

Yersel Lazer Tarama ile Tarihi Yapının Modellenmesi: Hamidiye Saatli Çeşme Örneği

Nisanur Aydoğan^{1*}, Efsa Yiğit¹

^{1*} Yozgat Bozok Üniversitesi, Şefaati Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 66800, Yozgat, Türkiye;
(nisanuraydogan69@gmail.com; efsa8080@gmail.com)



*Sorumlu Yazar:
nisanuraydogan69@gmail.com

Araştırma Makalesi

Alıntı: Aydoğan, N. & Yiğit, E. (2024). Yersel Lazer Tarama ile Tarihi Yapının Modellenmesi: Hamidiye Saatli Çeşme Örneği. *Türkiye LiDAR Dergisi*, 6(1), 30-35.

Geliş : 13.05.2024
Revize : 12.06.2024
Kabul : 19.06.2024
Yayınlama : 30.06.2024

Özet

Lazer tarama, kültürel miras alanlarının mekânsal dokümantasyonu için çok önemlidir ve kısa bir saha çalışması süresinde hassas mekânsal veriler sağlar. Hem geleneksel yakın mesafe fotogrametrisi hem de kameraya bağlı fotogrametri temel tekniklerdir, ancak zor yüzeyler için yakın mesafe fotogrametrisi gereklidir. Lazer tarama süreci, yüzey taşıma, veri toplama ve tarayıcı temelleri gibi karmaşık süreçleri içerir. Nesnelerin daha hassas ve kapsamlı 3B model elde etme olasılığı, araştırma alanında yeni yer tabanlı lazer tarayıcı teknolojilerinin ortaya çıkmasıyla artmıştır. Bu durum öncelikle, nesnelerin tipik olarak son derece karmaşık şekillere sahip olduğu kültürel mirasın, mimari ve arkeolojik yüzey araştırması alanında geçerlidir. Buna ek olarak, lazer tarayıcı cihazları kullanılarak yapılan alım işlemi oldukça hızlı ve ekonomiktir ve ortaya çıkan 3B modeller kullanıcılar için oldukça faydalıdır. Bununla birlikte, lazer tarayıcıdan gelen verileri analiz ederken, yorumlarken ve modellerken ekstra özen gösterilmesi gerekir. Bu nedenle, uygun kayıt teknikleri kullanılarak, nesnenin nihai 3B modelini oluşturmak için tek tek taramaların hizalanması önemlidir. Bu çalışmada Yersel Lazer Tarama (YLT) aygıtını kullanarak herhangi bir insan etkileşimi olmadan tarihi çeşmenin dijital olarak kaydetmeyi amaçlamaktadır. Çeşme, çalışma için YLT ekipmanı kullanılarak çeşitli konumlarda taranmıştır. YLT verileri 3D modeller oluşturmak için kullanılmış ve tarihi çeşmenin görsel olarak temsil edilerek belgelenmiştir. Belgelemede YLT verisi nokta bulutundan 3 boyutlu model üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yersel lazer tarama, lazer tarama, kültürel miras, modelleme.

Modeling of Historical Building with Local Laser Scanning: Hamidiye Clock Fountain Example

*Corresponding Author:
nisanuraydogan69@gmail.com

Research Article

Citation: Aydoğan, N. & Yiğit, E. (2024). The Use of Terrestrial Laser Scanners in Modeling Historical Bridges. *Turkish Journal of LiDAR*, 6(1), 30-35 (in Turkish).

Received : 13.05.2024
Revised : 12.06.2024
Accepted : 19.06.2024
Published : 30.06.2024

