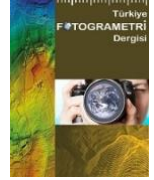




Türkiye Fotogrametri Dergisi

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

e-ISSN 2687-6590



Kültürel Mirasın Dijital Arşivlenmesi: Emirci Sultan Türbesi ve Camii Örneği

Adem Kabadayı ^{1*}

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Şefaati Meslek Yüksek Okulu, 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. (2023).
Kültürel Mirasın Dijital
Arşivlenmesi: Emirci Sultan
Türbesi ve Camii Örneği.
Türkiye Fotogrametri Dergisi,
5(2), 82-88.

Geliş : 07.12.2023
Reviz : 17.12.2023
Kabul : 21.12.2023
Yayınlama : 31.12.2023

Özet

Kültürel miras, geçmişin izlerini günümüze taşıyan, toplumların kimliklerini belirleyen önemli bir unsurdur. Ancak, bu tarihi zenginliklerin zaman içinde kaybolma veya zarar görme riski vardır. Bu nedenle, kültürel mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılması büyük bir öneme sahiptir. Geleneksel koruma yöntemlerinin yanı sıra, günümüzde dijital teknolojilerin kültürel mirasın koruma ve erişim açısından yeni fırsatlar sunduğu bir döneme tanık olmaktayız. Bu makalede, kültürel mirasın dijital arşivlenmesi konusunda bir örnek çalışma sunulmaktadır: Emirci Saltuk Türbesi. Türbe, tarihi ve kültürel öneme sahip olmasıyla birlikte, zaman içinde çeşitli etkilere maruz kalarak bozulma riski altındadır. Bu durumu göz önünde bulundurarak, geleneksel belgeleme yöntemlerinin ötesine geçerek dijital teknolojilerin gücünü kullanmak, kültürel mirasın kayıt altına alınması ve gelecek nesillerle paylaşılması açısından kritik bir adımdır. Emirci Saltuk Türbesi'nin fotogrametrik yöntemlerle dijital olarak modellenmesi ve bu dijital arşivin, tarihi ve kültürel olarak sürdürülebilir kılınması, korunması ve belgelenmesi gerekmektedir. Fotogrametri, İnsansız Hava Araçları (İHA) ve diğer dijital araçların entegrasyonu, kültürel mirasın korunması ve erişim sağlanmasında etkili bir yol sunmaktadır. Emirci Saltuk Türbesi örneği üzerinden yürütülen dijital arşivleme çalışmada metodoloji, elde edilen sonuçlar ve projenin kültürel mirasın dijitalleştirilmesine sağladığı katkılara değinilmiştir. Çalışmada nokta bulutu, ortofoto, sayısal yükseklik modeli ve 3 boyutlu model üretilmiştir. Arşivleme çalışmasında yapının 3 boyutlu modeli 1.29 cm konum doğruluğunda üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kültürel miras, İHA, fotogrametri, 3 boyutlu model.

Digital Archiving of Cultural Heritage: The Case of Emirci Sultan Tomb and Mosque

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

Research Article

Citation: Kabadayı, A. (2023).
Digital Archiving of Cultural
Heritage: The Case of Emirci
Sultan Tomb and Mosque.
*Turkish Journal of
Photogrammetry*, 5(2), 82-88
(in Turkish).

Received : 07.12.2023
Revised : 17.12.2023
Accepted : 21.12.2023
Published : 31.12.2023

Abstract

Cultural heritage is an important element that carries the traces of the past to the present and determines the identities of societies. However, there is a risk that these historical riches may be lost or damaged over time. Therefore, preserving cultural heritage and transferring it to future generations is of great importance. In addition to traditional preservation methods, we are witnessing an era in which digital technologies offer new opportunities for cultural heritage conservation and access. In this context, this article presents a case study on digital archiving of cultural heritage: Emirci Saltuk Tomb. The mausoleum is of historical and cultural significance, but is at risk of deterioration over time due to various influences. Considering this situation, going beyond traditional documentation methods and using the power of digital technologies is a critical step in recording cultural heritage and sharing it with future generations. Emirci Saltuk Tomb should be digitally modeled with photogrammetric methods and this digital archive should be preserved and documented in order to make it historically and culturally sustainable. The integration of photogrammetry, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and other digital tools offers an effective way of preserving and providing access to cultural heritage. The methodology, results and the project's contribution to the digitization of cultural heritage are discussed in the digital archiving study conducted on the example of Emirci Saltuk Tomb. In the study, point cloud, orthophoto, digital elevation model and 3D model were produced. In the archiving study, the 3D model of the building was produced with a position accuracy of 1.29 cm.

