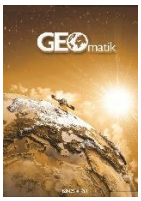
Geomatik

https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik

e-ISSN 2564-6761



Taşınır ve taşınmaz kültür varlıklarının yeni nesil LiDAR sensörlü tablet bilgisayar ile belgelenmesi

Adem Yurtsever[*1]

[1]*Üniversite, Anadolu Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye*

Anahtar Kelimeler
LiDAR Tarama
Şarhöyük/Dorylaion
Kültür Varlıkları Belgeleme
Tablet Bilgisayar

Araştırma Makalesi
Geliş:24.11.2022
Revize:01.02.2023
Kabul:07.02.2023
Yayınlanma:15.02.2023

Öz

Son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak tablet bilgisayarlarda hızlı bir gelişim ve dönüşüm yaşanmaktadır. Teknolojik gelişmeler bu bilgisayarlara yeni ve farklı özellikler kazandırmaktadır. Bu yeni ve farklı özelliklerden biri de LiDAR sensöre sahip tablet bilgisayarlardır. LiDAR (Light Detection and Ranging), ışık tespiti ile uzaklık algılayan yeni nesil bir teknolojinin adıdır. Arkeolojik alanlarda LiDAR belgelemenin yapıldığı önemli çalışmalar vardır ve bu çalışmalarda büyük ölçekteki yapılar uzun soluklu tarama işleminin ardından çalışılabilmiştir. Özellikle taşınmaz kültür varlığı olan Roma Dönemi büyük ölçekli yapılarının LiDAR ile taranması sayesinde hata payı çok az olan ölçüler elde edilmiş, bunun sonucunda oldukça başarılı yayınlar ortaya çıkmıştır. LiDAR teknolojisinin tablet bilgisayar ile buluşması ile uzun ve zahmetli bir belgeleme sürecinin yerine bu teknoloji sayesinde çok daha kısa sürede ve çok daha başarılı sonuçlar doğurabileceği fikri doğmuştur. Bu çalışmada arkeolojik bir kazı alanı, kazı alanındaki ve farklı bir alandaki taşınmaz kültür varlığı, arkeolojik küçük buluntu örnekleri LiDAR sensörlü tablet bilgisayar (iPad Pro) ile belgelenmiştir. Bu belgelemenin sonuçları, söz konusu teknolojinin faydaları ve eksik kalan kısımları ilk defa bu çalışmada sunulacaktır.

Documentation of movable and immovable cultural heritage with new generation LiDAR sensor tablet computer

Keywords
LiDAR Scan
Şarhöyük/Dorylaion
Cultural Heritage Documentation
Tablet Computer

Research Article
Received:24.11.2022
Revised:01.02.2023
Accepted:07.02.2023
Published:15.02.2023

Abstract

In recent years, there has been a rapid development and transformation in tablet computers depending on the developing technology. Technological developments bring new and different features to these computers. One of these unique and additional features is tablet computers with LiDAR sensors. LiDAR (Light Detection and Ranging) is the name of a new generation technology that detects distance with light detection. There are essential studies in which LiDAR documentation has been done in archaeological areas, and large-scale structures can be studied after long-term scanning. Thanks to the LiDAR scanning of large-scale Roman Period buildings, which are immovable cultural assets, measurements with a very low margin of error were obtained. As a result, very successful publications emerged. With the meeting of LiDAR technology with the tablet computer, the idea was born that a long and troublesome documentation process could lead to much more successful results in a much shorter time thanks to this technology. In this study, an archaeological excavation site, immovable cultural assets in the excavation area, and a different location, small archaeological finds were documented with a LiDAR sensor tablet computer (iPad Pro). The results of this documentation, the benefits, and deficiencies of this technology will be presented for the first time in this study.

[*]**Sorumlu Yazar**

[*](yurtsever.adem@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-6727-9873

https://doi.org/10.29128/geomatik.1209701

Kaynak Göster (APA)

Yurtsever, A. (2023). Taşınır ve taşınmaz kültür varlıklarının yeni nesil LiDAR sensörlü tablet bilgisayar ile belgelenmesi. *Geomatik, 8(2), 200-207*

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler son yıllarda önemli bir ivme kazanmıştır. Bu gelişmeler genel anlamda her alanda gerçekleşmeye devam etmektedir ve arkeoloji bilimi de bu gelişmelerden uzunca bir süredir faydalanmaktadır. Multidisipliner bir bilim dalı olarak arkeolojinin teknolojik gelişmelerden kendini soyutlayamayacağı açıktır (Karataş ve ark., 2022a; Kanun ve ark., 2019). Bu nedenle arkeologların yeni çıkan ve arkeolojik alanların belgelenmesi için uygun olan her bir teknolojik unsuru zaman içerisinde kullandıkları bilinmektedir. Arkeoloji biliminin yeniliklere açık olması ve kendini bu yeniliklere hızlı bir şekilde adapte etmesindeki önemli etkenlerden biri kültür varlıklarının mümkün olan en iyi şekilde belgelenmesi ve gelecek kuşaklara en iyi biçimde aktarılmasının gerekliliğidir (Karataş ve ark., 2022b).

LiDAR teknolojisinin genel kullanım şemasında başlıca unsur uzaktan algılama sistemidir (Alptekin ve Yakar, 2021). Bu uzaktan algılama sistemi sayesinde arkeolojik alanların belgeleme çalışmaları yapılabilmekte, hata payı çok düşük oranlarda yükseklik, genişlik ve derinlik ölçüleri elde edilebilmektedir (Karataş ve ark., 2022c). Dahası, bu tarama çalışmaları sayesinde 3B modellemeler ve çeşitli teknik çizimler elde etmek de mümkündür.

