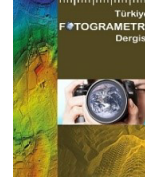




Türkiye Fotogrametri Dergisi

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

e-ISSN 2687-6590



Mobil Cihazların Fotogrametri Tabanlı 3B Modellemedeki Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma

Adem Kabadayı^{1*}

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Şehaatli Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 66800, Yozgat, Türkiye;
(adem.kabadayi@bozok.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:

adem.kabadayi@bozok.edu.tr

Araştırma Makalesi

Alıntı: Kabadayı, A. (2024). Mobil Cihazların Fotogrametri Tabanlı 3B Modellemedeki Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 6(2), 71-77.

Geliş : 29.11.2024
Revize : 15.12.2024
Kabul : 19.12.2024
Yayınlama : 31.12.2024

Özet

Son yıllarda üç boyutlu modelleme teknolojileri, kültürel mirasın belgelenmesi ve dijital ortamda korunması için önemli bir araç haline gelmiştir. Özellikle mobil cihazların kullanım kolaylığı ve erişilebilirliği, bu alandaki çalışmalara yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu doğrultuda, fotogrametri tabanlı 3B modelleme, düşük maliyetli ve etkili çözümler sunarak bilimsel yöntemlerin demokratikleşmesine katkı sağlamaktadır. Bu çalışma, mobil cihazların fotogrametri tabanlı üç boyutlu modelleme süreçlerinde düşük maliyetli, erişilebilir ve etkili bir yöntem olarak kullanılabilirliğini araştırmaktadır. Mobil cihazların taşınabilirlik, kullanım kolaylığı ve yüksek çözünürlüklü kameraları sayesinde, fotogrametri yönteminin hem amatör kullanıcılar hem de profesyoneller tarafından uygulanabilir olduğu ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında, mobil cihazlarla ve DSLR kameralarla çekilen fotoğraflar kullanılarak bir heykelin 3B modeli oluşturulmuş, elde edilen sonuçlar doğruluk, hız ve maliyet açısından karşılaştırılmıştır. Bulgular, mobil fotogrametrinin, kültürel mirasın belgelenmesi, turizm ve eğitim gibi alanlarda pratik bir çözüm sunduğunu göstermiştir. Özellikle turistik alanlarda çekilen fotoğraflardan üretilen 3B modellerin, dijital platformlarda kullanılabilirliği vurgulanmıştır. Çalışma, mobil cihaz tabanlı fotogrametrik modellemenin, dijital dönüşüm çağında bilimsel yöntemlerin demokratikleşmesine ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasına katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mobil fotogrametri, 3B modelleme, Kültürel miras, Dijitalleşme.

A Study on the Potential of Mobile Devices in Photogrammetry-Based 3D Modeling

*Corresponding Author:
adem.kabadayi@bozok.edu.tr

Research Article

Citation: Gür, D.Ö., & Yakar, M. (2024). A Study on the Potential of Mobile Devices in Photogrammetry-Based 3D Modeling. *Turkish Journal of Photogrammetry*, 6(2), 71-77 (in Turkish).

Received : 29.11.2024
Revised : 15.12.2024
Accepted : 19.12.2024
Published : 31.12.2024

Abstract

In recent years, three-dimensional modeling technologies have become an important tool for the documentation and digital preservation of cultural heritage. Especially the ease of use and accessibility of mobile devices have brought a new dimension to the studies in this field. In this direction, photogrammetry-based 3D modeling contributes to the democratization of scientific methods by providing low-cost and effective solutions. Translated with DeepL.com (free version) This study investigates the applicability of mobile devices as a low-cost, accessible, and effective solution for photogrammetry-based three-dimensional modeling processes. The portability, ease of use, and high-resolution cameras of mobile devices make photogrammetry methods viable for both amateur users and professionals. In the study, photos taken with mobile devices and DSLR cameras were used to create a 3D model of a sculpture, and the results were compared in terms of accuracy, speed, and cost. The findings demonstrate that mobile photogrammetry offers a practical solution for cultural heritage documentation, tourism, and education. Specifically, the use of 3D models generated from photographs taken in touristic sites highlights their utility on digital platforms. The study concludes that mobile device-based photogrammetry contributes to the democratization of scientific methods in the digital transformation era, enabling wider accessibility and application across various fields.