Keywords: Cultural heritage, UAV, photogrammetry, 3D model.

1. Giriş

Kültürel miras, insanların yaşam kalitesini iyileştirmeye, geçmişi anlamaya, bölgesel uyuma yardımcı olmaya, ekonomik büyümeyi teşvik etmeye, istihdam fırsatları yaratmaya ve eğitim ve sanatsal kariyerlerde iyileştirmeler gibi daha geniş gelişmeleri desteklemeye yaptığı katkı açısından çok büyük bir potansiyele sahiptir. Dünyadaki hızla gelişen teknoloji dikkat çekmektedir. Dijital teknolojiler ve dijital uygulamalar dünyayı derinden etkilemekte ve şekillendirmektedir. Çağdaş toplumdaki değişim ortamı, diğer sektörlerde olduğu gibi kültürel miras sektöründe de yeni çalışma, iletişim kurma, yeni ürün ve hizmetleri araştırma yollarının önünü açmaktadır. Bu türden köklü bir değişim kültürel miras uygulamaları ile bireyler arasındaki ilişkinin yeniden düzenlenmesine yol açmaktadır. Dijital teknolojilerdeki yenilikler ile sanal dünyadaki artan gelişmeler, mekanların sanal olarak gezilebilmesi gibi keşiflere de tanık olmaktadır [1, 2].

2023 yılı itibariyle Kültür ve Turizm verilerine göre dünya çapında UNESCO Dünya Miras Listesine kayıtlı 1199 kültürel ve doğal varlıklar bulunmaktadır. Bunlardan 933 tanesi kültürel, 227 tanesi doğal ve 39 tanesi ise karma (doğal/kültürel) varlıklardır. Bu sayılar Dünya Miras Komitesi toplantısında her yıl artmaya devam etmektedir. UNESCO Dünya Miras Listesinde ülkemiz için 19'u kültürel 2'si karma olmak üzere toplamda 21 miras alanı bulunurken, UNESCO Dünya Geçici Miras Listesinde ise güncellenen haliyle 75'i kültürel, 4'ü karma ve 3'ü doğal olmak üzere toplam 82 miras alanı bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Organizasyonu (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO), Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (International Council for Monuments and Sites, ICOMOS), Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Toplumu (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS) gibi uluslararası kurum ve kuruluşlar dünya kültürel mirasları korumak için bazı görevler ve sorumluluklar üstlenmişlerdir. Ayrıca kültürel mirasın birçok konuda bilgi üretmekle kalmayıp aynı zamanda sosyal, ekonomik, kültürel ve tarihsel açıdan çeşitli niteliklere sahip olması ile bunların kullanılabilir bilgiye dönüştürülmesi bakımından vazgeçilmez bir unsurdur. Kültürel varlıklar çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Bunlara taşınır veya taşınmaz, somut veya soyut varlıklar olarak gösterilebilir [3]. Arkeolojik ve tarihi alanlar gibi kültürel miras, insan toplumunun bilgi birikimini kurtmada kilit bir rol oynamaktadır. Bu nedenle onun korunması ve muhafaza edilmesi, sadece bilim adamları veya bu konuda uzman kişiler için değil, aynı zamanda diğer tüm topluluklar için de öncelikli yerler arasındadır [4]. Kültürel miras doğal

afetler (yangınlar, depremler, toprak kaymaları, sel, tropik fırtınalar) ile insan felaketleri (yıkıcı sabotaj, savaş) nedeniyle risk altındadır. Önceden somut anıtsal harabeler veya yıkımlar ile arkeolojik antikalar kültürel miras alanında ve kapsamında yer alırken artık günümüzde bu terimler soyut etnografik ve endüstriyel mirasla birlikte ilerlemeye başlamıştır [5]. Kültürel miraslar ülkemizin her bir karış toprağını yansıtan tarihi bir birikimdir. Bu sebeple kültürel mirasların muhafaza edilmesi, korunması ve bu yapılarla sahip çıkılması toplumun doğal tarihini, kaynağını, birikimini, geçmişini ve kimliğini de koruması anlamına gelmektedir. Kültürel mirasın kayıt altına alınmasında ve dökümantasyon çalışmalarında insansız hava araçları (İHA) yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

