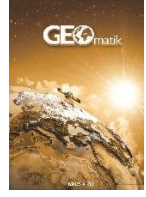




Geomatik

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

e-ISSN 2564-6761



Arkeolojik Belgelemede Teknolojik Yaklaşımlar: Yazılıkaya/Midas Kale Çalışmaları

Yusuf Polat ^{*1}, Rahşan Tamsü Polat ²

¹ Anadolu Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye, ypolat@anadolu.edu.tr

² Anadolu Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye, ratamsu@gmail.com

Kaynak Göster: Polat, Y., & Tamsü Polat, R. (2025). Çalışmanın başlığı. Geomatik, 10(3), 364-374.

DOI:10.29128/geomatik.1643529

Anahtar Kelimeler

İHA
Fotogrametri
Frigler
Yazılıkaya/Midas Kale
Arkeolojik Alan Belgeleme

Araştırma Makalesi

Geliş:20.02.2025
Revize:06.03.2025
Kabul:14.04.2025
Yayınlanma:01.12.2025



Öz

Arkeolojik alanlarda yapılan kazılar ile elde edilen arkeolojik verilerin bir araya toplanmasında, işlenmesinde, belgelenmesinde ve elde edilen sonuçların sunumunda yeni teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu bağlamda, Eskişehir ili Han ilçesi Yazılıkaya Mahallesi'nde bulunan Yazılıkaya/Midas Kale Arkeolojik Kazısında, alanda ve kazı yapılan bölümlerde 3B modelleme, Ortofoto, CBS uygulamaları yapılarak kazı sonucu elde edilen buluntuların değerlendirilmesi ile karşılaştırılmasında yeni teknolojiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda, alana ve arkeolojik materyallere farklı perspektiflerden yaklaşılarak ayrıntılı görüntüler elde edilmiş, alanın bütünsel olarak algılanmasına ve arkeolojik alan ile buluntu çalışmalarının mümkün olduğunca yüksek hassasiyetle analiz edilmesine olanak sağlanmıştır. Aynı zamanda elde edilen görüntüler vektörel çizime dönüştürülerek arkeolojik alan tanım ve karşılaştırmalarda kullanılmıştır. Kale'de yürütülen kazı süreci ve sonrasında ofis ortamında gerçekleştirilen çalışmaların süresini kısaltması ve iş yükünü hafifletmesi, bu uygulamaların kullanılmasını ve yaygınlaşmasını teşvik etmektedir. Bu belgeleme çalışmalarının sonuçları, 71 yılın ardından 2022 yılında tekrar başlatılan Yazılıkaya/Midas Kale kazılarında ilk defa ortaya çıkartılan arkeolojik küçük buluntu ve mimari buluntular üzerinde uygulanarak sunulacaktır.

Technological Approaches in Archaeological Documentation: Yazılıkaya/Midas Fortress Studies

Keywords

UAV
Photogrammetry
Phrygians
Yazılıkaya/Midas Fortress
Cultural Heritage
Documentation

Research Article

Received: 20.02.2025
Revised:06.03.2025
Accepted:14.04.2025
Published: 01.12.2025

Abstract

The use of new technologies is becoming widespread in the collection, processing, documentation and presentation of archaeological data obtained through excavations in archaeological sites. In this context, in the Yazılıkaya/Midas Fortress Archaeological Excavation located in Yazılıkaya Neighborhood of Han District of Eskişehir Province, 3D modeling, Orthophoto, GIS applications were made in the field and excavated sections, and new technologies are widely used in the evaluation and comparison of the finds obtained as a result of the excavation. As a result of these studies, detailed images were obtained by approaching the site and archaeological materials from different perspectives, allowing the site to be perceived holistically and the archaeological site and finds to be analyzed with as high precision as possible. At the same time, the images were converted into vector drawings and used in archaeological site descriptions and comparisons. The shortened duration and reduced workload of the excavation process at the Fortress and its aftermath in the office environment encourages the use and widespread use of these applications. The results of these documentation studies will be presented by applying them on archaeological small finds and architectural finds unearthed for the first time in the Yazılıkaya/Midas Fortress excavations, which were resumed in 2022 after 71 years

1. Giriş

Geçmişten günümüze geçen süreçte insanlar yerleşim alanlarını seçerken su kaynağı, tarım alanları ve savunmaya uygun yerleri gözeterek tercihte bulunmuşlardır. Bu bağlamda, geçmişi irdeleyen Arkeoloji biliminde, çalışılan alanın coğrafi konumu ve topoğrafik yapısı, insanların askeri, sosyo-ekonomik ve siyasi yapısı hakkında önemli bilgiler vermektedir.

Arkeolojik alanlarda 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 (Senkal ve ark., 2021). Bu çalışmalara yardımcı olacak teknolojik gelişimlerin takip edilip, etkin bir biçimde kullanılması son yıllarda oldukça artmıştır (Güngördü, 2022).

Günümüzde sosyal bilimlerin birçok farklı dalında “dijitalleşme” ile ilişkili çeşitli kavramların bilimsel araştırma yöntemlerine dâhil olduklarını görmekteyiz. Bu kapsamda, arkeoloji bilimi içerisinde “dijital arkeoloji”, “dijital kültürel miras”, “arkeolojik alan araştırmalarında dijitalleşme” gibi konular son yıllarda sıklıkla üzerinde durulan başlıklar arasındadır (Özgüner, 2021).

Alan çalışmalarının yanı sıra, müzelerde bulunan eserlerin de gerçek boyutlarında ziyaretçilere sunulması toplumsal kimliğin, bağlılığın, kültürel çeşitliliğin idrak edilmesi açısından önemlidir. Turizmin ve dolaylı olarak ekonominin canlandırılmasının yanı sıra tarihi kent ve sit alanları için alan yönetimi planlarının uygulamasında da kullanılmaktadır (Mülazimoğlu ve Başaraner, 2019; Karataş ve ark., 2022; Yakar ve ark., 2010; Tosun Çolak ve Çolak, 2024; Yakar ve ark 2009).

Yeni teknolojiler kullanılarak arkeolojik alanlarda yapılan arkeolojik kazılar ve yüzey araştırmaları sonucunda elde edilen verilerin bir araya getirilerek işlenmesinde, belgelenmesinde, bu çalışmalardan elde edilecek sonuçların sunumunda kullanılmaktadır. Arkeolojinin en önemli aşamalarından biri olan belgeleme çalışmaları ile detaylı bilgiler arşivlenebilir ve gelecek nesiller için korunabilir (Karabacak ve Yakar, 2023; Özdemir ve Güngör, 2024; Dörtbudak ve Akça, 2024, Alyılmaz ve Ark 2010, Yakar ve ark 2010).

