

Farklı veri kaynaklarından üretilen 3B modellerin kıyaslanması; Diyarbakır Ulu camii Musalla taşı ve Güneş saati örneği

İlyas Aslan¹, Enis Kalaycı¹, Yunus Tektaş¹

¹Dicle Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Lidar,
Fotogrametri,
Iphone 13 pro,
Diyarbakır.

ÖZ

Teknolojinin gelişimi ile birlikte tarihi eserlerin aslına uygun şekilde ileriye dönük olarak kullanılması büyük önem arz eder. 3 boyutlu modelleme işlemlerinde birçok teknik kullanılmaktadır. Apple iPhone 13 Pro, verilerini iki farklı yöntemle belgeleyebilen güçlü bir el bilgisayarıdır. Bu çalışmada iki farklı yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde iPhone'un yersel lazer tarama ile Lidar sensörü kullanılmış, ikinci yöntemde ise iPhone'un fotoğraf özelliği ile yersel fotogrametri kullanılmıştır. Her iki yöntem de gerçek dünyadaki nesnelere veya ortamları analiz etmek, şekiller ve renkler hakkında veri toplamak için kullanılabilir. Toplanan verilerin analizi için dijital üç boyutlu nokta bulutları oluşturulmuştur. Bu çalışmada Diyarbakır ilinin Merkez Sur ilçesine bağlı Ulucamii avlusunda bulunan tarihi güneş saati ile musalla taşının modellenmesi konu edinilmiştir. Her iki obje iPhone 13 pro lidar sensörü ile tarandıktan sonra, iPhone 13 pro kamerası ile de fotoğraf çekilmiştir. Ayrı ayrı 3 boyutlu modellemeleri oluşturulmuştur. Lidar modellemesi için Cloud compare, yersel fotogrametri modellemesi için de Agisoft yazılımı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldıktan sonra, fotogrametri ile elde edilen verilerin lidar ile orta çıkan sonuçlardan daha doğru daha güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

Comparison of 3D models produced from different data sources; Diyarbakir Great Mosque Musalla Stone and Sundial Example

Keywords

Lidar,
Photogrammetry,
Iphone 13 pro,
Diyarbakır.

ABSTRACT

With the development of technology, it is of great importance to use historical artifacts in accordance with their originality. Many techniques are used in 3D modeling processes. The Apple iPhone 13 Pro is a powerful handheld computer that can document its data in two different ways. Two different methods were used in this study. In the first method, the Lidar sensor of the iPhone is used, and in the second method, the photo feature of the iPhone is used. Both methods can be used to analyze real-world objects or environments and collect data on shapes and colors. Digital three-dimensional point clouds were created for the analysis of the collected data. The first of our methods is terrestrial laser scanning with the iPhone 13 pro, and the second is terrestrial photogrammetry with photographs taken with the iPhone 13 pro camera. In this study, the modeling of the historical sundial and the musalla stone found in the courtyard of the Ulucamii in the Merkez Sur district of Diyarbakır province is the subject. After scanning both objects with the iPhone 13 pro lidar sensor, photos were taken with the iPhone 13 pro camera. Separate 3D models were created. Cloud compare was used for lidar modeling and Agisoft software was used for terrestrial photogrammetry modeling. After comparing the obtained results, it was determined that the data obtained with photogrammetry were more accurate and more reliable than the results obtained with lidar.

* Sorumlu Yazar (*Corresponding Author)

Kaynak Göster (APA) / Cite this;

* (ilyas.aslan@dicle.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-4388-6633
(enis.kalayci@dicle.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-4852-2783
(yunus.tektas@dicle.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-9857-0455

Aslan, İ., Kalaycı, E. & Tektaş, Y. (2022). Farklı veri kaynaklarından üretilen 3B modellerin kıyaslanması; Diyarbakır Ulu camii Musalla taşı ve Güneş saati örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 4(2), 52-57