Abstract

Laser scanning is crucial for the spatial documentation of cultural heritage sites, providing precise spatial data in a short fieldwork period. Both traditional close-range photogrammetry and camera-borne photogrammetry are basic techniques, but close-range photogrammetry is required for difficult surfaces. The laser scanning process involves complex processes such as surface handling, data acquisition and scanner basics. The possibility of obtaining more accurate and comprehensive 3D models of objects has increased with the emergence of new ground-based laser scanner technologies in the research field. This is primarily the case in the field of cultural heritage, architectural and archaeological survey, where objects typically have extremely complex shapes. In addition, the acquisition process using laser scanner devices is very fast and economical, and the resulting 3D models are very useful for users. However, extra care needs to be taken when analyzing, interpreting and modeling the data from the laser scanner. Therefore, using appropriate registration techniques, it is important to align the individual scans to create the final 3D model of the object. This study aims to digitally record the historic fountain without any human interaction using a Terrestrial Laser Scanning (TLS) device. The fountain was scanned at various locations using TLS equipment for the study. The TLS data was used to create 3D models and visually represent and document the historic fountain. In the documentation, a 3D model was generated from the point cloud of the TLS data.

Keywords: Terrestrial laser scanning, laser scanning, cultural heritage, modeling.

1. Giriş

Fotogrametri, nesnelere 3 boyutlu veya 2 boyutlu metrik olarak yeniden yapılandırmak için görüntüleri ölçme ve yorumlama bilimi ve sanatı olarak tanımlanabilir. Yakın mesafe fotogrametrisi genellikle birkaç desimetre ile 200 m arasında değişen nesnelere alınan veriler için kullanılmaktadır. Bir görüntünün uzaydaki yönelimi biliniyorsa, her görüntü, doku modelleri veya uzaydaki nesnelere ölçmek için kullanılabilir bir ışın demeti oluşturur.

Görüntü tabanlı 3B modellerin hesaplanması genellikle birden fazla görüntü üzerinde doğru ölçümler sağlayan uzman operatörlerin müdahalesini gerektiren bir görevdir. Görüntü sayısına göre farklı yaklaşımlar vardır: çoklu yakınsak işleme, stereo çiftlerin işlenmesi veya daha nadiren tek görüntü işleme ve farklı otomasyon seviyeleri gibi yaklaşımlardır (Güler & Erdem, 2014).

Eski fotogrametrik yaklaşımlar, metrik kameralar ve fotogrametrik tarayıcılar gibi metrik veri sağlayan cihazlar gerektirir. Şu anda, kameralar ve tarayıcılar gibi hazır ekipmanlar, uygun şekilde kalibre edilip edilmediklerine bakılmaksızın kullanılabilir ve buna göre kalibre edilebilir (ancak doğru sonuçlar yalnızca cihazların tamamen kalibre edilmesi durumunda beklenebilir). Her durumda, dış yönelim parametrelerinin, kameranın nesne koordinat sistemindeki konumu ve tutumunun yanı sıra iç yönelim parametrelerinin (odak uzaklığı, ana nokta koordinatları ve bozulma parametreleri) bilinmesi gerekir. Günümüzde, farklı ticari paketler bu görevleri yerine getirebilmektedir. Bunlar, bağlantı noktası ölçümü ve demet ayarlama aşamasından sonra sensör kalibrasyonu ve oryantasyon verileri, 3B nesne noktası koordinatları ve tel kafes veya dokulu 3B modeller elde edilmesini sağlar (Yiğit & Uysal, 2023; Ulvi vd., 2019a; Kabadayı vd., 2020).

Üç boyutlu dijitalleştirme, kültürel miras dokümantasyonu için hızla standart bir uygulama haline gelmektedir (Kabadayı & Erdoğan, 2023). Arkeolojik alanlar ve eserler rutin olarak çeşitli şekillerde sayısallaştırılmakta ve düzenlenmektedir, ancak her yöntemin nihai amacı orijinal nesneyi veya yeri doğru bir şekilde temsil etmek ve güvenilir bilgi aktarmaktır (Yakar vd., 2023; Ulvi vd., 2020b). Arkeolojik eserlerin 3 boyutlu modellenmesi sürecinin her birinin doğasında bir yorumlama ve hata düzeyi vardır ve arkeologların amacı bu hatayı en aza indirmektir (Kabadayı, 2021). FARO lazer tarama kolu ve diğerleri gibi lazer tabanlı tarama yöntemleri büyük bir başarıyla kullanılmıştır ve son yedi yılda, bilgisayarla görme fotogrametrisi (çoklu görüntü fotogrametrisi, yakın mesafe fotogrametrisi veya hareketten yapı olarak da bilinir) dokümantasyonun