Tarihi yapı ve arkeolojik alanların yerden ve havadan fotoğraflanması ile rölöve planları, ortofoto, kesitler ve üç boyutlu modelleri elde edilebilmektedir (Ulvi ve ark., 2020). Üç boyutlu verileri, çok hızlı elde etmekte ve nesnelerin görüntüleriyle bütünleştirerek bir gösterim sağlamaktadır. Bu yöntemin en önemli avantajı mekânsal nesnelerin, görüntüleme tekniklerine göre daha gerçeğe yakın bir gösterim elde etmesidir (Yakar ve ark., 2016). Bu sayede incelenecek olan sahaya, özelden genele, genelden özele doğru farklı perspektiflerden yaklaşılarak, ayrıntılı görüntüler elde edilmektedir. Bu durum tüm sahanın bütünsel olarak algılanmasına, arkeolojik alan çalışmalarının mümkün olduğunca yüksek hassasiyetli analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen 3B modeller, yalnızca görsel belgeler sunmakla kalmayıp aynı zamanda restorasyon, koruma (Kanun ve ark., 2022) ve kültürel tanıtım

süreçlerinde ve farklı disiplinlerde stratejik bir araç olarak da işlev görmektedir (Şasi ve Yakar, 2018; Yakar ve Doğan 2019). Aynı zamanda elde edilen veriler işlenip tarihi bina ve yapıların dijital ortamdaki 3 boyutlu modellerinden 3 boyutlu koordinatlar (X,Y,Z) yardımıyla tekrar inşası, koruma veya restorasyon çalışmaları için altlık oluşturulabilmektedir (Ünel ve ark., 2020).

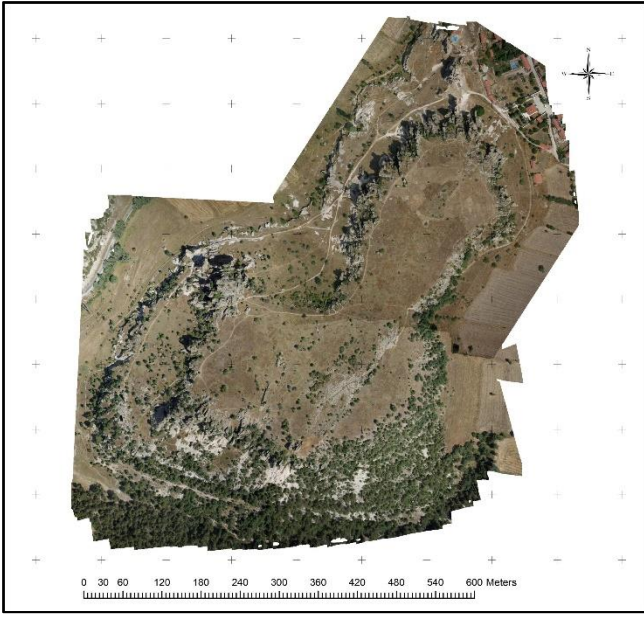
Birçok sektörde kullanılan geniş bir uygulama alanına sahip olan Coğrafi bilgi teknolojisi (CBS) Yazılıkaya/Midas Kale kazısında etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. CBS, birçok veri setini birleştirme, üç boyutlu analiz ve harita üretme kabiliyeti ile veri analizi ve yorumlamada kullanılan en etkili araçlardan biridir (Onyıl, 2022). Büyük hacimli verilerin coğrafi bilgiye dayalı olarak işlenmesi, analiz edilmesi ve sonuçlara göre kararlar alınmasında CBS'nin etkin kullanımı çalışma sürelerini kısaltmaktadır (Önder ve ark., 2022).

Bu çalışmada, koordinatlı hale getirilen IHA görüntülerinin yanı sıra fotoğraf makinaları kullanılarak Eskişehir İli, Han İlçesinin kuzeybatısında Yazılıkaya Köyü sınırları içerisinde bulunan Yazılıkaya/Midas Kale'de yürütülen arkeolojik kazılarda elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çalışmada, özellikle Frig Dönemlerinde dinsel bir merkez olan Yazılıkaya/Midas Kale'deki arkeolojik kazılarda uygulanan teknolojik çalışmalara yer verilmiştir. Aynı zamanda bu makale, arkeolojik kazı ve alan belgelemede yeni teknolojilerin kullanımını göstererek veri toplama, işleme ve sunum süreçlerinin hız ve doğruluğunu artırmaya yönelik bir model sunmaktadır. Yazılıkaya/Midas Kale örneği üzerinden, geleneksel yöntemlerle elde edilemeyen bütüncül, üç boyutlu ve yüksek hassasiyetli analiz olanaklarını sağlayarak literatüre önemli bir katkı yapmaktadır.

2. Çalışma Alanının Tanımı

Yazılıkaya/Midas Kale, coğrafi koordinat sistemine göre 39°19' kuzey enlemi ile 39°71' doğu boylamı arasında konumlanmaktadır. Eskişehir İli, Han İlçesi'nin 18 km kuzeybatısında, Seyitgazi İlçesi'nin 30 km güneyinde ve Eskişehir'e 75 km uzaklıktadır. Yazılıkaya Köyü'nün güneybatısındaki kayalık alan üzerine kurulan kale tipi yerleşim alanı, bazı araştırmacılar tarafından “Midas Şehri” olarak adlandırılmaktadır (Talbert, 2000). Yazılıkaya/Midas Kale, savunma açısından avantajlı olan engebeli bir arazi yapısına ve arazilerin etrafında tarıma elverişli geniş, verimli ovalara sahiptir. Bölgenin, kuzeyinde Sündiken Dağları, doğusunda Sivrihisar Dağları, batısında ise Türkmen Dağı yer almaktadır (Şekil 1).



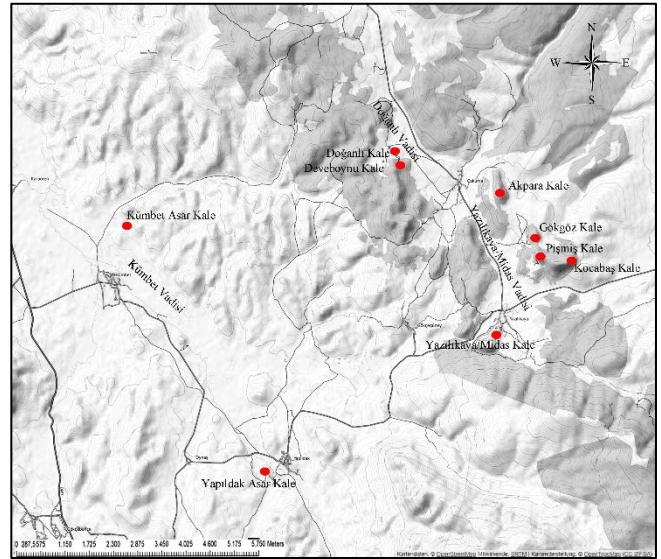
Şekil 1. Yazılıkaya/Midas Kale Ortofoto görüntüsü.