Son yıllarda LiDAR tarama yöntemi ile belgelenmiş önemli taşınmaz kültür varlıklarının yayını yapılmıştır (Karabacak & Yakar, 2022). Bu çalışmalara güzel bir örnek Ephesos antik kentindeki Kuretler Caddesi üzerinde yer alan ve Hadrianus Tapınağı olarak bilinen yapı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yapı ve yapı elemanları LiDAR sensörlü makinalar ile taranmış, buradan oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca taranan yapı elemanlarının önemli bir kısmı tekrar çizilmeksizin doğrudan tarama çıktısı olarak söz konusu yayında kullanılmıştır (Quatember, 2017). A. Yurtsever'in Side antik kentindeki çalışmasında kentin gymnasium yapısı ve yapının mimari elemanları LiDAR ile taranmış, bu çalışmada hem LiDAR çıktıları hem de geleneksel belgeleme yöntemleri birlikte kullanılmıştır (Yurtsever, 2021). Son olarak, M. Kadıoğlu, Nysa antik kentindeki Gerontikon yapısının belgelemesinde bu teknolojiyi kullanmış ve sonrasında mimari belgeleme noktasında son derece başarılı bir yayın ortaya koymuştur (Kadıoğlu, 2014). Burada belirtilen çalışmalarda ve diğer önemli bazı saha araştırmalarında ağırlıklı olarak Yersel Lazer Tarayıcılar kullanılmıştır (Güngör, 2022; Balcı, 2022; Karataş ve Menteşe, 2022; Fidan & Ulvi, 2022).

Belirtilen çalışmaların ortak niteliğine bakıldığında hepsi anıtsal ölçekteki taşınmaz kültür varlıklarının belgelenmesinde kullanılmıştır. Küçük ölçekli kültür varlığının veya bir arkeolojik kazı alanının yeni nesil LiDAR sensöre sahip tablet bilgisayar ile belgelendiği örnekler ise henüz yoktur veya yayınlanmamış değildir. Bununla birlikte son bir araştırmada LiDAR sensörlü tablet bilgisayardan elde edilen veriler Yersel Lazer Tarayıcılar ile karşılaştırılmış, bunun sonucunda tablet bilgisayardaki uygulamalardan elde edilen verilerin özellikle kapalı alanlarda iyi sonuçlar verdiği, +/- 1,5 cm karesel ortalamaya kadar hata payı gözlendiği tespit edilmiştir (Kuçak ve ark., 2023; Zeybek & Ediz, 2022).

Son beş yılda LiDAR sensöre sahip tablet bilgisayar ve telefonlar hayatımıza girmiş durumdadır. Bu teknolojinin kolaylıkla taşınabilir olması ile arkeolojik alan yönetimi için yeni bir belgeleme yöntemi de arkeoloji disiplini içine dahil olacaktır. Her ne kadar eski, bilindik, belgeleme yöntemlerinin kullanımı devam edecek olsa da bir şekilde bu yeni teknolojinin de arkeolojik alan yönetimi içinde kendine yer bulacağı açıktır (Karataş ve Menteşe, 2022). Bu çalışmanın amacı da bir LiDAR sensöre sahip taşınabilir tablet bilgisayar ile arkeolojik kazı alanının yanı sıra taşınabilir ve taşınamaz kültür varlıklarını belgelemektir. Bu doğrultuda ilk defa belirtilen alet ile arkeolojik bir kazı alanı, mimari ve seramik buluntular gibi farklı kültür varlıklarının belgelemesi yapılmıştır. Çalışmanın üzerinde yoğunlaştığı önemli bir nokta söz konusu yeni teknolojinin arkeolojik alanlardaki kullanılabilirliği hakkındadır. Burada belgelemenin ne derecede doğru ya da yanlış sonuçlar verdiği, arkeolojik alan yönetiminde uygulanabilirliği, güçlü ve zayıf yönleri tartışılacaktır.

2. Malzeme ve Yöntem

Uygulamanın yapıldığı malzeme grubunun çeşitlilik göstermesine özen gösterilmiştir. Burada amaç her bir kültür varlığı için elde edilen sonuçların paylaşılması, bu sayede verimliliğin hangisinde ve ne derece iyi olduğunu ortaya koymaktır. Özellikle bir kazı alanı ve buradan ele geçen buluntuların seçilmesindeki etken bu alanlarda kültür varlıklarının belgelemesinin son derece önemli olmasıdır. Ayrıca kazı alanları belgeleme çalışmalarının acil yapılması gerekli alanı olarak da öne çıkmaktadır. Çünkü kazının kendisi de bir tahribat olduğu için ortaya çıkarılan alanın en iyi şekilde belgelenmesi ve hızlıca korumaya alınması gerekmektedir. Söz konusu sebeplerden dolayı bir kazı alanı ve buluntularının belgelenmesi yöntemi seçilmiştir. Bu doğrultuda belgelenen kazı alanının ölçüleri ve ne kadar süre içinde belgelendiği metin içinde paylaşılmıştır. Ayrıca yine arkeolojik kazı çalışmasından ele geçmiş bir *pithos* ele alınmıştır.

Önceki paragrafta belirtilen örnekler dışında ise Anadolu Üniversitesi kampüsü içerisinde korunmakta olan bir lahit, sütun, yazıtlı bir blok ve bir altar üzerinde çalışılmıştır. Belirtilen malzeme grubunun tercih edilmesindeki önemli bir etken yüzey araştırmalarında sıklıkla karşılaşılabilecek niteliğinin olmasıdır. Böylece LiDAR sensörlü tablet bilgisayarların bu alandaki verimliliği ölçülmüştür. Dahası malzeme grubu için QR kod oluşturulmuştur. Bu kodların okutulması ile LiDAR sensörlü tablet bilgisayarın (iPad Pro) taramasından elde edilen 3B videolar izlenebilecektir.

Belgeleme sürecinde uygulanan metotta çeşitli aplikasyon ve programların birlikte kullanılması kaçınılmaz olmuştur (Korumaz ve ark., 2011). Çalışmada pek çok farklı uygulama üzerinde araştırma yapılmış, bu uygulamalar içinde belgeleme için en verimli olabilecek niteliğe sahip olanı tercih edilmiştir. Dolayısı ile bu çalışmada PolycamPro uygulaması kullanılmış, buradan alınan uzantı çıktıları ise AutoCAD ve ReCAP programlarında işlenmiştir. Tarama işleminde PolycamPro uygulaması ile elde edilen ham veri hem uygulamanın kendi işlemleri hem de AutoCAD ve ReCAP

programlarından elde edilen çıktılar üzerinde işlenmiştir. Çalışmada arkeolojik materyallerin niteliği ele alınmamıştır. Doğrudan ve sadece belgeleme ve buradan elde edilen çıktılar üzerine yoğunlaşmıştır.

