



DIGI-ARCHEO-SPACE
MODERN TOOLS FOR DOCUMENTING & PRESENTING
THE CULTURAL HERITAGE IN ARCHEOLOGY



Avrupa Birliği tarafından
ortak finanse edilmektedir

UYGULAMALI BİR REHBER

ARKEOLOJİDE KÜLTÜREL MİRASI BELGELEMELİK VE SUNMAK İÇİN MODERN ARAÇLAR



digiarcheospace.eu

ARKEOLOJİDE KÜLTÜREL MİRASI BELGELEME VE SUNMAYA YÖNELİK MODERN ARAÇLAR

Erasmus+ Projesi "DigiArcheoSpace" Kapsamında Geliştirilen Uygulamalı Bir
Rehber

(KA220-HED)

digiarcheospace.eu

Teşekkürler

Bu rehber, Erasmus+ projesi DigiArcheoSpace (KA220-HED) kapsamında, tüm proje ortaklarının katkılarıyla geliştirilmiştir:

- Primorsko Tarih Müzesi, Bulgaristan
- Öğrenci Bilgisayar Sanatları Derneği (SCAS), Bulgaristan
- Şumnu "Preslavlı Piskopos Konstantin" Üniversitesi (SHU), Bulgaristan
- Üsküp Aziz Kiril ve Metodius Üniversitesi (UKIM), Kuzey Makedonya
- Bartın Üniversitesi (BARÜ), Türkiye
- Etnoloji ve Halkbilimi Araştırma Enstitüsü (IEF), Hırvatistan

Avrupa Birliği tarafından finanse edilmiştir. Bununla birlikte, burada ifade edilen görüş ve düşünceler yalnızca yazar(lar)a aittir ve Avrupa Birliği'nin veya Avrupa Eğitim ve Kültür Yürütme Ajansı'nın (EACEA) görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Bu nedenle ne Avrupa Birliği ne de EACEA bu içeriklerden sorumlu tutulabilir.

İçindekiler:

1. Giriş

2. Kılavuzun Amacı ve Kullanımı

3. Araç Seçimi ve Metodoloji

4. Kültürel Mirasın Sunumunda Modern Eğilimler

5. Kılavuzun Yapısı ve İş Akışı

6. Dijital Araç Şablonları

7. Sonuç

1. Giriş: Amaç ve Kullanım

DigiArcheoSpace Kılavuzu, arkeoloji ve miras bilimleri alanındaki yükseköğretim kurumlarının dijital kapasitesini güçlendirmeyi ana hedef olarak belirleyen Erasmus+ projesi **DigiArcheoSpace: Arkeolojide Kültürel Mirasın Belgelendirilmesi ve Sunulması için Modern Araçlar (KA220-HED)** kapsamında geliştirilmiştir. Arkeoloji, araştırmacıların geçmişin fiziksel izlerini nasıl belgelediklerini, yorumladıklarını, koruduklarını ve aktardıklarını yeniden tanımlayan dijital araçlar sayesinde köklü bir dönüşüm geçiriyor. Arkeolojide yaşanan bu dijital dönüşüm, veri toplamanın doğruluğunu ve verimliliğini artırmakla kalmıyor, aynı zamanda yenilikçi görselleştirme ve yaygınlaştırma yöntemleri sayesinde kültürel mirasa erişimi demokratikleştiriyor. Bu değişikliklerin farkında olan DigiArcheoSpace projesi, hem öğrencilere hem de öğretim görevlilerine bu yeni ortamda kendinden emin bir şekilde hareket edebilmeleri için gerekli becerileri kazandırmayı amaçlıyor. Bu kılavuz, arkeolojik belgeleme, analiz ve sunumla ilgili bir dizi dijital araç ve uygulamayı ele almaktadır. Kılavuz, proje kapsamında geliştirilen öğrenme modüllerini tamamlayıcı nitelikte tasarlanmış olup, üniversiteler, müzeler ve kültürel miras uzmanları için açık bir eğitim kaynağı işlevi görmektedir. Kılavuz, arkeolojik belgeleme, analiz ve sunum alanlarında dijital araç ve yöntemleri uygulamaya koymak isteyen öğretim görevlileri, öğrenciler, müze küratörleri ve kültürel miras uzmanları için hem öğretici hem de pratik bir kaynak niteliğindedir.

Bu program, mevcut arkeoloji veya kültürel miras müfredatlarının bir parçası olarak **yükseköğretimde** esnek bir şekilde kullanılmak üzere tasarlanmış olmakla birlikte, **yaygın eğitim ve yaşam boyu öğrenme ortamları** için de uygundur.

Teori ile pratiği birleştiren bu kılavuz, saha verilerinin toplanmasından 3B görselleştirme, dijital hikaye anlatımı ve halkın katılımına kadar, dijital teknolojilerin arkeolojik çalışmalarda nasıl uygulanabileceğine dair uygulamalı bir anlayış geliştirilmesini teşvik etmektedir. Bu kılavuz, DigiArcheoSpace kapsamında geliştirilen altı eğitim modülünü desteklemekte ve projenin **Yeterlilik erevesi** ile **mikro-yeterlilik yaklaşımıyla** uyumlu olup, öğrencilerin arkeolojiyle ilgili dijital yeterlilikleri aşamalı olarak kazanmalarını, uygulamalarını ve değerlendirmelerini sağlamaktadır.

Sonuç olarak bu yayın, projenin temel misyonunu yansıtmaktadır: Avrupa genelinde kültürel miras eğitimine sürdürülebilir, yenilikçi ve kapsayıcı bir yaklaşımı teşvik etmek. Kullanıcılarını geleneksel yöntemlerin ötesinde düşünmeye, dijital okuryazarlığı benimsemeye ve teknolojiyi arkeolojik araştırma ile yorumlama süreçlerinin doğal bir parçası olarak entegre etmeye davet etmektedir.

2. Araçların Seçilme Süreci

Bu kılavuzda sunulan dijital araçlar, tüm proje ortaklarının katılımıyla yürütülen **bir işbirliği süreci** sonucunda belirlenmiştir. Otuzdan fazla potansiyel araçtan oluşan ilk liste, aşağıdaki kriterlere göre **yirmi temel teknolojiye** indirgenmiştir:

1. **Pedagojik uygunluk:** arkeoloji ve kültürel miras çalışmalarında öğretim ve öğrenime uygunluk
2. **Maliyet ve erişilebilirlik:** geniş bir uygulama alanı sağlamak amacıyla açık kaynaklı veya düşük maliyetli araçlara yönelme
3. **Disiplinlerarası potansiyel:** arkeolojiyi bilgisayar bilimleri, coğrafya ve görsel sanatlar gibi alanlarla birleştirme yeteneği
4. **Sürdürülebilirlik:** açık standartlara, birlikte çalışabilirliğe ve uzun vadeli koruma ilkelerine destek
5. **Uygulamalı değer:** saha çalışması, laboratuvar analizi ve kültürel miras sunumunda pratik uygulanabilirlik.

Ortaklar arasında yapılan oylama sonucunda, **düşük, orta ve yüksek maliyetli** kategorilere ayrılmış nihai araç listesi belirlendi. Her ortak, bu belgenin sonunda yer alan ortak şablonu kullanarak iki araç sunacaktır.

Bu araçlar, **veri toplama ve yönetiminden analiz, görselleştirme ve kamuoyuna duyurmaya** kadar arkeolojik iş akışının tamamını kapsıyor ve arkeoloji müfredatlarında dijital okuryazarlığın geliştirilmesi için bir temel oluşturuyor.

3. Belgelendirilmiş Verilerin Sunumunda Modern Eğilimler

Dijital dönüşüm, kültürel mirasın nasıl kaydedildiğini, görselleştirildiğini ve hem uzman hem de genel izleyici kitlesiyle nasıl paylaşıldığını kökten değiştirmiştir. Bu bölüm, görselleştirme, hikâye anlatımı ve erişilebilirlik alanlarında devam eden yenilikleri yansıtan, belgelenmiş arkeolojik verilerin sunumuna yönelik çağdaş yaklaşımları ele almaktadır.

3.1 Etkileşimli Dijital Platformlar

Hikâye haritaları, etkileşimli zaman çizelgeleri ve GIS web görüntüleyicileri gibi web tabanlı araçlar, akademisyenlerin ve halkın arkeolojik veri kümelerini dinamik bir şekilde incelemesine imkân tanır. **ArcGIS StoryMaps, IIIF ve Sketchfab** gibi çevrimiçi platformlar, 3B modellere, haritalara ve görsellere açık erişimi kolaylaştırarak kültürel mirasın yorumlanmasını daha katılımcı ve şeffaf hale getirir.

3.2 Sürükleyici ve Karma Gerçeklikler

Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojilerinin bir araya getirilmesi, kültürel mirasın görselleştirilmesi için benzeri görülmemiş fırsatlar sunmaktadır. Antik mekanların sanal olarak yeniden canlandırılması, kullanıcıların tarihi ortamlarda dolaşmasına olanak tanırken, AR uygulamaları ise arkeolojik canlandırmaları mevcut manzaraların veya eserlerin üzerine doğrudan yerleştirir. Bu yöntemler hem **eğitimsel etkiyi** hem de **ziyaretçilerin katılımını** artırmaktadır.

3.3 Müze ve Toplumla İletişim Uygulamaları

Modern müzeler, çok duyulu deneyimler yaratmak için dokunmatik ekranlar, etkileşimli projeksiyonlar veya çevrimiçi sergiler aracılığıyla dijital hikâye anlatımına giderek daha fazla başvuruyor. Arkeolojik verilerin halka açık uygulamaları, araştırma sonuçlarının akademik çevrelerin ötesinde erişilebilir olmasını sağlayarak toplumsal bağları ve kültürel farkındalığı güçlendiriyor.

3.4 Erişilebilirlik, Etik ve Sürdürülebilirlik

Dijital miras, etik ve kapsayıcı standartlara da uymalıdır. Açık erişim politikaları, çok dilli kaynaklar ile alternatif metin, altyazı ve düşük bant genişliği seçeneklerinin sunulması, dijital materyallerin farklı kitleler için erişilebilir kalmasını sağlar. Ayrıca, hassas verilerin—özellikle kutsal veya tehlike altındaki alanlara ilişkin olanların—etik bir şekilde paylaşımı, dikkatli bir kürasyon süreci ve topluluklarla iş birliğini gerektirir

4. Bu Rehberin Öğretimde Kullanımı

Bu kılavuz, arkeoloji alanındaki hem teorik hem de pratik eğitimi tamamlayıcı nitelikte bir **öğretim yardımı** olarak tasarlanmıştır. Eğitimcilere, dijital araçların müfredata nasıl entegre edilebileceğine ve öğrencilerin dijital arkeoloji alanında yetkinliklerini nasıl aşamalı olarak geliştirebileceklerine dair yapılandırılmış örnekler sunmaktadır.

Her bir araç açıklaması, **Öğrenim Çıktıları (LO) ve Yeterlilik Çerçevesi** göstergeleriyle uyumlu olup, **ECTS tabanlı mikro yeterlilik** belgelerini kullanan derslere entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Eğitimciler, temel saha belgelemesinden ileri düzey veri görselleştirmeye kadar uzanan ders hedeflerine göre ilgili araçları seçebilirler.

Bu kılavuz, **kendi kendine öğrenmeyi** de desteklemektedir: Kendi kendine öğrenenler, araçları, öğretici materyalleri ve veri setlerini kendi hızlarında keşfederek, arkeolojik önemlerini kavrayıp pratik dijital beceriler geliştirebilirler.

