

# ARKEOLOJİDE AÇMA DOKÜMANTASYONU İÇİN YENİ BİR ÖNERİ: IPAD/IPHONE LİDAR SENSÖRÜ - PRIENE ÖRNEĞİ\*

 Buğra KURU\*\*

## ÖZET

*Saha arkeolojisinin en önemli aşamalarından birisi olan açma dokümantasyonu, fotoğraf ve çizimlerle yürütülmektedir. Açma ve/veya tabaka çizimleri, dikkatli yapılması gerektiğinden ve ölçüm işlemleri ile paralel yürütüldüğünden, hali hazırda kısıtlı sürelerle gerçekleştirilen kazıların çalışma programlarının önemli bir zamanını kapsamaktadır. Ayrıca bu işlemde yer alan insan faktörü, çizimlerin objektif olma gereksiniminin çoğu zaman karşılanamamasına sebep olmaktadır. Bu makalede, açma dokümantasyonu sürecinin, iPad Pro ve iPhone model tablet ve telefonlarda bulunan mobil LİDAR sensörünün kullanılmasıyla, yukarıda sayılan sorunlara nasıl bir çözüm oluşturabileceği, Priene kazı çalışmaları örneğinde tartışılacaktır. Makalede ayrıca, bu cihazların açma dokümantasyonunda nasıl kullanılacağı adım adım anlatılmış ve bu yöntemi kullanmak isteyen kazı ekipleri için öneriler hazırlanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** açma dokümantasyonu, saha arkeolojisi, LİDAR, mobil LİDAR

## A New Suggestion for Trench Documentation in Archaeology: Ipad/Iphone LIDAR Sensor - Priene Example

### ABSTRACT

*Trench documentation, one of the most important phases of field archaeology, is carried out through photographs and drawings. Since the trench and layer drawings need to be done carefully and are carried out with measuring, this process takes a significant amount of time in excavations, which are often carried out for limited periods. In addition, the human factor involved in this process means that the requirement for objectivity is often not met. In this paper, we will discuss the problems of the trench documentation process with the use of mobile LIDAR sensors on iPad Pro and iPhone tablets and phones, using Priene excavations as an example. The paper also describes step-by-step how to use these devices in trench documentation and provides recommendations for excavation teams who wish to use this method.*

**Key Words:** trench documentation, field archaeology, LIDAR, mobile LIDAR

---

\* Bu makaledeki çalışmalar Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından, SGA-2023-1228 numaralı “Dönemler Boyunca İnanç Kült ve Kutsal Alanlar Priene’de Hellenistik, Roma İmparatorluk ve Geç Antik Dönemlerdeki Dinî Dinamiklerin Araştırması” isimli proje kapsamında desteklenmiştir.

\*\* Arş. Gör. Dr., Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Arkeoloji Bölümü, Şanlıurfa / TÜRKİYE, [kuru.bugra@gmail.com](mailto:kuru.bugra@gmail.com)

### Araştırma Makalesi / Research Article

**Atıf / Cite as:** Kuru, B. (2025). Arkeolojide açma dokümantasyonu için yeni bir öneri: iPad/iPhone LİDAR sensörü - Priene örneği. *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(48), 21-39. <https://dx.doi.org/10.21550/sosbilder.1584029>

**Gönderim Tarihi / Sending Date:** 12 Kasım / November 2024

**Kabul Tarihi / Acceptance Date:** 2 Aralık / December 2024

## Giriş

Sistemik ve stratigrafik kazı çalışmaları ile açma dokümantasyonun ortaya çıkışı, saha arkeolojisinin temelindeki en önemli değişiktir (Huvila, 2009: 15). Zira arkeolojinin ilk ortaya çıktığı zamanlarda, arkeologlar yalnızca buluntuları gün yüzüne çıkartmayı amaçlıyordu. Bu durum 19. yüzyılda değişikliğe uğramıştır. Bu tarihlerden itibaren arkeologlar yalnızca göz alıcı eserlere odaklanmak yerine, alanın tümüne ve bulunan eserlerin bütüncül olarak sağladığı bilgiye odaklanmaya başlamıştır. Bu odak değişikliği kazılarda sistemik dokümantasyonun başlamasını gerekli kılmıştır (Kimball, 2016: 3-4).

Arkeoloji eğitiminde, özellikle “Kazı Teknikleri” ve “Alan Arkeolojisi” gibi derslerde ilk öğrenilen olgu, kazının en büyük tahribat olduğudur. Çünkü arkeolojik alandan mümkün olan tüm verilerin alınabilmesi için, üstteki tabakalar, alttaki tabakalara ulaşılabilmesi amacıyla kaldırılır, bir başka deyişle, yok edilir (Alby, 2015: 7-8; Morgan & Wright, 2018: 136.)! Bu nedenle, daha alttaki tabakalara inmeden önce, sonrasında yok edilecek olan mevcut tabakadan mümkün olduğunca çok veri alınması gerekmektedir (Alby, 2015: 7). Bu durumda, sahada çalışan arkeoloğun mevcut tabakanın sağladığı verileri çeşitli yöntemlerle kayıt altına alması gerekir. Bu kazı teorisinin ve metodolojisinin ortaya çıkması ile arkeologlar raporlar hazırlamaya, fotoğraflar çekmeye ve çizimler hazırlamaya başlamıştır (Alby, 2015: 8; Kimball, 2016: 3-4).

Arkeolojide çizim kazı ile birlikte yürütülür. Çizim, herhangi bir yerin kazılmasından önce, sırasında ve sonrasında yapılır (Wickstead, 2008: 2). Çizimler, kazılan tabakayı tam anlamıyla temsil edebilmesi için objektif bir şekilde hazırlanmalıdır. Ancak burada, çizimi hazırlayan “insan” faktörü devreye girmektedir. Bir arkeolojik materyali çizen iki farklı kişinin ortaya koyduğu çizimler çoğu zaman değişiklik gösterebilir. Hatta bir materyali çizen tek bir kişinin değişik zamanlarda yaptığı çizimler bile birbirinden farklı olabilir. Tek bir eserin çizimi, çizim yapılırken seçilen metotlara ve yapılan küçük-büyük yanlışlıklara göre farklı şekillerde ortaya çıkabilir. Bu nedenle çizer bir yorum kaynağıdır, dolayısıyla çizim tamamen nesnel olmayabilir (Alby, 2015: 8).

Bununla birlikte, çizim işlemi, hali hazırda görece kısa süreler için planlanan kazı çalışma takvimlerinin büyük bir çoğunluğunu kaplar (Kimball, 2016: 3-4; Gant & Reily, 2017: 104; Morgan & Wright, 2018: 148). Bu durumu detaylandırmak gerekirse, kazıya başlamadan önce kazılacak alanın çizimi yapılır. Orada çalışan tüm arkeologlar, öğrenciler ve işçiler, bu işin bitmesini bekler. Kazı sırasında açığa çıkartılan bir buluntunun da bu çizime eklenmesi için, yine tüm çalışma durdurulur. Bir tabakadan diğerine geçilirken de tüm tabakanın tekrar çiziminin yapılması gerekir. Görüldüğü üzere, açma dokümantasyonu, kısıtlı sürelerde ve kısıtlı maddi imkânlarla yürütülen kazı çalışmalarında oldukça değerli olan zamanın kullanılmasına ve iş gücü kaybına neden olmaktadır (Valdés vd., 1996: 887).

Bu anlatılanlar, arkeolojide dokümantasyon ve tabaka çizimlerinin gereksiz ya da yararsız olduğu gibi yanlış bir fikir edinilmesini sağlamamalıdır. Zira çizimler, kontekst içindeki buluntuların sağladığı tüm bilgilerin ortaya konmasını sağlar (Alby, 2015: 7-8).

Bu makalenin amacı, son yıllarda arkeolojik çalışmalarda kullanılmaya başlanan yeni teknolojilerin çizim ve kayıt işlemlerinin yukarıda sayılan problem ve aksaklıkları nasıl çözebileceği hususunda bir örnek ortaya koymaktır. Zira elle çizim arkeolojik alanlarda bir amaç değildir, arkeologların alanlarından çıkarmak istediği bilgiyi saklayan bir kayıt aracıdır. Dolayısıyla bu hedefe giden yollar ve formatlar farklılıklar gösterebilir (Gant & Reily, 2017: 117). Bu makalede, bu “farklı yollar”dan birisi olmaya aday bir metot tartışmaya açılacaktır.