Geliş Tarihi/Received: 25/10/2022; Kabul Tarihi/Accepted: 30/11/2022

1. GİRİŞ

Ülkemizin sahip olduğu birçok tarihi ve kültürel eserler itibariyle bünyesinde barındırdığı kültürel zenginlik ile önemli ölçüde bir potansiyellik söz konusudur [1]. Günümüz modern binalar çeşitli olaylara dayanacak şekilde tasarlanırsa da tarihi yapılar günümüze kadar birçok doğal veya insan kaynaklı zarar görmüştür. Değerli tarihi eserlerin geçmişten günümüze aktarılmasına yönelik mimari belgeleme çalışmaları, yapının yeniden inşası ve korunması için etkili ve kullanışlı bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır [2].

3B modelleme, verilerde mevcut olan bilgi miktarı, verilerin toplanması için geçen süre ve ulaşılabilir doğruluklar göz önüne alındığında daha kullanışlı hale gelmektedir. 3B veriler, onu toplayabilen teknoloji, yersel lazer tarama gibi teknolojiler nedeniyle pahalı bir maliyetle gelir. 3B modelleme yeteneklerinde büyümeye ve ilerlemeye devam eden teknolojilerle birlikte, cep telefonları veya tabletler gibi elde taşınan cihazlar son zamanlarda 3B modellemedeki potansiyellerini göstermektedir [3].

Fotogrametri bir mühendislik disiplini ve bu nedenle büyük ölçüde bilgisayar bilimi ve elektronik alanındaki gelişmeleri içinde barındırır. Bilgisayarların artan kullanımı fotogrametrinin gelişmesi ve kullanılması üzerinde büyük bir etkisi olmuştur ve olmaya devam edecektir (36-38). Bu özellikle şurada belirginleşir: analogdan analitik ve dijital yöntemlere geçiş aşamasıdır. Teknolojiler arasında her zaman boşluklar olmuştur. Bir yandan yapılan araştırmalar bir taraftan da yapılan uygulamalar ve üretilen ürünler birçok kuruluşta yer almaktadır. Bu ürünler büyük ihtimalle üniversiteler, araştırma enstitüleri gibi araştırma kuruluşlarıyla ve sanayi araştırma departmanlarında gerçekleştirilmektedir [4-15].

Light Detection and Ranging (LIDAR) teknolojisinin prensibinin ortaya çıkışı, lazer öncesi zamanlara kadar uzanır.1930'lu yıllarda hava yoğunluğu ölçmek için ilk girişimler yapıldı. Atmosferde yer alan saçılma yoğunluğunu belirleyerek projektör ışınlarının yükseklik bilgisi taranarak elde edilir [27].

Günümüzde LİDAR ölçümlerinde çalışma alanının büyüklüklerine göre, hava ölçümlü LİDAR (ALS), mobil ölçümlü LiDAR (MLS), yersel ölçümlü lazer tarama (TLS) veya hareketten yapı özellikli (SfM) gibi farklı teknikler yoğun nokta bulutları içerikli haritalama için kullanılmaktadır [15-26].

Yakın zamana geldiğimizde özellikle 2020 yılında piyasaya sürülen ve Apple firmasına ait olan iPad Pro tablet, iPhone12 Pro/Max cihazları LİDAR teknolojisini tüm kullanıcılarının hizmetine sunmuştur [15]. Bu cihazlarla özellikle hem iç mekânda hem de dış mekânda kullanılabilirlik özelliği kullanıcıların işini kolaylaştırmaktadır. Yersel Lazer Tarayıcılarına bakıldığında Apple firmasının kullandığı bu sensörler ile daha düşük maliyetli nokta bulutları, 3 boyutlu modeller hızlı harita üretilmesi çalışmalarında oldukça kolaylık sağlamaktadır [28].

2. ÇALIŞMA ALANI

Diyarbakır ilinin Merkez Sur ilçesinde bulunan İslam âleminin 5. Haremi şerifi olarak kabul edilen Ulu caminin bahçesinde yer alan tarihi güneş saati ile tarihi musalla taşı modellenmiştir.

