tarihi eserlerin geçmişte ve günümüzde 3 boyutlu modellenmesi istenmektedir; hatta gelecekte de istenecektir [3]. Fotogrametri yanına yaklaşılamayan objelerin de 3 boyutlu ölçümüne olanak sağlamaktadır [4]. Fakat bu temas olmadan ölçüme imkan veren teknolojide sadece resimler kullanılmaktadır[5].

## **2. Yersel Fotogrametri**

Fotogrametrinin ilk uygulamaları yersel fotogrametri alanında olmuştur. Fotoğrafın bulunuşundan kısa bir süre sonra 1858 yılında Alman Meydenbauer, fotoğrafın nesnel içeriğini ölçme tekniği ile bütünleştirerek, yıkılan bir kilisenin eldeki mevcut fotoğraflara göre onarımını gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda fotogrametrinin de ilk kurucularından sayılan Meydenbauer, kültür yapıtlarının belgeleneceği bir merkezi örgüte duyulan ihtiyacı daha o zamanlar görmüş ve büyük çabalarla 1883 yılında Berlin'de ilk ulusal fotogrametrik dökümantasyon merkezini (Prusya Resim Örgütü)

kurmuştur. Alım merkezinin yer üzerinde bir nokta olması durumunda uygulanan fotogrametrik yönteme 'yersel fotogrametri' denir. Yersel fotogrametride nesnelere yansıyan elektromanyetik ışınların analog veya sayısal olarak kaydedilmesiyle elde edilen görüntüler değerlendirilir. Bilgisayar teknolojisi ve sayısal görüntü işleme tekniklerindeki gelişmeler, yersel fotogrametrinin özellikle endüstride ve tersine mühendislik uygulamaları gibi alanlarda uygulama imkanlarını arttırmıştır. Bu yöntem mimarlık, mühendislik, madencilik uygulamaları, kriminal incelemeler, tıp ve endüstri gibi farklı kullanım alanlarına sahiptir. Aynı zamanda yersel fotogrametri tarihi ve kültürel mirasın korunması, restorasyon ve yenileme çalışmalarında başarıyla kullanılmaktadır[6].

Yersel fotogrametri yakın ve uzak mesafeli alanlarda üç boyutlu çizimlerin yapılmasını sağlayan bir yöntemdir. Farklı odak uzaklıklarındaki kameralar ve özel yazılımlar kullanılarak, gerekli yönlendirmeler yapılır ve fotoğraf yüzeyinden üç boyutlu modeller üretilir. Bu yöntem ile modelleri oluşturulan nesnelere üç boyutlu konum bilgileri elde edilmektedir[7].

Yersel fotogrametride kullanılan değerlendirme yöntemleri hava fotogrametrisinin bir benzeridir. Ancak, hava resim çekme makinelerinde sabit olarak ele alınan iç yönlendirme parametrelerinin, yersel fotogrametri uygulamalarında resim çekme makinelerinin özellikleri ve incelik istekleri nedeniyle 'bilinen' olarak ele alınmayıp, dış yönlendirmenin diğer parametreleri ile birlikte, her bir resim veya model için birlikte veya önceden belirlenmesi gerekir.

Hava fotogrametrisi ile yersel fotogrametri arasındaki diğer önemli fark da yersel fotogrametride bir cismin çok sayıda resminin çekilerek değerlendirilebilmesi olanağının bulunmasıdır. Bu ve özellikle dönük resim çekim eksenli resimlerin kullanılması daha hassas hesap modelleri gerektirmekte, bu nedenle de incelikte önemli bir artış sağlanmaktadır. Ayrıca yersel fotogrametride resim ölçeğinin çok büyük olması ve cismin derinliğinin resim çekim uzaklığına oranının büyüklüğü, resim çekim geometrisi ile ilgili önemli farklılığı oluşturur.

Veri toplama ve ölçüm süresinin kısa olması, yersel fotogrametrinin en önemli özelliğidir. Fotogrametrik ölçümler sonucu elde edilen verilerin arşivlenmesiyle her an ölçüm yapma zorunluluğu ortadan kalkmaktadır. Gerekli olan bilgilere arşivlenen verilerden ulaşılabilir. Yersel fotogrametri bu yüzden sıklıkla tercih edilen bir

yöntemdir.1950’li yıllardan sonraki gelişmelerle topografik olmayan fotogrametri alanındaki çalışmalar, “özel uygulamalar, kısa uzaklık” ya da “yakın resim fotogrametrisi” olarak sunulmaktadır.

