



Turizm Akademik Dergisi

Tourism Academic Journal

www.turizmakademik.com



Kültürel Mirasın Dijital Ortamda 3B Arşivlenmesi: Magoki Attar Cami Sanal Model Örneği*

Fatih VAROL**a, Abdurahman Yasin YİĞİT^b, Ali ULVİ^c

^a Selçuk Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Rekreasyon Yönetimi Bölümü, KONYA, Türkiye, E-posta: fvarol@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0258-5220

^b Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye, E-posta: ayasinyigit@mersin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9407-8022

^c Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye,

E-posta: aliulvi@mersin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3005-8011

Öz

Tüm dünyada kültürel mirasa konu olan eserler sürekli tehdit ve tehlike altında bulunmaktadır. Mimari yapılar ve arkeolojik kazı alanları özellikle; savaşlar, kirlilik (hava kirliliği, asit yağmuru, vb.), bilinçsiz turizmin yanı sıra deprem, sel veya iklim değişiklikleri gibi çevresel felaketler tarafından tehdit edilmektedir. Kültürel mirasın ve arkeolojik alanların korunması ve gelecek nesillere aktarılması amacıyla en hızlı, ayrıntılı ve kolay bir şekilde dijital arşivleme çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir. Somut kültürel miras eserleri, dijital kameralar yardımıyla fotoğraflanarak 2 boyutlu (2B) olarak arşivlenebilmektedir. Bilgisayar ve bilgi teknolojilerindeki son gelişmelerle birlikte, somut kültürel mirasın üç boyutlu (3B) modelleri oluşturularak arşivleme çalışmaları hız kazanmıştır. Bu çalışmada, dijital el kameraları kullanılarak elde edilen 2B resimlerden 3B modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan 3B modeller ile Özbekistan/Buhara şehrinde bulunan tarihi Magoki Attar Cami'nin dijital arşivlenmesi sağlanmıştır. Çalışmanın sonuçları, kültürel mirasın arşivlenmesi çalışmalarında dijital fotogrametri tekniklerinin kullanımının doğruluk, zaman ve maliyet açısından avantajlar sağladığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kültürel miras, Dijital Arşivleme, Fotogrametri, 3B Model.

3D Archiving of Cultural Heritage in Digital Medium: The Magoki Attar Mosque Virtual Model Example

Abstract

Cultural heritage artifacts are under constant threat and danger all over the world. Architectural structures and archaeological excavation areas are threatened by especially wars, pollution (airpollution, acidrain, etc.), unconscious tourism, as well as environmental disasters such as earthquakes, floods or climate changes. To protect cultural heritage and archaeological sites and transfer them to future generations, the fastest, detailed and easy digital archiving studies should be continued. Tangible cultural heritage artifacts can be archived in two dimensions (2D) by photographing with the help of digital cameras. With the latest developments in computer and information technologies, archiving studies have accelerated by creating three dimensional (3D) models of concrete cultural heritage. In this study, 3D models were created from 2D images obtained using digital handheld cameras. With the created 3D models, digital archiving of the historical Magoki Attar Mosque in Uzbekistan/Bukhara city was provided. The results of the study revealed that the use of digital photogrammetry techniques provides advantages in terms of accuracy, time and cost in archiving cultural heritage.

Keywords: Cultural Heritage, Digital Archiving, Photogrammetry, 3D Model.

JEL CODE: L80, L83

Makalenin Geçmişi:

Gönderim Tarihi : 13.09.2020

Düzeltilme : 06.12.2020

Kabul : 13.12.2021

Makale Türü : Araştırma Makalesi

Varol, F. & Yiğit, A. Y. & Ulvi A. (2021). Kültürel Mirasın Dijital Ortamda 3B Arşivlenmesi: Magoki Attar Cami Sanal Model Örneği, Turizm Akademik Dergisi, 8 (1), 181-191.

* Bu çalışma, 02-05 Eylül 2020 tarihleri arasında düzenlenen "Kıtalar Arası Turizm Yönetimi Konferansı (MTCON)" da sözlü bildiri olarak sunulmuş ve kongre bildiriler kitabında özet metin olarak yayımlanmıştır. Bu çalışmada veri toplama süreci 1 Mayıs-30 Kasım 2019 tarihlerinde tamamlanmış olup Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı TR Dizin Etik Kurul Kriterleri 1 Ocak 2020 tarihinde ilan edilmiştir.

** Sorumlu yazar e-posta: Selçuk Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Rekreasyon Yönetimi Bölümü. E Mail Adresi: fvarol@selcuk.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde kültürel mirasa konu olan eserlerin ve tarihi alanların dijital arşivlenmesi ve 3B modellemesi, klasik arşivleme yöntemlerine göre çok daha fazla ilgi görmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, bu alanda çok sayıda gelişmiş veri toplama aracı bulunmaktadır (Andres, Pozuelo, Marimon & Gisbert, 2011). Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, dijital hava kameraları, hiperspektral sensörler, interferometrik radar, menzil sensörleri, termal kameralar, model helikopterler, panoramik kameralar ve çok sayıda farklı dijital el fotoğraf video kameraları veri toplama aracı olarak kullanılmaktadır (Aktaş, Çınar, Birdal & Türk, 2016; Yakar, Kabadayı, Yiğit, Çıkıkcı, Kaya & Catin, 2016). Bu veri toplama araçlarının doğru seçimi, kombinasyonu ve entegrasyonu büyük deneyim gerektirmektedir. Ayrıca, farklı tekniklerle elde edilen verilerin birleştirme ihtiyacının olması ve tek bir yöntemin olmaması, veri toplama yönteminin doğru seçiminin önemini arttırmaktadır.

Tarihi alanların restorasyon sürecinde yürütülen koruma ve bilimsel çalışmalar için kültürel mirasın arşivlenmesi şarttır (Ortiz, Sanchez, Pires & Perez, 2006). 3B inceleme ve dijital arşivleme için birçok teknoloji bulunmaktadır. Bu teknolojiler içerisinde genellikle proje gereksinimlerine, araştırmacının deneyimine, bütçe ve yer kısıtlamalarına göre bir yöntem seçilmektedir (Haddad, 2010). Bundan dolayı dijital arşivleme çalışmalarında, amaçlanan hedefe yönelik olarak veri toplama yöntemi seçilmelidir. 3B modelleme, tanımlama, izleme, koruma ve restorasyonu geliştirmek için son derece güçlü olabilmektedir (Udayan, Kim & Kim, 2015).