26 hektarlık bir alana sahip kalenin üst kısmı düz kayalık platodan oluşan yerleşiminin, kuzeydoğu-güneybatı yönünde 800 m uzunluğunda, kuzeydoğusu 235 m, güneybatısı 350 m genişliğindeki platonun güneyine doğru yüksekliği artarak etrafı korunaklı bir alan oluşturmaktadır. Kuzey ve doğu kenarlarında platonun yüksekliği eşit olup, yakın çevresi çam ve meşe ormanlarıyla kaplıdır. Doğusunda Toptepe, güneyinde Deveeriği Tepesi, batısında kayalık yükseltiler ile çevrili olan bu alan, antik dönem yerleşim standartlarına uygundur. Bu kale yerleşimi, Yazılıkaya Köyü'nün hemen batısında yer almaktadır. Köy, 1885 yılında Kafkasya'dan göç eden Karaçay göçmenleri tarafından iskân edilmiş, ismini de köyün hemen güneybatısında bulunan anıtsal boyutlardaki, üzerinde Paleo-Frigce yazıtın bulunduğu Yazılıkaya'dan yani Midas Anıtı'ndan almıştır (Haspels, 1981). Kalenin güneyinden ve batısından günümüzde sadece bahar aylarında aktif olan dere akmaktadır. Bunun yanı sıra, su kaynakları açısından da zengin bir bölgedir (Polat, 2020).

Frigler, M.Ö. 2. Binyılın sonlarından itibaren Makedonia ve Thrakia'dan Anadolu'ya birkaç akınla göç ettiği düşünülen bir topluluktur. Özellikle Orta Anadolu'da başkentleri Gordion (Polath/Yassihöyük) olmak üzere M.Ö. 9. yy'da siyasi bir güç olarak hüküm sürmüşlerdir. Friglerin başkent Gordion dışında etkin oldukları alanlar, Eskişehir, Kütahya ve Afyonkarahisar illeri arasında kalan ve Dağlık Frigya olarak isimlendirilen bölgedir. Bu alanın en önemli özelliği, kolay işlenebilir tüf kayalardan oluşan platolar ve derin vadilerdir. Vadiler arasında en önemli dinsel anıtların bulunduğu alan Yazılıkaya/Midas Kale'de Frigler kalenin üzerinde, eteklerinde ve çevresinde kaya yapısının uygun olduğu noktalarda tapınımında bulundukları, Ana Tanrıça Matar adına çok sayıda fasad, altar ve nişlerden oluşan kült anıtları yapmışlardır (Tamsü Polat, 2010). Kale ve çevresi Helenistik ve Roma Dönemlerinde de kullanım görmüş fakat yoğun olarak Frigler tarafından iskân edilmiştir. Günümüzde görülen

anıtların ve kaya mezarlarının büyük bir kısmı da Frig Uygarlığına aittir.

Yazılıkaya/Midas Kale, kuzey yönden itibaren kaleler ile çevrelenmiş, oldukça korunaklı bir alana sahiptir (Kaleler sırasıyla Kocabaş, Pışmış, Gökgöz ve Akpara Kale'dir). Aynı zamanda yakın çevresinde bulunan Yapıldak ve Kümbet vadilerinde de benzer özellikte kaleler bulunmaktadır. Frig Kaleleri, konumları nedeniyle ulaşılması güç yüksek noktalarda, vadilerin giriş-çıkışlarını kontrol edebilecek yerlerde ve plato kenarlarında yer almakta, çevrelerinde bulunan tarım ve orman arazilerine yakınlıklarıyla dikkat çekmektedirler. Vadiyi çevreleyen kaleler kolay savunulabilen ve yol güzergâhlarının rahatlıkla kontrol edilebildiği konumlara sahip, doğal yükseltiler üzerine yapılmışlardır (Polat ve Altan, 2012). İskân edilmeye elverişli koşulları nedeniyle antik dönemlerden günümüze kadar geçen süreçte insanların yaşamlarını sürdürebilmelerine olanak sağlamıştır (**Şekil 2**).



Şekil 2. Yazılıkaya/Midas Kale ve çevresinde bulunan kaleler.

Kalede kısa süreli yapılan arkeolojik kazılarda M.Ö. II. Binyıl, Frig, Helenistik ve Roma Dönemi'ne tarihlendirilen buluntuların (Haspels, 1971) yanı sıra, İlk Tunç Çağı'na tarihlenen az miktarda seramik parçası da ortaya çıkarılmıştır. Ancak, bu seramik parçaların bulunduğu yer ve tabaka hakkında ayrıntılı bilgi verilmemiştir (Çambel, 1948). Aynı zamanda, kayalık Midas platosunun doğusunda bulunan yol boyunca, kaya yüzeyine işlenmiş ve günümüzde kaya yüzeyi aşınması nedeniyle dikkatli bakılınca görülebilen kabartmalar da mevcuttur. Bu kabartmaların Hitit Dönemi'ne tarihlendiği araştırmacılar tarafından belirtilmiş (Berndt, 2002; Haspels, 1971; Ramsay, 1882) olmasına karşın üzerinde çalışılması gereken bir konudur.

Yazılıkaya/Midas Kale'de çalışma yapılan Frig kaya altarnın bulunduğu kutsal alan, burada ele geçen Roma İmparatorluk Dönemi'ne tarihlendirilen yazıtlı stellerden dolayı "Agdistis kutsal alanı" olarak adlandırılmıştır (Haspels, 1971). Friglerin kutsal mekanları arasında bulunan Yazılıkaya/Midas Kale yerleşiminde, Eski Frig yerleşiminin en yüksek

noktasında, anıtsal boyutlardaki Frig kaya altarının bulunduğu alanda, Helenistik Döneme tarihlenen bir tapınağın (?) varlığı, Ana Tanrıça kültünün Frigya'nın yüksek yerleriyle bağlantısını sürdürdüğü şeklinde yorumlanmaktadır. MÖ 4. yy. sonlarından itibaren Ana Tanrıça kültü Helenizm'in etkisiyle değişikliğe uğramıştır. Bununla birlikte Anadolu'daki Matar kültü Yunan tarzını olduğu gibi almak yerine, Frigyalı Ana Tanrıça'nın bazı özelliklerini koruyan ancak Yunan Meteri'nin de özelliklerini benimseyen melez bir kültü dönüşmüştür (Roller, 1999).