### *2.1.Yersel Fotogrametrik Yöntemin Geleneksel Yönteme Göre Avantajlı Olduğu Yönleri*

Yersel fotogrametrik yöntemle röleve alımının geleneksel yöntemle röleve alımına göre dezavantajlı olduğu yönleri şunlardır.

- İlk aşamada yazılım ve sistem donanım maliyeti pahalı görülebilir. Hatalı aydınlatma ve hatalı banyo değerlendirmede zorluklara neden olabilir.
- Total station gibi uzmanlık gerektiren jeodezik aletlerin kurulumu ve kullanımı gerekmektedir.
- Çevre şartları uygun olmadığı durumlarda, yapının önünde röleve almayı engelleyici bir nesne olması durumunda fotoğraf ve koordinat alımı zorlaşmakta ve çizimde hatalara neden olmaktadır.
- Yapıya ait fotoğrafların alınabilmesi için istenilen uzaklığın sağlanamaması, örneğin sokağın çok dar olması durumunda fotoğraf ve koordinat alımı zorlaşmaktadır.
- Değerlendirme ve vektörizasyon işlemlerinde deneyimli elemana ihtiyaç duyulmaktadır.
- Geleneksel yöntemle ölçme zaman açısından daha uzun olduğu için, yapı ile uzun süreli bire bir temas halinde olunması yapının daha iyi kavranmasını sağlamaktadır.
- Tüm cephelere ait resimler alınamadığı takdirde yapının tam olarak modellenmesi mümkün olmamaktadır.
- Kontrol noktasının olmadığı yerlerde -örneğin çatı bölgesinde- değerlendirmelerde bozulmalar ortaya çıkmakta ve değerlendirmeler sağlıklı yapılamamaktadır.
- Doku (texture) kalitesi için resimlerin yakından ve yüksek çözünürlüklü makinelerle çekilmesi gerekmektedir.
- Düşük çözünürlüklü makinelerle alınan fotoğraflarda kontrol noktalarının tespitleri ve belirlenmesi, fotoğrafta meydana gelen bozulmalardan ötürü zorlaşmaktadır.
- Fotogrametrik programları pahalı ve kullanımı özel eğitim gerektirmektedir.
- Üç boyutlu modellemeden iki boyutlu ifadeye geçerken çizimin aktarımında deformasyonlar meydana gelmekte, bunların mimari ifadeye uygun olabilmesi için bazı düzeltmeler gerekmektedir.
- Kesitlerin çıkarılması zordur.

## 2.2. Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları

Yersel fotogrametri oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir. Yersel fotogrametrinin kullanım alanları:

- . Mimarlık,
- . Arkeoloji,
- . Trafik kazaları,
- . Deformasyon ölçmeleri,
- . Tıp, Veterinerlik,
- . Endüstri, Orman endüstrisi,
- . Otomobil endüstrisi.

## 3.Uygulama ve Çalışma Alanı

Konya'nın Beyşehir ilçesinde Beyşehir Gölü'nün 100m. kuzeyinde ağaç direkleriyle, ahşap tavanı, minberi ve yüzyılların sükûneti ile görkemli bir ahşap camii olan Eşrefoğlu Camii(31,80x46,55)m ebadındadır. Beyşehir'in önemli tarihi eserlerinden olan Eşrefoğlu Camii (Şekil 1), Konya'ya 72km mesafededir.



Şekil 1. Eşrefoğlu Camii'nin dıştan görüntüsü

Yersel fotogrametri alanında, üç boyutlu modelleme konusunda çalışmalar yapılmıştır. Çalışma, aşağıda ifade edilen işlem adımlarından oluşmaktadır:

- . Arazi istikşafı,
- . poligon noktalarının istikşafı,
- . poligon noktalarının ölçülmesi,

- . çalışacak objeye ait kroki hazırlanması,
- . noktaların krokiye işaretlenmesi,
- .fotoğraf çekim işlemleri,
- .fotoğrafların bilgisayar ortamında değerlendirilmesi.

### *3.1. Arazi İstikşafı*

Arazi istikşafı, proje sahasında olan tüm detayları ve özellikleri incelemek ve poligonların nerelere atılmasının uygun olacağına karar verilmesi işlemidir. Bu sebeplerden dolayı arazi istikşafı yapılmıştır.

### *3.2.Poligon Noktalarının İstikşafı*

Arazi istikşafı ile belirlenen poligonlar araziye 10-15cm lik demir çiviler ile belirlenen yerlere kapalı poligon şeklinde tesis edildi. Tesis edilen poligon noktasına grup şeklinde (P.1,P.2,P.3,P.4,P.5,P.6, gibi) numaraları verildi. Bu poligon noktaları tesis edilirken bir önceki ve bir sonraki noktaları görecek şekilde tesis edilmiş, poligon noktalarına total station TOPCON GPT3007N aleti kurularakkoordinatlandırma işlemi yapılmıştır.