Yaklaşık 850 yıl önce El Cezeri tarafından icat edilen güneş saati 1920'li yıllara kadar Dağkapı meydanında bulunuyordu. Korunması ve hasar görmemesi için Ulu caminin avlusuna getirilmiştir. Güneş saatinin mermeri çatladığından zarar görmesini engellemek için mermer etrafına dikdörtgen demir levha monte edilmiştir. Güneş saatinin mermer taşının ortasına demir bir çubuk yerleştirilmiş ve bu çubuk etrafını çevreleyen yarım ay şeklinde 12 adet çizgi çizilmiştir. Mermer üzerinde yer alan çubuğun gölgesi, 2 çizgi arasını 30 ya da 40 dakika civarında geçmektedir [29].

İnsanlar zamanı ölçebilmek için tarih öncesinden çok çeşitli araçlar kullanmıştır. İnsanlar tarafından güneşin her gün belirli zamanlarda doğup battığı fark edilmiştir. Güneşin doğuşunun ve batışının zamanını tespit etmek için çeşitli ölçme aletleri kullanmıştır. Zamanı ölçmek için tarihte kullanılan ilk güneş saati milattan 4000 yıl önce Mısırda keşfedilmiştir. Keşfedilen bu güneş saati bir düzlem üzerine konulan dik bir cismin gölgesinin zaman içerisindeki değişiminin ölçülmesi ile zamanın ölçülmesini sağlamıştı. Keşfedilen güneş saati gündüz ve açık havalarda çalıştığından güneşin olmadığı zamanları ölçememiştir [29].



Şekil 1. Güneş saati [18]

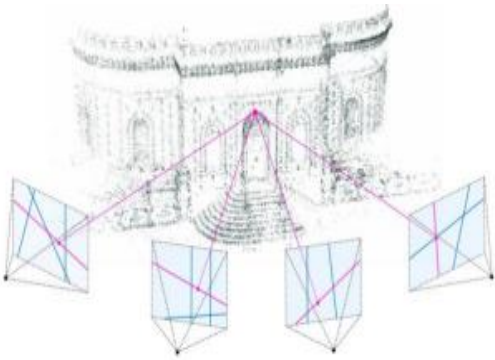
3 boyutlu modellenen diğer çalışma ise, yine aynı mevkide Ulu camii avlusunda bulunan tarihi musalla taşıdır. Yapılış tarihi kesin olarak bilinmemekle beraber, eskiden soğuk suyu muhafaza etmek için kullanıldığı halk arasında söylenmiş olup, şimdi ise kapatılıp musalla taşı olarak kullanılmaktadır.

3. YÖNTEM

Güneş saati ve musalla taşı nesnelere hem Fotogrametri hem de Lidar çalışmaları yapılmıştır.

Güneş saati için Lidar uygulaması, yaklaşık 5 dk boyunca Iphone 13 pro lazer sensör ile taranması gerçekleştirilmiştir. Musalla taşı ise toplamda 7 dk süre ile yine aynı cihaz ile 3 boyutlu modellemek üzere taranmıştır.

Her iki tarihi eser de Fotogrametri uygulaması Hareket tabanlı yapısal algılama (SfM) yöntemiyle aynı cihaz olan iPhone 13 pro kamera ile çekilmiştir. Hareket tabanlı yapısal algılama (SfM) olarak tanımlanan çoklu görüntü fotogrametrisi, fotoğraflar yardımı ile nesnelerin 2 boyutludan 3 boyutlu modele dönüştürme tekniği olarak bilinir [30-31].



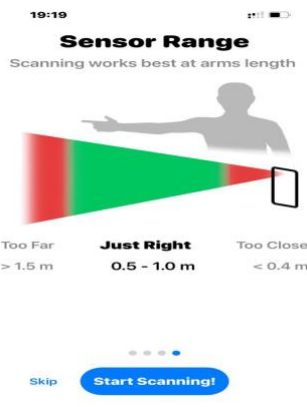
Şekil 2. SfM yöntemi [31]

Musalla taşı için toplamda 120 fotoğraf çekilmiş, güneş saati için ise 135 adet fotoğraf çekilmiştir.