İHA'lar kendi kendini organize eden modellere sahip oldukları için olumsuz koşullar altında bile sağlam kalmaktadırlar. Hareketli ortamlara kolayca uyum sağlamaktadırlar. İHA'ların avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan yol/ güzergâh planlaması en önemli sorunlardan birisidir. Yol/güzergâh planlaması, en uygun ve en kısa mesafeyi bulmayı ve İHA'ların müsait bir ortamda çalışmasını sağlamayı amaçlar. Yol/güzergâh planlama tekniklerinin kullanılması, en kısa sürede güvenli bir rota çizilmesini hesaplamak içindir. İHA'larda yol/güzergâh planlaması, kaynak ve hedef arasında en uygun güzergâhın oluşturulmasında önemli bir sorun haline gelmiştir. Bununla birlikte, derinliğin göz ardı edilmesi ve planlama için sensörlere güvenilmesi nedeniyle sınırlı doğruluk, yavaş hareket, görselleştirme olmaması, sınırlı uygulamalar ve sınırlı bellek yönetimi gibi çeşitli dezavantajları bulunmaktadır [6, 7].

İHA'lar yardımıyla yapılan dökümantasyon çalışmalarına literatürde incelendiğinde; Carvajal-Martínez-Carricondo vd. [8], Bronz çağındaki İber Yarımadasında olduğu bilinen hiçbir emsal bulunmayan bir arkeolojik alan olan Cortijo Nuevo kasabada platform taşıyan dijital kameraları bulunan hasarlı bir arkeolojik alanın belgelenmesi ve sanal olarak yeniden yapılandırılması amacıyla İHA fotogrametrisi tekniği uçuşundan nokta bulutu, Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli, DEM) ve ortogörüntü dahil olmak üzere birçok sayısal kartografik ürün elde etmişlerdir. 33 adet yer kontrol noktasına dayanan planimetrik ve altimetrik hataları ölçmek için yapılan karesel ortalama hata değerlerinden yatay koordinatlar için 0,0246 m, düşey koordinat için 0,0262 m ve toplam karesel ortalama hata değerini ise 0,0359 m olarak elde etmişlerdir. Bu bağlamda yapılan arazi modelleri ile sanal 3B arkeolojik yapıların entegrasyonu, çalışmada elde ettikleri bilgilere dayalı olarak artırıldığını belirtmişlerdir. Noor vd. [9], Malezya Kota Bharu

şehrinin 3B modellemesinin yeniden yapılmasını çok pervaneli insansız hava aracı kullanarak göstermişlerdir. Yazarlar, 3B şehir modelleri ile görselleştirmenin planlama sürecinde verimliliği artıracığı ve karar vericiler, yatırımcılar ve topluluklarla iletişim kurarken kullanışlı olabileceği için planlamada önemli ve en yararlı ürünlerden biri olarak kabul edilebileceği görüşünde bulunmuşlardır.

Bir nesnenin şekli, rengi ve dokusuyla ilgili üç boyutlu veri elde etme çalışması fotogrametri olarak bilinir [10-13]. Dijital fotoğrafların çekilmesiyle başlayarak üç boyutlu bir model oluşturan bir aşamadır. Günümüzde birçok sektörde, özellikle de kültürel miras sektöründe fotogrametri giderek daha yaygın hale gelmektedir. Kuşkusuz, herhangi bir kalıntının kapsamlı bir şekilde belgelenmesi ve böylece dijital olarak korunması, nesnenin 3 boyutlu bir araştırmasıyla gerçekleştirilebilir.