### *3.3. Çalışılacak Objeye Ait Kroki Hazırlanması*

Çalışılacak objeye ait krokilerin oluşturulması için öncelikle dijital fotoğraf makinası ile objenin yüzeylerinin resimleri çekilmesi gerekir.

### *3.4. Çalışılacak Obje Yüzeylerinin Alımının Yapılması Krokilere İşaretlenmesi*

İlk önce çalışılacak objeye ait alımların yapılması için tesis edilmiş poligon noktalarına alet kurulmuş, krokide belirlenen detaylar ölçülmüştür. Jeodezik ölçümlerimizde TopconGPT 3007N elektronik aleti kullanılmıştır.Değerlendirmeler ve kamera kalibrasyonuPhotomodeller(PM) yazılım ile yapılmıştır.

### *3.5. Fotoğraf Çekim İşlemleri*

Fotoğraf çekim işlemleri sorunsuz ve sıkıntısız şekilde yapılabilmek için fotoğraf makinesinin teknik özelliklerine dikkat edilmesi gerekir. Bu çalışmada, CANON fotoğraf makinası kullanılmıştır.Fotoğraf makinasına ait bilgiler Şekil 2 ve Tablo 1 de verilmiştir.

### *3.6. Fotoğraf Çekimi Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar*

- .. Her fotoğraf çekim sırasında yer değiştirmek gerekmektedir.
- . Fotoğraflar kapsayacak bindirmeli şekilde çekilmelidir.
- . Fotoğraf çekim sırasında açığa dikkat edilmelidir(Şekil 3).

. Fotoğraf makinesinin zoom ayarının oynanmamalıdır.



Şekil 2. İnsansız hava aracına entegre dijital kamera

Tablo1. İnsansız hava aracına entegre dijital kameranın teknik özellikleri

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. Yavaşsal hızı	2000/s
Max. Tilt açısı	450
Max. Çıkış/İniş hızı	±6 m/s
Diagonal mesafesi	350 mm
Ağırlık	670 g
Ağırlık (Pilli)	800 g
Çalışma Frekansı	2.4 Hz ISM 6 kanallı
Kontrol mesafesi	300 metre
Özellikleri	ATTI. / GPS ATTI. Modu,
Maksimum Kalkış	
Ağırlığı	800 g – 1200 g



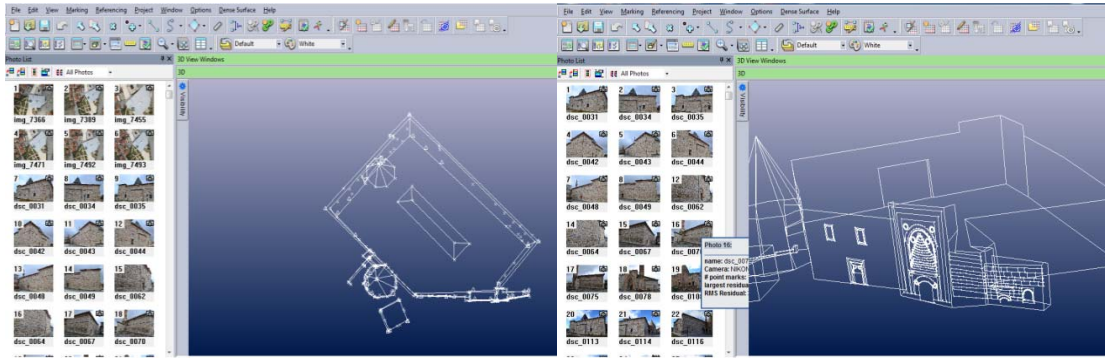


Şekil3. Farklı açılardan çekilmiş fotoğraflar

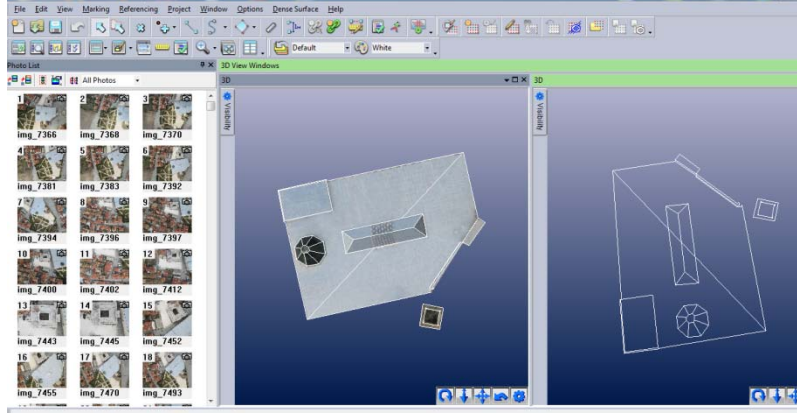
### 3.7. Ofis Çalışması

Bu kısımda öncelikle total station cihazı ile araziden elde edilen yer ve yapı kontrol noktaları, Photomodeler (PM) yazılımının desteklediği formatta düzenlenmiş 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[8].

