

Mobil Telefonlar Kullanılarak Elde Edilen 3 Boyutlu Modellerin Kültürel Mirasın Korunması Kapsamında Kullanılabilirliği: III. Ahmet Çeşmesi Örneği

İrem Yakar*¹, Serdar Bilgi¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

3 Boyutlu Modelleme
Fotogrametri
Kültürel Miras
Tarihi Eserler
Dokümantasyon

ÖZ

Kültürel miras, bir toplumun yüzyıllar içerisinde oluşturmuş olduğu medeniyetin somut veya soyut olarak ortaya koyulduğu değerlerin tümünün bir ifadesidir. Kültürel miras içerisinde sayılabilecek somut kavramlardan önemli bir tanesi de tarihi eserlerdir. Ancak bu tarihi eserler, yapılarının üzerinden geçen yüzyıllar içerisinde çeşitli faktörler nedeniyle deformasyona uğrayabilmekte veya tamamen yıkılabilmektedir. Fotogrametrik yöntemler kullanılarak oluşturulacak 3 boyutlu modeller (3B) üzerinden çeşitli geometrik bilgilerin de üretilebilmesi nedeniyle, bu modeller gerek tamamen yıkılmış, gerekse de deformasyona maruz kalmış tarihi eserlerin restorasyon çalışmaları için oldukça önem arz etmektedir. Diğer yandan, söz konusu 3B modellerin, yüksek doğrulukla ve hızlı sonuç veren bir yöntem kullanılarak üretilmesi de oldukça önemlidir. Bu bağlamda, mobil telefonlar hem hızlı hem de ekonomik bir çözüm sunmaları ile öne çıkmaktadırlar. Bu çalışmada mobil telefonlar kullanılarak elde edilen 3B modellerin, kültürel mirasın korunması çalışmalarında kullanılıp kullanılmayacağı ve bu modellerin doğrulukları, III. Ahmet Çeşmesi örneğinde incelenmiştir. Çalışma, Agisoft Photoscan yazılımında, bir mobil telefon ile çekilmiş fotoğraflar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

The Applicability of 3-D Models Obtained By Using Mobile Phones for The Protection of Cultural Heritage: A Case Study of III. Ahmet Fountain Example

Keywords

3 Dimensional Modelling
Photogrammetry
Cultural Heritage
Historical Artifacts
Documentation

ABSTRACT

Cultural heritage is an expression of all the tangible and intangible values in which the civilization of a society has created over the centuries. Historical artifacts can be shown as one of the most important tangible values in cultural heritage. However, these historical artifacts can be deformed or completely be destroyed due to various factors over the centuries. Due to the fact that various geometric information can be obtained through 3D models that can be produced by using photogrammetric methods, these models are of great importance for the restoration works of both historical buildings that have been completely destroyed and subjected to deformation. On the other hand, it is also very important that these 3D models are produced using a method with high accuracy and fast results. In this context, mobile phones stand out with their fast and economical solutions. In this study, whether the 3D models obtained by using mobile phones can be used in the restoration studies of cultural heritage and the accuracy of these models are examined as a case study of III. Ahmet Fountain. The study was carried out in Agisoft Photoscan software by using photographs taken with a mobile phone.