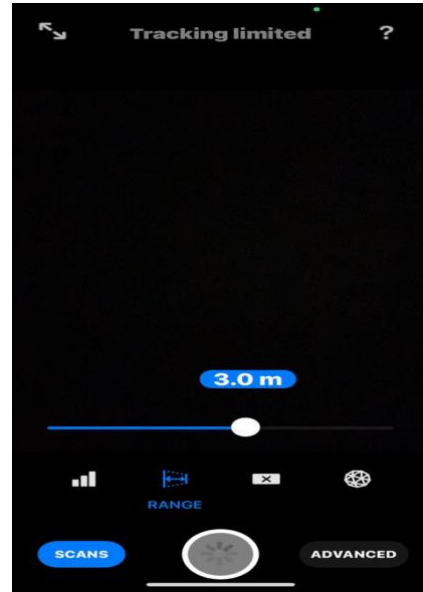
3.1. Lidar Sensör

Iphone 13 pro cihazının kendi içerisinde lazer taraması yapan programı bulunmamaktadır. O yüzden Apple store'da 3D Scanner adlı program indirildikten sonra istenildiği şekilde 3 boyutlu lazer tarama yapılabilmektedir.

Aşağıdaki şekil 3.2 ve şekil 3.3 te 3D scanner programı içerisindeki teknik özelliklere ait görüntüler mevcuttur. Şekil 3.2 de herhangi bir nesneyi taradığımız andaki en verimli tarama mesafesi aralığını göstermektedir. 0.5m-1 m aralığında en kaliteli nokta bulutu sayısı elde edilmekte ve en doğru ışın gönderme yapılabilmektedir [32].



Şekil 3. En kaliteli lidar tarama mesafesi aralığı [32]



Şekil 4. Nesne tarama mesafesi aralığı 1m-5m [33]

3.2. Kamera sensörü

iPhone 13 pro'daki kamera özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- 12 MP Pro kamera sistemi: Telefoto, Geniş ve Ultra Geniş kameralar
- 3x optik yakınlaştırma, 2x optik yakınlaştırma; 6x optik yakınlaştırma aralığı
- 15x'e kadar dijital yakınlaştırma
- LiDAR Tarayıcı yardımıyla Gece modunda portre çekimi
- Gelişmiş bokeh efekti ve Derinlik Kontrolü ile portre modu
- Altı efektli Portre Aydınlatması (Doğal, Stüdyo, Kontur, Sahne, Sahne Mono, High-Key Mono)
- Sensör tabanlı optik görüntü sabitleme (Geniş)
- Altı elemanlı lens (Telefoto ve Ultra Geniş); yedi elemanlı lens (Geniş)
- Yavaş Senkronizasyonlu Gerçek Tonlu Flaş Panorama (63 MP'ye kadar) [35].

4. BULGULAR

Diyarbakır Ulu cami avlusunda bulunan hem güneş saati hem de Musalla taşı nesnelere Iphone13 pro cihazı ile 3D modellenmiştir.

Fotogrametri ve Lidar ile modellenen tarihi eserler ile ilgili analizlerde Agisoft ve Cloud Compare yazılımlarından faydalanılmıştır.

4.1. Fotogrametrik analizler

Musalla taşı için çekilen fotoğraflar Agisoft programına yüklendikten sonra workflow sekmesinden sırasıyla align foto-bulid dense cloud işlemleri yapılarak 3D nokta bulutları oluşturulmuştur. Bu nokta bulutlarının sayısı 121,591 dir. Yoğun nokta bulutu(dense cloud nokta sayısı 11,334,874) işleminde sonra build mesh ile 3D model üretilmiştir. Ortaya çıkan üçgen modeldeki sayı 879,879 dur.