Bu uygulama için PM yazılımında yapılan dengeleme sonucunda projede problem olmadığı, dengelemenin başarılı olduğu belirlenmiştir. Bu dengeleme işleminden sonra çizim aşamasına geçilmiştir (Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 4. Çizim çalışmasının gerçekleştiği ekran görüntüleri



Şekil 5. Çatının çizim aşamasından bir görüntü

#### 4.Sonuçlar

Tarihi eserleri ile zengin olan ülkemizde röleve çalışmaları günümüzde mimarlar tarafından klasik yöntemde yapılmaktadır. Tarihi ve kültürel eserlerin belgelenmesinde fotogrametrik yöntem, klasik yönteme göre kullanıcıya hız, maliyet, hassasiyet ve teknolojik olarak önemli derecede üstünlük sağlamaktadır. Eşrefoğlu Camii 3B modelleme çalışmalarında fotogrametrik yöntem ile de efektif olarak kullanılmakla birlikte CAD ortamında verilerin ifade edilebilmesi, bunların mimarlar tarafından görselleştirilerek mimari ifadelerin katılması çalışmaya daha bir zenginlik katmaktadır. Bu nedenle, bu tür projelerde mimar ile birlikte jeodezi ve fotogrametrimühendisliğinin ortak çalışması bir zorunluluk olmuştur. Teknolojinin kullanımı açısından ihale makamı olan kurumların teknik şartnamelerine ‘fotogrametrik yöntemin kullanılması’ şartını getirmesi uygun olacaktır. Jeodezi ve fotogrametri mühendisleri röleve çalışmalarında yer almalı, hatta restorasyon çalışmalarında da yardımcı teknik eleman olarak görüşüne baş vurulmalıdır. Daha doğrusu röleverestorasyon projeleri artık mimar ve jeodezi fotogrametri mühendislerinin ortak projesi olmalıdır. Bu çalışmada,Eşrefoğlu Camiinin 3B modeli elde edilmiş ve çizimleri de sağlanmıştır.

#### Kaynaklar

[1]Yakar M, Yıldız F, Yılmaz H.M, Tarihi Ve Kültürel Mirasların Belgelenmesinde Jeodezi Fotogrametri Mühendislerinin Rolü. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.

- [2] Yakar ,M.,Yıldız, F.,Özkütük A.,Neşeli, O.,Kurhan E.,Durdu O., Sultanhanı Kervansarayı FotogrametrikRölöve Alimi Ve Üç Boyutlu Modelleme Çalışması TMMOB Harita veKadastro Mühendisleri Odası 13, Türkiye Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- [3]Turan , M.H.,Discussion Of TwoPhotogrammetricTechniquesCombinedForDocumentation Of DefensionskaserneInMindenWith Reference ToArchitecturalHeritageConservation,, XIX CIPA Symposium 2003- Antalya, Turkey.
- [4] Brager, S.,Chong,A.K., An application of closerangephotogrammetry in dolphinstudies ,PhotogrammetricRecord, 16(93) , sayfa 503-517, 1993.
- [5] Yakar,M., Using Close RangePhotogrammetryToMeasureThePosition Of InaccessibleGeologicalFeatures, ExperimentalTechniques Cilt 35, Sayı 1. 2009
- [6] Yılmaz, H.M.,Karabörk, H.; Yakar, M. “Yersel FotogrametrininKullanım Alanları”, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4 (1): 1,11,18-28.(2000).
- [7] Şanoğlu İ., Zeybek M., Karauğuz G. “PhotogrammetricSurveyand 3D Modeling of IvrizRockRelief in LateHittiteEra”, MediterraneanArchaeologyandArchaeometry2013, 13(2):147-157).
- [8] Yakar M, Toprak A S, Ulvi A, Uysal M, "Konya Beyşehir Bezariye Haninin (Bedesten) İha İle Fotogrametrik Teknik Kullanılarak Üç Boyutlu Modellenmesi." 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25, 28 Mart 2015 Ankara.