5. Arkeoloji için Dijital Araçlar

Bu bölümde, arkeoloji alanında kültürel mirası belgelemek, analiz etmek ve sunmak için kullanılan, ortaklar tarafından sağlanan dijital araçlar tanıtılmaktadır.

Gönderim Meta Verileri

Ortak (kurum)	Primorsko Tarih Müzesi
Katkıda bulunanlar (isimler ve görevler)	Dr. Daniel Pantov (yazar), Borislava Kirova (araştırmacı)
Dil	İngilizce
Tarih	25.11.2025
İletişim e-postası	museum.primorsko@gmail.com, kirova.borislava77@gmail.com

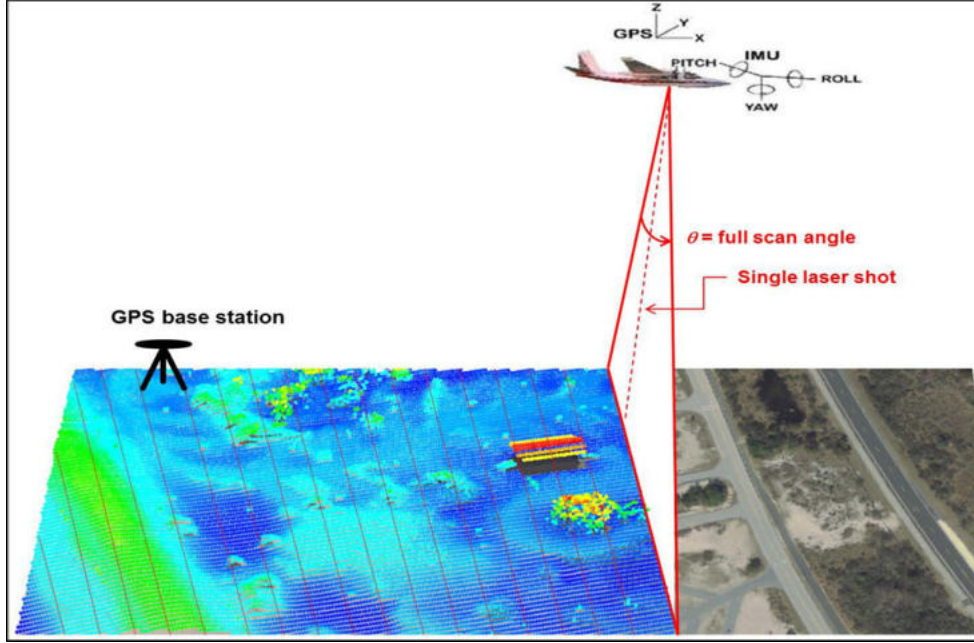
Araç 1: LiDAR

Kategori (fiyat kademesi)	Yüksek
Geliştirici / Sağlayıcı	Hesai, Velodyne Lidar, Luminar, Leice, Ouster
Platformlar	Global Mapper (LiDAR modülü ile), CloudCompare, QGIS, GRASS GIS, LAStools, UgCS
Standart lisans	Tipik ticari; GRASS GIS'in açık kaynaklı araçları da vardır; LAStools ve UgCS'nin de açık kaynaklı araçları vardır.
Beceri seviyesi	Yüksek eğitim seviyesi ve pratik deneyim
Arkeolojide yaygın kullanım	LiDAR sistemi yüzey anomalilerini tespit edebilir. Batimetrik LiDAR, batık yerleşim yerleri ve gemiler gibi su altı nesnelere inceleme için de kullanılır.

1) Aracın işlevi (Kısa açıklama)

LiDAR — lazer altimetrisi (yükseklik ölçümüyle ilgilenen bir geometri dalı) — “ışık algılama ve mesafe ölçümü” anlamına gelen bir kısaltmadır. Bu terim, yoğun ve odaklanmış ışık demetleri yayan ve yansımaların sensör tarafından algılanması için geçen süreyi ölçen uzaktan algılama teknolojisini ifade eder. Hedef nesnelere üç boyutlu koordinatları (ör. x, y, z veya enlem, boylam ve yükseklik), lazer darbesinin yayılması ile geri dönüşü arasındaki zaman farkı, darbenin "ateşlendiği" açı ve incelenen nesnenin yüzeyinde veya üzerinde sensörün mutlak konumu kullanılarak hesaplanır.

Işık haritalama, nesnelerin şekli ve özellikleri hakkında doğru ve doğrudan coğrafi referanslı mekansal bilgiler üretmeye yarayan bir yöntemdir. Bu teknolojiler, bilim insanlarının, haritacıların ve arkeologların doğayı incelemelerine ve çok çeşitli ölçeklerde ortamlar oluşturmalarına daha yüksek doğruluk, hassasiyet ve esneklikle olanak tanır (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1: Doğrusal tarama yapan ve ölçülen noktaların paralel çizgiler halinde görüntülenmesini sağlayan bir hava LiDAR'ının şematik diyagramı. İş akışı ve eğitim amaçlı kullanım. Görsel kaynağı: <https://www.cnblogs.com/>

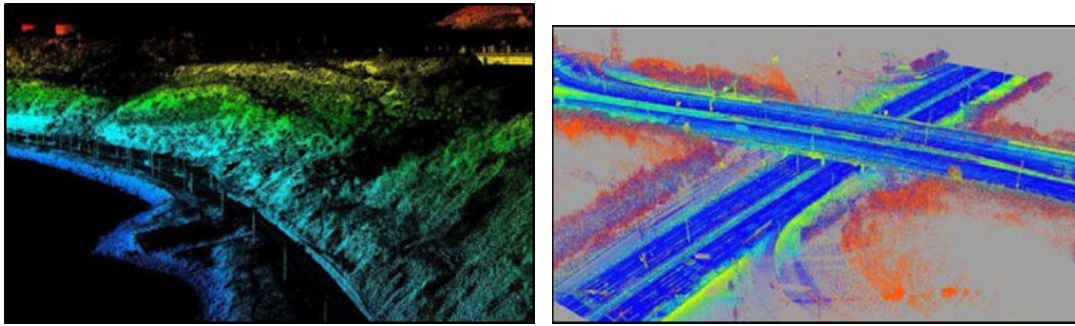
2) İş akışı ve eğitim amaçlı kullanım

Uzaktan algılama teknolojileri, belirli bir hedefi tespit etmek için kullanılan enerji kaynağına göre pasif ve aktif olarak ikiye ayrılır. Pasif sistemler, güneş gibi harici bir enerji kaynağı tarafından üretilen radyasyonu algılamakta, aktif sistemler enerjiyi kendileri üretilip hedefe yönlendirir ve ardından bu radyasyonu algılar. LiDAR sistemleri aktif sistemlerdir; ışık darbeleri (yani lazer ışınları) yayar ve yansıyan ışığı algılar. Bu özellik, havanın genellikle daha berrak olduğu ve gökyüzündeki hava trafiğinin gündüzden daha az olduğu gece saatlerinde veri toplanmasına olanak tanır. LiDAR, bulutları, yağmuru veya yoğun sisi delip geçemez ve iyi hava koşullarında çalıştırılmalıdır.

LiDAR sistemleri, "ağaçların altını görebilme" imkanı sunarak, Dünya yüzeyinin üstünden toplanan uzaktan algılama verileriyle yükseklik verilerinin elde edilmesini kolaylaştırır. Büyük veri setlerinin çoğu, bitki örtüsünü delip geçemeyen teknolojiler kullanılarak oluşturulur; ancak ormanlık alanlarda yeterli kapsama sağlamak için genellikle yeterli sayıda tekil "nokta" bulunur. Uygulamada LiDAR, ağaç taçları veya bitki örtüsündeki boşluklardan görebilir; bu da arkeolojik araştırmalarda son derece yararlıdır.

LiDAR sensörleri sabit tripodlara monte edilebilir ve santimetre hassasiyetinde nokta verileri üretebilir; bu özellik genellikle arazi haritalama çalışmalarında kullanılır.

Modern navigasyon ve konumlandırma sistemleri, yerden ve havadan veri toplamak için su ve kara mobil platformlarının kullanılmasını mümkün kılar. Bu sistemler, yerden veri toplanırken genellikle yüksek açıklıklı araçlara, havadan veri toplanırken ise insansız hava araçlarına, helikoptere, küçük uçaklara ve diğer uçan araçlara monte edilir. Uçaklar ve helikopterler, geniş ve kesintisiz alanlar üzerinde LiDAR verileri elde etmek için en yaygın ve maliyet etkin platformlardır. İstenen bilgiler, bir sistemin uçağın içine monte edilmesi ve hedef alanın üzerinde uçulmasıyla elde edilir. Çoğu hava platformu, saatte yaklaşık 50 kilometrekarelik bir alanı kapsayabilir ve yine de uygulama gereksinimlerini karşılayan yüksek doğrulukta veriler üretebilir. Hava platformları, nispeten berrak ve sığ sularda batimetrik veri toplamak için de idealdir. Hava platformlarındaki birleşik topografik ve batimetrik LiDAR sistemleri, su altı araştırmaları için yararlı olan kıyı şeridini ve kıyı alanlarını haritalamak için kullanılır (fotoğraf 2).

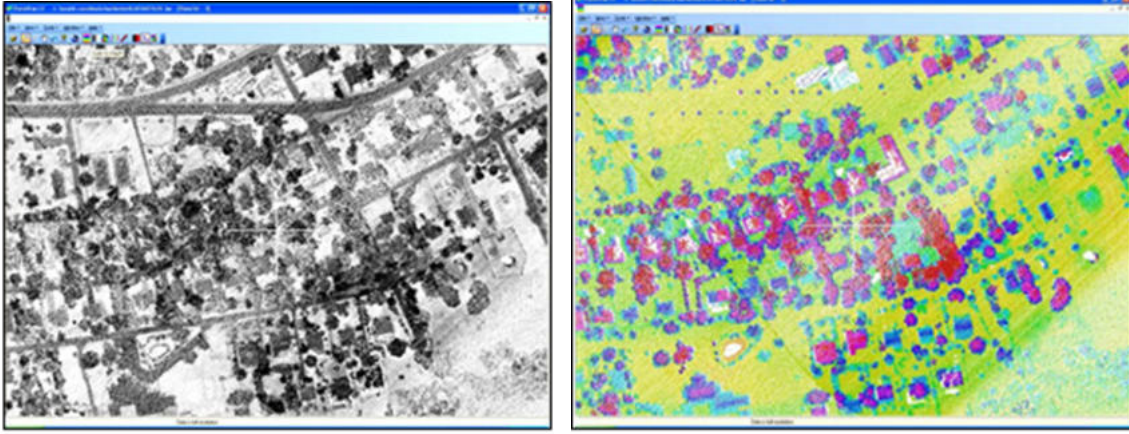


Fotoğraf 2. Bir araçtan (solda) ve bir tekneden (sağda) toplanan mobil LiDAR verileri. Görüntüler Sanborn ve Fugro tarafından sağlanmıştır

LiDAR teknolojisinin arkeolojide kullanımı, esas olarak bilim dünyası tarafından bilinmeyen ve uzmanların dikkatini henüz çekmemiş arkeolojik alanların araştırılması ve konumlarının tespit edilmesiyle ilgilidir. Bunun nedenlerinden biri, yoğun bitki örtüsünün varlığı ve alana erişimin sınırlı olması olabilir. Bu yenilikçi teknolojinin kullanımı, bitki örtüsünü etkili bir şekilde ortadan kaldırır ve yeryüzünün ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve araştırılan alandan elde edilen verilerin işlenmesinden sonra, doğal çevre arazisinin bir parçası olmadığı görülen malzeme izleri görünür hale gelir.