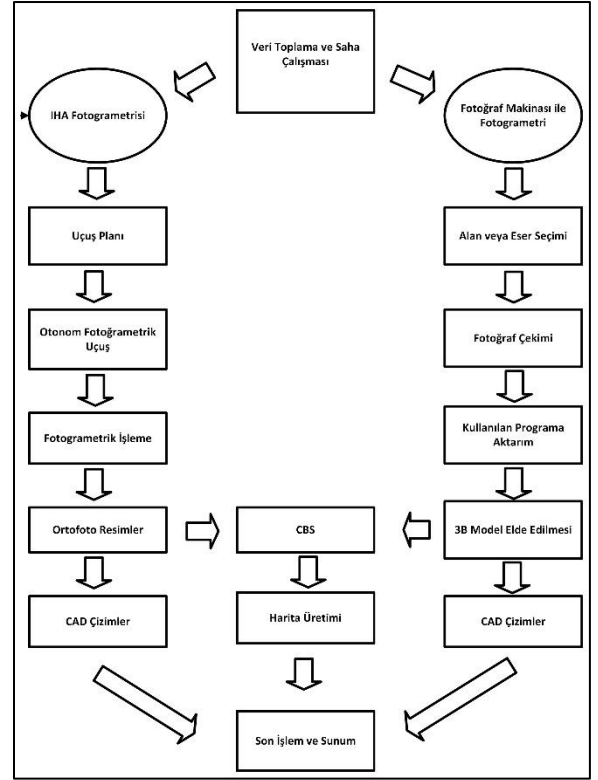
Kalenin üst platosunun üst kesiminde, basamaklı Frig kaya altarının hemen doğusunda 1936-1939 yılları arasında İstanbul'daki Fransız Arkeoloji Enstitüsü adına Enstitü Müdürü A. Gabriel başkanlığında gerçekleştirilmiş olan ilk dönem kazı çalışmalarında, Helenistik Döneme tarihlenen terrakotta figürin parçaları ve Roma İmparatorluk Dönemine tarihlenen Yunanca yazıtlı adak stelleri bulunmuştur. Bu stellerde, yazıtların içeriğinden adak stellerinin Agdistis'e adandığı anlaşılmaktadır. İlk dönem kazılarında ele geçen buluntulardan yola çıkarak araştırmacılar da kaya altarının hemen önünde, tanrıça Agdistis'e ithaf edilmiş olan bir tapınak olduğunu belirtmişlerdir (Gabriel, 1965).

3. Yöntem

Belgeleme sürecinde, çalışılan alanın büyüklüğüne ve kullanım amacına göre farklı aplikasyon ve programların kullanıldığı metotlar tercih edilmiştir. Bu metotların seçiminde günümüz arkeolojik kazı ve yüzey araştırmalarında kullanılan yöntemler seçilerek uygun olan aplikasyon ve programların seçimine özen gösterilmiştir.

Bu çalışmada, ArcGIS 10.5.1, AutoCAD, Agisoft Metashape Professional, PolycamPro programları kullanılmıştır.

Bu programlarda işlenecek görüntüleri elde etmek için, Yazılıkaya/Midas Kale'nin genelini fotoğraflanması için Hexacopter ve 16.2-megapixel RICOH GR fotoğraf makinası, kazı esnasında daha küçük olan kazı alanlarını belgelemek için DJI Air 2S Fly More Combo İHA'sı 1-inch CMOS sensör, alınan tüm fotoğrafların koordinatlandırmak için Foif A30 GPS/GNSS ekipmanı tercih edilmiştir. Elde edilen raster görüntüleri vektörel çizime dönüştürmek için Adobe Illustrator programı kullanılmıştır (**Şekil 3**).



Şekil 3. Uygulama çalışmalarında izlenen iş akış şeması.

Kazı Alanı Çalışmaları

3.1.1. Yazılıkaya/Midas Kale'nin Ortofoto ve 3B Modelinin Oluşturulması

Yazılıkaya/Midas Kale'de yapılan çalışmalarda, İHA ile havadan fotoğraf verisi toplanırken iki yöntem belirlenmiştir. Yazılıkaya/Midas Kale, 24 hektarlık büyük bir alanı kapladığından dolayı 3B modelleme çalışması yapılırken ortalama 100 metre yükseklikten ve toplam 1236 adet fotoğraf çekilerek tamamlanmıştır. Bu çalışma, alanın büyük olması nedeniyle otonom fotogrametrik bir uçuş planı oluşturularak, uçuş rotası, yüksekliği ve kamera açıları ayarlanarak tamamlanmıştır.

Hava fotoğraflarının çekimi yapılmadan önce alanda koordinat sistemi TUREF-TM30 (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) datumu baz alınarak yer kontrol noktaları belirlenerek DGPS noktaları alınmıştır (Polat ve Tamsü Polat, 2020). Elde edilen yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları üzerine daha önceden belirlenen 8 adet kontrol noktası, enlem, boylam ve yükseklik bilgileri girilerek fotoğraflar ortofoto üretimi için hazır hale getirilmiştir (**Şekil 4**).



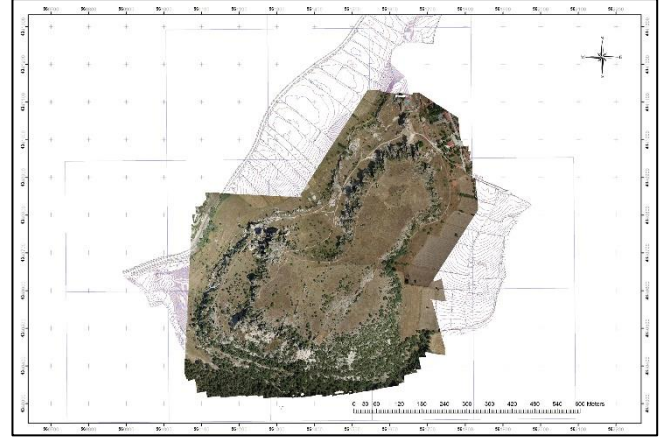
Şekil 4. Alanın IHA uçuş programı ve koordinat noktaları.

Fotoğrafların düzeltildiği bu aşamada Agisoft Metashape Professional programında her bir resim için kamera konum ve oryantasyonları hesaplanarak ortofotolar üretilmiştir. Yoğun nokta bulutu üretiminin ardından 3B poligonal model (mesh) üretimi ve doku haritalama (texture) işlemi gerçekleştirilmiştir. Renklendirilmiş nokta bulutu, sayısal yükseklik modeli, Yazılıkaya/Midas Kale'nin 3B modeli ve ortofotosu üretilmiş aynı zamanda ArcGIS 10.5.1 Programında koordinatlı olarak birleştirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Aynı zamanda alanın 1/500 ölçekli halihazır haritasının AutoCAD programından uygulaması yapılmıştır.

Yazılıkaya/Midas Kale'nin 1950 yılında, modern Türk haritacılığının kurucusu Mehmet Şevki Paşa (Débarre, 2021) ve çalışma arkadaşlarından biri olan Türk Hava Kuvvetleri Komutanlarından, aynı zamanda Türkiye'deki Jeodezi kurucularından biri olan Kadri Koray tarafından ilk hava fotoğrafı (Gabriel, 1952, Pl. 2) alanın ilk defa havadan görüntüsü alınarak oluşturulmuştur. Yapılan bu çalışma, alanın tümüyle algılanmasını sağlamış, o dönem yapılan kazı alanlarının tümüyle algılanıp yorumlanmasına yardımcı olmuştur. Fakat 1950 yılı hava fotoğrafı o dönem teknolojisi kullanılarak alındığı için düşük çözünürlüklü ve koordinatlı değildir. Bununla birlikte, Yazılıkaya/Midas Kale'de günümüzde elde edilen 2B fotoğraflardan ortofoto ve 3B model oluşturulabilmektedir. Bu çalışma alanın eski ve yeni teknolojilerin gelişiminin izlenebilmesi nedeniyle önemli bir örnektir (Şekil 5-6).