Dijital 3B modelleme ile veri analizi, somut kültürel mirasın dijital arşivlenmesine ek olarak, arkeologların kazı alanını arkeolojik ve fiziksel özellikler bağlamında daha iyi araştırmasına olanak tanımaktadır (Guarnieri, Pirotti & Veltore, 2010). Kültürel mirasın 3B modellenmesi, objektif arşivlemenin yanı sıra farklı bir bakış açısı ile yeni bir görünüm verebilmektedir. Dijital görüntüler, genellikle dijital arşivlemesi yapılan eserin tüm geometrisini sanal olarak yeniden yapılandırmak için kullanılan teknolojilerden biridir (Rizzi, Voltolini, Girardi, Gonzo & Remondino, 2007).

Kültürel mirasın dijital arşivlenmesi yöntemlerinden bir tanesi de yersel fotogrametri yöntemidir (Arias, Ordóñez, Lorenzo & Herraes, 2006). Fotogrametri, ASPRS (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing) tarafından "cisimlere ve cisimlerin yakın çevresine temas etmeksizin, yayılan elektromanyetik enerjinin algılanması, değerlendirilmesi ve yorumlanmasıyla, cisim ve onun çevresi hakkında yüksek doğrulukta bilgi sağlama sanatı, bilimi ve teknolojisi" olarak tanımlanmıştır (ASPRS, 2020). Fotogrametri,

bir cismin farklı açılardan çekilmiş en az iki fotoğrafından yararlanarak o cismin şeklini, konumunu ve koordinatlarını hassas bir şekilde elde etmeye yarayan bir bilim dalıdır (Haddad, 2010). Fotogrametri, kültürel miras objelerinin 3B bilgilerini ve doku bilgisini toplamak için uzun süredir kullanılmaktadır. Kısa çalışma süresi ve ölçüm süresi fotogrametride dikkat çekici bir özelliktir. Fotogrametri yönteminin kullanımı, bazı uluslararası kuruluşların (UNESCO, ICOMOS ve CIPA) verdiği destek nedeniyle dünya çapında yayılmıştır (Andres ve ark., 2011; Patias, 2006).

Yakın resim fotogrametrisi de, kültürel mirasın dijital arşivlenmesi için başarıyla kullanılmaktadır. Bilgisayar ve bilgi teknolojilerindeki son gelişmeler ile kültürel mirasın arşivlenmesinde kullanılan geleneksel yöntemlerin yerini, dijital yakın resim fotogrametrisi almıştır. Bu yöntem, bize otomatik yönlendirme ve ölçüm prosedürleri, 3B vektör verilerinin oluşturulması, dijital orto-görüntü ve dijital yüzey modeli gibi yeni fırsatlar sunmaktadır (Remondino & El-Hakim, 2006). Yersel fotogrametri uygulamalarının büyük bir çoğunluğu, mimarlık fotogrametrisi ile ilgilidir. Bu çalışmalar, daha çok tarihi yapıların restorasyon projelerinde kullanılan rölövelerin hazırlanması amacıyla yapılmaktadır. Bu alanda yapılmış örnek bazı çalışmalar ve sonuçları şu şekildedir:

Alshawabkeh (2006) çalışmasında, Ürdün'ün Petra şehrindeki dünyaca ünlü Al-Khasneh anıtlarında yapmış olduğu ve doktora tezini yazdığı çalışmada, fotogrametrik ölçme tekniğini kullanarak, tarihi yapılardaki kenarlar ve çatlaklar gibi doğrusal hedeflerin tespitinde görsel kaliteyi artırmayı amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda lazer tarama tekniği ve diğer fotogrametrik ölçüm teknikleriyle elde edilen fotoğraflar birbirine giydirilerek tarihi anıta ait nokta bulutlarının daha iyi yorumlanması sağlanmıştır. Böylelikle, Al-Khasneh anıtlarının dijital arşivi oluşturulmuştur.

Ulvi, Yakar, Yiğit & Yakar (2020) çalışmalarında, belgeleme bileşenleri kapsamında mimarlıkta belgelemenin önemine değinmişler. Kültürel mirasın belgelenmesinde kullanılan modern yöntemleri ve avantajlarını ortaya koymuşlardır. Çalışma kapsamında, Aksaray ilinde bulunan Kızıl Kilisenin fotogrametrik yöntem ile 3B modellemesini yapmışlardır. Çalışma kapsamında yersel fotogrametrinin yetersiz kaldığı durumlarda İHA'nın bu alanda kullanılması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Çalışma sonucunda, kültürel mirasın belgelenmesi çalışmalarında fotogrametrik tekniklerin zaman, doğruluk ve maliyet bakımından avantajlar sağladığı görülmüştür.

Varol, Ulvi & Yakar (2018) çalışmalarında, Konya/ Taşkent'te bulunan tarihi Sazak Köprüsü'nün sayısal belgelemesi ve dijital arşivlemesini yapmışlardır. Araş-

tırmacılar, ilerleyen yıllarda bu esere yönelik yapılacak olan koruma ve restorasyon çalışmalarına hazır veri kaynağı oluşturmuşlardır. Ayrıca çalışmanın sonuç kısmında, kullandıkları fotogrametri yönteminin restorasyon maliyetlerinin düşürülmesine zemin hazırladığını belirtmişlerdir. Bu yöntemle, yapının dijital arşivlenmesi sağlanmış ve kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılmasının yolunun açılacağı vurgulanmıştır.

Klasik yöntemlerle çok zaman alan ve istenilen konumsal doğruluğa ulaşılamayan çalışmalarda, fotogrametri yönteminin kullanılabilecek en iyi teknoloji olduğu kabul görmektedir (Ulvi & Yiğit, 2019). Kültürel miras alanlarındaki fotogrametrik uygulamaların, dijital görüntülerin doğrudan elde edilmesi, doğrudan veri akışı ve kalite kontrolü, yüksek otomasyon potansiyeli ve iyi geometrik özellikler gibi birçok avantajı bulunmaktadır.