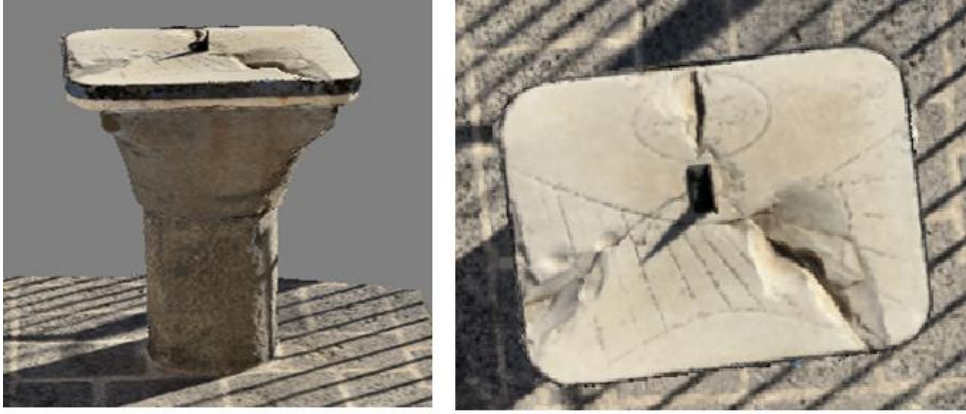


Şekil 5. Musalla taşı 3B fotogrametrik modeli

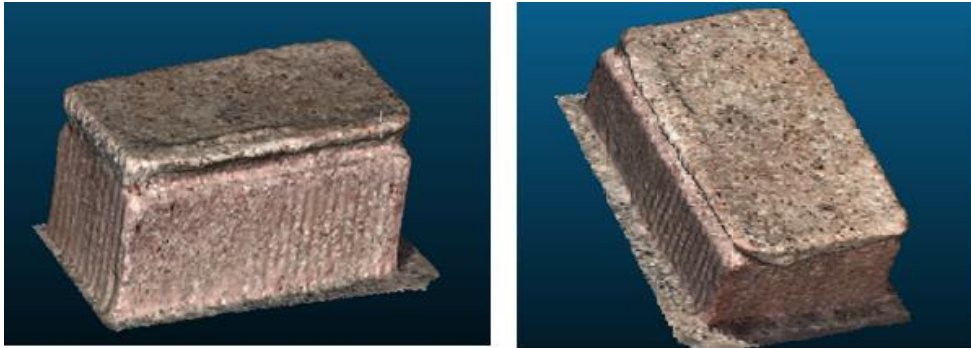
Güneş saati için oluşturulan görüntülerde aynı şekilde agisoft programına aktarılıp aynı işlemlerden geçmiştir. Burada elde edilen nokta bulutu sayısı ise 61,177 dir. Yoğun nokta bulutu elde edildikten sonra (5,029,277) oluşturulan 3 boyutlu modeldeki sonra üçgen sayısı 329,625 tir.