## 1. Yöntem

Yukarıda anlatılan sorunları çözebilmek amacıyla Priene Antik Kenti kazı ve araştırmalarının 2024 sezonunda, kazı dokümantasyonunun yapılmasında kullanılan temel yöntem LİDAR (Işık Algılama ve Mesafe Ölçme) teknolojisidir.

LİDAR temelde lazer ışınlarını bir yüzeye göndererek, yüksek doğrulukta üç boyutlu veriler alınmasını sağlayan bir uzaktan algılama teknolojisidir (Güngör, 2022: 86; Zeybek, 2024: 1). Bu teknoloji, esasında son yıllarda arkeolojide kültür varlıklarının belgelenmesinde aktif olarak kullanılmaktadır (Güngör, 2024). Ancak söz konusu teknolojiyi ihtiva eden cihazlar, çoğunlukla kazı ekiplerinin bütçesinin çok üzerinde fiyatlara sahip olmalarından dolayı, bu tarama yöntemi çoğunlukla büyük projelerde ve hizmet alımı yöntemiyle, kısıtlı süreler için kullanılabilir. Dolayısıyla, yılın belirli zamanlarında yoğunlaşan kazı çalışmalarında, açma dokümantasyonunda bu teknolojinin kullanılması çok da mümkün olmamıştır.

Ancak Apple, 2020 yılının ortalarında, “Çığır Açan LİDAR Tarayıcısı” ismiyle tanıttığı, iPad Pro ve iPhone 12 modellerinde artık bir LİDAR tarayıcısının bulunacağını açıklamıştır (Apple Basın Bülteni). Çoğunlukla arttırılmış gerçeklik (AR) için tasarlanmış olan bu mobil sensör, geleneksel yer tarayıcılarından çok daha uygun fiyatlı oluşu ve taşınabilir olması dolayısıyla, çeşitli alanlardaki bilim insanlarının sahalarındaki uygulama işlemleri açısından ilgisini çekmiştir (Spreafico vd., 2021: 63).

Arkeologlar da bu uygun maliyeti ile daha ulaşılabilir mobil LİDAR sensörlerinin bulunduğu cihazları çalışmalarında kullanmaya başlamıştır. Örneğin Finlandiya Kerava’da bir yapı kalıntısının belgelenmesinde (Paukkonen, 2023), Şanlıurfa Kızılkoyun Nekropolü’nde bir asker kabartmasının belgelenmesinde (Dörtbudak & Akça, 2024), Dorylaion’da bir tabaka ile buluntuların belgelenmesinde (Yurtsever, 2023) ve Yeni Zelanda Aoteara’da kazı dokümantasyonunda (Cohen-Smith vd., 2022) bu cihazlarla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalar daha çok bir yapı veya buluntunun belgelenmesi için yapılmışken; Yeni Zelanda’da uygulanan açma dokümantasyonu çalışmasında ise yalnızca bir açmanın bir tabakasının hali hazır durumunu belgeleyen bir çalışma yürütülmüştür.

Bu araştırma yazısında, yukarıdakilerden farklı olarak, bahsedilen yöntemin kazı çalışması başlamadan önce, sırasında ve sonrasında açma dokümantasyonunda nasıl kullanılabileceği Priene örneğinde anlatılacaktır.

### 1.1. Kullanılan Cihazlar ve Yazılım

Bu metot için kullanılan cihazlardan birisi, iPad Pro’nun 2022 sürümünün 8 Gb Ramli, 128 Gb bellek kapasiteli olan modelidir. Diğer cihaz ise iPhone 14’ün 6 Gb Ramli, 256 Gb bellek kapasiteli modelidir.

iPad Pro, 12 MP, f/1.8 geniş, 10 MP f/2.4 ultra geniş açılı lenslere sahip iki ön kameraya sahipken; iPhone 14 Pro 48 MP, f/1.8 24 mm geniş, 12 MP f/2.8 77 mm telefoto, 12 MP f/2.2, 13 mm ultra geniş lenslere sahip üç ön kameraya sahiptir.

Her iki cihaz da TOF 3D LİDAR Tarayıcı sensörüne sahiptir. Time-of-flight (TOF) konsepti, üretilen ışını bir yüzeye çarpıp, geri dönmesi arasındaki geçen süreyi hesaplayarak veriyi oluşturmasını sağlar (Güven vd. 2023: 83). Bu metodu kullanan bahsi geçen sensör, 5 metrelik bir menzile sahiptir (Apple Basın Bülteni).

iPad ve iPhone’larda kullanılan bu sensörün kapsamlı özellikleri Apple tarafından paylaşılmamıştır. Bilim insanları tarafından yapılan çalışma sonucunda bu sensörün VCSEL, yani 2 boyutta yakın kızılötesi spektrumda dikey boşlukta yüzeye yayılan lazer kullandığını

anlaşılmıştır. Aynı zamanda bu sensörün potansiyel nokta yoğunluğunun 25 cm mesafede 7.225 nokta/metrekare ve 250 cm mesafede 150 nokta/metrekare ile logaritmik bir ölçekte doğrusal bir eğilimi takip ettiği yine bu çalışma ile anlaşılmıştır (Luetzenburg vd., 2021: 2).

Tarama için, iPhone'un uygulama mağazasındaki "3d Scanner App" kullanılmıştır. Bu işlem için anılan yazılım tamamen ücretsizdir. SiteScape: LiDAR Scanner & CAD, Scaniverse - 3D Scanner gibi diğer ücretsiz yazılımlarda oluşturulan modellerin sağlıklı olduğu ve aşağıda anlatılmış olan bazı özelliklerin bulunmamasından dolayı bu uygulamaların kullanımı tercih edilmemiştir.

Burada örnek olarak sunulan çalışmada iki farklı cihaz (iPad Pro ve iPhone 14 Pro) kullanıldığı için, iki cihazın ürettiği sonuçlar karşılaştırılacak ve hangisinin açma dokümantasyonu konusunda daha işlevsel olduğu sorusuna da yanıt aranacaktır.

## 2. Dokümantasyon

Mobil LiDAR sensörü, Aydın İli, Söke İlçesi, Güllübahçe Mahallesi'nde bulunan Priene Antik Kenti'nde<sup>1</sup>, iki kazı alanında kullanılmıştır. Bunlardan ilki, kentin Doğu Nekropolü'nde bulunan ve Doğu Nekropol Şapeli (Alataş, 2022) olarak adlandırılan yapıdaki çalışmalar iken; ikincisi Athena Kutsal Alanı'nın doğusunda bulunan ve önceki araştırmacılar tarafından Şapel (Wiegand & Schrader 1904: 486) veya Baptisterium (Schede, 1964: 108) olarak adlandırılan yapıdaki çalışmalardır.

### 2.1. Nekropol Şapeli Çalışmaları

Doğu Nekropol Şapeli'nde NŞ 13 olarak adlandırılan açma, yapıyı ortaya çıkartmak amacıyla ve topografik şartlardan dolayı 3,08 m x 3,35 m ölçülerinde oluşturulmuştur (Görsel 1). Kazı çalışmasına başlanmadan önce, açmanın sınırları içerisindeki yabancı otlar temizlendikten sonra, alan iPad Pro ile taranmıştır (Görsel 2).

Tarama işlemi, yukarıda bahsedilen yazılım ile normal modda yapılmıştır. İşlem doğu batı ekseninde yaklaşık 1,5 metrelik gridler şeklinde uygulanmıştır (Görsel 3). Operatör cihazı bel hizasında, yaklaşık 1 metre yükseklikte tutarak taramayı gerçekleştirmiştir. Tüm tarama işlemi yaklaşık üç dakika sürmüştür. Bu işlem sonucunda oluşan ham veri, programın "Process Scan" bölümünde, yüksek çözünürlüklü doku ayarında işlenmiştir. Bu işlem ise yaklaşık 1 dakika sürmüştür. Uygulama, texture için tarama esnasında çektiği 357 adet fotoğrafı işlemiştir. Bu sayede yaklaşık 10 metrekarelik açmanın yüksek çözünürlüklü üç boyutlu modeli toplamda dört dakika gibi kısa bir sürede oluşturulmuştur. Oluşturulan veri toplamda 755 MB boyutunda bir yer kaplamaktadır (Görsel 4).