Keywords: Mobile photogrammetry, 3D modeling, Cultural heritage, Digital transformation.

1. Giriş

Son yıllarda dijital teknolojilerin gelişimi, üç boyutlu (3B) modelleme ve dijitalleştirme yöntemlerinin farklı disiplinlerde kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bu yöntemler, özellikle mimarlık, arkeoloji, kültürel mirasın belgelenmesi ve korunması gibi alanlarda önemli bir araç olarak öne çıkmıştır [1]. Geleneksel ölçüm ve modelleme yöntemlerine kıyasla, fotogrametri tabanlı yaklaşımlar, daha düşük maliyetle yüksek doğruluk sağlayabilmesi ve kolay uygulanabilirliği sayesinde geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmaktadır. Bu bağlamda, mobil cihazların kameralarının fotogrametrik modelleme süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılması, bu teknolojiyi hem daha erişilebilir hale getirmekte hem de hızlı ve etkili sonuçlar alınmasını mümkün kılmaktadır [2,3].

Fotogrametri, nesnelerin fotoğraflarından 3B modeller oluşturulmasını sağlayan bir yöntemdir ve genellikle hassas ölçüm cihazları veya profesyonel kameralarla uygulanır. Ancak mobil cihaz teknolojisindeki gelişmeler, akıllı telefonların yüksek çözünürlüklü kameralarla donatılması ve güçlü yazılımlarla desteklenmesiyle, bu yöntemin mobil cihazlarla uygulanabilir hale gelmesini sağlamıştır. Özellikle turistik ve günlük amaçlarla çekilen fotoğrafların fotogrametrik analizlerde kullanılabilir olması, 3B modelleme süreçlerini hızlandırmakta ve daha geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından uygulanabilir kılmaktadır. Bu durum, mobil cihaz tabanlı fotogrametriyi sadece profesyoneller için değil, aynı zamanda amatör kullanıcılar ve araştırmacılar için de etkili bir araç haline getirmiştir [5].

Fotogrametrik modelleme, iki ana bileşenden oluşur: görsel verilerin toplanması ve bu verilerin dijital modele dönüştürülmesi. Geleneksel fotogrametrik ölçüm cihazlarıyla elde edilen veriler, genellikle pahalı ekipman ve özel yazılımlar gerektirebilecekken, mobil cihazların kameralarının bu süreçte etkin bir şekilde kullanılması, teknolojiyi daha erişilebilir hale getirmektedir. Mobil cihazlar, düşük maliyetleri ve taşıma kolaylıklarıyla fotogrametri tabanlı modelleme uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamaktadır [4]. Ayrıca, mobil cihazların GPS ve ivmeölçer gibi entegre sensörleri, verilerin doğruluğunu artırmak için ek avantajlar sunmaktadır [6-7].

Mobil cihazların fotogrametrik modelleme sürecinde kullanılmasının bir diğer avantajı, kullanıcı dostu yazılımların ve uygulamaların geliştirilmesidir. Bu yazılımlar, kullanıcıların yüksek teknik bilgi gerektirmeden 3B modelleme yapmalarına imkân tanımaktadır [10]. Özellikle kültürel mirasın belgelenmesi ve korunmasında, bu tür mobil uygulamalar, arkeologların ve konservatörlerin saha çalışmaları sırasında hızlı ve pratik çözümler

sunmaktadır [8]. Mobil fotogrametrinin, kültürel mirasın korunması ve restorasyon süreçlerinde etkili bir araç haline gelmesi, zamanla daha fazla uzman tarafından benimsenmesine neden olmuştur [11].

Ayrıca tarih boyunca birçok farklı kültür ve toplumun bir arada bulunması, insanlığın kültürel zenginliği açısından önemli bir birikim sağladığı tespit edilmiştir. Kültürler arası etkileşimlerin, farklı coğrafyalarda çeşitli kültürel miras eserlerinin ortaya çıkmasına katkı sunduğu belirlenmiştir. Ancak bu eserlerin, doğal ya da yapay pek çok nedenle yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda, gelişen teknolojilerle kültürel mirasların korunması ve gelecek nesillere aktarılması için belgelenmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Belgelemede dijital teknolojilerin enimi büyüktür [9].