4.2. Lidar Tarama Analizleri

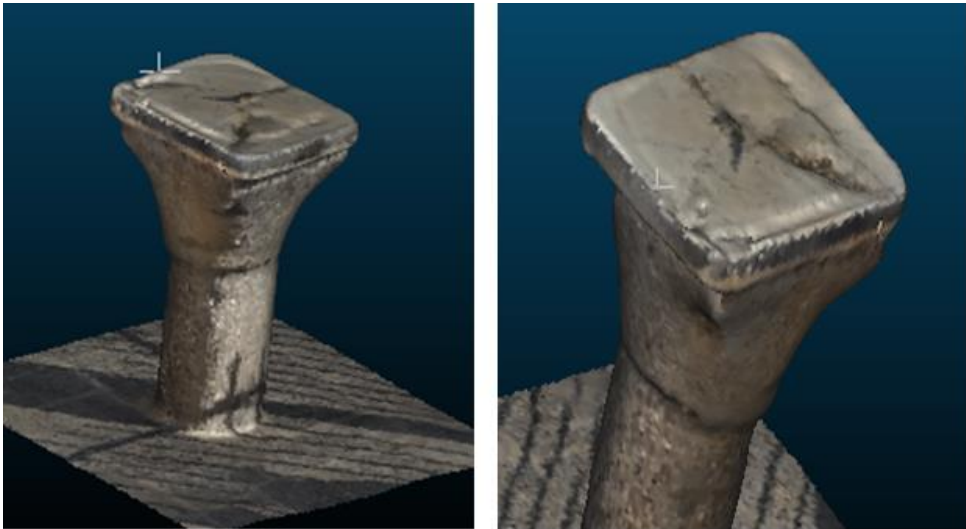
Iphone13pro cihazı ile taranan Musalla taşına ait lidar verisi .las formatında dışarı çıkarıldıktan sonra Cloud compare programına aktarılmıştır. Gereksiz oluşan nokta bulutları temizlendikten sonra elde edilen nokta bulutu sayısı 47,085 tir. Burada plugins komutundan poissonrecon ile 3 boyutlu model üretilmiştir. Oluşan üçgen sayısı ise 207,569 dur. Güneş saati lidar ile tarandıktan sonra cloud compare yazılımında Musalla taşına benzer şekilde işlemlerde geçip 3d modellenmiştir. Elde edilen nokta bulutu sayısı 34,367 dir. 3d model üretildikten sonraki üçgen sayısı 172,795 tir.