Model incelendiğinde, açmanın sınırlarını belirleyen iplerin rüzgardan sallanmasından dolayı ve olasılıkla çok ince olmasından kaynaklı sağlıklı bir şekilde modellenemediği görüldü de açma sınırlarının belirlenmesinde herhangi bir sorun teşkil etmediği gözlemlenmiştir. Açmada bulunan irili ufaklı taş ve bloklardan el ile yapılan ölçümler, tarama üzerindeki ölçümler ile karşılaştırıldığında yaklaşık bir santimetrelik bir sapma olduğu tespit edilmiştir.

Oluşturulan veri, yazılımın "Capture Floorplan Image" (Yüzey Planı Görseli Oluştur) özelliği kullanılarak orthophoto haline getirilmiştir (Görsel 5). Bu bölümdeki "Lines", yani alanda bulunan taş, duvar vs. gibi elemanların dış konturlarını JPG, PNG, PDF, SVG ve arkeolojik dokümantasyonda sıklıkla kullanılan Autocad uzantısı olan DXF formatlarında veren özelliğin, çok sağlıklı çalışmadığı görülmüştür (Görsel 6). Programın bu çizgileri, arkeolojik dokümantasyonda ihtiyaç olunduğunun aksine, taşları tek tek değil de bir bütün

<sup>1</sup> Priene Antik Kenti ile ilgili detaylı bilgi için bk. Rumscheid, 2002.

olarak görüp, yalnızca dış konturlarını bir kütle şeklinde ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir. Bu sorunun diğer ücretli yazılımlarda bulunup bulunmadığı test edilememiştir.

Bu nedenle, orthophoto üretme işlemi, programın herhangi bir çizgisel müdahalesi olmaksızın JPG formatında üretilmiştir (Görsel 7). Üretilen bu görsel, ofis ortamında Autocad programına yerleştirilerek, orthophoto üzerinde bulunan ölçüler yardımıyla ölçeklendirilmiştir. Bahsi geçen açmanın çizimi, ölçeklendirilen bu orthophoto üzerinden yapılmıştır (Görsel 8). Bu işlem, Autocad yazılımında tecrübeli bir kişi tarafından, yaklaşık on dakikada tamamlanmıştır.

Şu durumda, yaklaşık dört dakikalık bir arazi çalışması ve on dakikalık bir ofis çalışmasıyla açmanın kazı öncesi durumunu gösterir plan yaklaşık 1 cm hata payı ile oluşturulmuştur. Bu çizimin ölçekli bir şekilde çıktısı alınarak, açmanın anılan yüzey tabakasından gün yüzüne çıkartılan bazı buluntular, bu çizim üzerine, üç nokta bağlama yöntemi ile işaretlenmiştir. Anlatılan bu yöntemin arazide, çıktı üzerinde işaretlenmesinden, alınan ölçülerin ofiste, bilgisayar ortamındaki dijital çizime dahil edilmesi, uygulanabilecek diğer bir alternatif yoldur.

Bununla birlikte, çıkan buluntuların plana dahil edilmesi için, yeni bir tarama yapılarak, bu buluntular doğrudan, herhangi bir ölçü alınmadan, modele dahil edilebilmektedir. Ancak bu durumda, elde edilen her buluntu için ayrı bir tarama dosyası olacağından, çalışmaların sonunda elde çok fazla veri bulunacaktır. Eğer bu alternatif tercih edilecekse, söz konusu verilerin iyi bir şekilde tasnif edilip, depolanması sorununa çözüm bulunması gerekmektedir.

Bahsi geçen açmanın dikeydeki diğer iki tabakası da aynı şekilde taranmış ve belgelenmiştir. Burada ayrıca bahsedilmeye değer olan tabaka ise, açmanın son tabakası olan 4. tabakadır (Görsel 9). Zira bu tabakada açma kuzeyde yaklaşık olarak 1,6 metre derinliğe ulaşmıştır. iPad Pro'nun LİDAR sensörünün, bu derinlikte hem yatayda hem dikeyde nasıl çalışacağı konusunda bu tabaka iyi bir örnek oluşturmaktadır.

Anılan tabaka 2 metrelik gridlerle taranmıştır (Görsel 10). Açmanın en yüksek olan kuzey profili ise, kullanılan yazılımın geliştiricileri tarafından önerilen 2-3 metre mesafeden taranmıştır (Görsel 11). Oluşturulan bu tarama dosyası yukarıda anlatılan işlemlerden geçirilmiştir. Bu işlemlerin dışında, açmanın önem taşıyan kuzey profilinin orthophotosunun alınabilmesi için, öncelikle tarama dosyasındaki bu profil dışındaki tüm cepheler silinmiştir. Bu silme işlemi için yazılımdaki "edit" bölümünden, "paint" kısmı seçilmiş ve silinmek istenen yüzeyler boyanmıştır. Daha sonra, söz konusu profil "Y" düzleminde (düşey) olduğu için, yine "edit" bölümünden "rotate" yani çevir fonksiyonu kullanılarak bu yüzeyin "X" düzlemine, yani yatay düzleme döndürülmesi sağlanmıştır. Daha sonra programın "Capture the Floor Plan" fonksiyonu kullanılarak profilin orthophotosu oluşturulmuştur (Görsel 12).

## 2.2. Yonca Yaprağı Planlı Yapı'daki Çalışmalar

Yukarıda konumu anlatılan dört yapraklı bir yonca yaprağı şeklinde plana sahip olduğu düşünülen bu yapıda, yapının işlevini anlayabilmek amacıyla kazı çalışmaları yapılmıştır. Bu alanda, dokümantasyon aracı olarak iPhone 14 Pro kullanılmıştır.

Buradaki ilk açma YY 1 olarak kodlanmıştır ve yapının hemen hemen merkezinde oluşturulmuştur (Görsel 13). Çalışmalardan önce alanın bitki temizliği yapılmış ve yukarıda anılan cihaz ve yazılım ile taraması gerçekleştirilmiştir. Operatör, yaklaşık 2 metre aralıklarla doğu-batı doğrultusundaki gridlerde, cihazı bel hizasında tutarak taramayı gerçekleştirmiştir (Görsel 14). Oluşan veri 801 MB boyutunda, 359 fotoğraf çekilerek oluşturulmuştur. Bu işlem sonucunda oluşan veriye bakıldığında, tıpkı Nekropol Şapeli'ndeki gibi, açmanın sınırlarını belirleyen iplerin gerek ince olması gerekse de rüzgardan etkilenmesi nedeniyle iplerin

doğrusallığında problemler olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, yerinde ve yazılımda yapılan ölçümlerle açmanın köşelerinin artı eksi bir cm yanılma payıyla doğru yerlerinde olduğu anlaşılmıştır.

Yine yerinde ve yazılımda yapılan ölçümler, açma sınırları içerisinde kalan bölgedeki taş ve blokların ölçülerinin artı eksi bir cm yanılma payıyla doğru olduğunu göstermiştir. Alanın yazılımda oluşturulan orthophotosu, tıpkı Nekropol Şapeli'nde olduğu gibi Autocad'e aktarılarak, alanın dijital çiziminin yapılması sağlanmıştır (Görsel 15). Tüm bu işlemler aynı şekilde yaklaşık olarak 15 dakika sürmüştür.

Bu alanda oluşturulan 3 boyutlu model incelendiğinde, iPad Pro ile oluşturulan Nekropol Şapeli'nde ortaya çıkan modelden görsel açıdan çok daha kaliteli olduğu ve açığa çıkan "Texture" derinliğinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, muhtemelen iPhone 14 Pro model cep telefonunun sahip olduğu yüksek çözünürlüklü kamera ile ilgili olmalıdır. Ancak oluşturulan orthophoto, ölçümlerdeki yanılma payı gibi açma dokümantasyonu için daha önemli olan kriterlerde, iki cihaz arasında önemli bir farkın bulunmadığı anlaşılmıştır.

Sözü geçen alanda iki açma daha oluşturulmuş ve kazı çalışmaları 2024 yılı için bitirilmiştir. Bu açmalarda ve tabakalarındaki tarama ve sonrasında yapılan işlemler yukarıdaki anlatılanlar aynı olduğu gibi, açığa çıkan sonuçlar da birbirine benzerdir. Burada, özellikle değinilmesi gereken işlem, üç açmadaki çalışmaların tamamlanmasından sonra, açılan tüm alanların taranması işlemidir.

Doğu-batı yönünde yaklaşık 10 metre, kuzey-güney yönünde ise yaklaşık 5 metrelik bir alan, bahsi geçen yapıda yapılan kazı çalışmaları sonrasında gün yüzüne çıkartılmıştır. Bu yaklaşık 50 metre karelik alanın taraması, yine doğu-batı yönünde 2 metrelik gridler ile yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda oluşturulan 3 boyutlu modelde, özellikle alanın merkezinin dışında kalan bölümlerde, yüksek oranda bozulmalar olduğu tespit edilmiştir (Görsel 16).