Bu çalışma genel olarak, yakın resim fotogrametri yöntemi aracılığıyla somut kültürel mirasın, sanal geometrik 3B modellerinin oluşturulmasını içermektedir. Ayrıca çalışma, kültürel miras alanlarında kısıtlı imkânlarla çalışan araştırmacıların nasıl bir yol izlemesi gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, somut kültürel mirasın arşivlenmesi için dijital fotogrametri yönteminin kullanımını araştırmaktır. Fotogrametri yöntemi ile Özbekistan/Buhara şehrinde bulunan tarihi Magoki Attar Cami'nin 3B olarak dijital arşivlenmesi sağlanmıştır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Tarihi Eserlerin Arşivlenmesinin Önemi

İnsanoğlu doğası gereği bulunduğu her coğrafyaya izlerini bırakmıştır. Bu izlerin en başında da tarihi eserler gelmektedir. Kültürel ve doğal miras yapıları ve alanları bize tarihin farklı dönemlerinde farklı medeniyetlerden ipuçları vermekte ve hatta destansı olayların izlerini yansıtmaktadır (Rahman, 2013). Tarihe tanık olmuş mimari eserlerin birçoğu farklı nedenlerle tamamen veya kısmen tahrip olmuştur. Özellikle deprem, çığ, sel ve yangın gibi doğal afetler; ayrıca savaşlar, yanlış ve bilinçsiz kullanımlar ve ek olarak asit yağmuru, hava kirliliği gibi kirlilikler ve iklim değişiklikleri gibi çevresel felaketler eserlerimizi tehdit etmektedir dolayısıyla tahribatlara neden olmaktadır. Bu yapıların zamanla deforme olduğu ve yok olma eğiliminde olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Patias, 2006).

Bir tarihi eserin belgelenmesinin faydaları olarak şunları sıralayabiliriz: Kayıt altına alınır, eserin fiziksel tanımı yapılabilir, güncel tahribat durumu ortaya çıkarılır, yapının günümüzde ne amaçlar için kullanılabileceği değerlendirilebilir, mimari çalışmalar için rölöve örnekleri için veri toplanmış olur, restorasyon çalışmalarında altlık oluşturulur (Grossi, Buonopane,

Guarnieri, & Pirotti, 2005), dijital ortamda farklı amaçlar doğrultusunda işlenebilir, bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara örnek teşkil eder (Haddad, 2010).

Kültürel mirasa konu olan eserlerin ve arkeolojik alanların korunması ve gelecek nesillere aktarılması amacıyla en hızlı, ayrıntılı ve kolay bir şekilde dijital arşivleme çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir. Tarihi eserlerin dokümantasyonu ve sayısal ortama aktarılabilmesi için uzun yıllardır farklı ve çok sayıda teknik kullanılmıştır (El-Hakim, Beraldin, & Picard, 2002: 59). Ancak şu ana kadar kullanılan hiçbir teknik fotoğraf çekmekten daha pratik çözümler sunamamıştır. Yapılan birçok kazı çalışmasında bulunan mozaik vb. hassas tarihi kalıntıların ortaya çıkarılması, temizlenmesi ve dokümantasyonu uzun süreçler almaktadır. Bilgisayar ve bilgi teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte, somut kültürel mirasın 3B modelleri oluşturularak arşivleme çalışmaları hız kazanmıştır (Guarnieri ve ark, 2010). Bu çalışmada, dijital el kameraları kullanılarak elde edilen 2B resimlerden 3B modeller oluşturularak belgeleme çalışması yapılmıştır.

Belgeleme Yöntemleri

Kültürel mirasın belgelenmesinde kullanılan yöntemleri, geçmişte kullanılan "geleneksel teknikler" ve günümüzde kullanılan "güncel teknikler" olmak üzere iki başlık altında toplamak mümkündür (Güleç Korumaz, Dülgerler & Yakar, 2011). Buna göre:

a. Geleneksel Teknikler

- Yazılı dokümantasyon (Rapor): Yazılı dokümantasyon "Çalışma Durum/Ön İnceleme Raporu", "Çalışma Ara Raporu" ve "Çalışma Raporu" gibi farklı aşamalarda hazırlanan üç farklı dokümantasyon türünü kapsar.
- Fotoğrafik dokümantasyon: Konservasyon çalışmalarında kullanılan temel görsel dokümantasyon türüdür.
- Grafik (çizimle) dokümantasyon: Mozaiklerin genelde 1/1 oranda çizilerek kayıt altına alınması esasına dayanır.
- Bilgi fişi /formlarının doldurulması: Mozaiklerin yapım ve teknik özellikleri ile mevcut korunma durumlarının tespit edilmesine yönelik hazırlanmaktadır. Bilgi fişi/formlarının doldurulması, bilgilerin kontrollü bir biçimde kayda geçirilmesini sağlamakta; ayrıca gerçekleştirilecek fotoğrafik ve grafik dokümantasyonlar için planlamayı kolaylaştırmaktadır.
- Analizler/Arkeometrik incelemeler: Mozaiklerde malzeme özelliklerinin belirlenmesi

amacıyla gerçekleştirilen Analiz/Arkeometrik inceleme, çalışma öncesinde sit alanındaki örnekleme ve daha sonraki laboratuvar incelemelerinden oluşmaktadır (Şener, 2012).

b. Güncel Teknikler

- Total station, fotogrametrik ve lazer tarama ölçme yöntemi ile arkeolojik ve mimari belgeleme.
- Hava fotogrametrisi (balon, uçak, model uçak, model helikopter) ve lidar (hava lazeri) ölçme yöntemi ile arkeolojik ve mimari belgeleme.
- Yer Altı Radarı (GPR) ile ölçme yöntemi ile arkeolojik belgeleme
- Batimetrik (Denizaltı) ölçme yöntemi ile arkeolojik belgeleme olarak bilinmektedir (Ulvi ve ark., 2020).

Son zamanlarda kültürel mirasın dokümantasyonunda ve arkeolojik kazı çalışmaları gibi uygulamalarda yersel lazer tarama, insansız hava aracı (İHA) fotogrametrisi ve yersel fotogrametri tekniği sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknikler kullanılırken Total Station gibi hassas ölçüm cihazlarının kullanılması ek avantajlar sağlamaktadır. Bu güncel teknikler içerisinde yersel fotogrametrinin kullanımı diğer tekniklere göre daha eski olmasının yanında, maliyet ve zaman yönünden en avantajlı tekniktir. Bu çalışmada ise, yersel fotogrametri tekniği tercih edilmiştir. Yersel fotogrametri tekniği hakkında bilgiler yöntem başlığı altında aktarılmıştır.