3. Arkeolojik Bir Kazı Alanı Üzerinde Çalışma

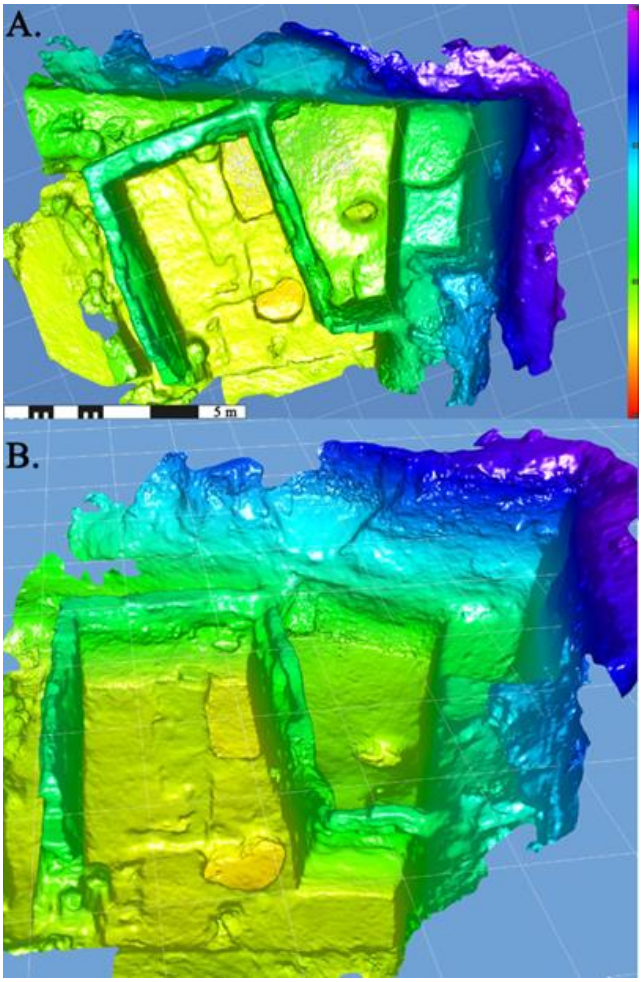
3.1. Şarhöyük/Dorylaion kazı alanı

Eskişehir kent merkezinin 2 km kuzeyindeki Şarhöyük/Dorylaion antik kentinde, höyüğün yamacında önemli bir Hellenistik Döneme ait tabaka kazısı gerçekleştirilmektedir. Söz konusu tabaka kazılarında bir mekân ortaya çıkarılmış ve mekâna araştırma başkanı tarafından "Lysimakhos Evi" adı verilmiştir. Bu adlandırma tamamı ile mekânın tarihlendirilmesi ile ilgilidir ve buradan çıkan malzemeler detaylı olarak yayınlanmıştır (Baştürk, 2018; Baştürk, 2021; Baştürk, 2022). Söz konusu alanın arkeolojik niteliğinden ziyade çalışmada elde edilen tarama verilerinin tanıtılması amaçlanmaktadır. Bu nedenle metnin devam eden bölümü LiDAR sensörlü tablet bilgisayardan elde edilen sonuçlara odaklanmıştır.



Şekil 1. Lysimakhos Evi olarak tanımlanan kazı alanının taraması ile elde edilen renklendirilmiş nokta bulutu. ReCAP programı ile perspektifli ve perspektifsiz olarak görünüşü.

Arkeolojik bir kazı alanının belgelemesi son derece önemlidir. Belgeleme çalışmaları hem alanın ileriki yıllarda korunmasına olanak sağlayacak hem de yapılacak yayın çalışmalarındaki düşünceleri önemli derecede temellendirecektir (Kanun ve ark., 2022). Bu nedenle doğru bir metodoloji ile yapılan iyi bir belgeleme hem okuyucu hem de araştırmacı için araştırılan alanın niteliğinin iyi bir şekilde tanıtılmasında dikkate değerdir. Burada LiDAR sensörlü tablet bilgisayar ile belgelenen arkeolojik alan yaklaşık 35 m²'lik bir alanı kapsamaktadır ve çalışma toplamda beş dakikadan az sürmüştür. Tüm veriler bu beş dakikalık tarama sonuçlarından elde edilmiştir. Öncelikle uygulamanın sağladığı LiDAR ölçümlerinden bir nokta bulutu elde edilmiştir (Şekil 1).

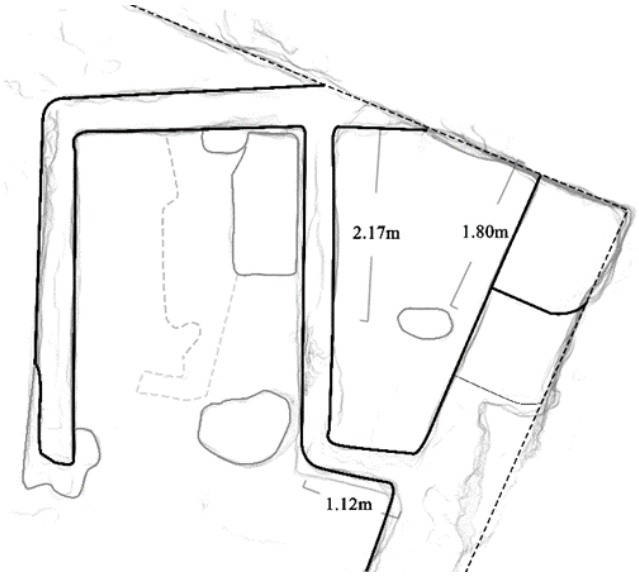


Şekil 2. ReCAP programı ile kazı alanının yükseklik seviyelerinin renklendirilmesi. **A:** Perspektifsiz görünüş. **B:** Perpektifli görünüş.