### 3. Öneriler

Priene'de 2024 yılında açma dokümantasyonunda denenen Apple Mobil LİDAR sensörlerinden daha iyi sonuçlar alınabilmesi adına çeşitli denemeler yapılmıştır. Aşağıda, bu amaçla optimum faydayı sağlamaya yönelik öneriler sıralanmaktadır.

- Tarama işlemi yapılacak olan alanda öncelikle bitki temizliğinin çok titiz bir şekilde yapılarak alanın mümkün olduğunca ot vb. örtülerden arındırılması gerekmektedir.
- Tarama yapılacak olan yapı kalıntılarının, özellikle duvarları oluşturan taş veya diğer malzemelerden elde edilmiş blokların aralarındaki ve üzerlerindeki toprak kalıntısı temizlenmelidir.
- Blokların üzerindeki teknik detayların temizliği özenle yapılmalıdır.
- Cihaz üzerindeki LİDAR sensörünün ve fotoğraf merceklerinin temiz olduğundan emin olunmalıdır.
- Tarama, yaklaşık 2 metrelik aralıklarla, belirli bir yönelimde oluşturulmuş gridlerde yapılmalıdır.
- Tarama yapılırken mümkün mertebe yavaş hareket edilmelidir. Yazılım, LİDAR'dan gelen veriler ile tarama esnasında çekilen fotoğrafları birleştirerek 3 boyutlu model oluşturmaktadır. Dolayısıyla hızlı hareket edilirse, fotoğraflardaki bozulma, modelin de bozuk bir şekilde ortaya çıkmasına neden olacaktır (Texture).

- Apple cihazlar çok sıcak ortamlarda fazla ısınmadan dolayı kapanabilmektedir. Dahası, tarama işlemi yapılırken cihaz daha fazla ısınmaktadır. Bu nedenle, arazide tarama işleminde kullanılacak olan cihaz sıcaktan korunacak şekilde, serin bir ortamda muhafaza edilmelidir.

- Taranacak alan büyük bir alansa, tarama işlemi bu ani kapanmalara karşı önlem olarak ikiye bölünebilir. Bunun için yazılımdaki “Taramayı Genişlet” seçeneği kullanılarak, tarama işlemine cihaz soğuduktan sonra devam edilmelidir.

- Oluşturulan veriler, büyük boyutlu data setleridir. Bu nedenle cihaz seçimi yapılırken, daha yüksek bellek kapasiteli olan modellerin tercih edilmesi önerilir.

- Autocad, taramanın yapıldığı aynı cihaza kurularsa, oluşturulan orthophoto Apple Pencil yardımıyla herhangi bir ofis çalışmasına gerek kalmadan, dijital çizim haline getirilebilir.

- Daha kaliteli bir 3 boyutlu model isteniyorsa, Apple’ın piyasaya sunduğu, daha yüksek fotoğraf çözünürlüğüne sahip kameraları olan cep telefonları tercih edilmelidir.

- Tarama işlemi, cihazın yoğun bir şekilde enerji kullanmasına neden olur. Bu nedenle cihazlar araziye tam olarak şarj edilmiş şekilde çıkarılmalıdır.

### **Değerlendirme ve Sonuç**

Apple’ın 2020 yılında yeni çıkan mobil cihazlarına entegre ettiği LİDAR Sensörü, açma dokümantasyonunda, Priene’deki 2024 yılı çalışmalarında oluşturulan 4 farklı açmada kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda elde edilen üç boyutlu veriler, artı eksi bir santimetre yanlışlıkla doğru sonuçlar vermiş, oluşturulan orthophotolar açmanın ve tabakalarının hali hazır planlarının hazırlanmasında kullanılmıştır. Bu planlar, orthophotonun Autocad isimli çizim programına entegre edilmesi ile hazırlanmıştır.

Apple LİDAR sensörünün, açma dokümantasyonunun yapılma amaçlarının çoğunu, hızlı bir şekilde karşıladığı görülmüştür. Ancak, söz konusu sensör yalnızca küçük alanlarda kullanıldığında verimli şekilde hizmet vermişken, Yonca Planlı Yapı’da görüldüğü üzere, daha büyük alanlarda istenen verimi sağlamadığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla söz konusu cihazların, bir yapının taş plan (rölöve) çıkarılmasında kullanılması için henüz erken olduğu söylenebilir. Önümüzdeki dönemlerde farklı mobil LİDAR sensörlerinin piyasaya çıkması ile bu sorunlar ortadan kalktıktan sonra, yapılarının rölövelerinin çıkarılması işlemlerinde mobil cihazların kullanılması tekrar denemelidir.

Klasik elle çizim ile kıyaslandığında, LİDAR sensörlü mobil cihazların arazideki belgeleme işlerini büyük oranda hızlandırdığı görülmüştür. Böylece kısa süreli periyotlarla yürütülen kazı çalışmalarındaki iş gücü kaybı en aza indirilmiş, elle çizim için sarf edilen gayret ve zaman, başka işlere yönlendirilebilmiştir.

Bununla birlikte, bilindiği üzere elle çizim, iki boyutlu bir kayıt aracıdır. Ancak arkeoloji, üç boyutlu problemlerle uğraşır. Dolayısıyla 3 boyutlu problemler, 3 boyutlu çözümlere ihtiyaç duyar (Kimball, 2016: 12). Mobil LİDAR sensörü ile yapılan belgelemede alan üç boyutlu bir şekilde taranmaktadır. Böylece, yıllar sonra bile, kazılan alandan kilometrelerce uzakta olursa dahi, yok olmuş tabakalarda, yazılımda bulunan “AR” modu sayesinde gezilebilmekte ve üç boyutlu bir şekilde gözlem yapılabilmektedir. Dahası oluşturulan bu üç boyutlu veri, artı eksi bir santimetre hata payıyla ölçekli bir data sunmaktadır.

Ayrıca, bahsi geçen cihazlar ve yazılım ile oluşturulan veri, Sketchup, 3d Studio Max gibi daha profesyonel üç boyutlu çizim programları ile işlenerek, çok daha verimli data setleri haline getirilebilir. Ancak bu çalışmada, açma dokümantasyonunun çoğunlukla mobil bir cihaz ve

tek bir yazılım ile yapılması amaçlanmıştır. Böylece, cihazı ve yazılımı kullanacak olan operatöre verilecek kısa bir eğitim ile açma dokümantasyonunun yapılabileceği ortaya konmuştur.

Bu çalışmada kullanılan cihazlar, çoğunlukla kullanılan yersel LİDAR cihazları ile kıyaslandığında oldukça ekonomik cihazlardır. Dolayısıyla kısıtlı bütçelerle çalışmalar yürüten kazı ekipleri için bu cihazlar daha ulaşılabilir bir konumdadır. Dahası söz konusu cihazlar yalnızca bu amaçla değil, başka amaçlarla da kullanılabilir (Fotoğraf çekimi, drone havalandırma gibi).