Dijital teknolojilerin, özellikle fotogrametri tabanlı modelleme ve mobil cihazlar aracılığıyla sağlanan olanakların, diğer alanlardaki uygulamaları da giderek artmaktadır. Örneğin, inşaat sektörü ve şehir planlamasında, 3B modelleme ile mekânsal analizler ve simülasyonlar yapılabilmekte, bu da projelerin daha doğru ve verimli bir şekilde yönetilmesine olanak sağlamaktadır [12]. Mobil fotogrametri tabanlı modelleme, sadece kültürel miras ve arkeoloji gibi alanlarda değil, geniş bir yelpazede dijitalleştirme süreçlerini dönüştürmeye devam etmektedir.

Mobil cihazlarla fotogrametrik modelleme, hem zamandan hem de maliyetten tasarruf sağlarken, veri toplama süreçlerini demokratikleştiren bir teknoloji olarak da öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, amatör kullanıcıların bilimsel araştırmalara katkı sağlamasını ve geniş ölçekte veri toplanmasını mümkün kılmakla, aynı zamanda akademik ve profesyonel çalışmalarda da yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Mobil cihazlarla gerçekleştirilen fotogrametrik modelleme süreci, saha koşullarında hızla uygulanabilirliği ve esnekliği ile özellikle sınırlı kaynaklara sahip projeler için büyük bir avantaj sunmaktadır [14].

Bu çalışmanın temel amacı, turistik ziyaretler sırasında mobil cihazlarla çekilen fotoğrafların fotogrametri yöntemiyle işlenerek hızlı ve hassas bir 3B model oluşturulabileceğini göstermektir. Bu nedenle, bir heykel örneği üzerinde gerçekleştirilen modelleme süreci, yöntemin hem pratik hem de bilimsel olarak uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Araştırma, mobil cihazların düşük maliyetli ve taşınabilir bir çözüm olarak fotogrametri alanındaki yerini değerlendirmekte, ayrıca turizm, eğitim ve kültürel mirasın korunması gibi alanlarda potansiyel kullanımını irdelemektedir.

Bu bağlamda, çalışmanın bulguları, fotogrametri yönteminin mobil cihazlarla ne kadar etkili bir şekilde uygulanabileceğini göstermekle kalmayıp, bu teknolojinin farklı alanlarda nasıl kullanılacağı üzerine de yeni perspektifler sunmaktadır. Mobil cihaz

tabanlı fotogrametrik modelleme, dijital dönüşüm çağında bilimsel yöntemlerin demokratikleşmesine ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasına katkıda bulunan önemli bir araçtır. Bu çalışmada, bu yöntemin turistik bir bağlamda uygulanabilirliği ve elde edilen sonuçların doğruluğu detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2. Turistik Ziyaretlerde Fotogrametrik Modelleme

Turistik alanlarda fotogrametrik modelleme, özellikle kültürel mirasın dijitalleştirilmesi ve korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Turistlerin ziyaret ettiği tarihi yapılar, heykeller, anıtlar veya doğal alanlar, geleneksel yöntemlerle belgelenmesi ve korunması oldukça zor ve maliyetlidir. Bunun yerine, mobil cihazlarla yapılan fotogrametrik modelleme, bu yapıları hızlı ve doğru bir şekilde dijital ortama aktarmak için etkin bir araçtır [19]. Turistik bölgelerde, ziyaretçilerin fotoğraflarını çekmesiyle oluşturulan veriler, hem turizm endüstrisine hem de arkeologlara, konservatörlere veya kültürel miras uzmanlarına yardımcı olabilir.

Birçok turistik bölge, hem ziyaretçilere hem de araştırmacılara, gezdikleri alanları dijital ortamda daha iyi anlamalarını sağlayacak 3B modeller sunmaktadır. Bu modeller, hem tarihi yapıları hem de doğal alanları daha ayrıntılı bir şekilde incelemeye olanak tanır ve turizmin eğitimsel boyutunu da güçlendirir [20]. Örneğin, turistler, mobil cihazlarıyla çektiği fotoğraflarla, bir anıtın veya yapının 3B modelini oluşturarak, bu yapının farklı açılardan ve detaylardan incelenmesini sağlayabilirler. Bu 3B modeller, ayrıca restorasyon çalışmalarında, tarihi yapıları eski haline getirme çabalarında referans materyali olarak kullanılabilir [13].