. LiDAR teknolojisi sayesinde, son yıllarda arkeolojik alanların sayısı önemli ölçüde artmıştır. Bu tür araştırmalar, arazinin çok engebeli, dik veya yoğun bitki örtüsüyle kaplı olması nedeniyle geçişin zor olduğu durumlarda kullanılır. Bu araştırma yöntemi, çoğunlukla yerleşim yerleri, kaleler, binalar, tekil mezar höyükleri, nekropoller vb. izlerini ortaya çıkarmak için kullanılır. Bir alanın varlığından şüphelenildiğinde, söz konusu bölge uzmanlar tarafından incelenir ve ziyaret edilir. Alanın coğrafi kapsamı ölçülür ve arkeologların alanın kullanım dönemini mümkün olduğunca doğru bir şekilde tarihlendirmelerine yardımcı olmak için yüzeyden materyaller toplanır.

Atalet ölçüm birimleri (IMU'lar) ve atalet navigasyon sistemleri (INS'ler), araştırma nesnelere konumunun doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamak açısından hayati öneme sahiptir. Bu sistemler her yöndeki hareketi ölçebilir ve bu ölçümleri belirli bir konuma dönüştürebilir. Ancak, bu sistemler kusursuz değildir ve kısa bir süre sonra (örneğin 1 saniye) doğruluklarını yitirirler. GPS uydularından gelen çeşitli sinyalleri kaydeden son derece gelişmiş bir GPS cihazı, INS veya IMU'yu her saniye "güncellemek veya sıfırlamak" için kullanılır. GPS konumları, uçak tarafından ve ayrıca konumu bilinen bir yer istasyonu tarafından kaydedilir. Veriler genellikle GeoTiff (.tif), Esri Grid (.adf), kayan nokta raster (.flt) veya ERDAS Imagine (.img) gibi formatlardaki raster dosyalarında bulunur. Bazı durumlarda veriler TIN formatında (ör. Esri TIN) mevcuttur. Raster durumlarda, bunlar nokta dosyalarıyla oluşturulur ve birçok farklı teknik kullanılarak enterpolasyon yapılabilir. (fotoğraf 3).



Fotoğraf 3. Farklı veri özelliklerini temsil etmek üzere renklendirilmiş Lidar noktaları.

Görsel kaynağı: <https://www.cnblogs.com/>

3) Örnek(ler) / LiDAR ile saha çalışması

Çalışma ortamında öğrenciler, bir LiDAR sistemi ile çalışmanın ayrıntılarını öğrenirler. Gerekli olan özel beceriler, LiDAR sisteminin kullanıma sunulması ve özel bir eğitim kursunun tamamlanmasıyla edinilmiştir. Sistem bir drone'a takılıysa, öğrenciler ayrıca pilotluk eğitimini de tamamlamalıdır. Stajyerlere, bir radar sisteminden elde edilen ham veriler sunulur; öğrenciler bu verileri yorumlamaya çalışır ve farklı zaman aralıklarına ait uydu görüntüleriyle (ağaçlarda yaprak varken ve yokken) karşılaştırır. Toplanan materyallerin ayrıntılı bir incelemesinin ardından, söz konusu yapıların bulunduğu yere bir ziyaret ve arazinin incelenmesi sonucunda, henüz kayıt altına alınmamış bir arkeolojik alan olarak yorumlanabilecek bir bölge tespit edilebilir.

4) Avantajlar ve sınırlamalar (LiDAR)

Avantajlar	Kısıtlamalar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">Kolayca erişilebilen ve uzmanların çalışmalarını destekleyen, küçük hava araçlarına (dronlar, küçük uçaklar) ve yüksek yerden yükseklikteki araçlara	<p>Bir LiDAR sistemi ile çalışmak özel bir eğitim gerektirir. LiDAR ekipmanı satın almak önemli miktarda mali kaynak gerektirir.</p>

<p>monte edilmiş LiDAR sistemlerini kullanma yeteneği.</p> <ul style="list-style-type: none">• Uzaktan yeni arkeolojik alanların keşfedilmesine yardımcı olur. Geniş alanlarda kapsamlı bir görüş sağlar ve tek tek alanların yanı sıra bunların kompleksler ve yapılarla olan bağlantılarının izlenebilmesini mümkün kılar. Havadan LiDAR taraması, ağaçlar ve diğer bitki örtüsünün arasından bilgi elde edilmesini sağlar; bu da arkeolojik çalışmalara yardımcı olur. <ul style="list-style-type: none">• Elde edilen veriler, otomatik işleme ve analize hazırdır.	<p>Bu ekipmanları insansız ve pilotlu hava araçlarına monte etmek özel kullanım becerileri gerektirir. LiDAR sistemlerinin etkinliği, kötü hava koşullarında azalır; zira lazer darbeleri saçılabilir veya engellenebilir, bu da verilerin hatalı olmasına ve taramada boşluklar oluşmasına yol açar. LiDAR sistemleri karmaşık ve hacimli veriler üretir ve bunların işlenmesi ve analizi için özel yazılımlar gerektirir.</p>
--	---

5) Teknik gereklilikler

Yazılım: LiDAR veri işleme, lazer tarama ve fotogrametri için LP360 evrensel yazılımı; Ücretsiz LiDAR yazılım araçları ve görüntüleyiciler: QGIS 3, Fugro Viewer, Plas.io, SAGA GIS (Otomatik Jeobilimsel Analiz Sistemi), GRASS: Coğrafi Kaynak Analizi Destek Sistemi

Donanım: LiDAR sensörü/tarayıcı. Konum belirleme ve navigasyon sistemi (GPS/GNSS ve IMU). En az 8 GB RAM; büyük veri kümelerinin işlenmesi için 32 GB veya daha fazlası önerilir. İşlemci (CPU). En az 4 GHz temel saat hızına sahip çift çekirdekli Intel Core i5/i7 işlemciler veya üstü. En az 2-4 GB video belleğine sahip, OpenGL 4.6 gibi teknolojileri destekleyen güçlü NVIDIA grafik kartı (GPU). Büyük miktarda veriye hızlı erişim ve işleme için SSD (Katı hal sürücüsü)

Dosya formatları: LAS, LAZ, ASCII, E57.

6) Etik ve veri ile ilgili hususlar

Planlı bir arkeolojik araştırmaya başlarken, saha ziyareti sırasında, eğer saha özel mülkiyet üzerinde bulunuyorsa, araştırmayı yürütmek için mülk sahiplerinden izin istemek uygun olur. Bilim dünyasında henüz bilinmeyen yeni nesnelere keşfedilirse, ilk adım olarak mülk sahiplerine haber verilmelidir.

7) Hızlı başlangıç (isteğe bağlı)

- LiDAR teknolojisini kullanarak, fiziksel kazı yapmaya gerek kalmadan bitki örtüsü veya toprağın altında gizlenmiş yeni arkeolojik alanları, bölgeleri, binaları ve diğer yapıları keşfetmek.
- LiDAR ile arkeolojik alanların doğru bir şekilde haritalandırılması ve incelenen alanın kazı planlaması, koruma ve yönetimini kolaylaştırmak amacıyla arkeolojik alanların doğru ve ayrıntılı kartografik modellerinin oluşturulması.
- Tüm peyzaj yapısı içindeki arkeolojik alanların dağılımının analizi, antik ulaşım ağları, su sistemleri ve tarım uygulamaları hakkında bilgi sağlanması.
- Çevresel dinamiklerin ve erozyon, ağaçlandırma veya insan faaliyetleri gibi arkeolojik alanlara yönelik potansiyel tehditlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi.
- Arkeolojik alanların restorasyonu ve görselleştirilmesi. LiDAR teknolojisiyle oluşturulan üç boyutlu görüntüler, arkeolojik alanların ve yapıların restorasyonunu ve görselleştirilmesini kolaylaştırmaktadır.

8) Kaynakça ve bağlantılar

Resmi site /docs	www.csc.noaa.gov
Web Sayfası	www.asprs.org/a/society/committees/lidar/lidar_format.html www.asprs.org/a/society/committees/lidar/Downloads/Vertical_Accuracy_Reporting_for_Lidar_Data.pdf
Kaynakça	Campana, S. ve Dabas, M. (2011). Arkeolojik araştırmalar ve uzaktan algılama sensörleri. Cambridge University Press. White, S., C. Parrish, B. Calder, S. Pe'eri, and Y. Rzhanov. 2011. "LIDAR Verilerinden Elde Edilen Ulusal Kıyı Şeridi: Ampirik ve Stokastik Belirsizlik Analizleri." Journal of Coastal Research. Özel Sayı 62. ASPRS. 2007. "Ortak Lidar Veri Değişim Formatı – .LAS Sektör Girişimi."

Araç 2: Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS)

Kategori (maliyet kademesi)	Orta Seviye
Geliştirici / Sağlayıcı	Yazılım geliştirme: C#, Python, JavaScript gibi programlama dillerini kullanarak GIS uygulamaları, web

	haritaları ve araçların tasarımı ve geliştirilmesi
Platformlar	ArcGIS (Esri), ArcGIS Pro, ArcMap, ArcGIS Online, GeoNode
Standart lisans türü	Tipik bir ticari yazılım, ancak bunları açık kaynak olarak kullanma seçeneği de mevcut.
Beceri seviyesi	Gelişmiş
Arkeolojide yaygın kullanım	Arkeolojide, ulaşılması zor alanlarda araştırma yapmak ve yeni alanlar keşfetmek söz konusu olduğunda, Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) tercih edilen araç olarak kullanılmaktadır.

1) Aracın işlevi (Kısa açıklama)

Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS), elektronik belgeleri oluşturan, yayınlayan, kaydeden ve depolayan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Temel yazılımları ve kadastro uygulama sistemlerini içerir. Yetenekleri, rakım, toprak, bitki örtüsü, su, yerleşim yerleri, yollar vb. gibi çeşitli coğrafi verileri yansıtan ayrı tematik mekansal bilgi katmanlarının entegrasyonuna olanak tanır. Bu bilgilerin birleştirilmesi, çeşitli sorguların oluşturulmasına ve çeşitli etki faktörleri dikkate alınarak coğrafi ortamın ve onun tek tek unsurlarının kapsamlı bir analizinin yapılmasına olanak tanır. GIS'teki coğrafi veriler, arkeolojik nesnelere de dahil olmak üzere belirli bir nesnenin yeryüzündeki tam konumunun, ilgili koordinat sistemi ve referans düzlemi içinde temsil edilen bir koordinat sistemi aracılığıyla belirlenmesini sağlayan temel bir unsurdur. Esasen, bir noktanın konumunu koordinatlar (genellikle enlem, boylam ve yükseklik) aracılığıyla belirlemek için yeryüzüyle ilgisi olmayan matematiksel bir soyutlama anlamındaki koordinat sistemi ile koordinat sisteminin anlamını ve yatay ve dikey düzlemlerde yeryüzüyle olan bağlantısını tanımlayan referans sistemi, bir koordinat referans sisteminin temel bileşenleridir.

Üç boyutlu Dünya yüzeyinin modelini (elipsoid, küre veya jeoid olarak yaklaşık olarak temsil edilen) harita üzerinde iki boyutlu düz bir görüntü olarak göstermek için, uzamsal nesnelerin şeklini, alanını, mesafesini ve yönünü belirleyen bir harita projeksiyonu uygulamak gerekir.