Şekil 6. Güneş saati 3B fotogrametrik modeli



Şekil 7. Musalla taşı 3B lidar modeli



Şekil 8. Güneş saati 3B lidar modeli

5. SONUÇLAR

Diyarbakır ili merkez Sur ilçesinde bulunan Ulu cami avlusundaki tarihi eserlerden olan Güneş saati ile Musalla taşı, hem fotogrametrik hem de lidar yöntemi ile 3 boyutlu modellenmiştir. Iphone 13 pro cihazı ile farklı nesnelere elde edilen üç boyutlu modelin iki farklı teknikteki neticeleri kıyaslandığında, Metrekarede nokta bulutu Lidara göre daha yoğundur. Verilerin toplanması ve işlenmesi ise daha uzun sürelidir. Cisim dışındaki alanlarda çok gereksiz nokta mevcut olmakla beraber, fotoğrafı çekilemeyen alanlarda nesne bütünlüğü bozulmaktadır. Lidarda ise nokta bulutu fotogrametriye göre daha azdır. Verilerin toplanması ve işlenmesi daha kısa sürelidir. Bununla birlikte pil sınırlaması daha fazladır. Az taranan bölgelerde de nesne bütünlüğü bozulmaktadır. Fotogrametri yönteminde çıkarılan nokta bulutu sayısının lidara göre çok daha fazla olması, 3 boyutlu model oluştuktan sonra da elde edilen üçgen sayısında her iki nesnede fotogrametri modellerinin üstünlüğü ve bunun neticesinde elde edilen görüntü netliğinde yine fotogrametrinin bariz şekilde üstün olması gösterir ki, iphone13pro kamerası ile elde edilen fotogrametrik model, yine iphone 13 pro lidar sensörü ile çıkarılan lidar modelden daha verimli ve daha yüksek kalitededir. Bununla beraber fazla hassasiyet gerektirmeyen çalışmalarda ve küçük objelerin modellenmesinde Lidarın kullanımı uygun olacaktır.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşit düzeydedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] Kültür ve Turizm Bakanlığı Resmi Web Sitesi. (2021). <https://www.ktb.gov.tr/>: Erişim Tarihi:03.02 .2022.
- [2] Kushwaha, S. K. P., Dayal, K. R., Raghavendra, S., Pande, H., Tiwari, S., Agrawal, S. & Srivastava, S. K. (2020). 3D Digital Documentation of a Cultural Heritage Site Using Terrestrial Laser Scanner—A Case Study. *In Applications of Geomatics in Civil Engineering*, 49-58.
- [3] Chase, P., Clarke, K., Hawkes, A., Jabari, S. & Jakus, J. (2022). Apple iPhone 13 Pro Lidar Accuracy Assessment for Engineering Applications. *Transforming Construction with Reality Capture Technologies*.
- [4] Zeybek, M., Şanlıoğlu, İ. & Genç, A. (2015). Yüksek Çözünürlüklü Yersel Lazer Tarama Verilerinin Filtrelenmesi ve Filtrelemelerin Heyelan İzlemeye Etkisi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 1(1-2), 11-20.
- [5] Doğan, Y. & Yakar, M. (2018). GIS and three-dimensional modeling for cultural heritages. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3 (2), 50-55.
- [6] Yakar, M. (2011). Using close range photogrammetry to measure the position of inaccessible geological features. *Experimental Techniques*, 35(1), 54-59.
- [7] Yakar, M. & Doğan, Y. (2017). Mersin Silifke Mezgit Kale Anıt Mezarı Fotogrametrik Rölöve Alımı ve Üç Boyutlu Modelleme Çalışması. *Geomatik*, 2 (1), 11- 17.
- [8] Yakar, M. & Doğan, Y. (2019). 3D Reconstruction of Residential Areas with SfM Photogrammetry. *Conference of the Arabian Journal of Geosciences, Hammamet, Tunisia*, 73-75.
- [9] Yakar, M. & Yılmaz, H. M. (2008). Kültürel miraslardan tarihi Horozluhan'ın fotogrametrik rölöve çalışması ve 3 boyutlu modellenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23(2), 25-33.
- [10] Yakar, M. & Yılmaz, H. M. (2008). Using in volume computing of digital close-range photogrammetry. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*.
- [11] Yakar, M., Uysal, M., Toprak, A. S. & Polat, N. (2013). 3D Modeling of Historical Doger Caravansaries By Digital Photogrammetry. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 5, W2.
- [12] Oruç, M. E. (2021). Küçük objelerin modellenmesinde videogrametri ve fotogrametri yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(2), 62-68.
- [13] Çelik, M. Ö., Yakar, İ., Hamal, S., Oğuz, G. M. & Kanun, E. (2020). SfM tekniği ile oluşturulan 3B modellerin kültürel mirasın belgelenmesi çalışmalarında kullanılması: Gözne Kalesi örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 22-27.
- [14] Yakar, İ., Çelik, M. Ö., Hamal, S. N. G. & Bilgi, S. (2021). Kültürel mirasın dokümantasyonu çalışmalarında farklı yazılımların karşılaştırılması: Dikilitaş (Theodosius Obeliski) Örneği. *Geomatik*, 6(3), 217-226.
- [15] Kabadayı, A. & Erdoğan, A. (2022). Application of terrestrial photogrammetry method in cultural heritage studies: A case study of Seyfeddin Karasungur. *Mersin Photogrammetry Journal*, 4(2), 62-67.
- [16] Alptekin, A. & Yakar, M. (2020). Kaya Bloklarının 3B Nokta Bulutunun Yersel Lazer Tarayıcı Kullanarak Elde Edilmesi. *Türkiye LİDAR Dergisi*, 2(1), 1-4.
- [17] Karataş, L., Alptekin, A. & Yakar, M. (2022). Creating Architectural Surveys of Traditional Buildings with the Help of Terrestrial Laser Scanning Method (TLS) and Orthophotos: Historical Diyarbakır Sur Mansion. *Advanced LiDAR*, 2(2), 54-63.
- [18] Karataş, L., Alptekin, A. & Yakar, M. (2022). Determination of Stone Material Deteriorations on the Facades with the Combination of Terrestrial