ÇALIŞMA ALANI

Özbekistan'ın Buhara kentinde bulunan Magoki Attar Cami, Orta Asya'daki en eski camidir. Caminin adı Maghak-i Attari (Özbekçe: Mag'oki Attori) Farsça'da

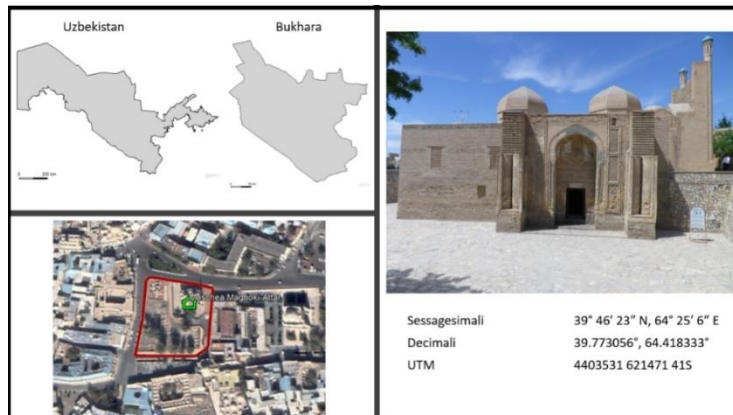
“kokulu çukur” anlamına gelmektedir. Bin yıl boyunca kutsal veya dini bir alan olarak işlev görmüştür. Mevcut cami 8. yüzyılın başlarında inşa edilmiş ve 20. yüzyıla kadar birçok kez yeniden inşa edilmiştir. Bina, Orta Asya'daki en eski cami ve bölgedeki Moğol öncesi birkaç anıttan biri olarak dikkat çekmektedir (Prochazka, 1993).

Buhara Hanlığı hükümdarı Abdul Aziz Han tarafından 1546-1547 yıllarında yapılan kapsamlı restorasyon, mevcut caminin çoğunu oluşturmaktadır. Ayrıca, yeni bir çatı ve sokak seviyesindeki yükselişi karşılamak için yeni bir giriş yaptırmıştır. Binanın son aşaması yirminci yüzyıla kadar uzanmaktadır (Borodina, 1987).

Magoki Attar Cami, Buhara'daki iyi korunmuş ve tamamen kazılmış yapılardan biridir. Rus arkeolog V.A. Shishkin'in, 1939'da 5. yüzyıldan kalma bir Zerdüşt tapınağının kalıntılarını ve daha önceki bir Budist tapınağının kalıntılarını bulmasıyla, kültürel miras anlamında önemi artmıştır. Cami şu anda halı müzesine ev sahipliği yapmaktadır (Azizkhodjayev, 1997).

YÖNTEM

Bu çalışmada kültürel mirasın 3B modelini oluşturmak için, harita mühendisliği alanında kullanılan fotogrametrik yöntemler içerisinde yer alan, yersel fotogrametri tekniğinden yararlanılmıştır. Çalışmada veri toplama süreci 1 Mayıs-30 Kasım 2019 tarihlerinde tamamlanmış olup, Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı TR Dizin Etik Kurul Kriterleri 1 Ocak 2020 tarihinde ilan edilmiştir. Fotogrametri, fiziksel cisimler ve oluşturdukları çevreden yansıyan ışınların şekillendirdiği görüntülerin ve yaydıkları elektromanyetik enerjilerin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucu güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji, bilim ve sanat dalıdır (Chiabrando, Nex & Rinaudo, 2011). Daha kısa bir tanım yapacak olursak; iki boyutlu resimlerden üç boyutlu model ve üzerinden her türlü ölçü ve bilgi




Şekil 1. Magoki-Attar Cami ve Konumu (Google Earth, 2020)

alınabilecek harita üretebilen bir sistemdir. Fotogrametri, resim çekim noktasına göre yersel ve hava fotogrametrisi olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Yersel fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin dokümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir (Çelik, Hamal & Yakar, 2020). Fotogrametri yöntemi ile yürütülen bu çalışmada, uygulama süreçleri veri toplama (arazi çalışması) ve bulgular (ofis çalışması) olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama (Arazi çalışması)

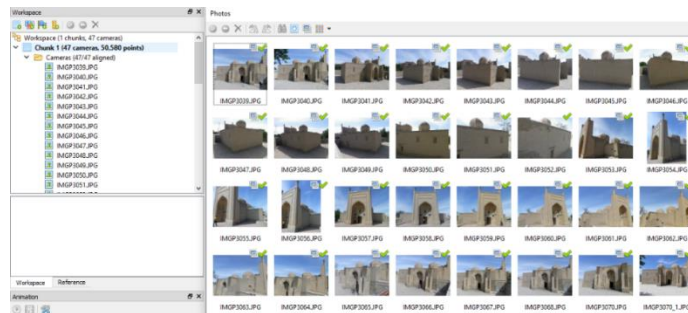
Magoki Attar Cami'nin 3B modeli ve arşivleme çalışması için, fotogrametri yöntemi tercih edilmiştir. Fotogrametrik çekimler için PentaxOptio Rz18 kamerası kullanılmıştır. Kameranın genel görünümü ve teknik özellikleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

	Model:	Optio RZ18
	Megapixels:	16
	Sensor:	1/2.33" (~ 6.08 x 4.56 mm)
	Pixel Kenar Uzunluğu	1.32 µm
	Pixel Alanı	1.74 µm ²

Şekil 2. Pentax Optio RZ18 Dijital El Kamerası (Digicamdb, 2020)

Herhangi bir objenin fotogrametri yöntemi ile 3B modeli yapılırken, aşağıda açıklanan fotogrametrik çekim tekniklerine dikkat edilmelidir:

Fotoğraf makinesinin objektifi ile büyütme veya küçültme yapılmamalıdır. Kamera ile sabit bir noktadan çekim yapılmamalıdır. Resim çekim konumu değiştirilerek ve objenin tamamını kapsayacak şekilde çekim yapılmalıdır. Resimler bindirmeli olarak çekilmelidir. Birinci resim ile ikinci resim birbirine yaklaşık %70 bindirme oranına sahip olmalıdır.