Bir diğer önemli kullanım alanı ise, turistik ziyaretlerde fotogrametrik modelleme ile oluşturulan dijital içeriklerin, sanal turlar ve artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları gibi interaktif platformlarda kullanılabilmesidir. Bu uygulamalar, turistlere tarihi ve kültürel mirası dijital ortamda deneyimleme fırsatı sunar. Özellikle pandemi gibi kriz zamanlarında, sanal turlar, turizmin kesintiye uğraması durumunda kültürel mirası erişilebilir kılmak için mükemmel bir çözüm sunmaktadır [15-16].

Birçok turistik bölgede, mobil cihazlarla çekilen fotoğraflar, 3B modeller oluşturmak için kullanılmaktadır. Örneğin, İtalya'nın Roma kentinde yapılan bir araştırma, turistlerin mobil cihazlarıyla çektikleri fotoğraflar üzerinden antik Roma yapılarının 3B modellerini oluşturmak için fotogrametri yöntemini uygulamıştır. Bu modeller, hem turistik alanların korunmasına yardımcı olmuş hem de ziyaretçilere bu yapıları dijital ortamda daha yakından keşfetme fırsatı sunmuştur [17-18]. Ayrıca, böyle bir dijitalleştirme,

tarihi yapılar için restorasyon çalışmaları yapacak olan uzmanlar için de önemli bir kaynak sağlamaktadır.

Bunun yanı sıra, fotogrametrik modelleme yöntemi, sadece kültürel mirasın korunması için değil, aynı zamanda eğitim amaçlı da büyük bir potansiyele sahiptir. Öğrenciler, mobil cihazlarla oluşturdukları 3B modelleri sınıf ortamında analiz edebilir ve tarihsel yapılar hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olabilirler. Bu durum, hem eğitim kurumları hem de turizm sektörü için yenilikçi bir yaklaşım oluşturmaktadır [21].

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, mobil cihaz tabanlı fotogrametri yöntemi kullanılarak, bir heykelin üç boyutlu (3B) modeli oluşturulmuş ve bu yöntemin etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışmanın materyalleri, veri toplama süreçleri ve analiz yöntemleri aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Fotogrametri, farklı açılardan çekilen fotoğraflar üzerinden, bir nesnenin ya da ortamın 3D modelini oluşturmak için kullanılan bir tekniktir. Bu çalışma, mobil cihazların fotogrametri sürecindeki potansiyelini araştırmayı hedeflemektedir. Çalışmada kullanılan ekipmanlardan biri olan Nikon fotoğraf makinesine ait görsel Şekil 1'de ve Tablo 1'de teknik özellikler, makinenin fotogrametrik veri toplama sürecindeki rolünü daha iyi anlamak için sunulmuştur. Bu bölümde, fotoğraf makinesinin model bilgileri, çözünürlük, lens özellikleri, odak uzunluğu gibi teknik detaylara yer verilecektir. Ayrıca, çalışmada kullanılan heykelin farklı açılardan çekilmiş fotoğrafları da detaylı bir olarak Şekil 2'de sunulmuş olup, bu fotoğraflar üzerinden elde edilen 3D modelin doğruluğu ve detay seviyeleri değerlendirilecektir.



Şekil 1. Canon D3100 fotoğraf makinesi [28].

Geleneksel fotogrametrik yöntemlerde, doğru 3D modelleme ve analiz için algılayıcı merceğin konumunun ve açılarının önceden bilinmesi zorunludur. Yani, her bir fotoğrafın çekildiği yer ve açı, modellemenin doğruluğu için kritik öneme sahiptir. Bunun yanı sıra, genellikle kameranın kalibrasyonu ve fotoğrafın çekildiği çevresel koşullar da dikkate alınmalıdır.