1. GİRİŞ

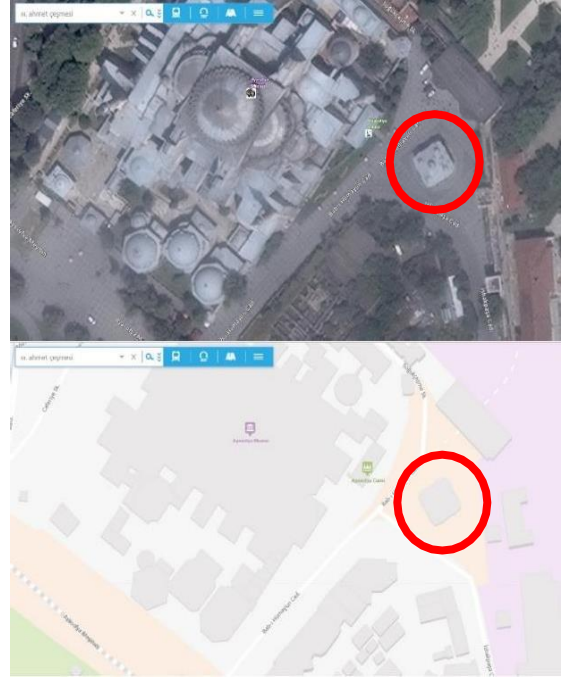
Bir toplumun kültürünü koruması ve devamını sağlayabilmesi açısından kültürel miras öğeleri oldukça önem arz etmektedir. Kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılması için en önemli konulardan biri kuşkusuz bu kültürel miras öğelerinin hassas bir şekilde belgelenmesidir (Varol vd., 2018).Günümüze kadar uzanan süreçte, kültürel mirasın belgelenmesi alanında, gelişen teknoloji ile birlikte pek çok değişim yaşanmış ve modern belgeleme teknikleri hızla gelişim göstermiştir. Kültürel mirasın önemli bileşenleri olan yapıların mevcut durumlarının ve zamanla oluşan deformasyonlarının belirlenmesi ile tarihi yapıların çizimlerinin hazırlanmasında modern yöntemler, klasik yöntemlere göre daha çok tercih edilmeye başlanmıştır (Yılmaz vd., 2007).

Günümüzde, yersel fotogrametri, hava fotogrametrisi, yersel lazer tarama gibi modern yöntemler tarihi eserlerin 3 boyutlu (3B) modellerinin elde edilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Yersel fotogrametri, özellikle dijital teknolojilerin gelişmesine paralel olarak kültürel miras çalışmalarında klasik yöntemlere göre önemli bir konuma gelmiştir. Öte yandan, mimari ve arkeolojik fotogrametrik çalışmalar , 1960'lerden beri yersel fotogrametrinin gelişimi sürecinin bir parçası olmuş ve yersel fotogrametrinin çeşitli uygulama alanları içerisinde öne çıkar hale gelmiştir (Yıldız vd., 2011). Eser resimleri üzerinden ölçme yapılmasının mümkün olması sebebi ile ölçme süresinin kısa olması, dolayısı ile ekonomik olması gibi avantajlarından dolayı yersel fotogrametri, klasik yöntemlere göre daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca, yersel fotogrametri ile arşivlenen verilere kolayca ulaşılabilmektedir (Yakar and Mohammed, 2016). Yersel fotogrametrik yöntemlerle elde edilecek 3B modellere alternatif bir araç sunabilmek adına, bu çalışmada örnek bir uygulama olarak seçilen tarihi eserin fotoğraf çekimleri mobil telefonlar kullanılarak gerçekleştirilmiş, elektronik takeometre kullanılarak arazide gerçekleştirilen ölçmeler ile model üzerinde alınan ölçmelerin karşılaştırılması ile elde edilen modellerin doğrulukları incelenmiş ve sonuçlar paylaşılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Tarihi eserler göz önüne alındığında, görece, daha küçük bir kütle oturma alanına sahip olması sebebi ile çalışmaya konu edilen III. Ahmet Meydan Çeşmesi, dönemin Sadrazamı Nevşehirli Damat İbrahim Paşa'nın önerisiyle Sultan III. Ahmet tarafından Mimar Ahmet Ağa'ya 1729 yılında yaptırılmıştır (Fatih Kaymakamlığı, 2019). III. Ahmet Meydan Çeşmesi, Topkapı Sarayı'nın Bab-ı Hümayun kapısı önünde konumlanmıştır. Her bir cephesinin ortasındaki çeşmeler ve köşelerinde bulunan sebiller ile simetrik bir yapıya sahiptir. Geniş saçakları, taş ve bronz işçiliği, zengin ve renkli dekorasyonu ile Lale