Şekil 3. Fotoğraf Verilerinin Yazılıma Tanıtılması

BULGULAR (Ofis Çalışması)

Fotogrametri yöntemi ile 3B model yapma imkânı sağlayan çeşitli yazılımlar mevcuttur. Bu yazılımlar, cephe ve bina modelleme görevlerini çözmek için ka-

liteli hizmet sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında 3B model yapımı için Agifost PhotoScan yazılımı tercih edilmiştir. Genel olarak PhotoScan ile işlenen fotoğrafların nihai hedefi, gerçek dokuya sahip bir 3B model oluşturmaktır. PhotoScan yazılımı, yalnızca değiştirilmemiş (Photoshop yapılmamış) fotoğrafları işleyebilmektedir. Manuel olarak kırılmış veya geometrik olarak bükülmüş fotoğrafların işlenmesi başarısız olmakta veya yanlış sonuçlar vermektedir. Yazılım, JPEG, TIFF, PNG gibi bir dizi giriş formatlarını desteklemektedir. Bunun yanı sıra GeoTiff, xyz, Google KML, Wavefront OBJ, VRML, COLLADA ve PDF gibi çok farklı formatlarda çıktı ürünler sunmakla birlikte, fotogrametrik ve CBS açısından kolay işlenebilir çıktılar sağlayabilmektedir (Çelik, Yakar, Hamal, Oğuz & Kanun, 2020)

Agisoft PhotoScan (2016) yazılımı, yöntem olarak "Hareket ile Nesne Oluşturma (Structure From Motion-SFM)" yöntemini kullanmaktadır. SFM, fotoğraflanan nesneyi yeniden oluşturmak için birçok

konum ve yönden üst üste binen iki boyutlu fotoğraflardan bir özellik veya topografyanın üç boyutlu modellerini oluşturmak için kullanılan fotogrametrik bir yöntemdir. Bu teknoloji 1979'dan bu yana çeşitli biçimlerde var olmasına rağmen, 2000'li yılların başlarına kadar kullanımı yaygın olmamıştır (Ulvi ve ark., 2020). SFM tekniği, 2 boyutlu bir nesnenin farklı açılardan çekilmiş çok sayıda görüntülerini kullanarak, nesneyi sayısal ortamda üç boyutlu olarak modelleyebilen bir yöntemdir. Geleneksel fotografik teknikler, geometrik modelleme

için kamera ve kontrol noktalarının hassas üç boyutlu konum ve oryantasyon bilgilerine ihtiyaç duyarken, SFM yönteminde model geometrisi ve kamera pozisyon ve oryantasyon bilgisi aynı anda ve otomatik olarak hesaplanabilmektedir (Çelik, Yakar ve ark., 2020).

Agisoft Photoscan yazılımında ilk olarak esere ait fotoğraf verileri yazılıma tanıtılmaktadır. Çalışmada, esere ait 47 adet fotoğraf verisi kullanılmıştır (Şekil 3).

Fotoğraf verileri tanıtıldıktan sonra ilk aşama, kamera hizalama (align) işlemidir. Bu işlem sonucunda seyrek nokta bulutu ve bir dizi kamera pozisyonu oluşmaktadır. Hizalama işleminde program, fotoğrafların modellenecek olan kültürel miras eserine uzaklıklarını ve çekim konum noktalarının hesaplanmasına yardımcı olacak olan bağ noktaları kümesini (Tie Points-52,147 adet) oluşturmaktadır.

Yüzey kaplama işleminden sonra, 3B model tamamlanmış olmakta ve eserin dijital platformda arşivlenmesi sağlanmış olmaktadır (Şekil 6).



Şekil 4. Yoğun Nokta Veri Kümesi (Build Dense Cloud)

Seyrek nokta bulutu oluştuktan sonra, yoğun nokta veri kümesi oluşturulmaktadır (Build Dense Cloud-4,957,738 adet). Oluşan yoğun nokta bulutuna ait görüntü Şekil 4'de verilmiştir.

Yapılan işlemler sonucunda Magoki Attar Cami'nin 3B modeli 6.83 mm/pixel yer örneklem aralığı ile elde edilmiştir. Magoki Attar Cami'sinin dijital el kamerası ile çekilmiş 2B resimlerinden, fotogrametrik yöntemle



Şekil 5. Magoki Attar Cami 3B Model

Eserin yoğun nokta bulutu oluşturulduktan sonra üç boyutlu yüzeyler oluşturulmaktadır (Build Mesh-991,490 yüzey). Son olarak, oluşturulan üç boyutlu yüzeylere eserin fotoğrafları kaplanmaktadır (Texture-8196*8196 piksel) (Şekil 5).

üretilmiş 3B nokta bulutu verisinin, aşağıda oluşturulan karekod uygulaması okutularak izlenebilmesi mümkündür.



Fotoğraf



3B Model

Şekil 6. Magoki Attar Cami'ne Ait Fotoğraf ve 3B Model

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yersel fotogrametri yöntemi, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve somut kültürel mirasın arşivlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin arşivlenmesinde ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir. Son yıllarda dijital fotogrametri ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu, yapıların üç boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almaktadır. Yersel fotogrametri yöntemi ile bir eserin arşivleme çalışması yapılması üç temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar, esere ait fotoğraf verilerinin toplanması (yersel ve hava fotoğrafları), hassas ölçüm cihazları ile eserin ölçümü ve verilerin işlenmesi aşamalarıdır. Bu çalışmada, fotoğraf verileri sadece yersel yöntemle (yer merkezli) toplanmıştır. Bu da, çalışmada esere ait çatı bilgilerinin ulaşılamamasına sebep olmuştur. Bu durumda, yerden fotoğrafı çekilemeyen yapıya ait cephe fotoğrafları için havadan çekim yapılması zorunlu hale gelmektedir. Son zamanlarda, çoğu disiplinlerce farklı amaçlar doğrultusunda kullanılan İnsansız Hava Araçları (İHA), bu soruna kolay bir çözüm getirmektedir. 3B modele ait ölçeklendirme işlemi için ise, kültürel miras yapısı üzerinde hassas ölçüm cihazları ile ölçüm yapılması gerekmektedir. Aynı zorunluluk yer merkezli ve İHA ile çekilen fotoğrafların, aynı koordinat düzlemine getirilmesi için de geçerlidir. Bu çalışmada, kültürel mirasın ölçeklendirilmesi işlemi, esere ait belirli hatların metre ile ölçeklendirilmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile beraber üretilen fotogrametri yazılımları, birçok detay işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Yukarıda bahsi geçen gereklilikler, hassas ve detaylı arşivleme çalışmaları için önem arz etmektedir.