Ancak Structure from Motion (SfM) yöntemi, bu tür fiziksel bilgilere gerek kalmadan çok daha esnek bir çözüm sunar. SfM, birden fazla örtüşen görüntüdeki eşleşen özellikleri analiz ederek, fotoğrafların koordinatlarını, kameranın konumunu ve nesnenin geometrik yapısını aynı anda çözebilmektedir. Bu işlem, yazılım tarafından tamamen otomatik olarak gerçekleştirilir, böylece kullanıcıdan teknik bilgi ya da ek donanım gereksinimi olmadan doğru bir 3D model oluşturulabilir.



Şekil 2. Kullanılan nesne.

Tablo 1. Canon D3100 fotoğraf makinası teknik özellikleri.

Özellik	Değer
Kamera Çözünürlüğü	Yaklaşık 14.2 milyon piksel
Çekim Modu	1) Tek kare çekim modu, 2) Sürekli çekim modu: yaklaşık 3fps, 3) Self-timer mod, 4) Sessiz deklanşör modu
Görüntü Algılayıcı	Nikon DX format (23.1 x 15.4 mm) CMOS sensör
Görüntü Boyutları	4,608 x 3,072 [L], 3,456 x 2,304 [M], 2,304 x 1,536 [S]
Piksel Aralığı	3,00 µm

SfM yönteminde, 3B bilgiler, kamera konumu, kamera kalibrasyonu ya da nesnedeki belirli referans noktalarına ihtiyaç duyulmadan elde edilebilir. Bu, fotogrametrik modelleme sürecini daha hızlı, pratik ve

maliyet etkin hale getirir. Kameraların doğru bir şekilde kalibre edilmesi veya nesne üzerindeki belirli referans noktalarının belirlenmesi gibi karmaşık adımlar yerine, sadece görüntüler arasındaki örtüşme ve benzer özelliklerin analiz edilmesi yeterlidir. Bu yöntem, daha az teknik bilgi gerektiren ve daha az hata riski taşıyan bir süreç sunar [22].

SfM tekniği, özellikle havadan ve karadan yapılan fotogrametri uygulamalarında ekonomik ve pratik bir çözüm sağlar. Yüksek çözünürlüklü kameralar ve gelişmiş yazılımlar sayesinde, karmaşık arazi koşullarında dahi düşük maliyetlerle etkili 3D modelleme yapılabilir. Bu, özellikle kaynakları sınırlı olan küçük projeler veya hızlı veri toplama gereksinimi olan alanlarda büyük bir avantaj sağlar. Ayrıca, bu yöntemin sağladığı esneklik sayesinde, uzmanlık gereksinimlerini de önemli ölçüde azaltarak daha geniş bir kullanıcı kitlesinin erişimine açılmasını mümkün kılar. Böylece, fotogrametri uygulamaları, yalnızca uzmanlık gerektiren büyük projeler için değil, aynı zamanda farklı seviyelerdeki kullanıcılar ve profesyoneller için de erişilebilir hale gelir [23].

Bu çalışmada, fotoğrafların çekilmesinde Canon D3100 modelinin gelişmiş kamera özelliklerinden yararlanılmıştır. Canon D3100, yüksek çözünürlük sunan ve fotogrametrik uygulamalara uygun bir DSLR kameradır. Bu kamera, özellikle nesnelerin ayrıntılı bir şekilde yakalanmasını sağlayarak, fotogrametrik modelleme sürecinin doğruluğunu artırmaktadır. Heykelin üç boyutlu modellemesinde, doğru ve net fotoğraflar elde etmek amacıyla, bindirmeli fotoğraf tekniği kullanılarak toplamda 55 adet resim çekilmiştir. Bu fotoğraflar, farklı açılardan ve mesafelerden çekilmiş olup, her biri birbiriyle örtüşen detaylar sunarak modelin yüksek doğrulukla oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Modelleme süreci için Agisoft Photoscan yazılımı kullanılmıştır. Agisoft Photoscan, fotogrametri alanında yaygın olarak kullanılan ve güçlü özelliklere sahip bir yazılımdır. Bu yazılım, elde edilen fotoğrafları analiz ederek, fotoğraflar arasındaki eşleşmeleri tespit eder ve bu eşleşmeler sayesinde nesnenin üç boyutlu modelini oluşturur. Yazılımın sunduğu gelişmiş algoritmalar, fotogrametrik blok dengelemesi, yoğun nokta bulutu oluşturma ve modelin detaylandırılması gibi işlemleri otomatik olarak yaparak, verimli ve doğru bir modelleme süreci sağlar. Canon D3100 ile çekilen fotoğraflar, Agisoft Photoscan yazılımında işlenerek, heykelin yüksek çözünürlükte, gerçekçi bir 3B modeli elde edilmiştir.