Söz konusu nokta bulutundan x,y,z formatında çıktı alınmış ve nokta bulutu üzerinde ReCAP programı ile çalışılmıştır. Bu çalışmada kazı alanının perspektife girmeyen bir ortofoto görüntüsü elde edilmiştir. Bununla birlikte aynı program ile tüm alanın yükseklik mesafelerini gösteren bir renk grafiğini de elde etmek mümkündür. Her bir renk eşit veya farklı yükseklik mesafelerini sunmaktadır. Aynı renk tonları yüksekliğin bu noktada eşit olduğunu göstermektedir. Bu da düz bir zemin anlamına gelmektedir. Kullanılan uygulama yükseklik ve derinliği ilk tarama noktasından başlayarak algılamakta ve çıktılar bu şekilde elde edilmektedir. Burada yüksekliğin sadece hareket noktasına göre elde edilebiliyor olması bir eksikliktir. Doğru bir sonuç elde

etmek için ReCap programında açılan nokta bulutu üzerine daha önceden alınan x,y,z koordinatlarının "updata origin" kısmına girilmesi gerekmektedir. Böylece arazinin her bir alanının deniz seviyesine olan mesafesi, yükseklik ve alçak noktaları herhangi bir veri kaybı yaşanmaksızın belgelenmiş olacaktır. Kazı alanın nokta bulutu üzerinden renklendirilebiliyor olmasının yanı sıra perspektif ve plan görünüşlerinin elde edilebilmesi ayrıca önemlidir (Şekil 2).

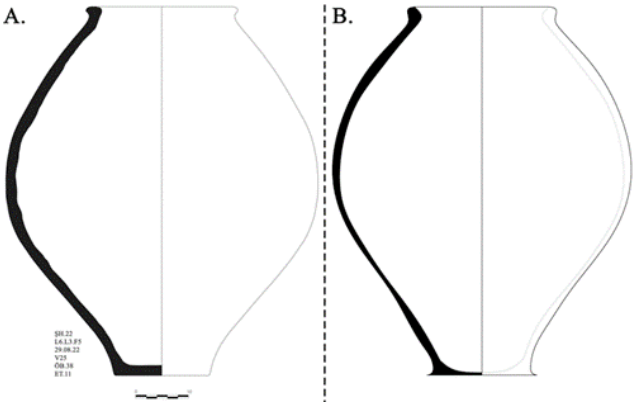
Kazı alanın tarama işlemi sonrasındaki tüm teknik çıktılar, programa uygun uzantılar, PolycamPro uygulaması ile elde edilmiştir. Burada uygulamanın tarama verilerinden yola çıkarak ve otomatik olarak bir yapı planı oluşturduğunu ve bu plan üzerine mesafe ölçülerinin yine otomatik olarak yerleştirildiği görülmektedir. Kazı alanında totalstation ve elle yapılan kontrollerinde ölçülerin büyük oranda doğru olduğu, bazı noktalarda + / - 2 cm mesafelik bir fark tespit edildiği görülmüştür. Ayrıca uygulama AutoCAD uzantılı çıktı da sunmaktadır ve araştırmacı isterse nokta bulutunu AutoCAD ile açarak alanın çizimini yapabilir. Belirtmek gerekir ki elde edilen nokta bulutundan sağlanan verilerin bu niteliği ile oldukça yararlı olduğu açıktır. Beş dakikadan daha az süren bir tarama işlemi sonucunda elde edilen 3B video ise araştırmacıların bu alanda yapacakları sunum, tanıtım ve anlatımlara büyük katkı sağlayacaktır (Şekil 3; QR Kod 1). Tüm bu çıktılar oldukça önemlidir, çünkü bu çalışma ile arkeolojik kazı alanının sağlıklı bir şekilde belgelenmesinin yanı sıra o alanda sorumlu kişiler araziyi her yönüyle okuyabileceklerdir. Aynı kazı alanında 2022 yılı içerisinde gerçekleştirilen arkeolojik kazı çalışmalarında bir *pithos* ele geçmiştir. LiDAR sensörlü tablet bilgisayar ile bu *pithos* için de bir tarama uygulaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. PolycamPro uygulamasının otomatik olarak tarama verileri üzerinden oluşturduğu plan çıktısı.

*Pithos*un tarama işlemi için açık bir alan tercih edilmiş, herhangi bir şekilde yapay ışık kullanılmamıştır. Tarama esnasında düz bir alan üzerine yerleştirilen *pithos*un etrafında 360 derece dönülmüştür. *Pithos*un üst yüzeyinden de mümkün olduğu kadar tarama alınmıştır, ancak burada tablet bilgisayarın ölçülerinden dolayı *pithos*un iç kısmına girilememiş, dolayısı ile tarama işlemi iç kısmı için gerçekleştirilememiştir. İşlem tamamlandığında dış yüzeyi oldukça iyi görülen bir 3B video ile iyi bir dış profil görüntüsü elde edilmiştir. Burada iç kısmının taranamamış olması nedeni ile cidar kalınlığı tespit edilememiştir. Tarama verilerinden yola çıkarak bir teknik çizim yapılmış, bu çizim *pithos*un geleneksel seramik çizim yöntemi kullanılarak yapılan çizim ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırmada, LiDAR taraması çıktılarında toplam yükseklik 70 cm ve gövdenin toplam genişliği 59 cm'dir. Her iki belgelemeden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında ölçülerin birbiri ile tutarlı olduğu anlaşılmıştır. Bu önemlidir, özellikle kabın gövdesinin tam oval olmayan formu LiDAR taramasında çok iyi görülebilmektedir. Buna karşın, LiDAR taramasında özellikle kaidenin formu ve buradaki cidar kalınlığı iyi sonuç vermemiştir. Tarama sonucunda elde edilen nokta bulutundan kesit alınarak oluşturulan seramik çiziminde eğer kabın iç kısmı taranabilseydi çok daha iyi bir sonuç elde edilecekti. Ayrıca, *pithos*a ait çizimlerdeki özellikle kaide bölümüne bakılırsa geleneksel yöntemin çok daha iyi sonuç verdiği görülecektir. Burada en azından kabın dış formu hızlıca belgelenebilir, eksik kısımlar geleneksel yöntemde kullanılan teknik çizim ile tamamlanabilir (Şekil 4; QR Kod 2).