Çalışmanın bir diğer önemli sonucu ise, kültürel miras yapılarının dijital olarak arşivlenmesinde ve mimari ölçümlerinde, yapıya ait bütün detayların toplanabilmesi için vektörel çalışmaların her zaman yeterli olmadığıdır. Bu durumda, ileri arşivleme yöntemleri tarihi yapılarda karşılaşılan karmaşık geometri (kubbe, kemer, fiske vb.) bölümlerin rölyevesinin kesin doğrulukla çıkarılmasına olanak sağlamaktadır. Çalışma, fotogrametrik yöntemlerle üç boyutlu vektör verinin yanı sıra, aynı zamanda texture (doku) verisinin de sağlanabildiğini ortaya koymuştur. Bu veriler, üç boyutlu oluşturulacak cisimlere gerçek görünüm vermesi ve kullanıcının kavrayışını artırması açısından oldukça önemlidir. Bu texture (doku) veriler, üç boyutlu cisimlerin geometrik özelliklerini yansıtmakla beraber, metrik özellikleri ile vektör verilerini de çakıştırmaktadır. Bu dokular yapının kendi fotoğraflarından alındığı için, daha gerçekçi modeller oluşturmaktadır. Sonuç olarak fotogrametri yöntemi, kültürel mirasların dijital arşivlenmesi çalışmalarında önemli rol oynamaktadır.

Arşivlenmesi yapılacak esere ait detaylı ve planlı çalışma uzman kişilerle yapılması durumunda, bulgular ve değerlendirme kısmında karşılaşılan sorunlar kolay bir şekilde aşılabilmektedir. Karşılaşın sorunlar çözüldüğü takdirde, yersel fotogrametri yöntemi ile kültürel mirasın dijital arşivlenmesi özellikle hız, maliyet ve yüksek doğruluk konularında ön plana çıkmaktadır.

Çalışmanın turizm sektörü açısından da birçok önemli katkısı bulunmaktadır. Bu katkılar göz önünde bulundurularak, sonraki aşamalarda yapılacak çalışmalara yol gösterici olabilir. Öncelikle tahrip olmuş, unutulmuş veya ihmal edilmiş birçok kültürel miras eseri, 3B modelleme teknikleri ile en doğru restorasyon çalışmaları yapılarak yeniden ayağa kaldırılabilir ve turizm sektörü paydaşlarının hizmetine sunulabilir. Bunun yanı sıra, gerçeğe en yakın 3B modelleme ile kültürel yapıların etrafında ve iç mekânında sanal turlar yapılabilir. Kültürel miras alanlarında gerçekleştirilen 3B uygulamalar, ziyaretçilerin tarihteki olayları zihinlerinde canlandırarak öğrenme deneyimlerini geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Böylelikle turist rehberlerine ve turistlere yönelik sanal müzecilik uygulamalarına katkı sağlanabilecektir.

Çalışmanın sonuçları, turizm pazarlaması alanında faaliyet gösteren seyahat acentelerinin faaliyetlerine de katkı sağlayacak niteliktedir. Seyahat acenteleri, özellikle son yıllarda kullanımı yaygınlaşan sanal gerçeklik gözlükleri ile dijital kataloglar oluşturabilir ve 3B modelleme yardımı ile müşterilerine tatil yapmayı düşündükleri otelde sanal gezinti yapma imkânı sağlayabilir. Müşterinin fiziki ortamdan koparak sanal âlemde gezinti yapması ve otel, tatil köyü vb. mekânların içinde olma hissi, satın alma davranışlarını olumlu yönde etkileyerek, acentelerin satış çabalarını kolaylaştırabilir. Çalışmanın turizm eğitim alanına da önemli katkıları olacağı düşünülmektedir. Turizm sektöründe yapılan 3B modelleme çalışmaları ve sanal gerçeklik gözlükleri ile öğrencilere sınıflarda uygulamalı eğitimler yapma imkânı sağlanabilir. Örneğin rehberlik bölümünde okuyan öğrenciler, sınıf ortamında dünyanın herhangi bir bölgesine sanal geziler yaparak buraları tanıtabilir veya otelin odaları 3B ortamda gezilerek kat hizmetleri eğitimi alan öğrencilere kolaylık sağlanabilir. Son olarak, teknolojiye gelişmeler ışığında dijital çağa ayak uydurmak, kültürel mirasın yönetimi ve sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir durumdur. Bundan sonraki süreçte, ülkelerin turizmde başarıyı yakalamalarındaki en belirleyici faktörün, başta kültürel miras kaynakları olmak üzere her türlü turizm değerlerini dijital gelişmelere adapte etmelerinin olduğunu söylemek mümkündür.