4. Uygulama

Bu çalışmada, fotogrametri yöntemiyle bir heykelin üç boyutlu (3B) modellemesi yapılmıştır. Çalışma, özellikle mobil cihazlar ve DSLR kameralar

gibi yaygın kullanılan teknolojilerin fotogrametrik modelleme sürecindeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Uygulama süreci aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilmiştir:

Fotoğraf çekimi aşamasında, heykelin 3B modelini oluşturmak amacıyla Canon D3100 fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Fotoğraf çekiminde, heykelin farklı açılarından ve çeşitli mesafelerden toplam 55 adet fotoğraf çekilmiştir. Fotoğraflar bindirmeli çekim tekniğiyle alınarak, her fotoğrafın birbiriyle örtüşmesi sağlanmıştır. Bindirmeli çekimler, modelin doğruluğunu artırmak için önemli bir unsur olup, fotogrametrik yazılımın fotoğraflar arasındaki ortak özellikleri doğru bir şekilde eşleştirmesine yardımcı olmuştur.

Veri toplama sürecinde, fotoğraflar heykelin tüm yüzeylerinin farklı açılardan kapsanacak şekilde özenle seçilen noktalardan çekilmiştir. Çekim sırasında, fotoğraf makinelerinin odak uzunluğu, diyafram açıklığı ve enstantane hızı gibi parametreler doğru veri toplama için optimize edilmiştir. Fotoğrafların doğru şekilde çekilmesi, modelin detaylarının ve doğruluğunun artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Elde edilen fotoğraflar, Agisoft Photoscan yazılımında işlenmiştir. Yazılım, fotoğraflar arasındaki örtüşen özellikleri tespit ederek fotogrametrik blok dengelemesi yapmıştır. Bu işlem sonucunda, modelin 3B noktalarından oluşan yoğun bir nokta bulutu elde edilmiştir. Nokta bulutunun oluşturulmasının ardından, bu bulut üzerinde yüzeyler oluşturulmuş ve heykelin tam üç boyutlu modeli inşa edilmiştir.

Agisoft Photoscan yazılımı ile oluşturulan 3D model, çeşitli parametrelerle optimize edilmiştir. Modelin doğruluğu, görsel kalitesi ve detay seviyesi yazılımın sağladığı araçlar kullanılarak iyileştirilmiştir. Elde edilen 3D modelin farklı açılardan görselleştirilmesi Şekil 3'te verilmiştir. Model üzerinde yapılan incelemeler, heykelin fiziksel özelliklerinin dijital ortamda doğru bir şekilde yansıtıldığını göstermiştir.

Yapılan modelleme işlemi sonrasında, heykelin dijital 3D modeli, görsel kalite ve detaylar açısından değerlendirilmiştir. Model, orijinal heykelle karşılaştırılarak doğru bir şekilde yansımaları sağlanmış ve modellemenin etkinliği test edilmiştir. Sonuçlar, fotogrametri yönteminin, özellikle bindirmeli fotoğraf çekim teknikleriyle yüksek doğrulukla 3D modelleme yapılabileceğini ve Agisoft Photoscan yazılımının bu süreçte güçlü bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Bu uygulama, fotogrametri yöntemlerinin ve günümüz teknolojilerinin heykel ve diğer kültürel mirasların dijital korunması için nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda, fotogrametrik modelleme süreçlerinin pratikte nasıl işlediği ve bu tür projelerin doğruluk ve verimlilik