Alanda düzenli olarak her yıl alınan IHA görüntüleri ile uzaktan algılama ve CBS yöntemleri ile kazı alanlarının değişimi düzenli olarak izlenebilmekte ve analiz edilmektedir. Bu tür çalışmalar farklı bilim dallarında yaygın olarak uygulanmaktadır (Çelik ve Yakar, 2023).

Koordinatlı ve yüksek çözünürlüklü haritalar arkeolojik kazılarda altlık oluşturmakta ve alanda yapılan kazılar ve yeni veriler üzerine eklenmektedir. Aynı zamanda, Yazılıkaya-Midas Kale'ye sanal ortamda hareket kazandırılarak alanın bir bütün olarak algılanmasına olanak sağlanmıştır. Kale'de bulunan anıtlar, altarlar, kaya mezarları ve yol ağı bütünsel ve ayrıntılı olarak daha sistematik ve kapsamlı bir şekilde algılanabilmektedir (Tamsü Polat ve ark., 2019).



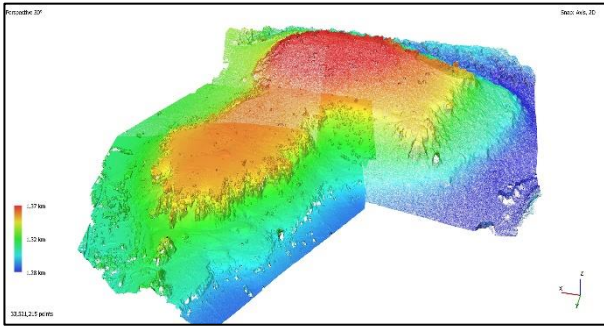
Şekil 5. ArcGIS 10.5.1 Programında hazırlanmış



Şekil 6. Yazılıkaya/Midas Kale'nin 1950 yılına ait ilk hava fotoğrafı (Gabriel, 1952).

Yapılan çalışmalarda, Agisoft Metashape Professional ile yapılan ölçeklendirmede yapılan karşılaştırmalar ile 100 m²'lik bir alanda 3-5 mm, küçük buluntularda ise 1-3 mm hata payı gözlemlenmiştir. Bu hata payları arkeolojik alan ve buluntularda kabul edilebilir bir hassasiyettir. Benzer bir çalışmada, Çatalhöyük'te Neolitik bir evin (25 m²) Agisoft'un Metashape programında oluşturulan 3B modelinin yaklaşık 4-5 mm doğruluk payına sahip olduğunu göstermiştir (Forte, 2014).

Alanın sayısal yükseklik modeli (DEM) görüntüsü elde edilerek, yükseklik analizi, arkeolojik verilerin yoğunluklu olarak hangi yükseklikte bulunduğu ve derinlik verilerinin ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır. Midas Kale için yapılan DEM modellemesinde hangi yükseklikte hangi yerleşimlerin ve dönemsel olarak bir tercihsin olup olmadığının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu tip modeller özellikle Dağlık Frigya Bölgesi gibi yükseklik farklarının çok olduğu topoğrafik yapıya sahip alanlar için uygulanabilir bir yöntemdir. Bu nedenle Yazılıkaya/Midas Kale de bulunduğu konum nedeniyle yükseklik verilerinin sıklıkla kullanıldığı alanlardandır (Şekil 7).



Şekil 7. Agisoft Metashape Professional Programında hazırlanmış Yazılıkaya/Midas Kale DEM görüntüsü.

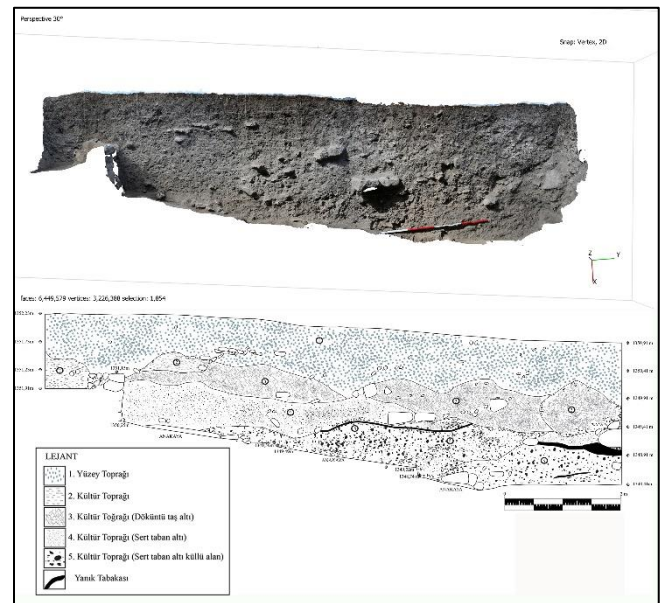
3.1.2. Mimari Verilerde Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mimari buluntular üzerinde yapılan çalışmalar, kazı yapılan alanın planın ve kesitinin çıkartılması ve kazılarda seviye inme çalışmaları esnasında ortaya çıkartılan mimari verilerin belgelenmesine yönelik uygulamalardır (Kanun ve ark., 2021). Arkeolojik kazılarda, dönemsel farklılıklar, karşılaştırmalar ve tabakalanma belirlendiği için belgeleme ve alanın stratigrafik olarak değerlendirilmesi, arkeolojik kazıların en önemli aşamalarındandır. Bu tür alanlarda belgeleme çalışmaları, yakın geçmişe kadar geleneksel yöntemler kullanılarak yapılmakta ve kazı çalışmalarında zamansal olarak uzun süreler harcanmaktaydı. Günümüzde yeni teknolojiler kullanılarak, özellikle IHA'lar ile elde edilen verilerin işlenmesinde kullanılan yazılımlar sayesinde, oldukça kısa sürede tamamlanmakta ve en önemlisi de alanın koordinatlı 3D modelleri oluşturularak çalışılan sahaya gitmeden veriler tekrar tekrar incelenebilmektedir.

Kazılar sonucunda, stratigrafiyi (dönemsel tabaklanmayı) izleyebildiğimiz kesit çizimleri geleneksel yöntemler ile arazide yapılmakta, sonrasında dijital ortama aktarılmaktaydı. 2022 yılında platonun üst kısmında bulunan Agdistis kutsal alanının doğu kesitinde bu çalışmalar, ölçekler yerleştirilerek fotoğraflanmış, sonrasında Agisoft Metashape Professional programında birleştirilerek oluşturulmuştur. Hazırlanan yüksek çözünürlüklü görüntü Adobe Illustrator programında vektörel çizime dönüştürülmüştür. Elde edilen çizim üzerinde en üst tabakalardan taban seviyesine kadar dönemsel farklılıkların ortaya konulduğu stratigrafik olarak tabakanın belirlendiği kesitin çiziminde de kullanılmıştır. Yazılıkaya'da yapılan kazı çalışmalarında kesit çizimleri, belgeleme, analiz, kazı alanlarının belirlenmesi ve yayın aşamalarında kullanılan bu yöntem ile yapılan çalışmalar iş yükünü azaltmakla birlikte, zamansal olarak da büyük fayda sağlamaktadır (**Şekil 8-9**).