KAYNAKÇA

- Agisoft Photoscan (2016). Agisoft Photoscan User Manual Professional Edition, Version 1.2. Retrieved from https://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_en.pdf.
- Aktaş, H., Çınar, M. C., Birdal, A. C. & Türk. T. (2016, 5-7 Ekim). *İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesinde Yaygın Kullanılan Yazılımların Karşılaştırılması*, 6. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Adana, Türkiye.
- Alshawabkeh, Y. (2006). Integration of Laser Scanning and Photogrammetry for Heritage Documentation, Doctoral Dissertation, Institute for Photogrammetry, University of Stuttgart, Germany.
- Andres, A. N., Pozuelo, F. B., Marimon, J. R. & Gisbert, A. M. (2011). Generation of Virtual Models of Cultural Heritage, *Journal of Cultural Heritage*, 13(2012), 103-106.
- Arias, P., Ordóñez, C., Lorenzo, H. & Herraes, J. (2006). Methods for Documenting Historical Agro-Industrial Buildings: A Comparative Study and A Simple Photogrammetric Method, *Journal of Cultural Heritage*, 7, 350-354.
- ASPRS, (2020, April 16). Photogrammetric Engineering and Remote Sensing (Pe&Rs). Retrieved from <https://www.asprs.org/asprs-publications/pers>
- Azizkhodjeyev, A. (1997). Bukhara: An Oriental Gem, Tashkent Chief Editorial Office of Publishing&Printing, Tashkent.
- Borodina, I. (1987). Central Asia: Gems of 9th-19th Century Architecture, Planeta Publishers, Moscow.
- Chiabrande, F., Nex, F., Piatti, D. & Rinaudo, F. (2011). UAV and RPV Systems for Photogrammetric Surveys in Archaeological Areas: Two Tests in the Piedmont Region (Italy), *Journal of Archaeological Science*, 38, 697-710.
- Çelik, M. Ö., Hamal, S. N. G. & Yakar, İ. (2020). Yersel Lazer Tarama (YLT) Yönteminin Kültürel Mirasın Dokümantasyonunda Kullanımı: Alman Çeşmesi Örneği, *Türkiye LİDAR Dergisi*, (2)1, 15-22.
- Çelik, M. Ö., Yakar, İ., Hamal, S. N. G., Oğuz, G. M. & Kanun, E. (2020). SFM Tekniği ile Oluşturulan 3B Modellerin Kültürel Mirasın Belgelenmesi Çalışmalarında Kullanılması: Gözne Kalesi Örneği, *Türkiye İnsansız Hava Aracı Dergisi*, (2)1, 22-27.
- Digicamdb (2020, March 9). Digital Camera Database. Retrieved from https://www.digicamdb.com/specs/pentax_optio-rz18/
- El-Hakim, S., Beraldin, A. & Picard, M. (2002, 1-2 September). Detailed 3D Reconstruction of Monuments Using Multiple Techniques, Paper presented at the ISPRS/CIPA International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording, Corfu, Greece.
- Google Earth (2019, September 21). Magoki Attor Mosque. Retrieved from <https://earth.google.com/web/search/Magoki+Attor+Mosque,+Mekhtar+Anbar+Street,+Buhara,+Özbekistan/>
- Grossi, P., Buonopane, A., Guarnieri, A. & Pirotti, F. (2005). The Use of the Laser Scanner in Surveying the Inscriptions on the Milestones, *Epigrafia Ed Antichità*, 25, 374-388.
- Guarnieri, A., Pirotti, F. & Vettore, A. (2010). Cultural Heritage Interactive 3d Models on the Web: An Approach Using Open Source and Free Software, *Journal of Cultural Heritage*, 11(2010), 350-353.
- Haddad, N. A. (2010). From Ground Surveying to 3D Laser Scanner: A Review of Techniques Used for Spatial Documentation of Historic Sites, *Journal of King Saud University*, 23, 109-118.
- Güleç Korumaz, A., Dülgerler, O. N. & Yakar, M. (2011). Kültürel Mirasın Belgelenmesinde Dijital Yaklaşımlar, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi*, 26(3), 67-83.
- Ortiz, P., Sanchez, H., Pires, H. & Perez, J. A. (2006, 25-27 September). Experiences About Fusioning 3D Digitalization Techniques for Cultural Heritage Documentation, Paper presented at the ISPRS Commission V Symposium Image Engineering and Vision Metrology, Dresden, Germany.
- Patias, P. (2006, 24-29 April). Cultural Heritage Documentation, Paper presented at the ISPRS Commission VI. Special Interest Group Technology Transfer Caravan, Greece.
- Prochazka, A. B. (1993). Bukhara: Architecture of the Islamic Cultural Sphere, MARP, Zurich.
- Rahman, S. (2013). Heritage Management Challenges in Historic Town of Ludlow, England, *World Applied Sciences Journal*, 24(12), 1589-1596.
- Remondino, F. & El-Hakim, S. (2006). Image-Based 3D Modelling: A Review, the Photogrammetric Record, 21(115), 269-291.
- Rizzi, A., Voltolini, F., Girardi, S., Gonzo, L. & Remondino F. (2007, 01-06 October). Digital Preservation, Documentation and Analysis of Paintings, Monuments and Large Cultural Heritage With Infrared Technology, Digital Cameras and Range Sensors, Paper presented at the XXI International CIPA Symposium, Athens, Greece.

Udayan, D, Kim, H. S. & Kim, J. I. (2015). Animage-Based Approach to the Reconstruction of Ancient Architectures by Extracting and Arranging 3D Spatial Components, *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 16(1), 12-27.

Ulvi, A., & Yiğit, A. Y. (2019). Kültürel Mirasın Dijital Dokümantasyonu: Taşkent Sultan *Çeşmesinin* Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3B Modelinin Yapılması, *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1(1), 1-6.

Ulvi, A., 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*, 5(1), 22-30.

Varol, F., Ulvi, A. & Yakar, M. (2018). Kültürel Mirasın Dokümantasyonunda Yersel Fotogrametri Tekniğinin Kullanılması: Sazak Köprüsü *Örneği*, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(57), 986-991.

Şener, Y. S. (2012). Arkeolojik Alanda Mozaik Koruma Yöntemleri, *Journal of Mosaic Research*, 5, 201-220.

Yakar, M., Kabadayı, A., Yiğit, A. Y., Çıkıkcı, K., Kaya, Y. & Catin, S. S. (2016). Emir Saltuk Kümbeti Fotogrametrik Rölöve *Çalışması* ve 3 Boyutlu Modellenmesi, *Geomatik Dergisi*, 1(1), 14-18.

Destek Bilgisi: Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde herhangi bir bireyden ya da kurumdan aynı ya da nakdi bir yardım/destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Makalede herhangi bir çıkar çatışması ya da kazancı yoktur.

Etik Onayı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara riayet edildiğini yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespit edilmesi halinde Turizm Akademik Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarlarına aittir.

Bilgilendirilmiş Onam Formu: Tüm taraflar kendi rızaları ile çalışmaya dahil olmuşlardır.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışmada veri toplama süreci 1 Mayıs-30 Kasım 2019 tarihlerinde tamamlanmış olup Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı TR Dizin Etik Kurul Kriterleri 1 Ocak 2020 tarihinde ilan edilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı:

1. Yazar: % 40
2. Yazar: % 30
3. Yazar: % 30

Extensive Summary

3D Archiving of Cultural Heritage in Digital Medium: The Magoki Attar Mosque Virtual Model Example*

Fatih VAROL**, Abdurahman Yasin YİĞİT,
Ali ULVİ

INTRODUCTION

Today, digital archiving and 3D modeling of works and historical sites that are the subject of cultural heritage attract much more attention than classical archiving methods. With the development of technology today, there are many advanced data collection tools in this field (Andres, Pozuelo, Marimon & Gisbert, 2011). High resolution satellite images, digital aerial cameras, hyperspectral sensors, interferometric radar, range sensors, thermal cameras, model helicopters, panoramic cameras and many different digital handheld photo video cameras are used as data collection tools (Aktaş, Çınar, Birdal & Türk, 2016; Yakar, Kabadayı, Yiğit, Çıkıkcı, Kaya & Catin; 2016). The correct selection, combination and integration of these data collection tools requires great experience. In addition, the need for combining data obtained with different techniques and the absence of a single method increases the importance of the correct selection of data collection method.