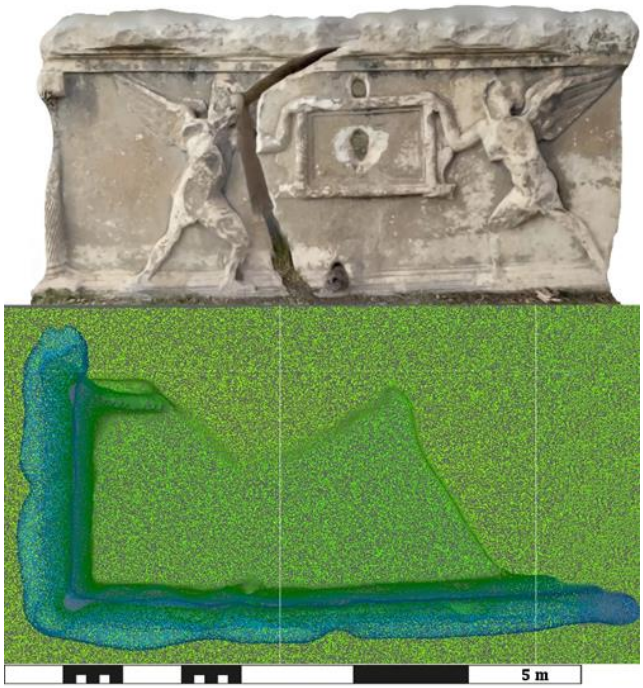
Şekil 4. *Pithos*a ait çizim. **A:** *Pithos*un geleneksel belgeleme yöntemi ile yapılan teknik çizimi. **B:** LiDAR tarama çıktıları üzerinden yapılan teknik çizim.

3.2. Farklı örnekler ile kültür varlıkları üzerinde belgeleme

Bu bölüme kadar arkeolojik bir alan ile o alandan ele geçen buluntuların belgeleme süreci değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise Anadolu Üniversitesi Kampüsü içerisinde yer alan ve bir alanda toplanmış çeşitli Roma Dönemi arkeolojik materyalleri üzerindeki tarama çalışması ele alınacaktır. Çalışmanın sonuçları ve etkisini daha iyi aktarmak adına arkeolojik alanlarda sıklıkla karşılaşılan kültür varlıkları üzerinde çalışma yapılmıştır. Bu bakımdan inceleyeceğimiz ilk örnek bir lahittir.

Lahit bir uzun ve bir kısa cephesi ile iki parça halinde korunmuş, diğer bölümleri ise kırık ve eksiktir. Özellikle sağlam olan cephesi üzerinde merkezde bir *tabula ansata* ve onu çevreleyen iki Nike figürü yer almaktadır. Figürler üstte ve altta yer alan profil ile sınırlandırılmış, kısa kenarlarda ise sütunlar ile çevrelenmiş olduğu anlaşılmaktadır.

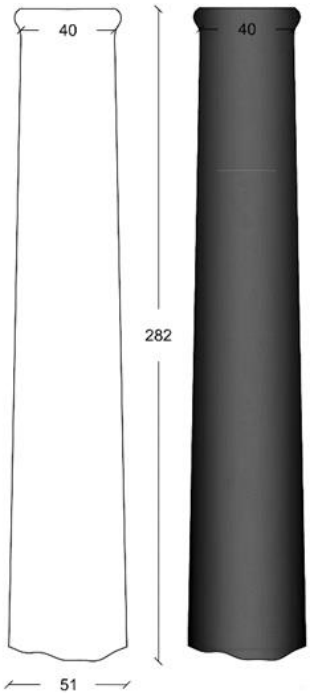
Tarama çıktılarından elde edilen ölçülere göre genişlik 2,55 m, derinlik 1,30 m, yükseklik ise 1,13 m olarak tespit edilmiştir. Alanda yapılan kontrol çalışmalarında bu ölçülerde herhangi bir hatanın olmadığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte, PolycamPro uygulaması üzerinden lahdin 3B videosu ve nokta bulutu elde edilmiştir. Nokta bulutu ile oluşturulmuş üst görünüş ve uzun cephenin bir ortofotosu sağlanmıştır. Bu veriler söz konusu lahdin belgeleme sürecine katkı sağlayacak niteliktedir. Lahdin tarama ile elde edilen nokta bulutu üzerinden teknik çizimi yapılabilir. Bununla birlikte, açık havada, güneş ışığı altında ayrıca bir çalışma gerçekleştirilmiş, burada elde edilen verilerin iyi sonuç sağlamadığı anlaşılmıştır (Şekil 5; QR Kod 3).



Şekil 5. Lahit için hazırlanmış AutoCAD nokta bulutu ve üstte ReCAP programından elde edilmiş ortofoto görüntüsü.

Lahit dışında ise yine aynı alanda bulunan bir sütun belgelenmiştir. Sütun yere yatılı pozisyonda olduğu için tek bir yüzeyi taranabilmiştir. LiDAR taraması ve ReCap programından elde edilen ölçülere göre yükseklik 2,82 m ve kırıldığı noktadaki genişliği 51 cm'dir. Hem RaCAP programı hem de PolycamPro uygulamasının sunmuş olduğu ölçülerin yapılan kontrollerde doğru sonuç verdiği anlaşılmıştır. Burada tarama verileri üzerinde farklı bir çalışma yapılmış, elde edilen sütun yüksekliği, profili ve profil özelliklerinden yola çıkarak hem teknik çizim hem de teknik çizime göre bir tamamlama önerisi oluşturulmuştur (Şekil 6; QR Kod 4).