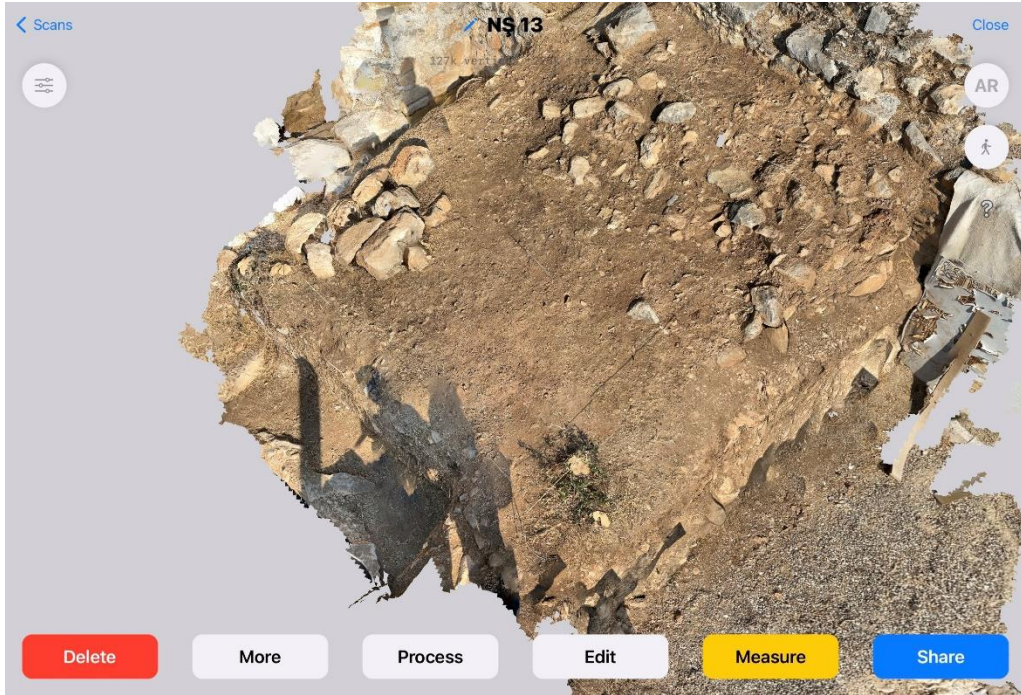
Tüm bunlarla birlikte, yukarıda da anlatıldığı üzere, klasik elle çizim metodunda oluşan öznel yorumlamalar, mobil LİDAR sensörlü cihazlarla yapılan işlemlerde elimine edilmiştir. Ortaya konan veride mobil cihazı kullanan operatörün herhangi bir etkisi olmadığı gibi, oluşturulan veriyi Autocad ortamında dijitalleştiren çizimcinin de öznel yorumlamaları minimumda kalır. Dolayısıyla elde edilen veri, elle çizimle kıyaslandığında çok büyük oranda daha objektif bir belgeleme ortaya koymaktadır.



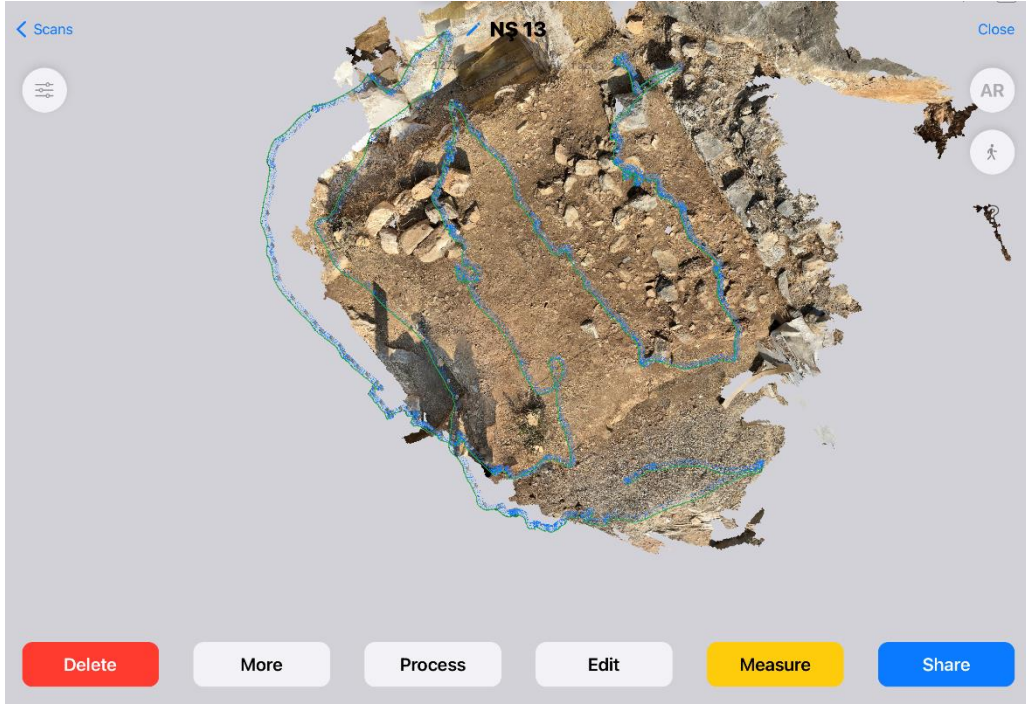
## Görseller



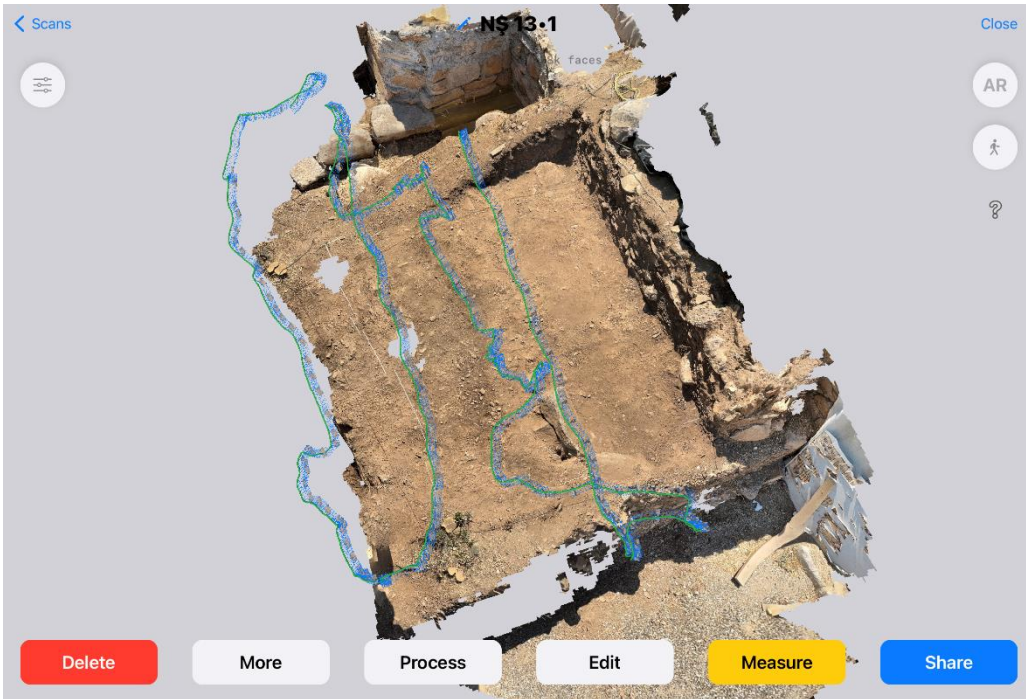
Görsel 1: NŞ 13 açması (Priene Kazı Arşivi)



Görsel 2: NŞ 13 açması LİDAR taraması (Emre Gönül)