Digital archiving and 3D modeling of historical artifacts and archaeological sites have attracted great attention in recent years. In addition, archiving of cultural heritage is essential for conservation and scientific studies carried out during the restoration process (Ortiz, Sanchez, Pires & Perez, 2006). There are many technologies for 3D inspection and digital archiving. Among these technologies, a method is usually chosen according to project requirements, researcher's experience, budget and location constraints (Haddad, 2010). Therefore, the data collection method for the purposes should be chosen in digital archiving studies. 3D modeling; It can be extremely powerful to improve identification, monitoring, conservation and restoration (Udayan, Kim & Kim, 2015).

One of the digital archiving methods of cultural heritage is the terrestrial photogrammetry method (Arias, Ordóñez, Lorenzo & Herraes, 2006). Photogrammetry is a branch of science that helps to obtain the shape, position and coordinates of an object precisely by using at least two photographs taken from different angles (Haddad, 2010). Photogrammetry has long been used to collect 3D information and texture information of cultural heritage objects. Short working time and measurement time are remarkable features in photogrammetry. The use of photogrammetry has spread around the world due to the support of some international organizations (UNESCO, ICOMOS and CIPA) (Andres et al., 2011; Patias, 2006).

This work generally includes the creation of virtual geometric 3D models of tangible cultural heritage through close-up photogrammetry method. In addition, the study shows how researchers working in the fields of cultural heritage should follow their work with limited resources. In this context, the main purpose of the study is to investigate the use of digital photogrammetry for archiving tangible cultural heritage. With the photogrammetry method, digital archiving of the historical Magoki Attar Mosque in Uzbekistan / Bukhara was provided.

Method

In this study, the terrestrial photogrammetry technique, which is one of the photogrammetric methods used in the field of geomatics engineering, was used to create a 3D model of cultural heritage. Terrestrial photogrammetry technique has been used for archaeological measurements and documentation of historical artifacts for years. With the development of digital techniques, photogrammetry has become a more efficient and economical method of documentation and preservation of architectural works (Çelik, Hamal & Yakar, 2020). In this study carried out with the photogrammetry method, the application processes were carried out in two stages: data collection (field study) and findings (office work).

Results

The terrestrial photogrammetry method has been used for archaeological measurements and archiving of concrete cultural heritage for years. With the development of digital techniques, photogrammetry has become a more efficient and economical method for archiving and preserving architectural works. As a result of developments in digital photogrammetry and computer technology in recent years, reconstruction of buildings in three dimensions is among the current research topics. Archiving a construction with the terrestrial photogrammetry method consists of

*This study was presented as an oral presentation at the "Intercontinental Tourism Management Conference (MTCN)" held between 02-05 September 2020 and published as a summary text in the congress proceedings book.

** Corresponding author at: Selçuk University, Tourism Faculty.
E-Mail Address: fvarol@selcuk.edu.tr

three basic stages. These are the stages of collecting photograph data of the construction (ground and aerial photographs), measuring the construction with sensitive measurement devices and processing the data.

In this study, photographic data were collected only by the terrestrial method (geocentric). This caused that the roof information of the construction could not be reached. In this case, aerial photography becomes compulsory for the facade photographs of the building that cannot be photographed from the ground. Unmanned Aerial Vehicles (UAV), which have been used by many disciplines for different purposes, provide an easy solution to this problem. For the scaling process of the 3D model, it is necessary to measure with precise measuring devices on the cultural heritage structure. The same obligation applies to bringing the ground-centered photographs taken with the UAV to the same coordinate plane. In this study, the scaling of cultural heritage was carried out by scaling certain lines of the construction with meters. Photogrammetry software produced with the development of technology facilitates many detail operations. The above mentioned requirements are important for precise and detailed archiving studies.

Another important result of the study is that in digital archiving of cultural heritage structures and architectural measurements, vectorial studies are not always sufficient to collect all the details of the building. In this case, advanced archiving methods make it possible to accurately survey sections with complex geometry (dome, arch, fountain, etc.) encountered in historical buildings. The study revealed that photogrammetric methods can provide texture data as well as 3D vector data. These data are very important in terms of giving real appearance to the objects to be created in three dimensions and increasing the user's understanding. These texture data reflect the geometric properties of three-dimensional objects, as well as overlap the metric properties with vector data. Since these textures are taken from the building's own photographs, it creates more realistic models.

As a result, photogrammetry method plays an important role in digital archiving of cultural heritage. If the detailed and planned study of the construction to be archived is carried out with experts, the problems encountered in the findings and evaluation section can be easily overcome. If the encountered problems are resolved, digital archiving of cultural heritage with the terrestrial photogrammetry method will come to the fore especially in terms of speed, cost and high accuracy.

Conclusion

The study has many important contributions to the tourism industry. Taking these contributions into consideration, it can be a guide for the next studies. First of all, many cultural heritage artifacts that have been destroyed, forgotten or neglected can be resurrected by making the most accurate restoration works with 3D modeling techniques and can offered to the service of tourism sector stakeholders. In addition, virtual tours can be made around cultural structures and indoors with the closest to reality 3D modeling. Thus, it can be contributed to virtual museum practices for tourist guides and tourists. 3D applications carried out in cultural heritage areas can help visitors envision historical events and improve their learning experience. The results of the study will also contribute to the activities of travel agencies operating in the field of tourism marketing. Travel agencies can create digital catalogs with virtual reality glasses, which have become widespread in recent years, and provide their customers with the opportunity to take a virtual tour in the hotel they plan to have a holiday with the help of 3D modeling. The customer's disconnection from the physical environment and wandering in the virtual world and the feeling of being in places such as hotels and holiday villages can positively affect their purchasing behavior and facilitate the sales efforts of the agencies. It is thought that the study will make also important contributions to the field of tourism education. With 3D modeling studies and virtual reality glasses in the tourism sector, students can be given practical training in classrooms. For example, students studying in the tourist guiding department can make virtual trips to any part of the world in the classroom environment, or students who receive housekeeping training can have experience by visiting the hotel's rooms in a 3D environment.