belirli yönleri için neredeyse her yerde kullanılır hale gelmiştir. Bu teknolojiler, arkeologların çalışma konularını 3B dijital veri formatlarında doğru bir şekilde belgelemelerini sağlar (Kabadayı, 2023). Mevcut tarama/belgeleme teknolojileri, çalışma konularının boyutlarını ve renklerini dijital formatlarda yakalamak ve yeniden yapılandırmak için farklı yöntemler kullanır (Erdoğan vd., 2021). Bu yöntemlerin her birinin işlem hızı, yazılım ve ekipman maliyeti ve yakalanan verilerin doğruluğu gibi avantaj ve dezavantajları vardır.

Lazer tarama, çok sayıda üç boyutlu ölçümün kısa sürede toplanmasını sağlar. Yerel bir koordinat sisteminde yoğunluk değerleriyle birlikte bir nokta bulutu oluşturur; RGB değerleri gibi ek bilgiler genellikle dahili veya harici dijital kameralar tarafından sağlanır. Lazer tarama ile oluşturulan nokta bulutu kendi başına yararlı olsa da, yalnızca bir amaç için bir araçtır. Lazer tarama genellikle 2B kesitler, profiller, planlar ve 3B modeller oluşturmak amacıyla yüzey bilgilerini kaydetmek için kullanılır. Lazer tarayıcılar yerden çalışabilir veya bir uçağa entegre edilebilir. Birincisi yersel lazer tarama (YLT) olarak adlandırılırken, ikincisi havadan lazer tarama veya LiDAR olarak adlandırılır, ancak bu son terim yerden kullanılan lazer tarayıcıları içeren belirli bir çalışma prensibi için geçerlidir (English Heritage, 2008).

YLT, ölçüm aralığına veya çalışma prensibine göre sınıflandırılabilir: üçgenleme, uçuş süresi veya faz tabanlı. İlk durumda, cihaz nesnenin üzerine bir lazer deseni tutmakta ve lazerin nesne üzerindeki izdüşümünün yerini aramak için bir kameradan yararlanmaktadır. İkinci durumda, tarayıcılar iki olay (geri dönen darbeler) arasındaki bir zaman dilimini ölçmek için lazer darbelerinden yararlanır. İkinci prensip de zamana dayalı bir ölçüm prensibidir, ancak lazer ışınının gücünü modüle eder, böylece gönderilen ve alınan dalga formları arasındaki faz farkını ölçer (Lerma García vd., 2008).

Bazı tarayıcılar ölçülen noktaların rengini yakalayabilmekte ve taranan nesneyi çok daha iyi temsil eden nokta bulutları elde edebilmektedir. Bu nokta bulutlarından kaba bir 3B renkli model, her üçgen için köşelerinin rengi alınarak elde edilebilir. Bu, üçgenlerin büyüklüğü kadar bir çözünürlükte dokulu modellerin oluşturulmasını içerir. Diğer tarayıcılar, tarayıcıdan renk elde etmek için kullanılan nokta bulutuna göre doğrudan referanslı bir dijital kamera içerir. Bununla birlikte, bu entegre kameraların ana dezavantajı, düşük radyometrik ve geometrik çözünürlüklerinin yanı sıra yakın mesafe ölçümleri için verdikleri paralaksız renk değerleridir.