Bu alandaki bir diğer saha çalışması yazıtlı bir blok üzerinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu taramadaki amaç blok üzerindeki yazıtların tarama çıktısında nasıl gözükeceği, buradan elde edilen verin ne derece kullanılabilir olduğudur. Çalışma sonucunda elde edilen çıktılar üzerinde bloğun ölçüleri tam olarak elde edilebilmiştir. Buna göre yükseklik 1,26 m, genişlik 53 cm'dir. Kontrol amaçlı saha çalışmasında bu ölçülerin hatasız olduğu anlaşılmıştır. Bununla birlikte, PolycamPro uygulamasının sunduğu çıktı ile elde edilen 3B video ile yazıtlı bloğun her yönü incelenebilir. Burada, blok üzerindeki harflerin çözünürlüğünün özellikle yoğun güneş ışığı altında çok iyi olmadığını belirtmek gerekir. Bu nedenle saha çalışması ve tarama çıktıları eş zamanlı olarak kontrol edilmeli, bu şekilde alan çalışması tamamlanmalıdır (Şekil 7; QR Kod 5).



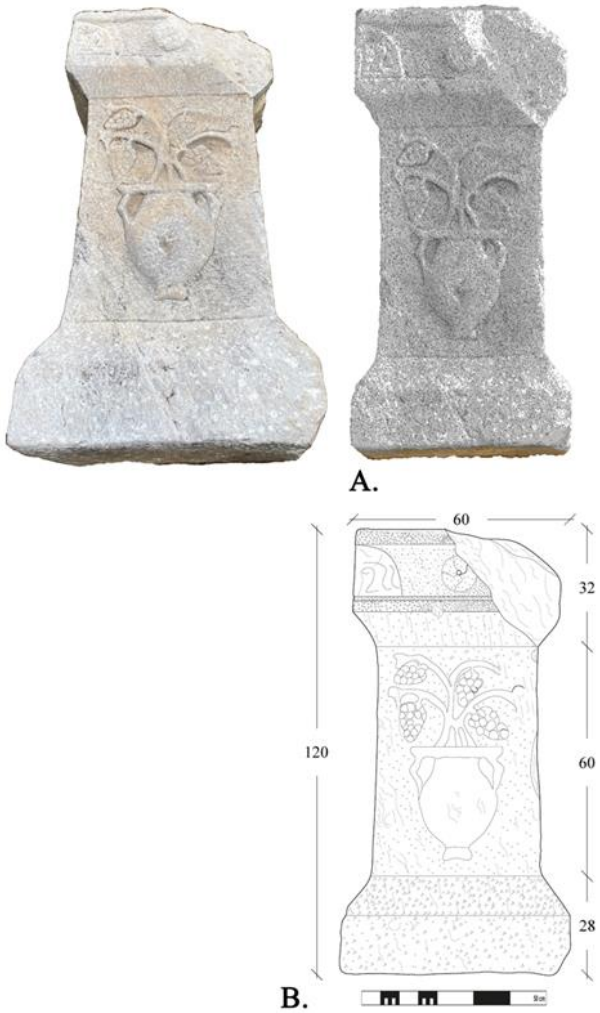
Şekil 6. Sütun için hazırlanmış teknik çizim ve katı modelleme.



Şekil 7. Yazıtlı blok.

Bir diğer saha çalışması yine kampüs içinde sergilenen bir altar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Altarın ön cephesi bir vazo ve ondan çıkan üzüm salkımı ile bezenmiştir. Altta ve üstte yer alan profiller ortadaki bezemeyi sınırlandırır, kısa kenar köşeleri ise bezeme

barındırmaz. Burada uygulanan çalışmada kültür varlığının PolycamPro uygulaması ile elde edilen ortofoto ve dwg çıktısı üzerinden AutoCAD programı ile teknik çizimi yapılmıştır. Örnek bir deneme çizimi için ReCap programından elde edilen ölçülerden faydalanılmıştır. Buna göre yükseklik 120 cm, genişlik 60 cm ve derinlik 37 cm'dir. Yapılan kontrollerde LiDAR taramadan elde edilen ölçülerde herhangi bir hata tespit edilmemiştir. Teknik çizimde ise hem geleneksel yöntemler hem de tarama çıktıları üzerinden bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Buna göre, önce PolycamPro uygulaması üzerinden bir tarama işlemi gerçekleştirilmiş, aynı uygulamadan AutoCAD ve ReCAP çıktısı alınmış ve böylece nokta bulutu üzerinden ilk çizim yapılmıştır. Daha sonra, bu çizimle birlikte tekrar saha çalışması yapılmış, çizimde eksik kısımlar kontrol edilerek belgeleme tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda tespit edilen ölçülerin tutarlı olduğu, bezeme detayları da dahil olmak üzere blok üzerindeki detayların neredeyse tamamının teknik çizim üzerine aktarıldığı anlaşılmıştır. Ayrıca ön cephe çizimi yapılan altarın istenirse her cephesi bu yöntem ile çizilebilir. Bununla birlikte, tarama sonucunda elde edilen 3B video görüntüsü ile altarın tüm cephe görüntüsü detaylı olarak incelenebilmektedir (Şekil 8; QR Kod 6).



Şekil 8. Altarın görüntüsü. **A:** ReCAP programı ile elde edilen ölçekli katı model. **B:** AutoCAD, ReCAP ve geleneksel yöntemin birlikte kullanılması ile elde edilen teknik çizim.

4. Sonuçlar

Arkeolojik kazı çalışmalarının gerçekleştiği alanlarda, yüzey araştırmalarında gelişen teknolojiye de bağlı olarak yeni belgeleme yöntemleri kullanılmaktadır. Arkeoloji bilimi belgeleme olmaksızın düşünülemez ve verilerin sağlıklı bir değerlendirmesi için elde edilen verilerin de mutlaka tutarlı veriler olması gerekmektedir. Son yıllarda LiDAR teknolojisinin tablet ve telefonlara aktarılması ile zaten kullanılmakta olan bu teknolojinin daha pratik, daha ekonomik yönünü keşfetmeye başlamış durumdayız. Bir anlamda bu çalışma önemli bir soruyu cevaplandırmaya çalışmıştır. Bu soru tablet bilgisayar ve telefonlara adapte edilmiş LiDAR sensörün arkeolojik alanların belgelemesinde ne derece güvenilir veri sunduğudur.