- Laser Scanning and Photogrammetric Methods: Case Study of Historical Burdur Station Premises. *Advanced Geomatics*, 2(2), 65-72.
- [19] Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoglu, O. (2010). Comparative Evaluation of Excavation Volume by TLS and Total Topographic Station Based Methods. *Lasers in Engineering*, 19.
- [20] Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoğlu, Ö. (2009). Hacim Hesaplamalarında Laser Tarama ve Yersel Fotogrametrinin Kullanılması, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara
- [21] Oruç, M. E. & Öztürk, İ. L. (2021). Usability of Terrestrial Laser Technique in Forest Management Planning. *Türkiye LiDAR Dergisi*, 3(1), 17-24.
- [22] Fidan, D., Oruç, M. E., Hamal, S. N. G. & Fidan, Ş. (2022). Tersine Mühendislik Uygulamalarında Yersel Lazer Tarayıcıların Kullanım Olanaklarının Araştırılması; Klasik Otomobiller Örneği. *Türkiye LiDAR Dergisi*, 4(1), 1-10.
- [23] Hamal, S. N. G., Sarı, B. & Ulvi, A. (2020). Using of hybrid data acquisition techniques for cultural heritage a case study of pompeipolis. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(2), 55-60.
- [24] Çelik, M. Ö., Hamal, S. N. G. & Yakar, İ. (2020). Yersel lazer tarama (YLT) yönteminin kültürel mirasın dokümantasyonunda kullanımı: Alman Çeşmesi örneği. *Türkiye LiDAR Dergisi*, 2(1), 15-22.
- [25] Sarı, B., Hamal, S. N. G. & Ulvi, A. (2020). Documentation of complex structure using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetry method and Terrestrial Laser Scanner (TLS). *Türkiye LiDAR Dergisi*, 2(2), 48-54.
- [26] Kaçarlar, Z. & Hamal, S. N. G. (2021). Küçük Objelerin Üç Boyutlu (3B) Modellenmesinde Yersel Lazer Tarama (YLT) Tekniği. *Türkiye LiDAR Dergisi*, 3(2), 65-70.
- [27] Mehendale, N. & Neoge, S. (2020). Review on Lidar Technology. Available at SSRN 3604309.
- [28] Luetzenburg, G., Kroon, A. & Bjørk, A. A. (2021). Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro LiDAR for an Application in Geosciences. *Scientific Reports*, 11(1):22221.
- [29] URL-1 <https://www.risalehaber.com/tarihi-ulu-camideki-8-asirlik-gunes-saati-zamani-gostermeye-devam-ediyor-428311h.htm> Erişim Tarihi: 10.10.2022.
- [30] URL-2 <https://www.kulturportali.gov.tr/medya/fotograf/fotodokuman/5764/diyarbakir-ulu-cami>. Erişim tarihi: 12.10.2022.
- [31] Dellepiane, M., Dell'Unto, N., Callieri, M., Lindgren, S. & Scopigno, R. (2013). Archeological excavation monitoring using dense stereo matching techniques. *Journal of Cultural Heritage*, 14(3), 201-210.
- [32] Magnani, M., Douglass, M. & Porter, S. T. (2016). Closing the seams: resolving frequently encountered issues in photogrammetric modelling. *Antiquity*, 90(354), 1654-1669.
- [33] Geppert, M., Larsson, V., Speciale, P., Schönberger, J. L. & Pollefeys, M. (2020). Privacy preserving structure from-motion. *In European Conference on Computer Vision*, 333-350.
- [34] Aslan, İ. & Polat, N. (2022). Availability of Iphone 13 Pro Laser Data in 3D Modeling. *Advanced LiDAR*, 2(1), 10-14.
- [35] URL-3 <https://www.apple.com/tr/iphone-13-pro/specs/> Erişim tarihi: 08.10.2022.
- [36] Yılmaz, H. M., Yakar, M. & Yıldız, F. (2008). Digital photogrammetry in obtaining of 3D model data of irregular small objects. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 125-130.
- [37] Yakar, M., Yıldız, F. & Yılmaz, H. M. (2005). Tarihi Ve Kültürel Mirasların Belgelemede Jeodezi Fotogrametri Mühendislerinin Rolü. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 10.
- [38] Yılmaz, H. M. & Yakar, M. (2000). Yersel fotogrametrinin kullanım alanları. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1.