Devri'ni yansıtan en önemli eserlerden biri olduğu söylenmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2019). III. Ahmet Meydan Çeşmesinin İBB Şehir Rehberi haritası ve uydu görüntüsü üzerindeki gösterimi Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanının harita ve uydu görüntüsü üzerinde gösterimi (İBB Şehir Rehberi,2019)

3. YÖNTEM

Tarihi eserlerin yersel fotogrametrik yöntemle belgelenmesi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalardan ilki, arazi ölçmeleri ve fotoğraf çekimlerini içeren arazi çalışması aşaması, ikincisi ise çekilen fotoğraflar ve gerçekleştirilen ölçmeler kullanılarak 3B modellerin oluşturulduğu büro aşamasıdır.

3.1 Arazi Çalışması

Çalışmanın bu aşamasında, arazide gerçekleştirilen takeometrik ölçmeler, bazı teknik özellikleri Tablo 1'de verilen Pentax R- 1505N model elektronik takeometre (Şekil 2) kullanılarak, 3B modelleme amacıyla kullanılacak fotoğraflar ise Samsung A5 model mobil telefon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçmelerde, eser üzerinde karakteristik detay noktaları belirlenerek elektronik takeometrenin lazeri kullanılarak açı ve mesafe ölçmeleri yardımı ile koordinatlar belirlenmiştir. Ölçülen detay noktaları karakteristik yapıda olan noktalardan seçilmiştir. Eser üzerinde bulunan çerçeve köşeleri noktaları, saçak altları, çeşme

kenarları gibi noktalardan seçilmiş olan detay noktalarının çekildiği cepheler Şekil 3’de, konumları ise Şekil 4’de gösterilmiştir. Takeometrik ölçmeler sırasında öncelikle çeşme etrafında poligon noktaları tesis edilerek lokal koordinatlı bir kapalı poligon güzergâhı oluşturulmuştur. Seçilen detay noktaları, elektronik takeometre ile yapılan ölçmeler sonucunda koordinatlandırılarak eserin daha önce çekilmiş cephe fotoğrafları üzerinde işaretlenmiştir. Toplamda 52 adet detay noktası ölçülmüştür. Eser üzerinden alınan bu detay noktaları, oluşturulan 3B modelin hassasiyetinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Arazi aşamasında, detay ölçmelerinden sonra fotoğraf çekimlerine geçilmiştir. Fotoğraflar, eserin tüm cephelerindeki yüzeyleri kapsayacak şekilde, 3B modelin oluşabilmesi için uygun bindirme oranlarında çekilmiştir. Ardışık fotoğraflar arasındaki açının minimum 30° olmasına dikkat edilmiştir. 3B modelin oluşturulmasında toplam olarak 205 fotoğraf kullanılmıştır. Diğer yandan, eserin çatısının fotoğrafları yükseklik sebebiyle elde edilemediği için böylesi durumlarda İHA fotogrametrisi etkili bir çözüm yolu olabilir.

Tablo 1. Pentax R-1505N bazı teknik özellikleri

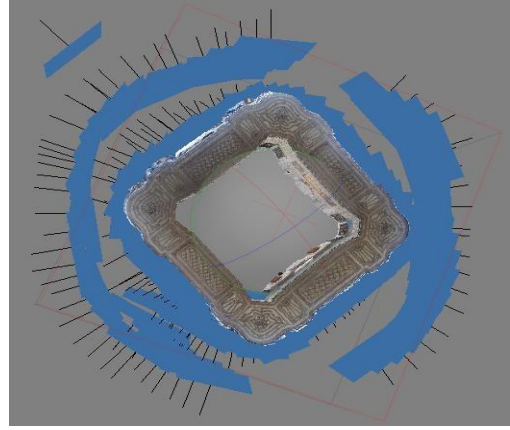
Ölçme Mesafeleri (*3) / Reflektörsüz (*1) /	: 1.5 ~ 500m
Ölçme Mesafeleri / Kağıt Reflektör (*2)	: 1.5 ~ 800m
Hassasiyet / Reflektörlü Kağıt	: $\pm(3+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$
Hassasiyet / Reflektörsüz	: 2~200m: $\pm(3+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$ 200~300m: $\pm(5+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$ 300~500m: $\pm(10+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$
Açı Hassasiyeti (ISO 17123-3)	: 1" 2" 3" 5"