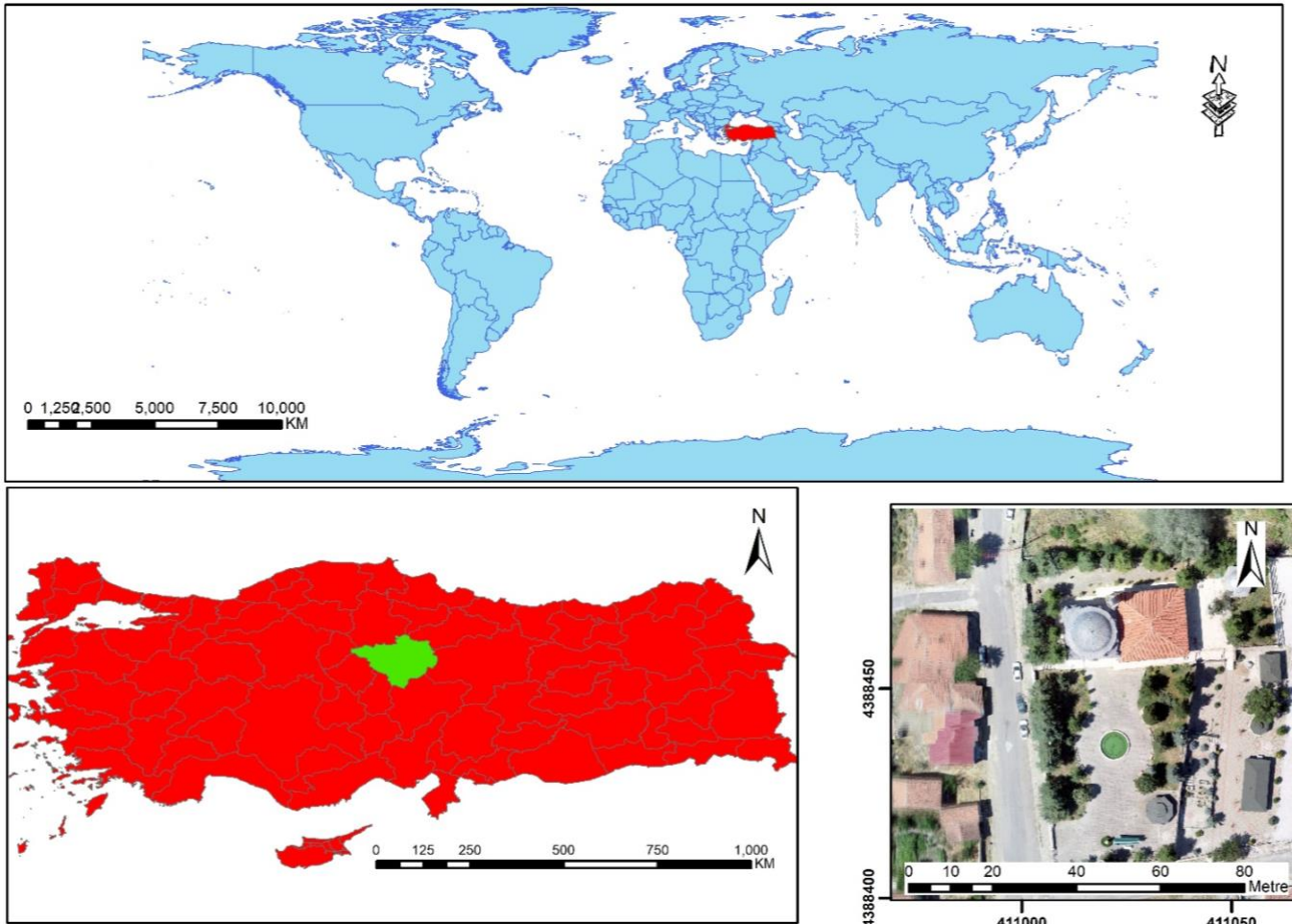
Bu çalışmada Yozgat ili Merkez ilçesine bağlı Osmanpaşa Beldesi'nde bulunan Osmanpaşa Camisi'ne bitişik olan Emirci Sultan türbesini ve caminin belgeleme çalışmalarını içermektedir. Fotoğraflar İHA yardımıyla çekilmiştir. Fotoğrafların değerlendirilmesi Pix4D yazılımında yapılmıştır.

Sonuç ürün olarak yoğun nokta bulutu, sayısal yükseklik modeli, yapının 3 boyutlu modeli ve ortofotosu üretilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