GIS'in geliştirilmesinin ardındaki kavram ve felsefe, geleneksel yöntemleri modernize etmek için vazgeçilmez bir araç olarak, devam eden süreçleri

yönetmek ve analiz etmek amacıyla GIS gibi güçlü araçları kullanarak, bütüncül bir bilgi yapısının uygulanması için sağlam bir veri temeli oluşturmaya yöneliktir (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1. GIS. Görsel kaynağı: <https://www.online.uc.edu/>

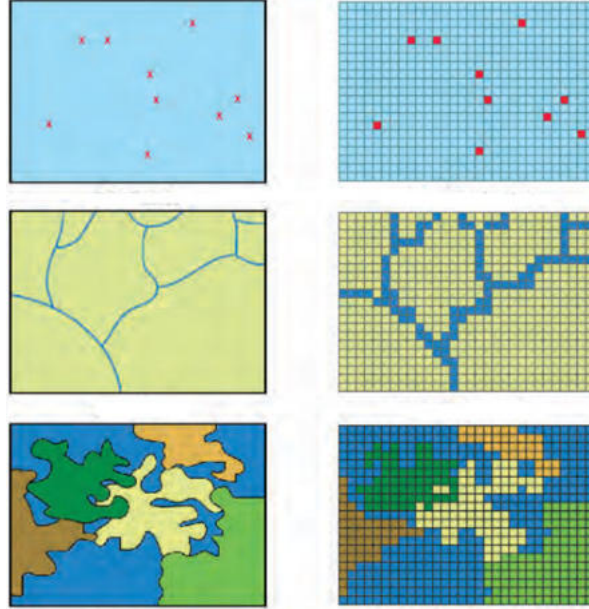
2) Raster ve vektör formatlarıyla çalışma

GIS yazılımı, GeoTIFF, ECW, Esri GRID, IMG, AutoCAD, DXF, Keyhole Markup Language (KML), Shapefile Esri, GeoJSON vb. gibi çeşitli vektör ve raster dosya formatlarıyla çalışmaya olanak tanır; bu formatlardan hangisinin tercih edileceği, yürütülen analizin amaçlarına bağlıdır. Raster formatlarına kıyasla vektör formatları, nesnenin konturu boyunca noktaların koordinatları hakkında bilgi içerir; bu nedenle dosya boyutları daha küçüktür (Şekil 1).

Arkeoloji alanında, GIS yeni keşfedilen arkeolojik alanların kayıt altına alınması için kullanılır.

Son on yılda arkeologlar Coğrafi Bilgi Sistemleri'ne (GIS) hızla adapte oldular; bu durum, uzmanların çoğunun bilgisayar teknolojilerine zaten aşina olması ve bu alandaki yenilikleri hemen benimsemesine bağlanmaktadır. Kullanılan başlıca işlevler, incelenen alanlarda arazi modeli yeniden yapılandırılması, bilgisayar haritalama ve Yükseklik Modeli'nin (DEM) kullanımıyla ilgilidir; ancak bu kullanım,

yalnızca görselleştirme, bilgisayar simülasyonları veya mekânsal karar verme için öngörüsöl modellemenin yanı sıra kültürel mirasın kontrollü yönetimi amacıyla da gerçekleştirilmektedir (şekil 2).



Fotoğraf 2: Geometrik verilerin raster ve vektör modelleri arasındaki karşılaştırma.

Görsel kaynağı: Esri

2a) Arkeolojik Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemleri

Arkeolojik amaçlarla GIS, esas olarak yeni keşfedilen arkeolojik alanların kayıt altına alınması için kullanılmaktadır.

Son on yılda arkeologlar GIS'e hızla adapte olmuşlardır; bu durum, uzmanların çoğunun bilgisayar teknolojilerine zaten aşina olması ve bu alandaki yenilikleri kolayca benimsemesine bağlanmaktadır. Kullanılan başlıca işlevler, arazi modeli yeniden yapılandırması, bilgisayar haritalama ve incelenen alanlarda DEM kullanımıyla ilgilidir; ancak bunlar yalnızca görselleştirme, bilgisayar simülasyonları veya mekansal karar verme için öngörüsöl modelleme ile kültürel mirasın kontrollü yönetimi amacıyla kullanılmaktadır.

GIS, katman entegrasyonu, mekansal analiz, görselleştirme ve yorumlama yoluyla arkeologlara veri toplama ve coğrafi referanslama konusunda geniş fırsatlar sunmaktadır.

Arkeolojinin GIS'e yönelik genel yaklaşımı, bu yazılımın sunduğu çok sayıda işlev aracılığıyla, onu yalnızca veri depolama, işleme ve görselleştirme aracı olarak değil, her şeyden önce karmaşık mekânsal analizler için bir araç olarak ele almamızı mümkün kılıyor. GIS'in analitik potansiyelini ortaya çıkarmak, arkeolojide uygulanmasını savunan ve istatistiksel ekstrapolasyonlar ve korelasyonlar yoluyla nesnelerin varsayılan konumlarını belirlemek için tahmine dayalı modellemenin temellerini atan birçok akademisyenin araştırmalarının merkezinde yer almaktadır. Bu bağlamda, kullanımına ilişkin iki ana bakış açısı özetlenebilir: kültürel miras yönetimi ve arkeolojik manzaraların mekansal analizi; bunlar, GIS'in pratik ve bilimsel önemine en geniş ölçüde karşılık gelmektedir.

Aynı araçları kullanmalarına rağmen, nihai hedefleri farklı olduğundan farklı yaklaşımlar gerektirirler. Kültürel miras yönetimi açısından GIS, çeşitli resmi kurum veya bilimsel kuruluşlardan gelen bilgilere hızlı erişim sağlayarak, büyük veri kümelerini düzenlemek ve kültürel anıtların kayıtlarını tutmak için iyi fırsatlar sunar. Bir yöntem olarak, tahmine dayalı modelleme, tam bir arkeolojik araştırmanın yapılmadığı alanlar için arkeolojik anıtların potansiyel hacminin hesaplanmasına olanak tanır. Saf bilimsel araştırmada tahmine dayalı modelleme hipotezleri formüle etmek ve test etmek için kullanılırken, kültürel miras yönetiminde her alanda arkeolojik sitelerin bulunma olasılığının güvenilir bir değerlendirmesini sağlamalıdır. Bilimsel açıdan büyük önem taşıyan, GIS'teki sözde çoğulculuktur, yani varyasyonlara bağlı olarak bir arkeolojik çalışmada birden fazla hipotezi kabul etme, oluşturma ve tartışma olasılığıdır. Bu anlamda, GIS, beşeri bilimlerdeki bilimsel yaklaşımın esasen merkezi bir noktası olan tek bir doğru çözümü doğrulayan bir araç olarak algılanmamalıdır.

Bilim alanındaki güncel gelişmeler, farklı araştırma alanlarının disiplinlerarası ve disiplinler ötesi bir yaklaşım çerçevesinde giderek daha yaygın bir şekilde bütünleşmesine yol açmaktadır. Bu eğilimin bir yansıması olan "dijital jeoarkeoloji" kavramı, peyzaj arkeolojisi, jeoarkeoloji, arkeometri, yer bilimleri ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeleri bir araya getirerek, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) için yeni bir uygulama alanı olarak ortaya çıkmaktadır.

Arkeoloji araçları arasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) benimsenmesi ve dolayısıyla veri depolama, işleme ve görselleştirme alanındaki temel yetenekleri, mobil GIS kullanılarak standart bir metodolojiye göre yürütülen büyük altyapı projeleri sırasında gerçekleştirilen saha araştırmaları sayesinde önemli ölçüde desteklenmiştir.

3) Örnek(ler) / Vaka çalışması (CBS) Yeni keşfedilen bir arkeolojik alanın tam konumunu belirlemek için, bir grup öğrenci uzmanlarla (arkeologlar ve haritacılar) birlikte alanı ziyaret etmelidir. Sahada keşfedildikten sonra, öğrenciler yüzeysel materyal toplamak ve bunları ilk tarihleme için uzman arkeologlara sunmak amacıyla çevreyi inceler. Bunu, ölçüm aletleri kullanarak yapıların ölçülmesi ve elde edilen verilerin işlenmesi izler. GIS, arkeolojik alanın kesin konumunun yanı sıra, niteliği ve tarihlemesi hakkında da belirli ayrıntıları yüklememize olanak tanır.

4) Avantajlar ve sınırlamalar

Avantajlar	Sınırlamalar / Gereksinimler
<p>Hızlı ve doğru konum belirleme Uzaktan ayrıntılı parametreler belirleme imkanı. Daha önceki araştırmalarda tespit edilen, birbirine yakın başka arkeolojik alan ve komplekslerin varlığı. Arkeolojik alanın tarihlendirilmesi ve işlevlerine ilişkin ayrıntılı bilgiler. CBS, daha bilinçli ve daha iyi kararlar alınmasına yardımcı olur. Bu teknoloji, nesnelerin ve olguların incelenmesinde ve arkeolojik analizlerde kullanılmaktadır. Araştırmalar sırasında coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) kullanılması, büyük miktarda bilgi toplanmasını ve mevcut koşulların değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), arkeolojik alanların incelenmesiyle ilgili tüm verilerin bir araya getirilmesini ve bu bilgilere bilim insanları, kamuoyu, eğitim amaçları vb. gibi farklı düzeylerde erişilmesini mümkün kılar.</p>	<p>Ödeme veya hizmete özel erişim için: gerekebilir. Bir sunucu için büyük bir: veritabanı gerekir.</p>

Ayrıca, bu çalışmalar sırasında ortaya çıkan kültürel değerleri tanıtmak için de iyi bir fırsat sunuyorlar.	
---	--

5) Teknik gereklilikler

Yazılım: ArcGIS Pro (önde gelen ticari yazılım), QGIS (ücretsiz açık kaynaklı yazılım), gvSIG, MapInfo, ArcGIS Server, MapServer, ArcGIS for Mobile, GISExplorer Desktop; QGIS.bg.

Donanım: EDM – ITRC; GRASS; SAGA.

6) Etik ve veri ile ilgili hususlar

Disiplinlerarası çalışmanın gerçekleştirileceği yerin özel mülkiyetinde olması durumunda, izin belgesinin zamanında ve usulüne uygun olarak düzenlenmesi gerektiğinin yanı sıra, kazı çalışmalarının yürütülmesi için mülk sahibinin onayı da alınmalıdır.

7) Hızlı başlangıç (isteğe bağlı)

- Arkeolojik alanların durumlarına göre haritalandırılması; bu alanların günümüz coğrafi ortamına göre konumlarının analizi.
- Temel CBS sistemine coğrafi veriler, öznitelik verileri ve arazi örtüsü verilerinin eklenmesi.
- Yerleşim yerlerinin ortaya çıkmasına ve işleyişine katkıda bulunan faktörlerin belirlenmesi.
- Önceden belirlenmiş bağlantılara dayalı olarak mekânsal ilişkilerin parametreleştirilmesi, öngörülmesi için göstergelerin belirlenmesi, faktörlere ve bunların göstergelerine karşılık gelen GIS katmanlarının oluşturulması (tampon – su, tampon – höyükler vb.).
- Hücrelerin bireysel göstergelere göre sınıflandırılması ve katmanlı entegre GIS modeli – tahmin modülleri ve en yüksek potansiyele sahip hücreleri filtreleme seçenekleri.