Bu teknolojinin arkeolojik verileri belgelemeye yönelik birçok özelliğine rağmen, lazer tarama tüm kayıt görevlerine bir çözüm sunmayacağı için bazı

diğer hususlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, her boyuttaki nesne ve peyzaj üzerinde sınırsız geometrik doğruluk ve bütünlük sağlamaz (Fidan vd., 2023) lazer tarayıcı doğruluklarının bir incelemesini vermektedir. Taramanın gerekli kalite seviyesine ulaşması da uzun zaman alabilir ve bir sahneyi birkaç saniye içinde kaydeden bir kameradan daha az çok yönlüdür. Ayrıca, maliyet, ulaşım sorunları ve ilgili veri yönetiminin karmaşıklığı ile birlikte zaman alıcı olması, bazı arkeolojik alanlarda ciddi pratiklik sorunlarına yol açmaktadır (English Heritage, 2008; Remondino & Campana, 2008). Tarayıcılar ayrıca çalışabilecekleri minimum ve maksimum aralıklara sahiptir. Bu aralıklar üreticiye bağlıdır ve bu nedenle seçilen cihaz, çalışılan alanın ve/veya nesnenin düzgün bir şekilde kaydedilmesi için çok önemlidir. Tüm bu özellikler, ölçme sürecinin önceden dikkatlice planlanmasını gerekli kılar - YLT teorisi ve uygulamasına ilişkin eksiksiz bir kılavuz örneğin Ulvi vd., (2019a,b) verilmiştir.

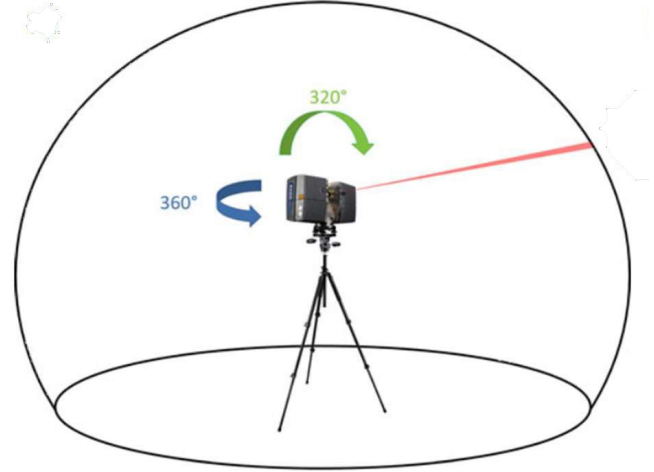
Bu çalışmada, tarihi yapılardan Hamidiye saatli çeşmesinin nokta bulutu verisini YLT yardımıyla üretilmesi ve yapının 3 boyutlu modeli oluşturulması gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Yerden veya havadan hızlı 3B ölçümler yapılmasına olanak sağlayan teknolojik gelişmelerden biri de yerel koordinat sisteminde yoğun nokta bulutları üretebilen lazer tarama yöntemidir. Ayrıca, dahili veya harici kameralar tarafından yapılan nokta bulutundaki noktalara Kırmızı-Yeşil-Mavi (RGB) değerleri verir. Lazer tarayıcılar uçağın içine monte edilebilir veya yerden kullanılabilir. Öge hakkında uzamsal bilgi sunmak için her bir atımın RGB değerleri ve X, Y ve Z koordinatları ortak bir koordinat sisteminde toplanır. Bir nesnenin yoğun nokta bulutlarını hızlı bir şekilde toplayan elektrikli bir cihaz, yer tabanlı bir lazer tarayıcıdır. Tarayıcının çalışma alanının ortasında dönen bir prizma lazerin dikey çizgisini yansıtır (Us vd., 2022). İncelenen nesneye çarptıktan sonra, lazer ışını lazer tarayıcı sensörlerine geri dönecek ve kaydedilecektir. Lazer tarayıcı, geri dönüş sinyalinden üç boyutlu noktaları hassas ve doğru bir şekilde hesaplar. Maksimum ölçebilme mesafesi prensiplerine göre iki tür yersel lazer tarayıcı vardır. İlki faz kayması/faz farkını karşılaştırarak mesafeyi ölçerken, ikincisi YLT ile hedef nesne arasındaki sinyalin uçuş süresini doğrudan ölçmektedir.