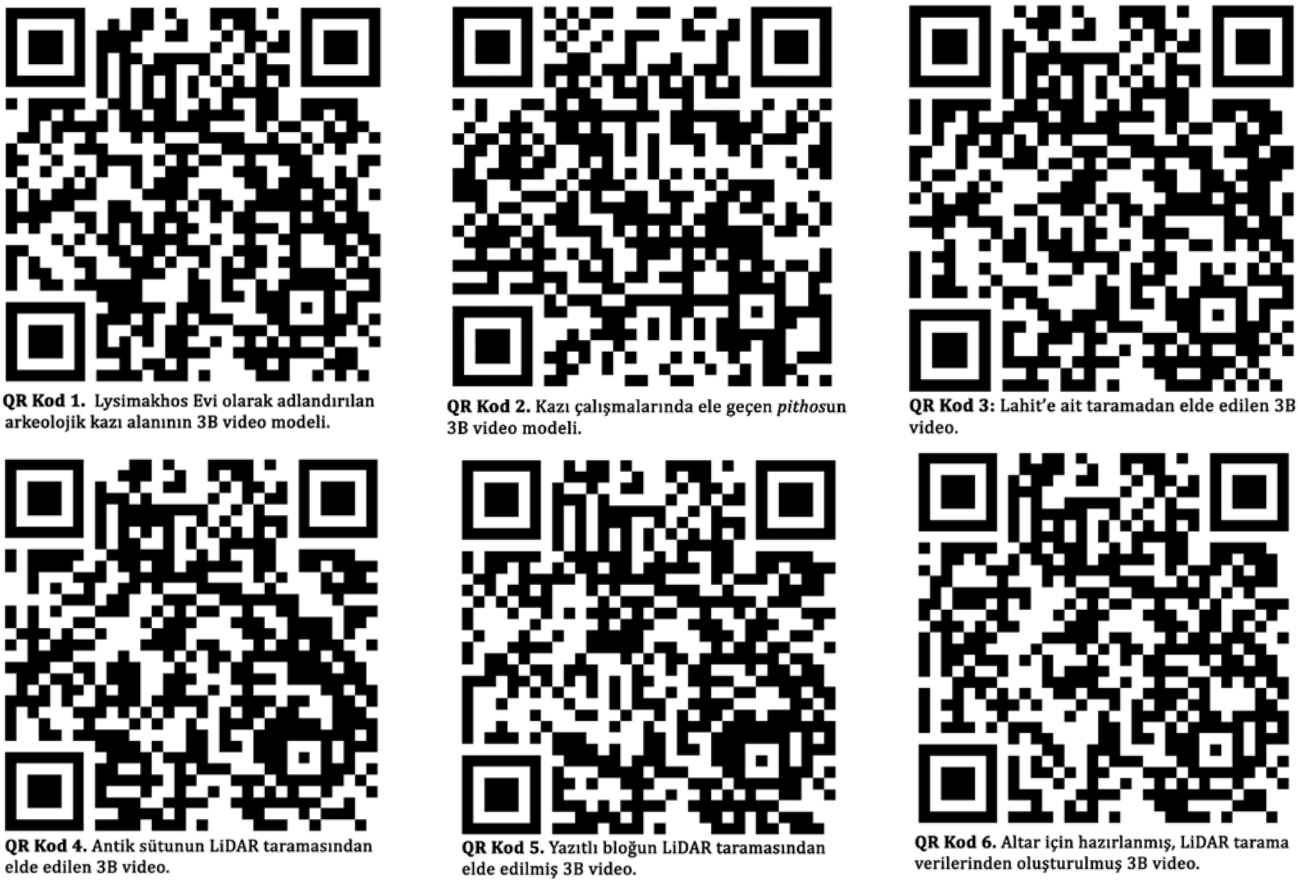
Bu soruyu cevaplandırabilmek için farklı materyaller üzerinde deneme çalışmaları yapılmıştır. Arkeolojik bir kazı alanının tablet bilgisayarın LiDAR sensörü ile taraması, bu sayede belgelenmesi heyecan verici olmuştur. Çünkü tarama verilerinin arkeolojik bir kazı sahasının neredeyse bütün yönleri ile belgelenmeye yeterli olduğu görülmüştür. Kazı alanın plan çizimi, arazinin topoğrafik yapısı, ölçüleri, 3B video sunumu gibi belgeleme süreci kısa sürede yapılabilmiştir. Özellikle yükseklik alçaklık boyutunu gösteren renk skalası ve bununla birlikte elde edilen renkli nokta bulutunun katı modelinin arkeolojik kazı alanlarındaki kesit çizimlerinde büyük kolaylık sağlayacağı açıktır. Dahası tarama sürecinin çok kısa sürede tamamlanmış olması da önemlidir. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus verileri sağlayan tek bir uygulama ile çalışılmaması, mümkün olduğunca farklı programlar ile ham verinin işlenmesi gerekmektedir. Dahası mutlaka ölçülerin doğruluğu teyit dilmelidir. Bunun için de alanın belirli noktalarından kontrol ölçümleri yapılmalıdır. Uygulanan bu yeni yöntemde ham veriyi sağlamak kolaydır ama asıl çalışma prensibi bu verinin işlenmesi ile ilgili süreç ve işlemlerdir.

Arkeolojik bir kazı alanın belgelenmesinin yanı sıra yüzey araştırmalarında yapılacak olan belgeleme de oldukça önemlidir. Bunun için yüzey araştırmalarında karşılaşılması muhtemel bazı malzeme grupları üzerinde tarama çalışması yapılmıştır. LiDAR sensörlü tablet bilgisayarların taşınmasının kolay olması ve dakikalar içinde tarama yapıyor olması ile belgeleme süreci kısalacak, arkeolojik saha çalışmasının verimliliği artmış olacaktır. Özellikle lahit, sütun, yazıtlı bir blok ve altar üzerindeki çalışmalar ve bunlardan elde edilen sonuçlar önemlidir.