- Referans alanını genişletmek, yerleşim sistemlerinin en önemli özelliklerini ve tarihsel gelişimin farklı dönemlerindeki etkenlerin etkisini sentezlemek, daha küçük mekânsal birimler kullanarak ayrıştırma düzeyini artırmak, sıralama değerlerini iyileştirmek, daha doğru coğrafi verileri dahil etmek vb.

8) Kaynaklar ve bağlantılar

Web Sayfası	www.ndep.gov/NDEP_Elevation_Guidelines_Ver1_10May2004.pdf www.csc.noaa.gov/digitalcoast/_/pdf/Lidar-provisioning-guidance.pdf http://campus.esri.com http://www.spatialanalysisonline.com/index.html
Kaynakça	<p>Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bilimi (2. baskı). John Wiley & Sons.</p> <p>Kemp K. (der.). 2008. Coğrafi Bilgi Bilimi Ansiklopedisi. SAGE Publ.</p> <p>Kraak M-J., Ormeling F. 2010. Kartografi: Geo-uzamsal Verilerin Görselleştirilmesi (3. baskı). Pearson.</p> <p>De Smith M., Goodchild M., Longley P. 2015. Geo-uzamsal Analiz: İlkeler, Teknikler ve Yazılım Araçlarına Kapsamlı Bir Kılavuz (5. baskı).</p>

Gönderim Üst Verileri

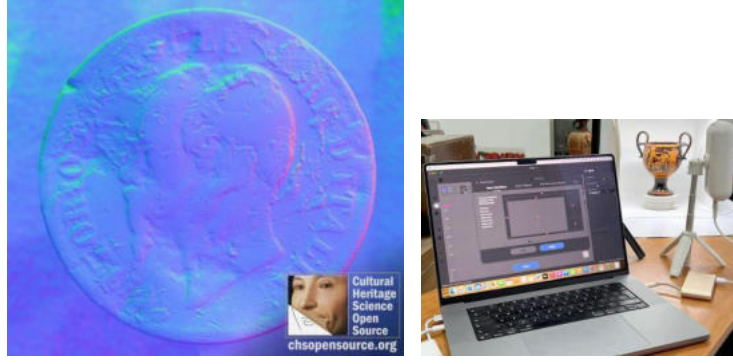
Ortak (kurum)	SCAS
Katkıda bulunanlar (isimler ve görevler)	[e.g., Dr. Rosen Petkov (author), Boryana Savova (researcher)]
Dil	İngilizce
Tarih	19.11.2025
İletişim e-postası	rosen@scas.bg, bsavova@scas.bg

Araç 3: Dijital Epigrafi: Yazıtlı yüzeyleri belgelemek ve analiz etmek için RTI ve 3B tarama teknolojilerinin kullanımı.

Kategori (fiyat kademesi)	Düşük / Orta
Geliştirici / Sağlayıcı	Relight: Yeniden Aydınlatılabilir Görüntüler (RTI) ISTI / CNR Görsel Hesaplama Laboratuvarı (Pisa, İtalya) tarafından geliştirilmiştir. Açık kaynaklıdır.
Platformlar	Windows / macOS / Linux
Standart lisans	Açık kaynak
Beceri seviyesi	Başlangıç / Orta seviye
Arkeolojide yaygın kullanım	yazıtlı yüzeyleri belgelemek ve analiz etmek

1) Aracın işlevi (Kısa açıklama)

Arkeoloji ve epigrafi çalışmaları kapsamında, yazıtları belgelemek, analiz etmek ve yayınlamak için dijital araçlar (RTI, fotogrametri, 3B tarama, lazer tarama, dijital çizim) kullanan bir uygulama alanı. Yansıma Dönüşüm Görüntüleme (RTI), bir nesneyi farklı ışık açıları altında defalarca fotoğraflayarak ışığın bir yüzeye nasıl etkileşime girdiğini yakalayan bir dijital görüntüleme yöntemidir. Arkeolojide 3D tarama, lazer tarayıcılar veya yapılandırılmış ışık cihazları kullanarak eserlerin, yazıtların ve mimari özelliklerin kesin geometrisini yakalar ve yüksek çözünürlüklü dijital modeller üretir. Her iki yöntem de yüzey görünürlüğü standart fotoğrafçılıktan çok daha fazla dijital olarak iyileştirebilir, bu da onları işaretleri, yüzey aşınmasını veya oyma tekniklerini, hasarlı veya aşınmış arkeolojik yazıtları okumak için çok yararlı kılar.



Fotoğraf 1: RTI Viewer 1.1 ile normal vektörlerinin görselleştirilmesi. Bu, her bir pikselin normal vektörlerinin yönünü gösteren ve yüzey özelliklerinin okunmasını kolaylaştıran bir sahte renkli görüntüleme yöntemidir. Görüntü kaynağı: Kültürel Miras Bilimi Açık Kaynak

Fotoğraf 2: Taşınabilir tarayıcı, küçük bir ışık odası ve bir döner tabla kullanılarak yapılan 3B tarama. Görsel kaynağı: Öğrenci Bilgisayar Sanatı Topluluğu.

2) İş akışı ve eğitim amaçlı kullanım

RTI, hem saha çalışması hem de kazı sonrası belgeleme süreçlerine doğal bir şekilde uyum sağlar. Araştırmacılar, sabit bir kamera konumu ve sistematik olarak değiştirilen ışık açıları kullanarak eserleri, yazıtları veya mimari yüzeyleri fotoğraflayabilirler. Sonradan işleme aşamasında, bu görüntü kümeleri yazılımlar (ör. RTIBuilder (eski sürüm yazılım) veya RelightLab) aracılığıyla birleştirilerek, etkileşimli yeniden aydınlatma imkanı sunan bir RTI dosyası oluşturulur.

Tipik bir iş akışı, yoğun nokta bulutları elde etmek için yapılandırılmış ışık veya lazer tarayıcı kullanılarak bir nesnenin veya yüzeyin taramasıyla başlar. Bu taramalar daha sonra yazılımda temizlenir, hizalanır ve birleştirilerek hatasız, doğru ölçeklendirilmiş bir 3B ağ oluşturulur. Nihai model, yüzey detayları açısından analiz edilebilir, veri kümeleriyle karşılaştırılabilir veya araştırma, koruma ve halkın katılımı amacıyla yayınlanabilir. Bu görevde yardımcı olabilecek açık kaynaklı yazılımlar şunlardır: MeshLab, CloudCompare, Blender ve daha pek çok yazılım.

Analiz sırasında, standart fotoğrafçılıkla tespit edilmesi zor olan alet izleri, solmuş yazıtlar, oyma derinliği veya aşınma izleri gibi ince ayrıntılar incelenir. Son olarak, sunum ve yaygınlaştırma amacıyla RTI dosyaları ve 3B modeller oluşturulabilir ve öğrenciler, meslektaşlar ve kamuoyuyla paylaşılabilir; böylece nesnelerin sanal ve

tahribatsız bir şekilde incelenmesi mümkün hale gelir.Suggested micro-learning outcomes:

- Arkeoloji ile ilgili temel RTI işlevlerini belirleyin.
- Temel bir RTI iş akışını uygulayın: farklı ışık koşullarında küçük bir fotoğraf dizisi çekin, bunları yazılımda işleyin ve sonucu inceleyin.
- Gözlemlenen yüzey özelliklerini tanımlayarak ve sınırlamaları tartışarak RTI çıktılarını yorumlayın Arkeoloji ile ilgili temel RTI işlevlerini belirleyin.
- Temel bir RTI iş akışını uygulayın: farklı ışık koşullarında küçük bir fotoğraf dizisi çekin, bunları yazılımda işleyin ve sonucu inceleyin.
- Gözlemlenen yüzey özelliklerini tanımlayarak ve sınırlamaları tartışarak RTI çıktılarını yorumlayın

2a) Uzmanın bilgi ve becerileri (3B Tarama + RTI)

- Temel bilgiler: Dijital görüntüleme ve 3B geometrinin temelleri; ışığın yüzeylerle etkileşimi; nokta bulutları, ağlar ve RTI dosya türleri.
- Uygulamalı beceriler: Tarayıcıları veya kamera kurulumlarını kullanma, yüksek kaliteli veriler toplama, ağları hizalama/temizleme, RTI görüntülerini işleme ve kullanıma hazır çıktıları dışa aktarma.
- Önerilen ön bilgi: Dijital dokümantasyon konusunda temel eğitim; MeshLab, CloudCompare veya RTIBuilder/RelightLab gibi araçlara aşinalık. Önerilen ön bilgi: Dijital dokümantasyon konusunda temel eğitim; MeshLab, CloudCompare veya RTIBuilder/RelightLab gibi araçlara aşinalık.
- Yeterlilik seviyesine ulaşma süresi: temel iş akışları için 10–20 saat;

3) Örnek(ler) / Vaka çalışması (asgari ekipmanla RTI)

Bir eğitim laboratuvarında öğrenciler, sabit bir kamera ve çeşitli el feneri konumları kullanarak bir madeni parayı belgeliyorlar. Görüntüler, madeni paranın yüzeyinin etkileşimli bir şekilde yeniden aydınlatılmasını sağlayan bir RTI dosyası oluşturmak üzere RelightLab'da işleniyor. Ortaya çıkan model, normal ışıklandırma altında görülmesi zor olan aşınmış yazıtlar, darphane işaretleri ve ince kabartma özellikleri gibi ince ayrıntıları ortaya çıkarıyor. Öğrenciler bu özellikleri yorumlamayı, aşınma desenlerini ve oyma stillerini karşılaştırmayı ve bunların dolaşım ve basım hakkında neyi gösterdiğini tartışmayı pratik ederler. Bu

alıştırma, RTI ve RelightLab'ın yüzey analizini nasıl geliştirdiğini ve dijital epigrafide uygulamalı öğrenmeyi nasıl desteklediğini göstermektedir.

4) Avantajlar ve sınırlamalar (3B Tarama + RTI)

Avantajlar	Sınırlamalar / Gereksinimler
Yüksek ayrıntılı yüzey taraması Tahribatsız Etkileşimli analiz ve görselleştirme Belgeleme, eğitim ve yayıncılık için destek sağlar Diğer dijital iş akışlarıyla entegre olur	Gerekli ekipman (tarayıcı, kamera, ışık kaynağı, tripod) Yazılımın öğrenilmesi zaman alır Yansayıcı/geniş yüzeylere duyarlıdır; RTI ile iyi sonuç vermez İşleme süresi ve veri depolama Bazı teknik bilgi gerektirir

5) Teknik gereksinimler

Yazılımlar: RelightLab, MeshLab, CloudCompare, Blender, COLMAP/OpenMVS (fotogrametri).

6) Etik ve veri ile ilgili hususlar

3B tarama ve RTI konusunda etik ve veri ile ilgili hususlar arasında, eserlerin özenle ele alınması, kültürel açıdan hassas nesnelere ilgili izinlere saygı gösterilmesi ve kesin konum bilgilerinin ifşa edilmemesi yer almaktadır.

7) Hızlı başlangıç (isteğe bağlı)

Kurulum – Nesneyi sabit bir yüzeye yerleştirin; kamerayı/tarayıcıyı sabitleyin ve aydınlatmayı ayarlayın.

Çekim – RTI için birden fazla görüntü çekin veya nesneyi 3D olarak tarayın.

İşleme – RelightLab (RTI) veya MeshLab/CloudCompare (3D) programlarını kullanın.

İnceleme – RTI veya 3D modeli etkileşimli olarak inceleyin.

Dışa Aktar – Çıktıları analiz veya sunum amacıyla kaydedin.