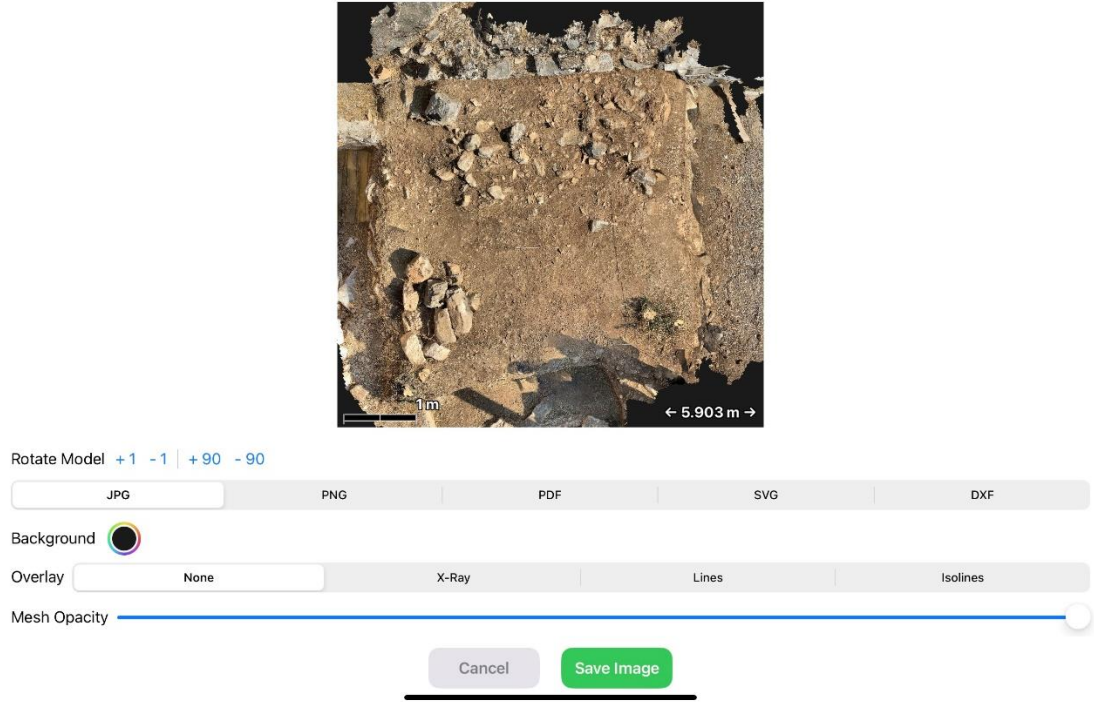


**Görsel 3:** Tarama esnasındaki gridler (Emre Gönül)

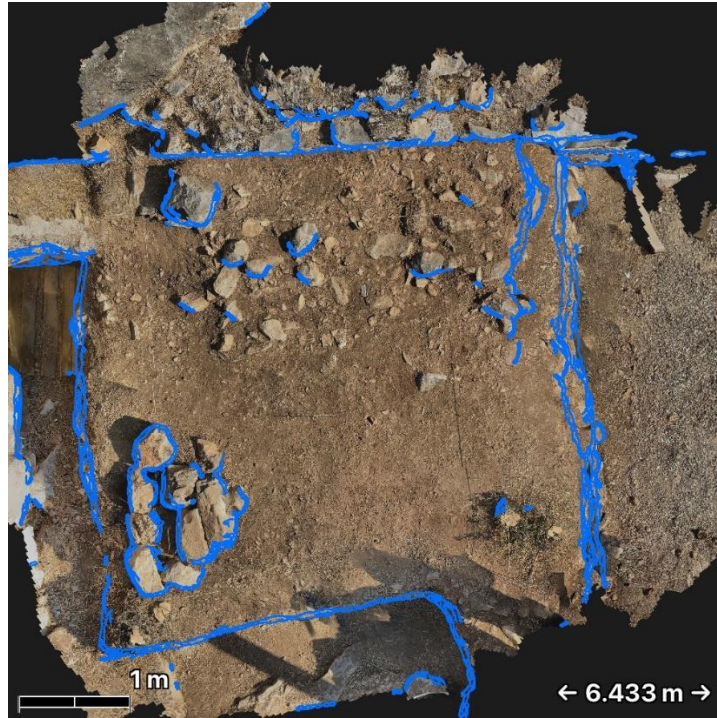


**Görsel 4:** Tarama boyutu ve fotoğraf sayısı (Priene Kazı Arşivi)

< Back



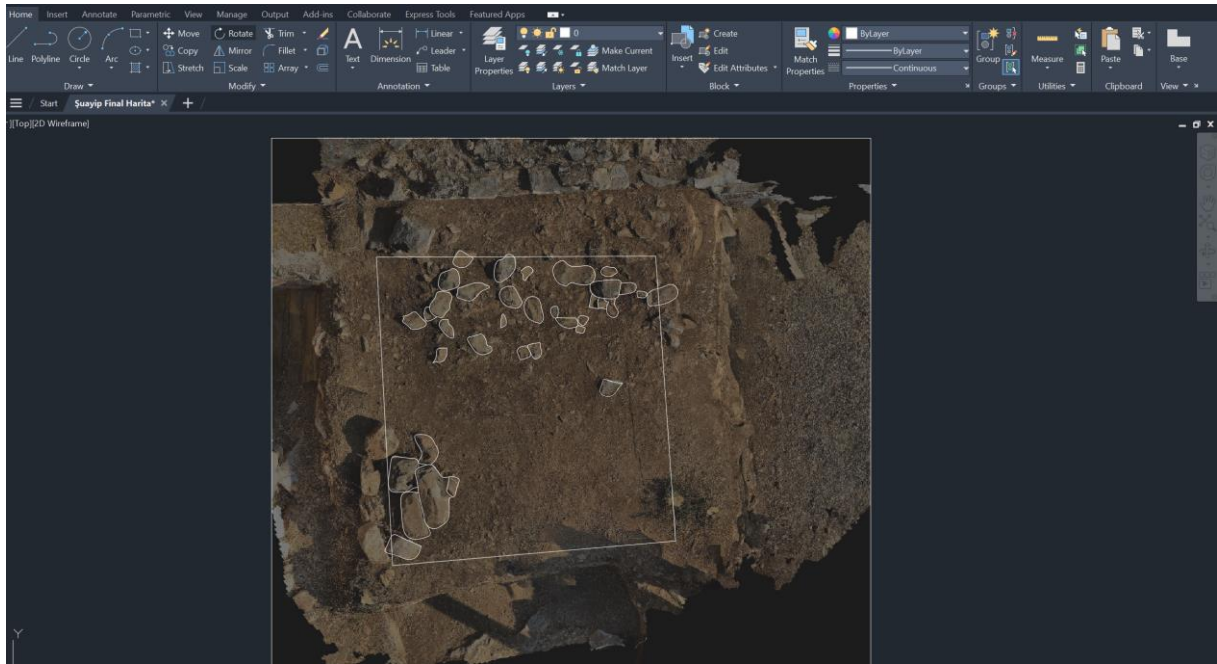
**Görsel 5:** Photoscan üzerinden orthophoto alma işlemi (Priene Kazı Arşivi)



**Görsel 6:** Photoscan üzerindeki line işlevi (Priene Kazı Arşivi)



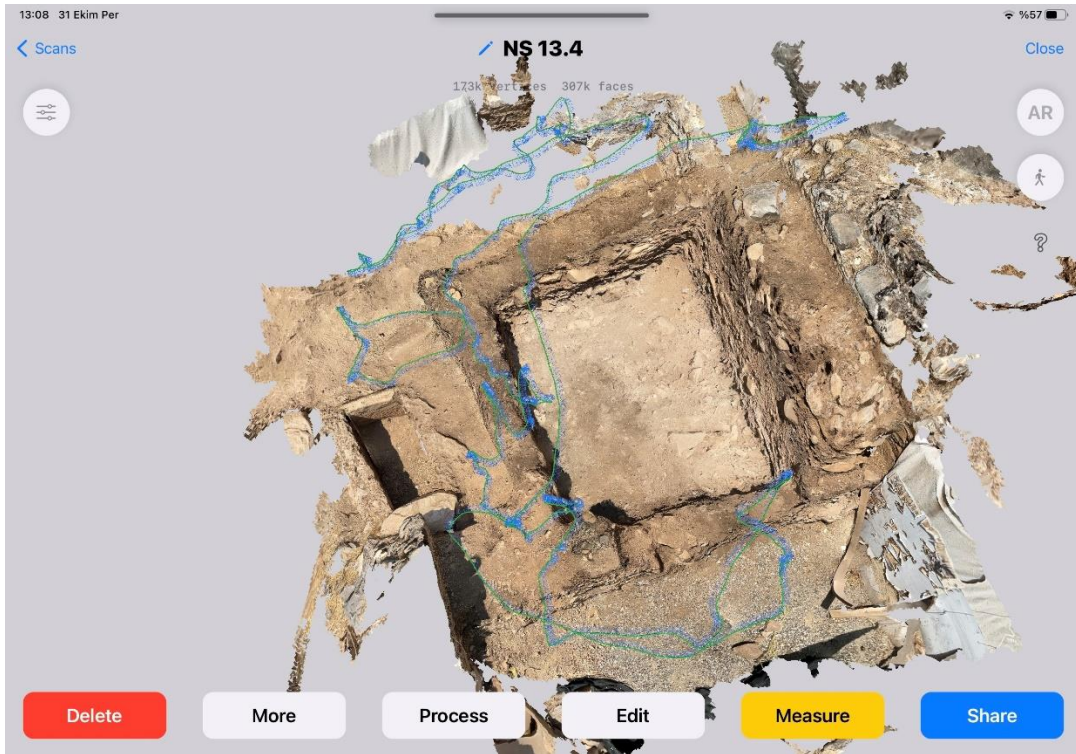
Görsel 7: NŞ 13 açması orthophotosu (Priene Kazı Arşivi)