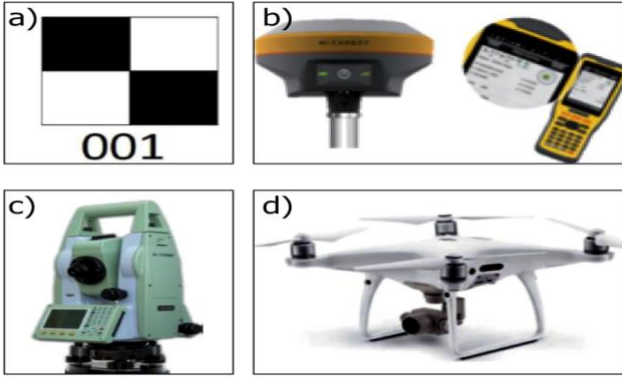
Çalışma alanı Yozgat merkeze 32 km uzaklıkta bulunan Osmanpaşa köy merkezinde yer almaktadır (Şekil 1). Osmanpaşa Köyünde bulunan Osmanpaşa Camisi'ne bitişik olan bu türbenin yapım tarihi kesin olarak bilinmemektedir. Osmanpaşa, Şeyh Hoca Ahmet Yesevi'nin halifelerindendir. Lakabı Şerifüddün, Babasının adı Muhammed'dir. Emirci Sultan olarak bilinmektedir. Doğum tarihi bilinmemektedir. Ölüm tarihi 1240'tır. Türbe içerisindeki sandukalardan biri 1239 – 1240 tarihli Emir Sultan Şerefüddin İsmail Bin Muhammed'e aittir. Buna dayanılarak türbenin 1239 veya 1240 yıllarında yapıldığı anlaşılmaktadır. Türbesi Yozgat'ın Osmanpaşa Kasabası'ndadır. Asıl adı Osman olarak bilinmektedir [14].



Şekil 1. Çalışma alanı.

2.2. Materyal

Fotogrametrik araştırma çalışmalarının ilk aşaması arazi çalışmasıdır. Şekil 2'de arazi çalışması için kullanılan malzemeler listelenmiştir. Fotogrametrik nivelman, yapı üzerinde koordinatları bilinen yer kontrol noktaları gerektirdiğinden, fotoğraflarda kolayca seçilebilen, önceden hazırlanmış, numaralandırılmış 20 x 30 cm boyutlarında kağıt plakalar yapı üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 2. Kullanılan materyaller a) Kâğıt levha b) GNSS alıcısı c) Totalstation Cihazı d) DJI Phantom 4 Pro.

Tablo 1. Hi Target Totalstation teknik özellikleri.

Özellik	Değer
Reflektörlü mesafe	3000m
Reflektörsüz mesafe	600m
Mesafe hassasiyeti	2mm + 2ppm
Batarya süresi	14 saat
Türkçe menü	✓
Açı doğruluğu	2"
Batarya Kapasitesi	3000 mAh

Tablo 2. DJI Phantom 4 Pro teknik özellikleri.

Dâhili kamera	Var
Pervane	4 adet
Görüş açısı	84 °
Diyafram açıklığı	2.8 /f
Etkin piksel	20 MP
Azami hız	72 km/sa
Titreşim engelleme	Var
Titreşim engelleme türü	3 Eksenli
Ağırlık	1388 g
Batarya kapasitesi	5870 mAh
Çözünürlük	5472x3648
GPS modu	Var
Uçuş süresi	26-30 dk

GNSS alıcısı ile modellenecek yapının etrafında ITRF-96 koordinat sisteminde poligon noktaları oluşturulmuştur. Poligon noktaları üzerine Totalstation jeodezik ölçme aleti yerleştirilerek yapı üzerinde ve çevresinde konumlandırılan yer kontrol noktalarının (YKN) koordinatları kağıt paftalar halinde toplanmıştır. Tablo 1 Hi-Target Totalstation ölçme aletinin teknik özelliklerini göstermektedir.

Tarihi yapının üzerine kağıt levhalar yerleştirilmesi tamamlandıktan sonra DJI phantom 4 pro ile yapının havadan fotoğrafları bindirmeli yapının tüm detayları kapsayacak şekilde yapılmıştır. Tablo 2'de DJI phantom 4 pronun teknik özellikleri yer almaktadır.

2.3. Yöntem

Çalışmada, 3B modelleme için fotogrametrik bir teknik kullanılmaktadır. Fotogrametri, fotoğrafik görüntüleri ve elektromanyetik ışımaya modellerini kaydederek, ölçerek ve yorumlayarak fiziksel nesnelere ve çevreleri hakkında doğru bilgi elde etmek için kullanılan bilimsel bir yöntemdir. Ayrıca, görüntülerden nesnelere konumunu ve şeklini belirleme sanatı ve bilimidir [15-18]. Fotogrametride nesnelere hakkında bilgi edinmek için görüntüler üzerinde ölçümler yapılır. Bir nesne hakkında 3B konumlandırma bilgisi elde etmek için de kullanıldığından, veri yakalama çok önemlidir [19-21]. Veri yakalama, görüntü sayısını ve kalitesini, işlem süresini, maliyeti ve 3B modelin doğruluğunu doğrudan etkilemektedir. Görüntülerin bindirmeli ve sıralı olarak çekilmesi görüntü eşleştirmede ve veri yakalamanın önemli unsurlarındandır [22, 23].