Belgeleme – Tekrarlanabilirlik için temel meta verileri kaydedin.

8) Kaynaklar ve bağlantılar

RelightLab'ın resmi web sitesi	https://vcg.isti.cnr.it/vcgtools/relight/
"Web için Yeniden Aydınlatılabilir Görüntülerin"	Çevrimiçi bir Web3D sunumu

Kompakt Temsili" başlıklı makalenin çevrimiçi Web3D sunumu	
Makale: Web için Yeniden Aydınlatılabilir Görüntülerin Kompakt Temsili	https://vcg.isti.cnr.it/vcgtools/relight/compact-representation-relightable.pdf
Kültürel Miras için 3B Lazer Tarama: Arkeoloji ve Mimarlık Alanlarında Lazer Tarama Kullanımına İlişkin Tavsiyeler ve Rehberlik	https://historicengland.org.uk/images-books/publications/3d-laser-scanning-heritage/heag155-3d-laser-scanning
Yoğun Nokta Bulutu	https://pressbooks.bccampus.ca/ericsaczuk/chapter/chapter-2-1-dense-point-cloud/

Araç 4: Kütle Spektrometrisi (AMS, ICP-MS): Radyokarbon tarihleme, kaynak belirleme ve kalıntı analizi için yüksek hassasiyetli analiz.

Kategori (maliyet kademesi)	Yüksek
Geliştirici / Sağlayıcı	Bu alanda yaygın olarak hizmet verenler arasında Thermo Fisher Scientific, Bruker, Agilent Technologies gibi şirketlerin yanı sıra, arkeolojik analizler için AMS veya ICP-MS cihazlarını kullanan uzman araştırma merkezleri veya üniversite laboratuvarları yer almaktadır.
Platformlar	Donanıma bağlıdır;
Standart lisans	Genellikle ticari amaçlıdır; sağlayıcı şirkete bağlıdır;
Beceri seviyesi	İleri düzey;
Arkeolojide yaygın kullanım	Hassas radyokarbon tarihleme, element bileşiminin belirlenmesi, kalıntıların analiz edilerek kronolojinin ve geçmişteki insan faaliyetlerinin yeniden canlandırılması için kullanılır.

1) Araç ne işe yarar? (Kısa açıklama)

Kütle Spektrometrisi (AMS / ICP-MS), arkeolojik materyallerin elementel veya izotopik bileşimini ölçmek için kullanılan yüksek hassasiyetli bir analiz tekniğidir. Hızlandırıcı Kütle Spektrometrisi (AMS), çok küçük numunelerden son derece doğru radyokarbon tarihlleme yapılmasına olanak tanırken, İndüktif Kuplajlı Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS), hammadde kaynağını belirlemek veya kalıntıları analiz etmek için eser elementleri ve izotopları tanımlar. Bu yöntemler, seramik, metal veya organik kalıntılar gibi eserlerin kronolojik bilgilerini, menşini ve kullanım kalıplarını ortaya çıkarır.



Fotoğraf 3: Indianapolis Sanat Müzesi'nden bir koruma bilimcisi, sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi çalışması yaparken, Resim kaynağı: Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

2) İş akışı ve eğitim amaçlı kullanım

Kütle spektrometrisi, esas olarak kazı sonrası analizlerde kullanılır. Sahada toplanan numuneler (örneğin odun kömürü, kemik, seramik, metal veya kalıntılar) laboratuvarda özenle hazırlanır; bu işlem genellikle kimyasal işlem veya sindirim gerektirir. AMS veya ICP-MS cihazı, izotopik veya elementel bileşimi ölçerek radyokarbon tarihlleme, menşe çalışmaları veya kalıntı analizi için kesin veriler üretir. Analistler daha sonra sonuçları yorumlayarak kronolojiyi, hammadde kaynaklarını veya geçmişteki insan davranışlarını yeniden oluşturur; bu bilgiler raporlarda, yayınlarda sunulabilir veya eserlerin ve alanların 3D görselleştirmelerine entegre edilebilir.

Öğretim görevlileri, sağlanan veri setlerini kullanarak hazırladıkları mini projeler aracılığıyla kütle spektrometrisini derslerine dahil edebilirler. Öğrenciler gerçek AMS/ICP-MS sonuçlarını inceleyebilir, izotopik veya elementel kalıpları yorumlama alıştırmaları yapabilir ve elde ettikleri bulguları arkeolojik sorularla ilişkilendirebilirler. Ödevler, veri setlerinin karşılaştırılmasını veya numune kalitesinin sonuçları nasıl etkilediğinin değerlendirilmesini içerebilir. Ayrıca, kütle spektrometrisi ile çalışan bir laboratuvara yapılacak bir eğitim gezisi ve oradaki bir uzmanla yapılacak görüşme, öğrenciler için çok yararlı olabilir.

2a) Uzmanın bilgi ve becerileri (Kütle Spektrometresi teknisyeni / analisti)

- Temel bilgiler: Analitik kimya, kütle spektrometrisi (AMS / ICP-MS), izotoplar, eser elementler, numune hazırlama, laboratuvar standartları, veri formatları, kalite kontrol
- Pratik beceriler: Cihaz ve yazılımları kullanma, numuneleri güvenli bir şekilde hazırlama ve işleme, kalite kontrolü gerçekleştirme, sorun giderme, veri aktarma, spektrumları ve sonuçları yorumlama
- Önerilen arka plan: kimya/jeokimya alanında lisans derecesi veya eğitim, kimyasallar ve cihazlarla laboratuvar deneyimi, arkeologlar ve konservatörlerle takım çalışması
- Yeterlilik kazanma süresi: Bağımsız çalışma için: aylarca denetimli deneyim, ileri düzey uzmanlık için: yıllarca uygulama

3) Örnek(ler) / Vaka çalışması (kısa ve öz)

Öğrenciler için gerçekçi bir hızlı başlangıç deneyimi, bir AMS veya ICP-MS laboratuvarına yapılacak bir eğitim ziyareti olabilir; bu ziyaret, laboratuvara giriş ve bir kütle spektrometresi uzmanı tarafından rehberlik edilen bir turu içerebilir; bu turda cihazlara ve çalışma protokollerine genel bir bakış da yer alabilir. Teknisyen, AMS veya ICP-MS'in çalıştırılmasındaki temel adımları vurgulayarak numunelerin nasıl yüklendiğini ve ölçüldüğünü gösterebilir. Öğrenciler daha sonra cihazın yazılımını kullanarak elde edilen verileri inceleyebilir. Oturum, grup ve uzman/teknisyen ile bir tartışma ve ardından öğrencilerden kısa bir değerlendirme ile sonlandırılabilir.

4) Avantajlar ve sınırlamalar

Avantajlar	Sınırlamalar / Gereksinimler
Yüksek hassasiyet ve duyarlılık Gerekli numune miktarı minimum düzeyde Yıllandırma, menşe belirleme ve kalıntı analizine olanak tanır Güçlü arkeolojik yorumlamayı destekler Nicel ve tekrarlanabilir veriler sağlar	Yüksek cihaz ve bakım maliyetleri; Özel laboratuvar ve eğitilmiş personel gerektirir; Numune hazırlığı karmaşık olabilir; Küçük numuneler için tahrip edici olabilir; Kullanım ve veri yorumlama açısından öğrenme süreci zordur.

5) Teknik gereksinimler

Asgari Donanım: Laboratuvar sınıfı AMS veya ICP-MS cihazı; Numune hazırlama ekipmanı (teraziler, sindirim kapları, pipetler, çeker ocak); Cihaz kontrolü ve veri analizi için bilgisayar

Bağımlılıklar / Notlar: Temiz laboratuvar koşulları ve güvenlik protokolleri gereklidir; Numune sindirimi için kimyasallar ve sarf malzemeleri; Doğruluk için kalibrasyon standartları ve referans malzemeleri; Eğitilmiş personel tarafından denetlenen çalışma

6) Etik ve veri ile ilgili hususlar

AMS ve ICP-MS analizleri genellikle küçük çaplı ancak numuneyi tahrip eden örnekleme gerektirdiğinden, gerekli izinlerin alınması ve numune alımının en aza indirilmesi büyük önem taşır.

7) Kaynaklar ve bağlantılar

Video: ICP-MS Nasıl Çalışır: Çalışma	https://youtu.be/Zer537veqW0?si=NFpljZQazDUfFat_&t=1
--------------------------------------	---

Prensiplerine İlişkin Ayrıntılı Bir Kılavuz	
Hızlandırıcı Kütle Spektrometresi (AMS) Yöntemiyle Yaş Tayini	https://www.radiocarbon.com/accelerator-mass-spectrometry.htm

Gönderim Üst Verileri

Ortak (kurum)	UKIM
Katkıda bulunanlar (isimler ve görevler)	Kiril Denkovski, MA (yazar), Prof. Irena Teodora Vesevska (yazar)
Dil	İngilizce
Tarih	13.10.2025
İletişim e-postası	k.denkovski@gmail.com , irenap@fzf.ukim.edu.mk

Araç 5: Jeofizik Araştırma (GPR, Manyetometri): Gömülü oluşumları tahribatsız bir şekilde tespit etmek için yeraltı görüntüleme.

Kategori (fiyat kademesi)	Yüksek
Geliştirici / Sağlayıcı	Şirketler (donanım ve yazılım satıcıları)
Platformlar	Windows / macOS (işleme); saha sistemleri satıcıya özgü
Standart lisans	Ticari (genel); bazı akademik/eğitim lisansları
Beceri seviyesi	Orta düzey
Arkeolojide yaygın kullanım	Non-invaziv yeraltı görüntüleme teknikleri, toprak özelliklerindeki ve manyetik alanlardaki değişiklikleri ölçerek, yeraltında bulunan arkeolojik unsurları, yapıları veya anormallikleri tespit etmek ve haritalandırmak için kullanılır.

1) Araç ne işe yarar? (Kısa açıklama)

Jeofizik araştırma yöntemleri, gömülü arkeolojik alanların tahribatsız bir şekilde incelenmesi için dijital arkeolojide vazgeçilmez araçlardır. Yer altı radar (GPR) ve manyetometri, zemini kazmaya gerek kalmadan duvarları, mezarları veya eserleri işaret edebilecek yer altı anomalilerini tespit etmek için elektromanyetik dalgalar ve manyetik alan ölçümlerini kullanan tekniklerdir.

Zemin penetrasyon radarı (GPR), radyo dalgaları yayarak ve malzemenin dielektrik özelliklerinde farklılıkların olduğu yerlerde dalgaların yansmasıyla oluşan geri dönüş sinyallerini analiz ederek zemindeki nesnelere varlığını tespit eden bir cihazdır. Manyetik ölçümler, Dünya'nın manyetik alanındaki uzamsal değişimleri kaydeder ve manyetometri, karasal ve su altı arkeolojisinde de kullanılır. GPR veya manyetometri uygulamalarından elde edilen uzamsal veriler, ayrıntılı haritalar veya üç boyutlu yüzeyler haline getirilerek, alanın yapısı ve stratigrafisi hakkında bilgi sağlar. Arkeologlar, bu teknikleri uygulayarak alanları daha etkili bir şekilde belgeleyebilir ve yorumlayabilir. Jeofizik araştırmalar, kültürel mirası korurken, araştırmaların ve kamuya sunumların doğruluğunu artırır.