Modellemesi yapılan çalışmada Faro Focus 3D X330 cihazı kullanılmıştır (Şekil1). Cihazın çalışma prensibi sürekli yayılan ve alınan lazer ışınları üzerinde faz farklarını karşılaştırarak algılanan nesne

ile olan mesafeleri hesaplar. .bu şekilde cihaz sürekli nesnelere ışın dalgaları göndermektedir. Bu gönderimlerde zaman farkı oluşmakta ve Eşitlik 1'de verilen formül yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu eşitlikteki faz farkı $\Delta\theta$ ile gösterilirken sinüs dalgasının frekansı f ile gösterilir. Cihaz ile hedef nesne arasındaki mesafe Eşitlik 2 kullanılarak belirlenir.

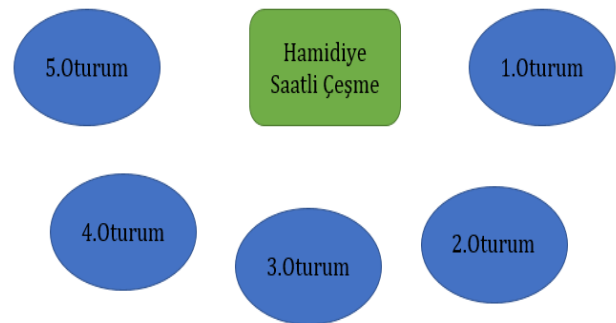


Şekil 1. Yersel Lidar tarama cihazı ve çalışma prensibi.

Bu lazer tarayıcı ± 2 mm hassasiyetle 60 cm ila 330 m mesafeyi tarayabilir. 976.000 noktaya kadar veri bir saniyede toplanabilir. Tablo 1'de cihazın teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Faro FocusS 350 özellikleri.

Tarama Mesafesi	0.6 m - 350 m
Çözünürlük	1/1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10, 1/16, 1/20, 1/32
Kalite	2x, 3x, 4x, 6x
Ölçüm Hızı	976.000 nokta/saniye
İç düzlük	± 1 mm
Ağırlık	4,2 kg
Boy	230x183x103mm



Şekil 2. Yersel Lazer tarayıcı konumları.

Saha araştırmasında mezar taşının etrafına beş istasyon noktası yerleştirilmiş ve tarama yapılmıştır (Şekil 2). Bu istasyon noktaları oluşturulurken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmuştur, çünkü amaç hedef nesnenin hassas ve kapsamlı verilerini elde etmektir.

Saha çalışmasının tamamlanmasının ardından veriler işlendi. Bu noktada, Scene adlı cihazın yazılımı toplanan verileri işledi. Verileri bütünleştirmek için nokta bulutundan nokta bulutuna (cloud to cloud) yöntemi kullanıldı. Füzyon işleminin hassasiyeti tamamlandığında $\pm 3,2$ milimetre içindeydi. Taranan eserin yanı sıra, nokta bulutu verilerinde çok sayıda gereksiz ve dağınık veri bulunmaktadır. Bu gereksiz veriler elimine edilmiştir.

3. Bulgular

Verileri elde etmek için 3B lazer tarama kullanan bir sistem kullanıldı. Türbeden veri toplamak için saniyede 976.000 nokta yakalayabilen FARO Lazer tarayıcı (Şekil 1) kullanılmıştır. Bu tarayıcının düşük ortam ışığında %90 yansıtıcı bir yüzeyde maksimum yakalama mesafesi 153 metredir. Faz farkı ölçüm konseptine dayanan bu teknoloji, 0,009 derece hassasiyetle yatay yönde 360 derece ve dikey yönde 320 derecelik daha geniş bir görüş alanı sunarak tam panoramik görüntülerin yakalanmasını sağlıyor. Beyazdan koyu griye yansımının neden olduğu sistematik mesafe yanlışlığı her 25 metrede ± 2 milimetredir.

Yapının kapsamlı bir 3B dokümantasyonunu oluşturmak için, bu tür yapıları (çeşmeleri) tek bir istasyondan kapsamak mümkün olmadığından, beş adet tarama istasyonu kullanılmıştır.