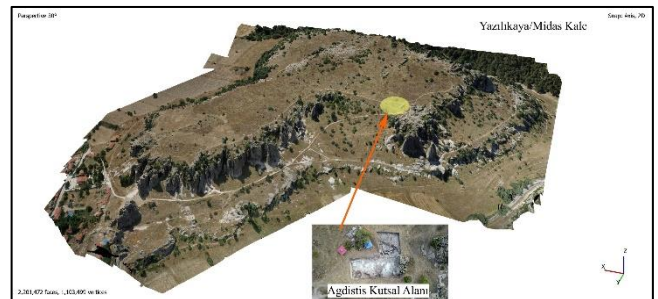


Şekil 8. Doğu kesit genel görünümü.



Şekil 9. Doğu kesit Agisoft Metashape Professional programında birleştirilen fotoğraflar ve elde edilen çizim.

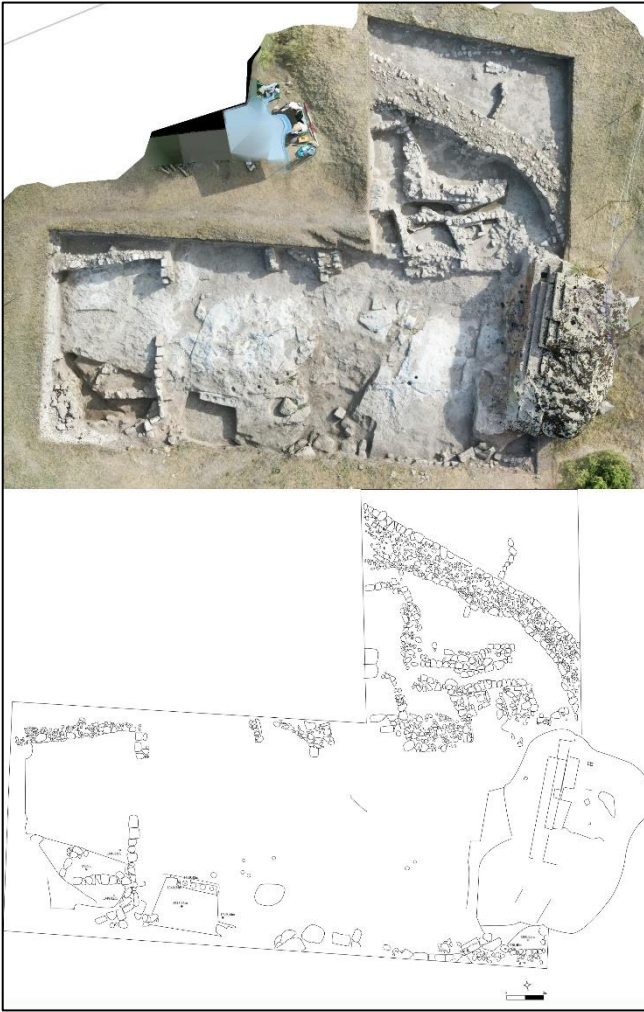
Kazı alanının planını çıkartmak için de benzer bir yöntem kullanılmaktadır. Öncelikle alan IHA ile fotoğraflandıktan sonra Agisoft Metashape Professional programında koordinatlandırılmıştır (**Şekil 10-12**).



Şekil 10. Kazı çalışması yapılan Agdistis Kutsal alanı.



Şekil 11. Agdistis Kutsal Alanı IHA görüntüsü.



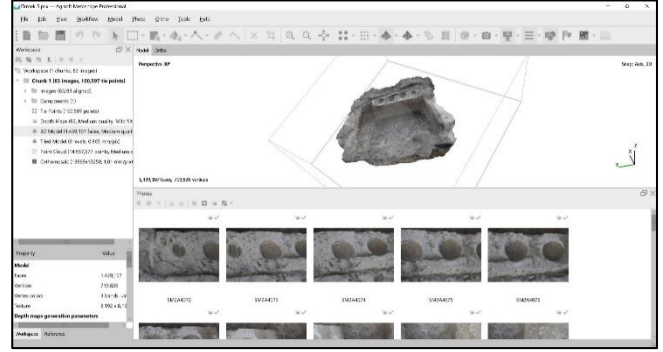
Şekil 12. Agdistis Kutsal alanında tespit edilen mimari verinin Agisoft Metashape Professional programında birleştirilmesi ve çizimi.

3.1.3. Buluntu Çalışmaları

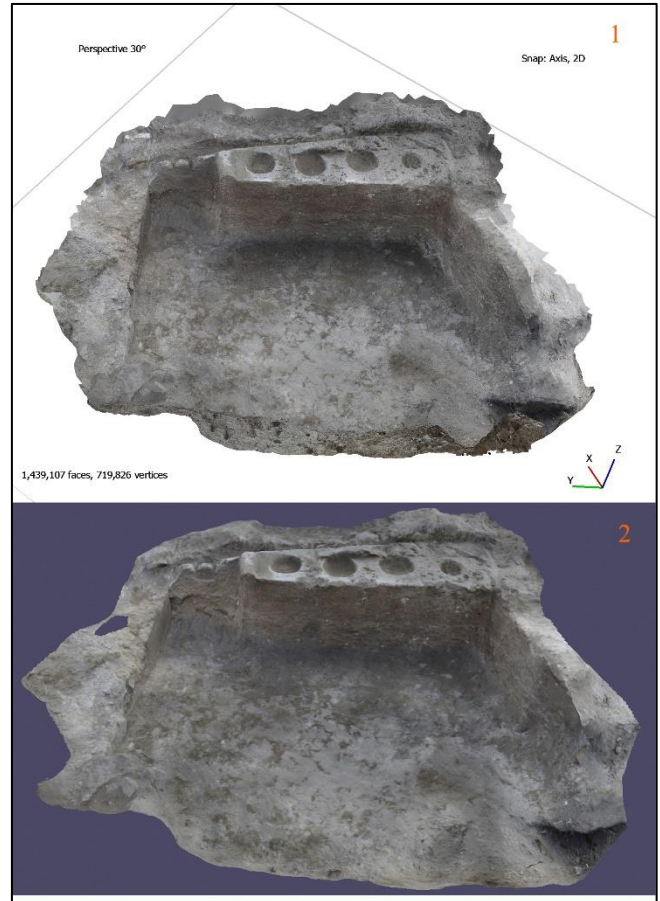
Kazı yapılan alanların içerisinde bulunan özellikli mimari buluntular da benzer yöntemler uygulanarak 3B modellenerek vektörel çizimlere dönüştürülmektedir.

Kutsal alanda yapılan kazılar ile ortaya çıkartılan kayalık platform üzerine açılmış, birbiri ardına sıralanmış, 3 adet kaya çanağı ve bu çanakların hemen yakınında Frig Ana Tanrıçası Matar'ın soyut betimlerinden olan bir kaya idolü tespit edilmiştir. Bu

alandaki, Canon 5D Mark III fotoğraf makinesi ile 83 fotoğraf karesi alınarak Agisoft Metashape Professional programında 3B görüntü modeli oluşturulmuştur. Aynı fotoğraf karelerinin, Polycam Pro uygulamasının Gaussian Splat ile oluşturulmuş 3B modeli çıkartılmıştır (Yurtsever, 2023). Her iki çalışmadaki sonuçların birbirine benzer olduğu gözlemlenmiştir. İki uygulamada da 3B ve nokta bulutu elde edilmekte ve nokta bulutu ile oluşturulan ortofotolar üretilmektedir (**Şekil 13-14**).