2) İş akışı ve eğitim amaçlı kullanım

Tipik bir arkeolojik çalışma akışında, bu teknikler öncelikle kazı çalışmaları başlamadan önce uygulanır. Sahada toplanan veriler daha sonra özel yazılımlar kullanılarak işlenir; bu işlemler arasında gürültünün filtrelenmesi, kontrastın artırılması ve uzamsal bilgilerin daha ileri analiz ve yorumlama için belirli bir platforma aktarılması yer alır. Arkeologlar, sahadaki bilinen bağlamlarla ilişkili olarak anomalileri analiz eder ve yorumlar; bu sayede hedefli kazı çalışmalarına yön verir ve gereksiz tahribatı azaltır. GPR ve manyetometreden elde edilen veriler, diğer modern dijital tekniklerin (dijital platformlar, GIS, 3D rekonstrüksiyonlar vb.) desteğiyle, kültürel mirasın akademik ve genel kamuoyuna sunulmasına ve tanıtılmasına yardımcı olur. Öğretimde daha iyi bir süreklilik sağlamak için, öğretim görevlileri bu araçları, ekipmanların kısa tanıtımları ile yazılım verilerinin yorumlanmasına yönelik alıştırma birleştiren 90 dakikalık bir laboratuvar oturumu aracılığıyla sunabilirler. Ödev olarak, öğrenciler verilen bir veri setini analiz ederek olası arkeolojik özellikleri belirleyebilirler. Farklı türdeki alanlarda GPR ve manyetometrinin güçlü ve zayıf yönlerini karşılaştırmayı içerebilecek bir mini proje geliştirmek, verilerin nasıl araştırılacağı ve yorumlanacağı konusunda eleştirel düşünmeyi teşvik eder.

Önerilen mikro öğrenme çıktıları:

- Belirli bir arkeolojik araştırma sorusu ve saha koşulları için uygun jeofizik yöntemleri (GPR ve manyetometri) belirlemek.
- Temel araştırma planlaması ve veri toplama adımlarını (ızgara kurulumu, kalibrasyon, veri toplama) gerçekleştirmek ve sonuçları ileri analizler için dışa aktarmak.
- Önemli anomalileri yorumlamak ve belirsizlikleri/sınırlamaları değerlendirmek; sonuçları arkeolojik bulgularla ilişkilendirmek ve hedefli kazı kararları almak.

2a) Uzmanın bilgi ve becerileri (görev profili)

Yeraltı Radarı (GPR) ve Manyetometri gibi jeofizik araştırma teknikleri, teknik, analitik ve yorumlama becerilerinin birleşimini gerektirir. Bu araçlar jeofizikçiler veya eğitimli teknisyenler tarafından kullanılıyor olsa da, arkeologlar da bunların kullanımı ve yorumlanmasının ardındaki ilkeleri anlamalıdır.

- Temel bilgiler: Jeofizik ilkeleri, toprak iletkenliği ve manyetik duyarlılığı anlama; arkeolojik stratigrafi ve bağlam temelli yorumlama bilgisi.
- Pratik beceriler: Ekipman kalibrasyonu ve kullanımı, çeşitli saha koşullarında veri toplama, özel yazılımlar (örn. TerraSurveyor, Geoplot) kullanarak jeofizik verilerin işlenmesi ve görselleştirilmesi.
- Önerilen arka plan: Arkeolojik arama alanında önceki saha deneyimi, jeofizik haritalama eğitimi ve uzamsal veri setlerini entegre etmek için GIS bilgisi.
- Yeterlilik kazanma süresi: Temel kullanım, 1–2 haftalık denetimli saha çalışmasının ardından öğrenilebilir; anket tasarımı, veri analizi ve yorumlama konusunda tam yeterlilik ise genellikle birkaç aylık uygulama ve eğitim gerektirir.

3) Örnek(ler) / Vaka çalışması (kısa ve öz)

- Makedonya'nın Bitola şehrine bağlı Crnobuki köyündeki Gradishte arkeolojik alanı. Bu alan, Helenistik ve Geç Antik dönemlere ait surlarla çevrili bir yerleşim yeridir. Burada bir Helenistik evin kalıntıları ortaya çıkarılmış ve bu kalıntılar içinde aynı döneme ait çok sayıda kaliteli seramik örneği ve parçası ile bronz ve gümüş sikkeler bulunmuştur. Arkeolojik kazıların hassas bir şekilde yürütülebilmesi amacıyla alanda GPR ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

(Şekil 1).



a)

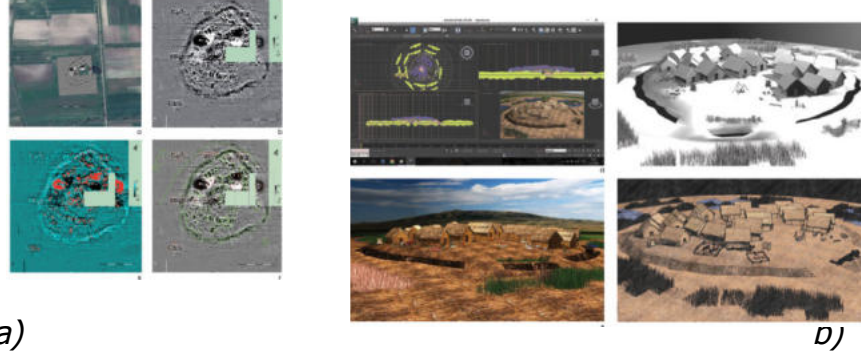


b)

Şekil 1 a) GPR ile yapılan ölçüm. b) GPR ile yapılan ölçümün sonuçları.

Kaynak: Yazarların arşivi (UKIM), 2025.

- Makedonya'nın Prilep şehrine bağlı Vrbjani köyünde bulunan Vrbjanska Čuka arkeolojik alanı, Pelagonya bölgesine özgü bir höyük ve Neolitik yerleşim yeridir. Bu arkeolojik alanda çok disiplinli araştırmalar yürütülmüş ve jeomanyetik taramalar da gerçekleştirilmiştir. Kazı sonuçları ve manyetik taramalar sayesinde sanal bir rekonstrüksiyon yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil.2 a) Jeomanyetik tarama sonuçları. b) Kavramsal sanal rekonstrüksiyon.

Kaynak: Yazarların arşivi (UKIM), 2025.

4) Avantajlar ve sınırlamalar

Teknik	Avantajlar	Kısıtlamalar / Gereksinimler
Zemin Penetrasyon Radarı (GPR)	<ul style="list-style-type: none"> • Dikey ve 3 boyutlu yeraltı profilleri sunar. • Çok çeşitli malzemeleri (taş, tuğla, boşluklar) algılar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Performans, toprak koşullarına bağlıdır (kuru, kumlu topraklar idealdir; killi/nemli topraklar penetrasyonu azaltır). • Dikkatli bir kalibrasyon ve uzman bir veri işleme gerektirir.
Manyetometri	<ul style="list-style-type: none"> • Geniş alanlarda hızlı veri toplama. • Antropojenik özelliklere (yanmış alanlar, hendekler, duvarlar) duyarlı. 	<ul style="list-style-type: none"> • Özelliğın derinliğini kolayca belirleyemiyor. • Manyetik olmayan malzemeleri (ör. taş) algılamada sınırlıdır.

5) Teknik gereklilikler

Öge	Zemin Penetrasyon Radarı (GPR)	Manyetometri
Asgari Donanım	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrol konsolu ve anteni bulunan GPR cihazı (200–900 MHz, saha derinliğine 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxgate veya sezyum buharı gradiometre sistemi. • Izgara

Gereksinimleri	bağlı olarak).• Coğrafi referanslama için GPS veya total station.	kurulumu ve coğrafi referanslama için GPS veya toplam istasyon.
Yazılım	• Özel işleme araçları (örneğin, GSSI RADAN, Mala Object Mapper, EKKO Project).	• İşleme ve görselleştirme araçları (Geoplot, ArchaeoSurveyor, MagPick).
Desteklenen Veri Biçimleri	• Desteklenen GPR formatları: .rd3, .dzt, .gpr, .DT1. • Dışa aktarma seçenekleri: .csv, .txt, .tiff, .las, .shp.	• Yerel manyetometri formatları: .xyz, .dat, .grd. • Dışa aktarma seçenekleri: .csv, .txt, .tiff, .shp.

6) Etik ve veri ile ilgili hususlar

Konum koordinatları hassas bilgiler olduğundan veri gizliliği hayati önem taşır; kesin konumların kamuya açıklanması yağmalanmalara yol açabilir. Belgeleme sırasında standart veri formatlarının kullanılması, veri kümelerinin yeniden kullanılabilir olmasını sağlar. Kültürel ve hukuki hususlar, araştırmacıların yerel kültürel miras yasalarına uymalarını ve yerel topluluklarla saygılı bir şekilde iletişim kurmalarını gerektirir. Etik uygulamalar, hem arkeolojik kaynakların korunmasını hem de bilimsel araştırma sürecinin iyileştirilmesini sağlar.

7) Kaynakça:

- **Alan Joel Witten.**, Jeofizik ve Arkeoloji El Kitabı., Routledge., 2005.
- **James Conolly & Mark Lake.**, Arkeolojide Coğrafi Bilgi Sistemleri., Cambridge University Press., 2006.
- **John Oswin.**, Arkeolojide Jeofizik: Bir Uygulama Kılavuzu., Springer., 2009.
- **Patrick Dalu & Thomas L. Evans.**, Dijital Arkeoloji: Yöntem ve Teoriyi Birleştiren Bir Yaklaşım., Routledge., 2005.
- **Vukadinović M.**, Arkeolojide Jeofizik Uygulamaları, Kraljevo 2011.

Araç 6: Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi: Veri analizi, örüntü tanıma ve eser sınıflandırma gibi görevlerin otomatikleştirilmesi.

Kategori (maliyet kademesi)	Orta
Geliştirici / Sağlayıcı	Açık kaynak topluluğu ve şirketler (araç ekosistemi)
Platformlar	Windows / macOS / Linux / Web (ör. bulut tabanlı not defterleri)

Standart Lisans	Açık kaynaklı (standart) + ticari bulut hizmetleri (isteğe bağlı)
Beceri seviyesi	Orta seviye
Arkeolojide yaygın kullanım	Veri analizi, örüntü tanıma ve eser sınıflandırmasını otomatikleştiren gelişmiş hesaplama yöntemleri, arkeolojik araştırmaların verimliliğini ve doğruluğunu artırmaktadır.

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

YZ ve makine öğrenimi araçları, veri analizi, örüntü tanıma ve buluntu sınıflandırması gibi karmaşık süreçleri otomatikleştirerek dijital arkeolojiyi dönüştürmektedir. Bu sistemler, kazılardan, uydu görüntülerinden ve 3B taramalardan elde edilen büyük veri setlerini hızla işleyerek insan araştırmacılar tarafından gözden kaçabilecek eğilimleri ve ilişkileri tespit edebilmektedir. Mevcut arkeolojik kayıtlar üzerinde eğitilen algoritmalar sayesinde bu araçlar, buluntuları sınıflandırabilmekte, alan özelliklerini belirleyebilmekte ve hatta potansiyel kazı alanlarını öngörebilmektedir. Söz konusu otomasyon, araştırma sürecini hızlandırmakta, doğruluğu artırmakta ve insan kaynaklı hataları en aza indirmektedir. Sonuç olarak yapay zekâ destekli analizler, arkeolojik verileri daha erişilebilir, tutarlı ve yorumlanabilir kılarak kültürel mirasın belgelenmesine ve korunmasına katkı sağlamaktadır.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

YZ ve makine öğrenimi, arkeolojik araştırmalarda iş akışlarını kolaylaştırmakta, gizli örüntüleri ortaya çıkarmakta ve karar alma süreçlerini desteklemektedir. Öğrenciler, arkeolojik uygulamalarda veri kalitesi ve yanlılık konusunda eleştirel bir farkındalık geliştirirken veri hazırlama, model eğitimi/testi ve çıktıların yorumlanması gibi temel iş akışlarını uygulayabilmektedir.