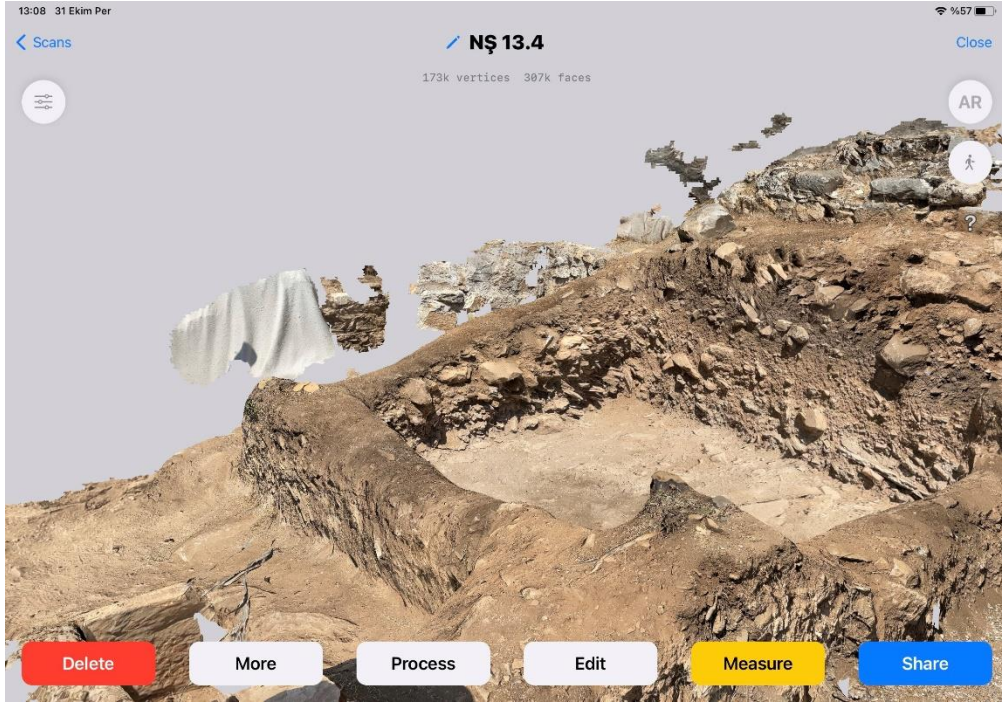
Görsel 8: NŞ 13 açmasının orthophoto üzerinden dijital çizimi (Buğra Kuru)



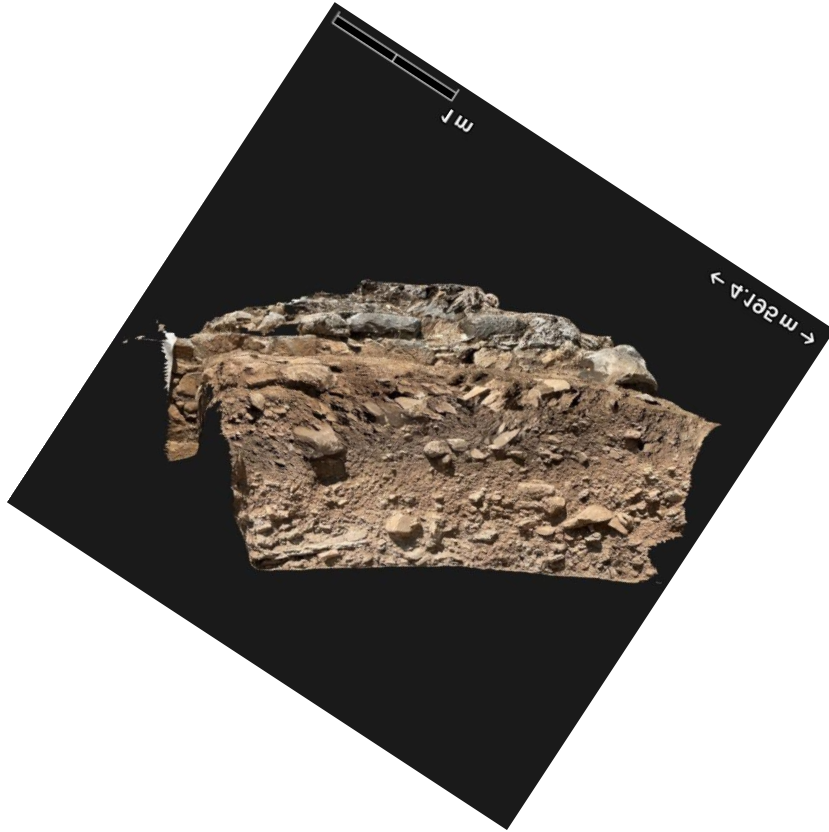
**Görsel 9:** NŞ 13 açmasının dördüncü tabakası (Priene Kazı Arşivi)



**Görsel 10:** Tarama esnasındaki gridler (Emre Gönül)



Görsel 11: NŞ 13 açmasının dördüncü tabakasının taraması (Emre Gönül)



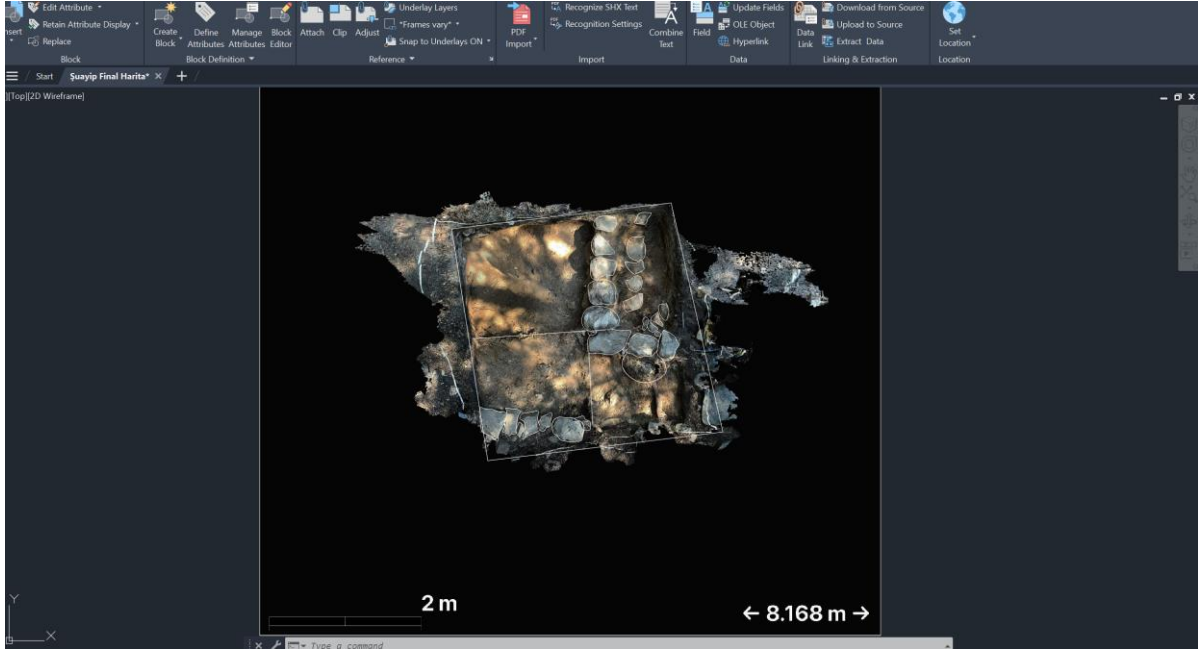
Görsel 12: NŞ 13 açmasının kuzey kesitinin orthophotosu (Priene Kazı Arşivi)



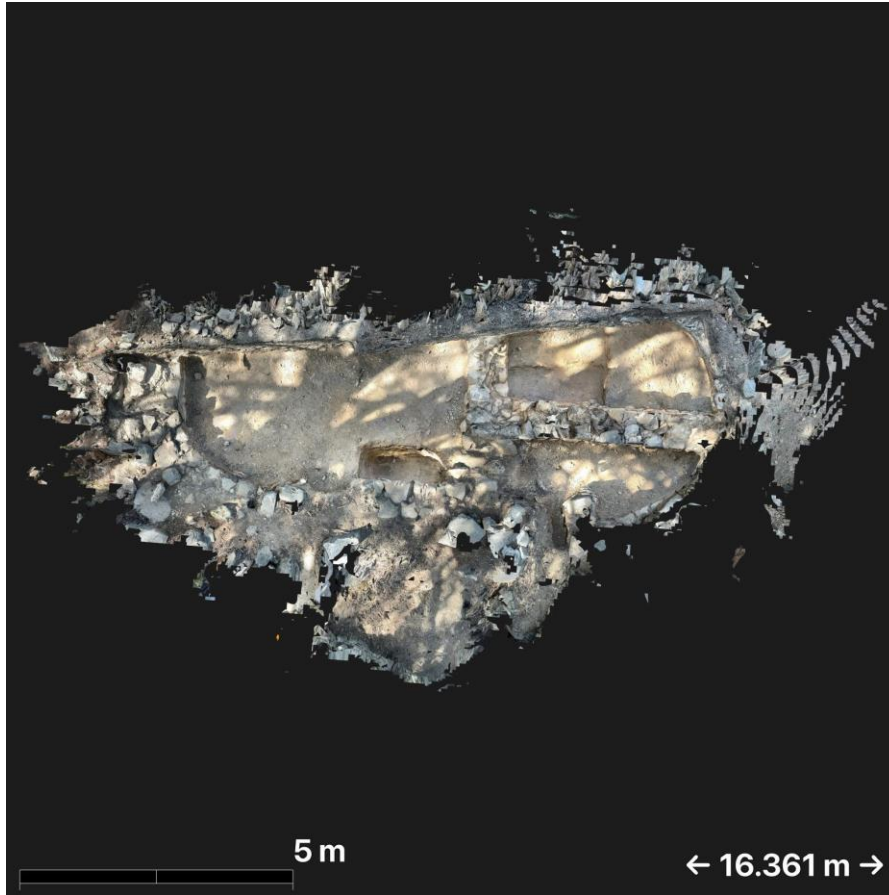
**Görsel 13:** YY 1 açması (Priene Kazı Arşivi)