Şekil 13. Kazı yapılan alanda bulunan mimari verinin Agisoft Metashape Professional birleştirilmesi.



Şekil 14. Kazı yapılan alanda bulunan mimari verinin, **1-** Agisoft Metashape Professional ve **2-** Polycam Pro uygulamasının Gaussian Splat ile oluşturulmuş 3B modeli.

2022 yılı kazı çalışmalarında, Agdistis Kutsal alanında yapılan arkeolojik kazı çalışmalarında MÖ. 8-7. yy'a tarihlenen, kırık olarak ele geçen pithos parçalarının öncelikli olarak restorasyonu tamamlandıktan sonra belgeleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 15), (Polat ve ark., 2024).



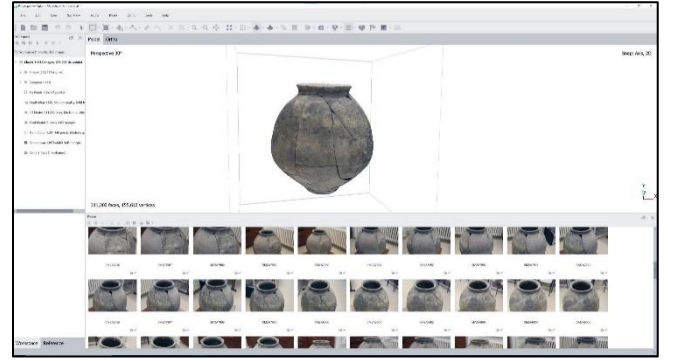
Şekil 15. 2022 Yılı kazı çalışmalarında Pithos parçalarının çıkartılması.

Pithos, SFM (Shape From Motion) algoritmasını kullanan, Agisoft LLC tarafından geliştirilen Metashape Professional yazılımı 3D modeli ölçekli olarak çıkartılmıştır. Yapılan çalışma, Canon 5D Mark III fotoğraf makinesi ile 332 fotoğraf karesi alınıp birleştirilerek oluşturulmuştur.

SFM (Shape From Motion) algoritmasını kullanan, Agisoft LLC tarafından geliştirilen Agisoft Metashape Professional yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Agisoft Metashape, SFM algoritmasını uygulayarak görüntülerden referanslı 3B model üretimine ve nokta bulutu oluşturmaya olanak sağlamaktadır (Mohammed ve Yakar, 2016). Özellikle buradaki örnekte olduğu gibi, eseri ölçeklendirmek için mesafesi bilinen hedef noktaları yerleştirilerek (yatay: 50 cm; dikey: 30 cm) fotoğraflandığında, 3B model oluşturma yanı sıra, kazılarda gerçekleştirilen ve uzun zaman alan küçük buluntu çizim çalışmaları daha kısa sürede tamamlanmaktadır (Şekil 16-18).



Şekil 16. Pithos'un modelleme öncesi hedef noktalarının oluşturulması.



Şekil 17. Pithos'un Agisoft Metashape Professional programında birleştirilmesi.



Şekil 18. Pithos'un Agisoft Metashape Professional programında birleştirilmesi ve son aşamasında ölçekli çizime aktarılması.

CBS teknolojisi, arkeolojik alanların ve tarihi yapıların envanterinin çıkartılmasında, değerlendirilmesinde, korunmasında ve belgelenmesinde büyük ölçüde kolaylıklar sağlamaktadır (Doğan ve Yakar, 2018). Aynı zamanda CBS kullanıcıları son yıllarda Web Sunucuları oluşturarak haritalar oluşturmakta ve tarihi alanların öznitelik bilgilerini aplike ederek kullanıcılara sunmaktadırlar. Bu çalışmaların en önemli özelliği bilgilerin güncellenebilmesidir (Şahin ve Yakar, 2021).

Kale'nin çevresinde bulunan arkeolojik veriler, yine ArcGIS 10.5. 1. programında ölçekli ve koordinatlı olarak 2 boyutta konumlandırılarak, konumsal ilişkilerin incelenmesi aşamasında buluntulara ait öznitelik bilgilerinden interaktif olarak yararlanabilmek amacı ile Microsoft Access 2016 programında veri tabanı yapılandırılmış ve arkeolojik verilere ait öznitelik bilgileri kaydedilmiştir. Çalışmanın birçok sorgulama, analiz ve modelleme aşamalarında, verilerin öznitelik bilgilerine anında hızlı bir şekilde ulaşılabilmiş, sorgulama ile gerekli belirgin özellikler ön plana çıkarılarak kıyaslanabilmiş ve aynı zamanda 2 boyutta konumsal ilişkileri sayısal harita üzerinde görsel ve dönemsel olarak değerlendirilmiştir (Şekil 19).