3D model oluşturma sürecinin iş akışı kamera kalibrasyonundan başlar. Kalibrasyon parametreleri Pix4D yazılımında hesaplanmış ve mutlak oryantasyonda kullanılmıştır. Ardından, İHA yardımıyla Türbe ve caminin fotoğraflarını bindirmeli ve sıralı olarak, tüm detayları görece şekilde manuel olarak uçuş yapılarak yapılmıştır. Görüntü işleme adımında hareketten yapı (SfM) yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım 1990'larda bilgisayarla görme topluluğu tarafından otomatik bir özellik eşleştirme elde etmek için geliştirilmiş olsa da stereoskopik fotogrametri ile aynı temel koşullar altında çalışır. İlgili nesnenin 3B yapısını elde etmek için üst üste binen görüntüleri kullanır. Bir SfM iş akışının ilk aşaması, rastgele bir 3B koordinat sisteminde eşleşen bir özelliğin konumunu belirlemektir. Ardından, demet ayarlaması kullanılarak, ölçülen görüntü koordinatları ilgili nesnenin 3B noktasına dönüştürülür. Uçuştan önce CorsTR GPS ile bina etrafına tesis edilen poligon noktaları ölçülmüştür, ardından poligon noktalarına Totalstation jeodezik ölçüm cihazı kurularak zeminde bina üzerine yerleştiren yer kontrol noktalarının koordinat değerleri belirlenmiştir. YKN'ler ile Pix4D yazılımında üretilen nokta bulutunun coğrafi referansının yapılması sağlanmıştır.

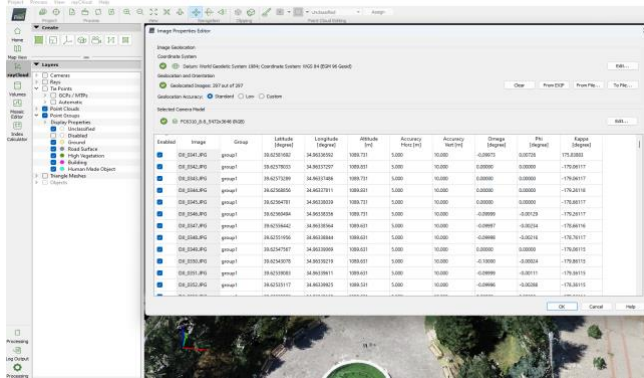
DJI Phantom 4 Pro uzaktan pilotlu İHA platform olarak kullanılmıştır. İHA'ya entegre olarak monte edilmiş ve görüntü yakalamak için kullanılmıştır.

3. Uygulama

Bir önceki bölümde açıklanan iş akışı dikkate alınarak süreç gerçekleştirilmiştir. Türbe ve caminin görüntüleri, İHA platformuna entegre edilmiş bir kamera ile çekilmiştir. Uçuş manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Fotoğraf çekimine başlanmadan önce, modelin coğrafi referans sistemine dönüşümünü sağlamak için yapının üzerine ve zemine 16 adet YKN noktası tesis edilmiştir. Tüm noktalar ölçülmüş ve ITRF96 koordinat sisteminde 36N bölgesinde koordinatları hesaplanmıştır. Oluşturulan model ile gerçek koordinat değerleri arasında ne kadar hata olduğunu tespit etmek için karesel ortalama hata hesaplanmıştır. Yer kontrol noktaları için hesaplanan karesel ortalama hatalar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. YKN koordinatları.

N.N	X [m]	Y [m]	Z [m]
YKN1	-0.041	-0.021	0.06
YKN2	0.043	0.001	-0.002
YKN3	-0.004	-0.023	0.003
YKN4	0.023	-0.009	-0.007
YKN5	-0.037	0.023	-0.015
YKN6	0.011	0.024	-0.011
YKN7	0.021	0.03	-0.004
YKN8	-0.017	-0.026	-0.031
RMS	0.028	0.021	0.024



Şekil 3. Uygulamada aktarılan fotoğraflar.



Şekil 4. Yoğun nokta bulutu.



Şekil 5. 3B model türbenin ön cephe görünümü.



Şekil 6. 3B model türbenin arka cephe görünümü.