Bu proje için 1/5'lik bir tarama çözünürlüğü seçilmiştir. Seçilen çözünürlük, gürültü azaltma ve tarama aralığı, beklenen tarama süresini ve dosya boyutunu doğrudan etkiler. Tarama süresi ve dosya boyutu artan çözünürlükle birlikte artar. Cihazın maksimum tolerans sapma aralığı $\pm 15'$ 'dir. Bu nedenle, yüksek kalitede veri toplanmasını garanti etmek için lazer tarayıcıyı düzlemek çok önemlidir. Çeşme yapısının sadece ön yüzü için beş tarama istasyonu tarafından yapılmıştır (Şekil 2).

Taramada cihazın konumlandırılmasında yapı camii duvarı ile çok yakın olmasından dolayı sağ, sol ve ön cephe taramaları gerçekleştirilmiş, arka cephe taraması yapılamamıştır.

Tarihi çeşmenin taramasında yapılan ardışık oturumların ortak bölgeler içermesine dikkat edilmiş, bu ortak alanlar modelleme çalışmasında yeterli gelmiştir.

Tarama verilerini (5 tarama, 10.5 milyon nokta) birleştirmek için FARO Scene yazılımı kullanılmıştır. İnceleme sonucunda, renkli nokta bulutlarına dayalı bir 3B görselleştirme modeli oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Renkli nokta bulutunun 3B görselleştirilmesi a)Sol cephe görünümü b)Ön cephe görünümü c) Sağ cephe görünümü.

FARO tarayıcı teknolojisi ile fotoğraf cihazının sorunsuz bir şekilde birbirine bağlanma derecesi, görselleştirilen 3B renk modelinin kalitesini belirler. Görselleştirme içeriğinde, doku haritalamanın en zor sorun olduğu kanıtlanmıştır. Fotoğraflardan alınan

RGB verileri yanlış nokta bulutlarında karıştırıldığında yanlış renk detayı yorumlaması meydana gelir. Bunu önlemek için tarama, güneşin geliş açısına bağlı olarak öğleden sonra yapılmıştır.

4. Sonuçlar

Günümüzde 3B modellere ve görsel bilgilere hızlı ve uygun maliyetli bir şekilde sahip olmak çok önemlidir. Çeşitli nedenlerle 3B bilgileri kullanmak için büyük hacimli verilerin hızlı bir şekilde toplanması gerekir; bu durumlarda dijital fotogrametrik ve geleneksel jeodezik yaklaşımlar yetersiz kalır. Bu nedenle, nesnelerin geometrisini üç boyutlu olarak hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirebilen yersel lazer tarama teknolojisini kullanmak mümkündür. Bu yöntem, özellikle kültürel mirasın belgelenmesi ve inşasında işgücü, para ve zaman tasarrufu gibi önemli faydalar sağlamaktadır.

Tarama sırasında elde edilen nokta bulutlarının öge yüzeyinin fiziksel özelliklerine (doku, renk ve yansıtma) bağlı olarak değişebileceğini ve nesneyi doğru bir şekilde tasvir etmeyebileceğini akılda tutmak önemlidir.

Yersel lazer tarama yaklaşımının uygulanması yüksek kapasiteli bilgisayar donanımı ve lazer tarayıcı gerektirdiğinden pahalıdır. Doğruluk, kullanım kolaylığı, daha az personel ve zaman tasarrufu, başlangıç maliyeti yüksek görünse de kuruluş masraflarının fazlasıyla telafi edilmesini sağlar.

Kültürel miras alanlarının mekânsal dokümantasyonunda lazer taramanın önemli bir rolü olduğu ortaya çıkmıştır. Bu etkili teknolojinin yardımıyla, az bir saha çalışması süresinde önemli ve kesin mekânsal veriler toplanabilir. Lazer taramadan elde edilen veriler, kültürel miras veri tabanları için bilgi toplanmasında büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, hem bağımsız kameralarla geleneksel yakın mesafe fotogrametrisini hem de doğrudan tarayıcıya bağlı kameraları kullanan fotogrametri, çok önemli bir belgeleme tekniği olmaya devam etmektedir. Her iki yöntem de doku oluşturma ve özellik çıkarmaya yardımcı olabilese de, tarayıcıların erişmesi zor olan yüzeyleri kaydetmek için yakın mesafeli fotogrametri gereklidir. Ayrıca, lazer tarama sürecinde yüzey geçişinden veri toplamaya ve temizleme, ağ oluşturma, boşluk doldurma ve kayıt gibi tarayıcı temellerine kadar geliştirilmesi gereken bir dizi karmaşık işlem vardır. Lazer tarama kullanılarak yüksek kaliteli, görsel olarak yoğun veriler toplanabilir.