Bu teknolojinin kullanılmasını gerektirecek bir nokta da veri saklama ile ilgilidir. Arkeolojik kazılarda veya yüzey araştırmalarında tespit edilen kültür varlıklarının 3B nokta bulutunun saklanması ileride bu varlıkların herhangi bir durumda zarar görmesi durumunda eldeki en önemli veri olacaktır. Dolayısı ile kültür varlıklarının belgelemesinde, bir arkeoloğun veya uzmanın arazi ekipmanları içinde LiDAR sensöre sahip bir tablet bilgisayarın olması kaçınılmaz olarak ileride gerçekleşecektir. Ayrıca, arkeolojik alanlarda ve yüzey araştırmalarında sıklıkla tespit edilebilen bu gibi buluntularda tarama yapmadan önce x,y,z koordinatlarının alınması, bu koordinatların ise tarama

yapılırken tarama alanı içerisinde işaretlenmesi yapılan çalışmayı elde edilen sonuçları bakımından daha tutarlı yapacaktır.

Türkiye kültür varlığı bakımından zengin bir ülkedir ve ülkede her yıl önemli sayıda yüzey araştırması yapılmaktadır. Bu yüzey araştırmalarında belki de daha önce hiç keşfedilmemiş alanlar ve bu alanlardaki kültür varlıkları belgelenmektedir. Belgelemelerde önemli tespitler yapılırken yayınlarda genellikle fotoğraf ve teknik çizimlere yer verilmektedir. Bu doğru bir yöntemdir, ancak gelişen teknoloji ile önemli kültür varlıklarının LiDAR taramaları kısa sürede yapılabilir ve nokta bulutları sonraki çalışmalar için saklanabilir. Böylece herhangi bir tahribat oluşursa elde edilen nokta bulutu ile 3B yazıcılar da kullanılarak çeşitli şekillerde bir onarım veya sunum gerçekleştirilebilir. Bu şekilde dünya kültür mirası olan kültür varlıklarının gelecek kuşaklara aktarılması için üzerimize düşen sorumluluğu çok daha iyi yapmış olabiliriz.



Şekil 9. QR Kodları Okutarak Çalışmada yer alan kültür varlıklarının 3B videolarını izleyebilirsiniz.

Bilgilendirme/Teşekkür

Çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No.: 2205E043). Koordinasyon Birimine destekleri için teşekkür ederim. Şarhöyük/Dorylaion kazı başkanı sayın Doç. Dr. Mahmut Bilge BAŞTÜRK, LiDAR taraması için alanda çalışma yapmama büyük bir cömertlik göstererek izin vermiştir. Kendisine teşekkür ederim.
Pithos çizimini yapan Kumpas Çizim'e teşekkür ederim.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). Lazer Tarayıcının Jeolojik Olayların Modellenmesinde Kullanımı. *Türkiye Lidar Dergisi*, *3*(2), 71-75.

Balcı, D. (2022). Kültürel Mirasın Belgelenmesinde Lazer Tarayıcıların Kullanılması. Türkiye Lidar Dergisi, 4 (1), 27-36.

Baştürk, M. B. (2018). Şarhöyük MÖ 2. Binyıl Mimarisi Üzerine Ön Gözlemler. Anadolu Araştırmaları, (21), 42-55.

Baştürk, M. B. (2021). "A Bronze Bowl with Swivelling Handle from Şarhöyük – Dorylaion". Olba XXIX, 25-46.

Baştürk, M. B. (2022). "Dorylaion'da Frig İzleri". Fetih ve Medeniyet, 99-109.

Fidan, Ş. & Ulvi, A. (2022). Tarsus Aziz Pavlus Kilisesinin Yersel Lazer Tarama Teknikleri ile Üç Boyutlu Modelinin Oluşturularak Sanal Gerçekliğe Hazırlamanın Değerlendirilmesi. Türkiye Lidar Dergisi, 4 (2), 60-70.

Güngör, M. (2022). Yersel Lazer Tarayıcıların Arkeolojik Alanlardaki Kullanımının İncelenmesi. Türkiye Lidar Dergisi, 4 (2), 85-90.

Kadıoğlu, M. (2014). Das Gerontikon von Nysa am Mäander. Forschungen in Nysa am Mäander 3. Phillipp von Zabern.

Kanun, E., Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). Cultural heritage modelling using UAV photogrammetric methods: a case study of Kanlıdivane archeological site. *Advanced UAV*, *1*(1), 24-33.

Kanun, E., Alptekin, A., Karataş, L., & Yakar, M. (2022). The use of UAV photogrammetry in modeling ancient structures: A case study of "Kanytellis". *Advanced UAV*, *2*(2), 41-50.

Karabacak, A. & Yakar, M. (2022). Giyilebilir Mobil LİDAR Kullanım Alanları ve Cambazlı Kilisesinin 3B Modellemesi. Türkiye Lidar Dergisi, 4 (2), 37-52.

Karataş, L. & Menteşe, D. H. (2022). Dara Antik Kenti (Anastasiopolis) Nekropol Alanının Malzeme Sorunlarının Yersel Lazer Tarama Yönteminden Elde Edilen Ortofotolar Yardımıyla Belgelenmesi. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 4 (2), 41-51.

Karataş, L., Alptekin, A., & Yakar, M. (2022). Analytical Documentation of Stone Material Deteriorations on Facades with Terrestrial Laser Scanning and Photogrammetric Methods: Case Study of Şanlıurfa Kışla Mosque. *Advanced LiDAR*, *2*(2), 36-47.

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.

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.

Korumaz, A. G., Dülgerler, O. N., & Yakar, M. (2011). Kültürel mirasin belgelenmesinde dijital yaklaşimlar. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *26*(3), 67-83.

Kuçak, R. A., Erol, S., & Alkan, R. M. (2023). iPad Pro LiDAR sensörünün profesyonel bir yersel lazer tarayıcı ile karşılaştırmalı performans analizi. Geomatik, 8(1), 35-41.

Quatember, U. (2017). Der Sogenannte Hadrianstempel an der Kuretenstrasse. Wien: ÖAW.

Yurtsever, A. (2021). Side Gymnasiumu (M Yapısı). Mimari Araştırmalar ve Araştırmaların Sonuçları. İstanbul.

Zeybek, M. & Ediz, D. (2022). Detection of Road Distress with Mobile Phone LiDAR Sensors. Advanced LiDAR, 2(2), 48-53.



© Author(s) 2023. This work is distributed under https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/