Çekilen fotoğraflardan 297 tanesi görüntü işleme adımı için girdi olarak seçilmiştir (Şekil 3). Sürecin temel amacı, düzensiz ve üst üste binen hava görüntüsü verileriyle çalışarak coğrafi referanslı bir 3B nokta bulutu üretmiştir [24]. Mevcut yazılımlar 3B nokta bulutu oluşturabilmektedir. Bu çalışmada Pix4D (ticari) yazılımı kullanılmıştır (Pix4D). Süreç, fotoğrafların bir bilgisayara yüklenmesi ile başlamaktadır. Kalibrasyon adımı kamerasının iç yönelim parametreleri belirlenmiştir. Süreç, fotoğrafların hizalanması, bina geometrisi ve gerçekçi görünüm için doku oluşturma ile devam etmiştir. 3B model üretimi için, görüntülerden ilk olarak seyrek nokta bulutu (1.854.401 nokta) daha sonra yoğun nokta bulutu (85.131.964 nokta) elde edilmiştir (Şekil 4) ve daha sonra nokta bulutundan türbe ve caminin 3B modeli oluşturulmuştur. Modelin ön cephe görünümü Şekil 5'te, arka cephe görünümü Şekil 6'da, modelin genel görünümü Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Türbe ve cami 3 boyutlu modelinin genel görünümü.

Saha çalışmalarında türbe etrafına yakın ağaçların olması bazı cephelerin fotoğraf çekimini güçleştirmiştir. Daha düşük yükseklikten kontrol noktalarının ölçülmesi, güneş ışığı açısı, gölge ve İHA'nın titreşimi, oluşturulan model için olası hata kaynaklarıdır. Fotoğrafların hizalanması ve nokta bulutu oluşturma adımlarında toplam işlem süresi 4 saatin üzerinde olmuştur.

4. Sonuçlar

Bir toplumun kültürel tarihi, o toplumun geçmişi, bugünü ve geleceği arasında köprü kurulmasına yardımcı olur. Bu tarihi köprüler sadece önemli olmakla kalmaz, aynı zamanda korunmaları, belgelenmeleri ve gelecek nesillere aktarılmaları gerekir. Bu yetki, kültürel mirası kaydetmek için kullanılan tekniklerde çeşitliliğin artmasına yol açmıştır. Metrik, görsel ve kesin bir bakış açısıyla, üç boyutlu belgeleme yaklaşımı, özellikle tarihi eserlerin kaydedilmesi söz konusu olduğunda, diğer belgeleme yöntemlerinden daha üstündür. Diğer yaklaşımlara göre daha hızlı, daha ucuz ve daha doğru olmasının yanı sıra ölçütler, görselleştirme ve hassasiyet açısından da tercih edilmesi gibi nedenlerden dolayı, fotogrametrik yöntem disiplinler arasında tercih edilen bir yöntemdir.

Emirci Sultan Türbesi ve cami çalışmasında İHA verilerinden yararlanılmıştır. SFM yöntemi kullanılarak fotogrametrik değerlendirme ile 1.29 cm

nokta konum doğruluğunda 3B model üretilmiştir. Kültürel miras açısından büyük önem taşıyan bu eserin gerçek ölçekli bir modelinin elde edilmesi sonucunda belgeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler antropologlar, arkeologlar ve tarihçiler tarafından yapılacak olası çalışmalarda kullanılabilir. Elde edilen gerçek ölçekli 3 boyutlu modelden restorasyon ve onarım çalışmalarında yararlanılabilir. Bu çalışma kapsamında elde edilen 3 boyutlu model, eserin turizm faaliyetleri kapsamında tanıtımına da olanak sağlayacaktır.

Yazarların Katkısı

Adem Kabadayı: Metodoloji, Saha Çalışması, Modelleme, Analiz, Kontrol, Yazım.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Affleck, J., & Kvan, T. (2008). A virtual community as the context for discursive interpretation: A role in cultural heritage engagement. *International Journal of Heritage Studies*, 14(3), 268-280.
- [2] Borowiecki, K. J., Forbes, N., & Fresa, A. (2016). Cultural heritage in a changing world. *Springer Nature*, 322.
- [3] 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.
- [4] Şenol, H. İ., Yiğit, A. Y., Kaya, Y., & Ulvi, A. (2021). İHA ve yersel fotogrametrik veri füzyonu ile kültürel mirasın 3 boyutlu (3B) modelleme uygulaması: Kanlıdivane Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(1), 29-36.
- [5] Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A., & Kaya, Y. (2019). The use of photogrammetric techniques in documenting cultural heritage: The Example of Aksaray Selime Sultan Tomb. *Universal Journal of Engineering Science*, 7(3), 64-73.
- [6] Madridano, Á., Al-Kaff, A., Flores, P., Martín, D., & de la Escalera, A. (2021). Software architecture for autonomous and coordinated navigation of uav swarms in forest and urban firefighting. *Applied Sciences*, 11(3), 1258.
- [7] Poudel, S., & Moh, S. (2023). Priority-Aware Task Assignment and Path Planning for Efficient and Load-Balanced Multi-UAV Operation. *Vehicular Communications*, 100633.