Kaynakça

- Alyilmaz, C., Yakar, M. & Yılmaz, H.M. (2010). Drawing Of Petroglyphs In Mongolia By Close Range Photogrammetry. *Scientific-Research and Essays*, 5(11), 1216-1222
- Alyilmaz, C., Alyilmaz, S., & Yakar, M. (2010). Measurement of petroglyphs (rock of arts) of Qobustan with close range photogrammetry. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(Part 5), 29-32
- Berndt, D. (2002). *Midasstadt in Phrygien. Eine sagemwobene Stätte im Anatolischen Hochland, Mainz Am Rhein, Verlag Philipp von Zabern*
- Çambel, H. (1948). Frikya'da, Midas Şehri Yanında Bulunan Prehistorik Mezar, *Türk Tarih Kongresi*, Sayı: IV, TTK Basımevi, Ankara, 228-229.
- Çelik, M. Ö., & Yakar, M. (2023). Arazi kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Uzaktan Algılama ve CBS Yöntemi ile İzlenmesi: Mersin, Türkiye Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(1), 43-51. <https://doi.org/10.56130/tucbis.1300704>.
- Débarre, S. (2021). Kuruluşundan I. Dünya Savaşı'na: Osmanlı Harita Encümeni (1909-1919) (S. Tertemiz, çev.). *Harp Tarihi Dergisi* (4), 131-155.
- Doğan, Y., & Yakar, M. (2018). GIS and three-dimensional modeling for cultural heritages. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 50-55. <https://doi.org/10.26833/ijeg.378257>
- Dogan, Y. Yakar, M., (2019). 3D Reconstruction of residential areas with SfM photogrammetry. In *Advances in Remote Sensing and Geo Informatics Applications: Proceedings of the 1st Springer Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG-1), Tunisia 2018* (pp. 73-75). Springer International Publishing.
- Dörtbudak, E. B. & Akça, Ş. (2024). Comparing photogrammetry and smartphone LIDAR for 3D documentation: Kızılkoyun Necropolis case study, *Advanced LiDAR*, 4(1), 19-27. <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/lidar/article/view/1369>
- Gabriel, A. (1952). *Phrygie expolarition archeologique II, la cite de Midas topographie, La site et les foiles*, Paris: Boccard Press.
- Gabriel, A. (1965). *Phrygie. Exploration Archéologique IV. La Cité de Midas Architecture*, Paris.
- Forte, Maurizio. (2014). 3D Archaeology: New Perspectives and Challenges—The Example of Çatalhöyük. *Journal of Eastern Mediterranean Archaeology & Heritage Studies*, 2(1), 1-29. <https://doi.org/10.5325/jeasmedarcherstu.2.1.0001>
- Güngördü, F. V. (2022). Arkeolojik Yüzey Araştırmalarında Dijital Teknolojilerin Kullanımı: Nenesu Projesi Örneği. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(Dijitalleşme), 142-150. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1121801>
- Haspels, C.H.E. (1971). *The Highlands of Phrygia. Sites and monuments*. Princeton: Princeton University Press.
- Haspels, C.H.E. (1981). *Midas Şehri Kazısı*, Belleten, XLV/II, Sayı: 178, TTK Basımevi, Ankara, 1-5.
- Karabacak, A., & Yakar, M. (2023). 3D Modeling of Mufti Abdullah Siddik Mosque using Wearable Mobile LiDAR. *Advanced LiDAR*, 3(1), 01-09. <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/lidar/article/view/865>
- 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.
- Karataş, L., Alptekin, A., & Yakar, M. (2022). Elimination of unqualified additions that distort the silhouette of the historical places: Artuklu example. *Advanced Land Management*, 2(2), 89-98. <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/alm/article/view/733>
- Mohammed, O., & Yakar, M. (2016). Yersel fotogrametrik yöntem ile ibadethanelerin modellenmesi. *Selçuk University Journal of Engineering Sciences*, 15(2), 85-95. (2024).
- Mülazimoğlu, E., & Başaraner, M. (2019). User-centered design and evaluation of multimodal tourist maps. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4(3), 115-128. <https://doi.org/10.26833/ijeg.535630>
- Onyıl, H. İbrahim. (2022). Geospatial intelligence (GeoINT) risk maps producing with geographic information systems (GIS) and creation of the 2D simulation model. *Advanced GIS*, 2(1), 01-07. <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/agis/article/view/80>
- Önder, M., Güntel, A., & Kaya, Ö.Y. (2022). A geographical information systems (GIS) perspective on European green deal and sustainability. *Advanced GIS*, 2(1), 33-37. <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/agis/article/view/266>
- Özdemir, İ., & Güngör, A. (2024). Documentation of Archaeological Excavation Sites with Terrestrial Laser Scanning and UAV Photogrammetry Methods. *Advanced LiDAR*, 4(1), 28-32. <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/lidar/article/view/1524>
- Özgüner, N.P. (2021). Arkeolojide Dijitalleşme ve Türkiye'de Arkeoloji Eğitimi. *TARE: Türk Arkeoloji Ve Kültürel Miras Enstitüsü Dergisi*, sayı: 1, 117-42. <https://doi.org/10.54930/TARE.2021.4>
- Polat, Y., & Altan, M. (2012). Yazılıkaya-Midas vadisi'nde Yer Alan Kalelerin Konumsal İlişkilerinin 2 ve 3boyutlu modellenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 131-142.
- Polat, Y., & Tamsü Polat, R. (2020). Arkeolojik Alanların 3B Modelleme ve 360 Derece Panoramik Görüntü ile Anlatımı: Yazılıkaya/Midas Vadisi ve Midas Kale Örneği. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 647-663. <https://doi.org/10.21547/jss.742530>
- Polat, Y. (2020). Phrygler dinsel mekânlarını nasıl

- koruyordu? Midas vadisi kaleleri, *Turkish Studies-Social*, 15(2), 317-334.
<https://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies>
- Polat, Y., Tamsü Polat R., & Yürük, M.B. (2024). 2022 Yılı Yazılıkaya/Midas Kale Kazısı, 43. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt: 3, 419-433, Ankara.
- Ramsay, W.M. (1882). *The Rock Necropolies of Phrygia*, JHS, III, London, 1-68.
- Roller, L. E. (1999). *In Search of God the Mother. The Cult of Anatolian Cybele*, Berkeley-Los Angeles-London.
- Senkal, E., Kaplan, G., & Avdan, U. (2021). Accuracy assessment of digital surface models from unmanned aerial vehicles' imagery on archaeological sites. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(2), 81-89.
<https://doi.org/10.26833/ijeg.696001>
- Şahin, M. A., & Yakar, M. (2021). WebGIS Technology and Architectures. *Advanced GIS (AGIS) Journal*, 1(1), 22-26.
<https://publish.mersin.edu.tr/index.php/agis/article/view/63>
- Şasi, A., & Yakar, M. (2018). Photogrammetric modelling of Hasbey Dar'ülhuffaz (Masjid) using an unmanned aerial vehicle. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(1), 6-11.
<https://doi.org/10.26833/ijeg.328919>
- Talbert, R. J. A. (2000), *Barrington Atlas of The Grek and Roman World Map by Map Directory*, Volume: II, Princeton University Pres.
- Tamsü Polat, R. (2010). Yeni buluntular ışığında Phryg kaya altarı ve bir tipoloji önerisi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 203-221.
- Tamsü Polat, R., Polat, Y., Sancaktar, H., & Yürük, M.B. (2019), "Eskişehir İli Yazılıkaya/Midas Vadisi Yüzey Araştırması 2017", *AST*, 36/3, Ankara, 261-278.
- Tosun Çolak, Ş., & Çolak, A. T. (2024). Aksaray Müzesi'nde bulunan Hitit Steli'nin 3B modellenmesi ve sesli rehberlik oluşturulması. *Geomatik*, 9(2), 238-244.
<https://doi.org/10.29128/geomatik.1427357>
- Ünel, F. B., Kuşak, L., Çelik, M., Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Kıyı çizgisinin belirlenerek mülkiyet durumunun incelenmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 2(1), 33-40..
- Yakar, M., Kabadayı, A., Yiğit, A. Y., Çıkıkcı, K., vd. (2016). Emir Saltuk Kümbeti Fotogrametrik Rölöve Çalışması Ve 3Boyutlu Modellenmesi. *Geomatik*, 1(1), 14-18.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoglu, O. (2010). Close range photogrammetry and robotic total station in volume calculation. *International Journal of the Physical Sciences*. 5(2), 086-096
- Yakar, M., Yildiz, F., Alyılmaz, C., & Yılmaz, H. M. (2009). Photogrammetric study for Sircalı Medrese Door. In 9-th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2009 (pp. 879-884).
- Yurtsever, A. (2023). Taşınır ve taşınmaz kültür varlıklarının yeni nesil LiDAR sensörlü tablet bilgisayar ile belgelenmesi. *Geomatik*, 8(2), 200-207.



© Author(s) 2025. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>