açısından nasıl optimize edilebileceği üzerine de önemli bulgular sunmaktadır



Şekil 2. Modelin farklı açılarından gösterimi.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Mobil cihazlarla gerçekleştirilen fotogrametri tabanlı üç boyutlu modelleme, kültürel mirasın belgelenmesi ve dijital korunmasında etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Elde edilen bulgular, bu yöntemin düşük maliyet, hız ve erişilebilirlik açısından sağladığı avantajlarla geniş bir kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma, mobil cihazların fotogrametri tabanlı 3B modelleme süreçlerinde düşük maliyetli, hızlı ve etkili bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır. Mobil teknolojilerin sağladığı erişilebilirlik, taşınabilirlik ve kullanım kolaylığı, bu yöntemi yalnızca profesyoneller için değil, amatör kullanıcılar ve araştırmacılar için de cazip hale getirmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulama, mobil cihazların kültürel miras unsurlarının belgelenmesi ve dijital korunmasında önemli bir araç olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Özellikle düşük bütçeli projelerde, mobil cihazların sağladığı pratiklik ve verimlilik, geleneksel yöntemlere kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır.

Mobil cihazlar ile gerçekleştirilen fotogrametrik modelleme, turizm ve eğitim alanlarında yenilikçi uygulamalara olanak tanımaktadır. Turistik alanlarda, mobil cihazlarla çekilen fotoğraflar üzerinden oluşturulan üç boyutlu modeller, sanal turlar ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla desteklenerek kültürel mirasın geniş kitlelere tanıtılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda, bu teknoloji öğrenciler ve araştırmacılar için kapsamlı bir eğitim ve analiz kaynağı oluşturmakta, kültürel mirasın dijital ortamda detaylı bir şekilde incelenmesine imkân vermektedir. Bu yöntem, hız ve maliyet açısından sağladığı avantajlarla kısıtlı bütçeye sahip projeler ve hızlı veri toplama gereksinimi olan saha çalışmaları için de önemli bir çözüm sunmaktadır.

Mobil fotogrametrinin gelecekteki potansiyeli oldukça geniştir. Özellikle artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve dijital ikiz teknolojileri gibi yenilikçi alanlarda mobil cihazlarla toplanan fotogrametrik verilerin entegrasyonu, dijitalleşme süreçlerinde çığır açıcı bir etki yaratabilir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, mobil fotogrametrinin kültürel mirasın belgelenmesi, turizm, eğitim ve araştırma gibi alanlarda çok yönlü bir araç olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Mobil fotogrametri tabanlı modelleme, dijital dönüşüm çağında bilimsel yöntemlerin demokratikleşmesine ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasına katkı sağlayarak, gelecekte daha yaygın bir şekilde kullanılmaya devam edecektir.

Mobil fotogrametri, kültürel mirasın korunması, dijital arşivlerin oluşturulması ve eğitim materyallerinin geliştirilmesi gibi alanlarda düşük maliyetli ve etkili bir çözüm sunmaktadır. Bu teknoloji, özellikle artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarıyla birleştirilerek hem geniş kitlelere kültürel mirasın tanıtılmasını hem de eğitim, turizm ve restorasyon gibi alanlarda yenilikçi çözümler geliştirilmesini sağlamaktadır. Gelecekte mobil fotogrametrinin, bilimsel ve kültürel çalışmaların demokratikleşmesine ve dijitalleşme süreçlerine önemli katkılar sunması beklenmektedir.