Tablo 2. Samsung A5 mobil telefon özellikleri

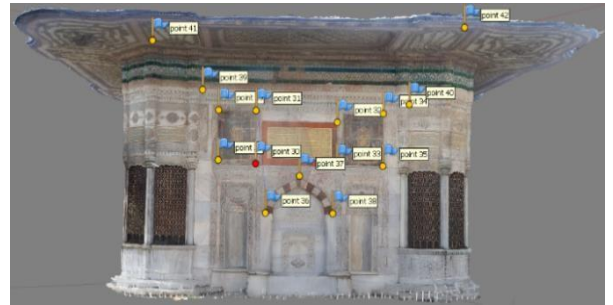
Kamera Çözünürlüğü	13 MP
Ön Kamera Çözünürlüğü	5 MP
Optik Görüntü	Yok
Sabitleyici	
Ekran Boyutu	5.0 inç
Ekran Çözünürlüğü	720 X 1280 (HD) Piksel
Piksel Yoğunluğu	294 PPI
Ekran Çözünürlüğü Standardı	HD



Şekil 2. Pentax R-1505N elektronik takeometre



Şekil 3. Fotoğrafların çekildiği konumlar



Şekil 4. Eserin bir yüzünden alınan bazı detay noktası örnekleri

3.2 Büro Çalışması

Elektronik takeometre ile elde edilen poligon ve detay noktalarına ait lokal koordinatlar Netcad yazılımında txt formatında kaydedilmiştir. 3B modelin oluşturulmasında, Agisoft LLC tarafından üretilen, dijital fotogrametri teknikleri ile görüntü işleme algoritmalarında gelişmiş özellikleri olan Agisoft Photoscan yazılımı kullanılmıştır. Fotoğrafların sıralanması sonucunda, 121.989 adet nokta elde edilmiştir. Yoğun nokta bulutu (dense cloud) üretimi aşamasından sonra ise katı model üretilmiştir (Şekil 5). Büro çalışmasının son adımında eserin 3B dokulu (textured) modeli oluşturulmuştur (Şekil 6).



Şekil 5. 3B yoğun nokta bulutu



Şekil 6. Eserin 3B textured modeli

4. DOĞRULUK ANALİZİ

Doğruluk analizi yapmak amacıyla öncelikle, arazide ölçmesi yapılan detay noktalarından seçilen noktalar arasındaki uzunluklar hesaplanmıştır. Daha sonra bu hesaplanan uzunluklar Agisoft Photoscan yazılımına girilerek model üzerinden hesaplanan uzunluklarla karşılaştırılmış ve toplam bir hata değeri elde edilmiştir (Şekil 7). Eserin farklı yüzlerinden alınan toplam 44 uzunluk, model üzerinden ölçülen uzunluklarla karşılaştırılmış ve modelin hassasiyeti ± 2.56 cm bulunmuştur.

Scale Bars	Distance (m)	Accuracy (m)	Error (m)
<input checked="" type="checkbox"/> point 43...	6.159000	0.001000	0.032825
<input checked="" type="checkbox"/> point 43...	5.991000	0.001000	0.045716
<input checked="" type="checkbox"/> point 43...	2.402000	0.001000	0.007545
<input checked="" type="checkbox"/> point 44...	5.965000	0.001000	0.034480
<input checked="" type="checkbox"/> point 44...	3.459000	0.001000	0.019099
<input checked="" type="checkbox"/> point 46...	2.439000	0.001000	0.020706
<input checked="" type="checkbox"/> point 46...	2.439000	0.001000	0.020706
<input checked="" type="checkbox"/> point 47...	2.162000	0.001000	0.017528
Total Error			
Control scale ...			0.025589
Check scale b...			