- [8] Martínez-Carricondo, P., Carvajal-Ramírez, F., Yero-Paneque, L., & Agüera-Vega, F. (2021). Combination of HBIM and UAV photogrammetry for modelling and documentation of forgotten heritage. Case study: Isabel II dam in Níjar (Almería, Spain). *Heritage Science*, 9(1), 1-15.
- [9] Noor, N. M., Abdullah, A. A. A., Abdullah, A., Ibrahim, I., & Sabeek, S. (2019). 3D city modeling using MULTIROTOR drone for city heritage conservation. *Planning Malaysia*, 17.
- [10] Karataş, L., Alptekin, A., Karabacak, A., & Yakar, M. (2022). Detection and documentation of stone material deterioration in historical masonry buildings using UAV photogrammetry: A case study of Mersin Sarisih Inn. *Mersin Photogrammetry Journal*, 4(2), 53-61.
- [11] Kusak, L., Unel, F. B., Alptekin, A., Celik, M. O., & Yakar, M. (2021). Apriori association rule and K-means clustering algorithms for interpretation of pre-event landslide areas and landslide inventory mapping. *Open Geosciences*, 13(1), 1226-1244.
- [12] Alptekin, A., Çelik, M. Ö., Kuşak, L., Ünel, F. B., & Yakar, M. (2019). Anafi Parrot'un heyelan bölgesi haritalandırılmasında kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 33-37.
- [13] Yakar, M., Ulvi, A., Yiğit, A. Y., & Alptekin, A. (2022). Discontinuity set extraction from 3D point clouds obtained by UAV Photogrammetry in a rockfall site. *Survey Review*, 1-13.
- [14] URL1:<https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/yo-zgat/gezilecekyer/osmanpasa-emirci-sultan-turbesi> (Son Erişim Tarihi: 16.12.2023)
- [15] Pavlidis, G., Koutsoudis, A., Arnaoutoglou, F., Tsioukas, V., & Chamzas, C. (2007) Methods for 3D digitization of cultural heritage. *J Cultural Heritage*, (8), 93-98.
- [16] Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 17-21.
- [17] Yılmaz, M., & Uysal, M. (2016). Comparison of data reduction algorithms for LiDAR-derived digital terrain model generalisation. *Area*, 48(4), 521-532.
- [18] Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Determination of pond volume with using an unmanned aerial vehicle. *Mersin photogrammetry journal*, 2(2), 59-63.
- [19] Yılmaz, M., & Uysal, M. (2017). Comparing uniform and random data reduction methods for DTM accuracy. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2(1), 9-16.
- [20] Yılmaz, I. (2009). A research on the accuracy of landform volumes determined using different interpolation methods. *Scientific Research and Essay*, 4(11), 1248-1259.
- [21] Kaya, Y., Yiğit, A. Y., Ulvi, A. Ve Yakar, M. (2021). Arkeolojik alanların dokümantasyonunda fotogrametrik tekniklerinin doğruluklarının karşılaştırmalı analizi: Konya Yunuslar örneği. *Harita Dergisi*, 165, 57-72.
- [22] Yılmaz, M., Uysal, M., & Yılmaz, İ. (2015). Hava LiDAR Nokta Bulutundan Sayısal Yükseklik Modeli Üretiminde Veri Seyrekleştirme Algoritmalarının Karşılaştırılması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 15.
- [23] Karataş, L., Alptekin, A., Kanun, E., & Yakar, M. (2022). Tarihi kârgir yapılarda taş malzeme bozulmalarının İHA fotogrametrisi kullanarak tespiti ve belgelenmesi: Mersin Kanlıdivane ören yeri vaka çalışması. *İçel Dergisi*, 2(2), 41-49.
- [24] Siebert, S., & Teizer, J. (2014) Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. *Automation in Construction*, (41), 1-14.



© Author(s) 2023.

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