Yazarların Katkısı

Makale tek yazarlıdır ve tüm katkılar sorumlu yazara aittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Barbero-García, I., Lerma, J. L., & MoraNavarro, G. (2020). Smartphone-based fully automatic photogrammetric 3D modelling of infants' heads for cranial deformation analysis. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166, 268–277. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.013>
- [2] Dellaert, F., Seitz, S. M., Thorpe, C. E., & Thrun, S. (2000). Structure from motion without correspondence. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2000)*, Hilton Head Island, SC, 557–564. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2000.854916>
- [3] Donato, E., & Giuffrida, D. (2019). Combined methodologies for the survey and documentation of historical buildings: The castle of Scalea (CS, Italy). *Heritage*, 2(3), 2384–2397. <https://doi.org/10.3390/heritage2030145>
- [4] Hamal, S. N. G., Binnaz, S., & Ulvi, A. (2020). Using of hybrid data acquisition techniques for cultural heritage: A case study of Pompeiopolis. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(2), 55–60.
- [5] Kaya, Y., & Yiğit, A. Y. (2020). Dijital el kameraları kullanılarak kültürel mirasın belgelenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 33–38.
- [6] Kaya, Y., & Temel, D. (2022). Cep telefonu kameralarından elde edilen görüntüler ile kültürel miras eserlerinin modellenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 4(1), 17–22.
- [7] Ozimek, A., Ozimek, P., Skabek, K., & Labeledz, P. (2021). Digital modelling and accuracy verification of a complex architectural object based on photogrammetric reconstruction. *Buildings*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/buildings11050224>
- [8] 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 alanından çıkarılan bazı küçük arkeolojik buluntuların fotogrametrik olarak 3B modellenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 55–59. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tufod/issue/5854/1/835434>
- [9] Polat, N., Önal, M., Kaya, Y., Memduhoğlu, A., Kaya, N., Ulukavak, M., Mutlu, S., & Mutlu, S. (2021). Harran ören yeri kazısında bulunan kabartma yazıların üç boyutlu olarak modellenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 594–601.
- [10] Seyrek, E. C., Narin, Ö. G., & Eroğlu, M. M. (2022). Nokta bulutu üretiminde cep telefonu ve DSLR fotoğraf makinesi kullanımının araştırılması. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 4(1), 23–29.
- [11] Şenol, H. İ., & Kaya, Y. (2019). İnternet tabanlı veri kullanımıyla yerleşim alanlarının modellenmesi: Çiftlikköy Kampüsü örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1(1), 11–16.
- [12] Şenol, H. İ., Memduhoglu, A., & Ulukavak, M. (2020). Multi-instrumental documentation and 3D modelling of an archaeological site: A case study in Kızılkoyun Necropolis area. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(3), 1241–1250.

- [13] Şenol, H. İ., Polat, N., Kaya, Y., Memduhoğlu, A., & Ulukavak, M. (2021). Digital documentation of ancient stone carving in Şuayip City. *Mersin Photogrammetry Journal*, 3(1), 10–14.
- [14] Ulvi, A., & Toprak, A. S. (2016). Investigation of three-dimensional modelling availability taken photograph of the unmanned aerial vehicle; Sample of Kanlıdivane Church. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 1(1), 1–7.
- [15] Ulvi, A., & Yiğit, A. Y. (2020). 3D modelling of Kayseri Tekgöz Bridge. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(1), 29–32.
- [16] Uslu, A., Polat, N., Toprak, A. S., & Uysal, M. (2016). Kültürel mirasın fotogrametrik yöntemle 3B modellenmesi örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 165–176. <https://doi.org/10.15659/Hartek.16.08.302>
- [17] Yakar, M., Yıldız, F., & Yılmaz, H. M. (2005). Tarihi ve kültürel mirasların belgelenmesinde jeodezi fotogrametri mühendislerinin rolü. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 10.
- [18] Yastikli, N. (2007). Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. *Journal of Cultural Heritage*, 8, 423–427. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2007.06.003>
- [19] Yiğit, A., & Ulvi, A. (2020). İHA fotogrametrisi tekniği kullanarak 3B model oluşturma: Yakutiye Medresesi örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 46–54.
- [20] Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2023). Dijital ikizlerin geliştirilmesinde fotogrametrinin kullanımı ve artırılmış gerçeklik ile görselleştirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1–11.
- [21] Zeybek, M., & Kaya, A. (2020). Tarihi yığma kiliselerde hasarların fotogrametrik ölçme tekniğiyle incelenmesi: Artvin Tibeti Kilisesi örneği. *Geomatik*, 5(1), 47–57. <https://doi.org/10.29128/Geomatik.568584>
- [22] Döş, M. E., & Yiğit, A. Y. (2023). Küçük ölçekli tarihi eserlerin fotogrametri yöntemi ile 3B modellenmesi ve web tabanlı görselleştirilmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 5(1), 20–28. <https://doi.org/10.53030/tufod.1293789>
- [23] 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.
- [24] URL1: <https://Birkarefotograf.Com/Nikon-D3100Detayli-İnceleme/>



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>