Şekil 7. Doğruluk analizinin belirlenmesi

5. SONUÇ

Kültürel miras öğelerinin korunabilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılabilmesi açısından, bu öğelerin belgelenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda, pek çok farklı yöntem kullanılmıştır. Yersel fotogrametri, bu yöntemlerin başlıcalarındandır. Bu çalışmada yersel fotogrametri tekniği ile mobil telefon kullanılarak elde edilmiş fotoğraflar kullanılarak III. Ahmet Çeşmesi'nin 3B modeli elde edilmiş ve elde edilen modelin doğruluğu irdelenmiştir. Eserin doğruluğunu incelemek amacıyla, elektronik takeometre ile ölçülen detay noktaları arasındaki uzunluklar hesaplanmış ve model üzerinden elde edilen uzunluklarla karşılaştırılmıştır. Modelin hassasiyeti ± 2.56 cm olarak bulunmuştur.

Elde edilen 3B modelin kültürel mirasın belgelenmesi ve korunması çalışmalarında altlık olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bu modeller,

restorasyon çalışmalarında, tarihi eserler üzerinde oluşacak deformasyonların belirlenmesinde ve söz konusu eserler üzerinde meydana gelen değişimlerin izlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Ülkemiz tarih boyunca çok sayıda medeniyete ev sahipliği yapması dolayısıyla kültür öğeleri bakımından önemli bir yere sahiptir (Uslu vd., 2016). Bu nedenle bu zenginliğin hızlı ve etkin bir biçimde belgelenmesi elzemdir. Bu bağlamda, mobil telefonların kültürel mirasın belgelenmesi ve korunması çalışmalarında kolay erişilebilirliği, kullanımının kolay olması, erişilebilen doğruluk nedenleri ile 3B modellemede alternatif bir araç olabileceği öngörülmektedir. Öte yandan, mobil telefonların, özellikle geniş bir kullanıcı kitlesi olması ve kullanımının uzmanlık gerektirmemesi nedeniyle pek çok kültürel miras eserinin belgelenmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, bu çalışma ile düşük maliyetli yersel fotogrametrik yöntemlerin 3B model üretme potansiyeli ortaya konmuş, dijital veri elde etme araçlarının çeşitlenmesi ile birlikte, hızlı ve gerçekçi modeller üretilebileceği görülmüştür.

KAYNAKÇA

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Rehberi. (2019). Sultanahmet, İstanbul, Türkiye.
- T.C. Fatih Kaymakamlığı Resmi Web sitesi (2019). III. Ahmet Çeşmesi. Alınan yer <http://www.fatih.gov.tr/iii-ahmet-cesmesi> [15.03.2019]
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Resmi Web Sitesi (2019). Çeşmeler.<http://www.istanbulkulturturizm.gov.tr/TR-209433/cesmeler.html> [15.03.2019].
- Uslu, A; Polat, N; Toprak, A.S. & Uysal, M. (2016). Kültürel Mirasın Fotogrametrik Yöntemle 3B Modellenmesi Örneği. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 8, No: 2, 2016 (165-176)
- Varol, F.; Ulvi, A. & Yakar, M. (2018). Kültürel mirasın dokümantasyonunda yersel fotogrametri tekniğinin kullanılması: Sazak Köprüsü Örneği. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi. Cilt: 11. Sayı: 57 <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2018.2508>
- Yakar, M. & Mohammed, O. (2016). Yersel fotogrametrik yöntemle ibadethanelerin modellenmesi. Selçuk-Teknik Dergisi. Cilt: 15. Sayı: 2
- Yıldız, F.; Yakar, M.; Kocaman, E.; Zeybek, M.; Pınar, K. & Telci, A. (2011). Kızıl Minare fotogrametrik 3 boyutlu modelleme örneği

Yılmaz, H.M., Yakar, M., Gulec, S.A., Dulgerler, O.N.
Importance of digital close-range
photogrammetry in documentation of cultural
heritage, *Journal of Cultural Heritage*, Volume
8, Issue 4, 2007, Pages 428-433, ISSN 1296-
2074.