Yazarların Katkısı

Nisanur Aydoğan, Efsa Yiğit: Metodoloji, Saha Çalışması, Modelleme, Kontrol, Analiz, Yazım.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Campana, S., & Remondino, F. (2008). Fast and Detailed Digital Documentation of Archaeological Excavations and Heritage Artifacts, in: Posluschny, A., K. Lambers and I. Herzog (eds.), Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, Nisan 2-6, 2007 (Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte). Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn, 10, 36-42.
- Erdoğan, A., Kabadayı, A., & Akın, E. S. (2021). Kültürel mirasın fotogrametrik yöntemle 3B modellenmesi: Karabıyık Köprüsü Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 3(1), 23-27.
- Fidan, Ş., Ulvi, A., Yiğit, A. Y., Hamal, S. N. G., & Yakar, M. (2023). Combination of Terrestrial Laser Scanning and Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry for Heritage Building Information Modeling: A Case Study of Tarsus St. Paul Church. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 89(12), 753-760.
- Güler, O., & Erdem, O. A. (2014). Applying interactive 3D education and using stereoscopic 3D technology in vocational education. *International Journal of Informatics Technologies*, 7(3), 11.
- Heritage, E. (2008). *Conservation principles policies and guidance: For the sustainable management of the historic environment*. English Heritage. Nisan 2008,
- Kabadayı, A. (2021). Unmanned aerial vehicle usage in rough areas and photogrammetric data generation. *Advanced UAV*, 1(1), 8-14.
- Kabadayı, A. (2023). Kültürel Mirasın Dijital Arşivlenmesi: Emirci Sultan Türbesi ve Camii Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 5(2), 82-88.
- Kabadayı, A., & Erdoğan, A. (2023). İHA Fotogrametrisi Kullanarak Yozgat Çilekçi Türbesi'nin 3 Boyutlu Nokta Bulutu ve Modelinin Üretilmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 5(1), 29-35.
- Kabadayı, A., Kaya, Y., & Yiğit, A. Y. (2020). Comparison of documentation cultural artifacts using the 3D model in different software. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(2), 51-58.
- Lerma García, J. L., Van Genechten, B., Heine, E., & Santana Quintero, M. (2008). Theory and practice on terrestrial laser scanning. *Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia., Valencia, SPAIN*, 261.
- Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A. Y., & Kaya, Y. (2020). İha Ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilisenin 3b Modelinin Ve Nokta Bulutunun Elde Edilmesi. *Geomatik*, 5(1), 19-26.
- Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A., & Kaya, Y. (2019a). Arkeolojik Alanların Dokümantasyonunun Yersel Lazer Tarama Ve İha Teknikleri İle Elde Edilmesi:

- Konya Yunuslar Örneği. *TUFUAB 10. Teknik Sempozyumu*, Aksaray.
- Ulvi, A., Yiğit, A. Y., & Yakar, M. (2019b). Modeling of Historical Fountains by Using Close-Range Photogrammetric Techniques. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 1-6.
- Us, H., Köse, S., & Bıyık, M. E. (2022). Antik Mezar Taşlarının Yersel Lazer Tarama (YLT) Yöntemi ile Üç Boyutlu (3B) Belgelenmesi. *Türkiye Lidar Dergisi*, 4(1), 11-16.
- Yakar, M., Ulvi, A., Yiğit, A. Y., & Alptekin, A. (2023). Discontinuity set extraction from 3D point clouds obtained by UAV Photogrammetry in a rockfall site. *Survey Review*, 55(392), 416-428.
- Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2023). Dijital İkiz Oluşturmada Nokta Bulutlarına Dayalı Analiz. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 318-329.



© Author(s) 2024

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