**Görsel 14:** Tarama esnasındaki gridler (Güneş Erdem)



Görsel 15: YY 1 açmasının orthophoto üzerinden dijital çizimi (Buğra Kuru)



Görsel 16: Yonca planlı yapının kazılan alanının tamamının taraması (Güneş Erdem)



## Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

## Kaynakça<sup>2</sup>

- Alataş, F. (2022). *Priene kenti Doğu Nekropol Şapeli*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Alby, A. (2015). Point cloud vs drawing on archaeology. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-5/W7, 7-11.
- Apple Basın Bülteni. (2024, Kasım 12). <https://www.apple.com/tr/newsroom/2020/03/apple-unveils-new-ipad-pro-with-lidar-scanner-and-trackpad-support-in-ipados/>
- Cohen-Smith, H. J., Bickler, S. H., Jones, B. J., Larsen, B. (2022). New tech for old jobs: Handheld LiDAR for feature recording (AINZ). *Archaeology in New Zealand*, June 2022, 1-27.
- Dörtbudak, E. B. & Akça, Ş. (2024). Comparing photogrammetry and smartphone LiDAR for 3D documentation: Kızılkoyun Necropolis case study, *Advanced LiDAR*, 4(1), 19-27.
- Gant, S. & Reily, P (2017). Different expressions of the same mode: a recent dialogue between archaeological and contemporary drawing practices. *Journal of Visual Art Practice*, 17(1), 100-120.
- Güngör, M. (2022). Yersel lazer tarayıcıların arkeolojik alanlardaki kullanımının incelenmesi. *Türkiye Lidar Dergisi*, 4(2), 85-90.
- Huvila, I. (2009), My stratigraphy, your stratigraphy, stratigraphic documentation as record and information. *SKAS*, 4(2009), 15-21.
- Kimball, J. J. L. (2016). *3d delineation: A modernisation of drawing methodology for field archaeology*. Archaeopress Publishing Ltd.
- Luetzenburg, G., Kroon, A., Bjørk, A. A. (2021). Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro LiDAR for an Application in Geosciences. *Sci Rep*, 11, 22221.
- Morgan, C. & Wright, H. (2018). Pencils and pixels: Drawing and digital media in archaeological field recording. *JFieldA* 43(2), 136-151.
- Paukkonen, N. (2023). Towards a mobile 3D documentation solution. Video-based photogrammetry and iPhone 12 pro as fieldwork documentation tools. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 6(1), 143-154.
- Rumscheid, F. (2002). *Küçük Asya'nın Pompeisi Priene rehberi*. Ege Yayınları.
- Schede, M. (1964). *Die Ruinen von Priene*. Walter de Gruyter & CO.
- Spreafico, A., Chiabrandoi F., Lose, L. T., Tonolo F. G. (2021). The iPad Pro Built-in Lidar Sensor: 3D rapid mapping test and quality assesment. The International Archives of the Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B1, 63-69.
- Valdes, L., Martinez, I. M., Pujana, I. (1996). ARCHEOGRAF: Agility for the documentation of archeological excavations. *ACalc*, 7(2), 887-899.

<sup>2</sup> Kaynakçadaki bilimsel dergi kısaltmalarında, Alman Arkeoloji Enstitüsünün kısaltmalar listesi kılavuz alınmıştır.

Wickstead, H. (2008). Drawing archaeology. L. Duff, P. Sawdon (Ed.), *Drawing: The Purpose* içinde (1-7. ss.). Intellect Press.

Wiegand, T. & Schrader, H. (1904). *Priene: Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen in den Jahren 1895-1898*. Georg Reimer.

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

Zeybek, M. (2024). Akıllı telefon iPhone LİDAR tarayıcısının altyapı çalışmalarında uygulanabilirliği. *Türkiye Lidar Dergisi*, 6(1), 1-9.

## EXTENDED ABSTRACT

*The development of systematic and stratigraphic excavation and trench documentation is the most important change in field archaeology. Excavation is the biggest destruction. In order to obtain all possible data from the archaeological site, the upper layers are removed in order to reach the layers below - in other words, they are destroyed! Therefore, before going down to the lower layers, it is necessary to obtain as much data as possible from the existing layer, which will be destroyed later. In this case, the archaeologist working in the field must record the data provided by the existing layer with various methods. With the emergence of this excavation theory and methodology, archaeologists began to prepare reports, take photographs, and prepare drawings.*

*Drawings are done before, during, and after the excavation of any site. The drawings must be prepared objectively in order to represent the excavated area accurately. In this case, however, the “human” factor comes into play. The drawings produced by two different people on a single archaeological material can often differ. A drawing of a single area can appear in different ways depending on the methods chosen and the small and large mistakes made. The illustrator is therefore a source of interpretation, so the drawing may not be entirely objective.*

*The aim of this article is to provide an example of how the new technologies can solve the above-mentioned problems and setbacks in drawing and recording. In archaeological sites, hand-drawing is not an end-product in itself, but a way to record the information that archaeologists want to extract from their sites. As such, the paths and formats that lead to this goal may vary. In this article, a candidate for being one of these “different paths” will be discussed.*

*In order to solve the problems described above, the mobile LIDAR Sensor, which Apple integrated into its new mobile devices released in 2020, was used in the trench documentation in 4 different trenches created during the 2024 works in Priene. The three-dimensional data obtained in the studies provided accurate results with an error margin of plus or minus one centimeter, and the orthophotos created were used to prepare the plans of the trenches and its layers. These plans were prepared by integrating the orthophoto into the Autocad.*

*The Apple LIDAR sensor was found to quickly fulfill most of the objectives of trench documentation.*

*Compared to conventional hand-drawing, mobile devices with LIDAR sensors have been found to greatly speed up the documentation work in the field. This minimized the loss of manpower during excavations carried out in short periods of time, and the effort and time spent on hand drawing could be redirected to other tasks.*

*As is well-known, hand drawing is a two-dimensional recording tool. However, archaeology deals with three-dimensional problems. Therefore, 3D problems need 3D solutions. In documentation with a mobile LIDAR sensor, the area is scanned in three dimensions. Thus, even years later, even kilometers away from the excavated area, the destroyed strata can be visited and observed in three dimensions thanks to the “AR” mode in the software. Moreover, this three-dimensional data provides scaled data with a margin of error of one centimeter.*

*In addition, the data generated with the mentioned devices and software can be processed with more professional three-dimensional drawing programs such as Sketchup, 3d Studio Max, etc. to create much more efficient data sets. However, in this study, the trench documentation is mostly intended to be done with a single mobile device and a single software. Thus, it has been demonstrated that trench documentation can be done with a short training.*

*The devices used in this study are very economical devices compared to the mostly used ground-based LIDAR devices. Therefore, these devices are more accessible for excavation teams working with limited budgets. Moreover, these devices can be used not only for this purpose but also for other purposes (e.g. photography, drone airlifting).*

*In addition to all these, as explained above, the subjective interpretations that occur in the classical manual drawing method are eliminated in the processes carried out with mobile LIDAR sensor devices. The operator using the mobile device has no influence on the data generated, and the subjective interpretations of the drafter who digitalizes the generated data in Autocad are minimized. Therefore, the data obtained is a much more objective documentation compared to manual drawing.*