Önerilen mikro öğrenme çıktıları:

- Belirli arkeolojik veri setleri ve araştırma soruları için uygun YZ/makine öğrenimi yaklaşımlarını (ör. sınıflandırma, kümeleme, tahminleme) belirleyebilme.
- Hazırlanmış bir veri seti üzerinde temel bir makine öğrenimi iş akışını (ön işleme, eğitim, değerlendirme ve sonuçların dışa aktarımı) gerçekleştirebilme.

- Model çıktıları belirsizlik, yanlılık ve doğrulama sınırlılıkları dahil olmak üzere eleştirel bir bakış açısıyla yorumlayabilme ve sonuçları arkeolojik yorumlamayla ilişkilendirebilme.

Eğitim sürecinde YZ, laboratuvar çalışmaları, ödevler ve mini projeler aracılığıyla tanıtılabilmektedir. Örneğin 90 dakikalık bir laboratuvar uygulamasında öğrenciler, buluntu görüntülerini sınıflandırma ve model doğruluğunu değerlendirme konusunda eğitilebilir. Ödevler, küçük veri setleri üzerinde kümeleme veya regresyon uygulamalarını kapsayabilirken mini projeler, tahmine dayalı haritalama veya ileri düzey buluntu sınıflandırma çalışmalarına olanak tanıyabilir. Bu etkinlikler, teknik becerilerin geliştirilmesinin yanı sıra YZ'nin arkeolojideki rolüne ilişkin eleştirel bir kavrayış oluşturmaktadır.

2a) Uzmanın Bilgi ve Becerileri (Rol Profili)

Arkeolojide YZ ve makine öğrenimi uygulamaları, hem hesaplamalı uzmanlık hem de alan bilgisi gerektirmektedir. Arkeologlar her zaman algoritmaları bizzat geliştirmese de veri hazırlama, yorumlama ve otomatik analizin etik boyutlarını kavramak durumundadır.

- **Temel bilgi:** YZ ve makine öğrenimi ilkelerinin, veri yapılarının ve eğitim modellerinin anlaşılması, örüntü tanıma ve sınıflandırma amacıyla kullanılan arkeolojik veri setleri ve tipolojilere hâkimiyet.
- **Uygulamalı beceriler:** Açık kaynaklı veya ticari makine öğrenimi platformlarının (ör. TensorFlow, PyTorch, Weka) kullanımı, verilerin hazırlanması ve temizlenmesi, model çıktılarının etiketlenmesi ve değerlendirilmesi, otomatik sonuçların arkeolojik bağlamda yorumlanması.
- **Önerilen altyapı:** Veri bilimi veya dijital arkeoloji alanında eğitim, kodlama deneyimi (Python veya R), istatistiksel muhakeme yetkinliği ve bilgisayar bilimcilerle disiplinler arası iş birliği deneyimi.
- **Yetkinlik kazanım süresi:** Giriş düzeyinde bir kavrayış, kısa süreli kurslarla (20-40 saat) edinilebilir. Özel modellerin geliştirilmesi veya araştırma düzeyinde uygulamaların yürütülmesi ise birkaç aylık yoğun bir çalışma gerektirebilir.

3) Vaka Çalışması - Otomatik Çanak Çömlek Sınıflandırması

Bir Neolitik alanda öğrenciler, kazılardan elde edilen çanak çömlek parçası görüntülerinden oluşan bir veri setiyle çalışmaktadır. Makine öğrenimi modeli kullanarak parçaları tür, bezeme ve üretim tekniğine göre sınıflandırmaktadır. Beklenen çıktılar arasında etiketlenmiş görüntüler, doğruluk raporları ve buluntu dağılımına ilişkin görselleştirmeler yer almaktadır. Öğrenme değeri, YZ destekli buluntu analiziyle edinilen uygulamalı deneyimden, otomatik sınıflandırmanın kazı sonrası işlemleri nasıl hızlandırdığının kavranmasından ve model performansı ile sınırlılıklarının eleştirel bir bakışla değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır.

4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

İş Akışı Aşaması	Avantajlar	Sınırlılıklar
<i>Araştırma</i>	Araştırmayı hızlandırır, belirgin olmayan özellikleri tespit eder	Yüksek kaliteli görüntü gerektirir, küçük veya gizli özellikleri gözden kaçırabilir
<i>Kazı</i>	Manuel kayıt ihtiyacını azaltır, doğruluğu artırır	Model eğitimiyle sınırlıdır, alışılmadık buluntuları hatalı etiketleyebilir
<i>Kazı Sonrası İşleme</i>	Zaman kazandırır, tutarlı etiketleme sağlar	Büyük veri setleri gerektirir, nadir veya hasarlı buluntular yanlış sınıflandırılabilir
<i>Analiz</i>	Gizli eğilimleri ortaya çıkarır	YZ, kültürel ve tarihsel bağlamı tam olarak yorumlayamaz
<i>Sunum</i>	İletişimi güçlendirir, CBS ile entegre çalışır	Yoğun kaynak gerektirir, teknik beceri gereksinir

5) Teknik Gereksinimler

Kategori	İsteğe Bağlı
Donanım	Derin öğrenme için GPU önerilir (NVIDIA GTX 1050+), büyük veri setleri için 16 GB RAM tercih edilir, SSD işlem hızını artırır, görselleştirme için geniş veya çift monitör faydalıdır
Programlama Ortamı	Jupyter Notebook veya Google Colab önerilir
Kütüphaneler / Bağımlılıklar	Görüntü sınıflandırması için derin öğrenme, klasik makine öğrenimi algoritmaları, görüntü işleme, veri yönetimi ve görselleştirme
Görselleştirme Araçları	Mekânsal haritalama veya 3B rekonstrüksiyon için

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

Arkeolojide YZ kullanımı, veri setlerinin ve çıktılarının uygun biçimde kullanılmasını ve atıflandırılmasını güvence altına almak için veri lisanslama konusuna dikkat edilmesini gerektirmektedir. Yağmacılığı önlemek amacıyla hassas alan konumlarının gizliliği büyük önem taşımaktadır. Erişilebilirlik, araçların ve verilerin tüm öğrenciler ve araştırmacılar tarafından kullanılabilmesini sağlamaktadır. Kullanıcılar ayrıca buluntu sınıflandırmasını veya örüntü yorumlamasını etkileyebilecek YZ modellerindeki yanlılıklara karşı dikkatli olmalıdır.

7) Hızlı Başlangıç (İsteğe Bağlı)

- * Verileri Hazırlayın – Buluntu görüntülerini toplayın ve etiketlenmiş klasörler halinde düzenleyin (ör. çanak çömlek türleri)
- * Ortamı Kurun – Python, Jupyter Notebook (veya Google Colab) ve gerekli kütüphaneleri yükleyin: TensorFlow/PyTorch, OpenCV, NumPy, pandas.
- * Görüntüleri Yükleyin ve Ön İşleme Yapın – Görüntüleri yeniden boyutlandırın, normalize edin ve eğitim ile test setlerine ayırın.
- * Modeli Eğitin – Görüntüleri sınıflandırmak için basit veya önceden eğitilmiş bir model kullanın.
- * Performansı Değerlendirin – Doğruluğu ve karmaşıklık matrisini kontrol edin, gerekirse parametreleri ayarlayın.
- * Görselleştirin ve Yorumlayın – Sınıflandırılmış görüntüleri, eğilimleri veya örüntüleri analiz amacıyla görüntüleyin.

8) Kaynakça:

- **Juan A. Barcelo ve Igor Bogdanovic.**, Mathematics and Archaeology., CRC Press., 2020.
- **Katja Müller.**, Digital Archives and Collections - Creating Online Access to Cultural Heritage., Berghahn Books., 2021.
- **Claire Warwick, Katherine Aske.**, Navigating Artificial Intelligence for Cultural Heritage Organisations., UCL Press 2025.

- **Maurizio Forte, Stefano Campana.**, Digital Methods and Remote Sensing in Archaeology., Springer 2017.

- **Simon Lindgren.**, Handbook of Critical Studies of Artificial Intelligence., Edward Elgar Publishing 2023.

Gönderim Üst Verileri

Ortak (Kurum)	BARÜ
Katkıda Bulunanlar (İsimler ve Roller)	Doç. Dr. Lale Özdemir-Şahin (yazar); Prof. Dr. Şahin Yıldırım (hakem); Dr. Öğr. Üyesi Ali Bora (yazar)
Dil	İngilizce / TR
Tarih	16.12.2025
İletişim e-postası	lsahin@bartin.edu.tr sahinyildirim@bartin.edu.tr aliborabora@bartin.edu.tr

Araç 7: Fotogrametri ve 3B Modelleme: Fotoğraflardan Küçük Buluntuların Ayrıntılı 3B Modellerinin Oluşturulması

Kategori (maliyet düzeyi)	Düşük / Orta
Geliştirici / Sağlayıcı	Bilgisayar yazılımları açısından, yakın mesafe fotogrametri ve 2B-3B belgeleme alanında kişisel, eğitim veya ticari kullanıma yönelik çeşitli ücretsiz, açık kaynaklı ve ücretli dijital seçenekler mevcuttur. Farklı geliştirici ve/veya sağlayıcı şirketler, kurumlar ya da birlikler ve sundukları yazılımlar şu şekilde sıralanabilir: Drone Emotions Ltd. - Agisoft Metashape, AliceVision – Meshroom The Inkscape Project - Inkscape biçiminde sıralanabilir.
Platformlar	Windows / macOS / Linux / Web / Mobile
Lisans türü	Ücretsiz / Açık kaynak / Akademik / Ticari / Kişisel / Eğitim amaçlı
Beceri düzeyi	Orta / İleri
Arkeolojide kullanım türü	Arkeolojik kültürel mirasın 2B ve 3B görüntülenmesi ve belgelenmesi. 3B modellerin oluşturulması. Arkeolojik küçük buluntuların 2B çizimi.

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

Arkeolojide belgeleme, bilimin temel gerekliliklerinden ve uygulama alanlarından biridir. Gerçekliğin doğru biçimde belgelenmesi ve arşivlenmesi, uzmanlar ve akademisyenler tarafından kullanıma sunulması, yayımlanması ve kadim bir kültürel miras olarak gelecek nesillere aktarılması bu disiplinde son derece önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda, gelişen teknolojiyle birlikte arkeolojik belgelemede kullanılan temel araç ve yöntemlerden biri fotogrametridir (Cerasoni vd. 2022). Arkeolojide fotogrametri ve buluntuların 2B-3B belgelenmesi, bilgisayar ortamında belirli yazılımların kullanımını gerektirdiğinden dijital bir araç, yöntem veya iş akışı olarak değerlendirilmelidir.

Fotogrametri, kısaca nesnelere fotoğrafik görüntülerinin dijital yöntemlerle ölçülmesi ve yorumlanması disiplini olarak tanımlanabilir (Aber vd. 2010, 23 vd.). Fotogrametri, insansız hava araçları, LIDAR, uydu görüntüleri ve dijital kameralar gibi kaynaklardan elde edilen görsel bilgilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile birleştirilerek çok büyük ölçekli arkeolojik alanların tespit ve tanımlanmasından

küçük ölçekli kadim kültürel miras öğelerinin 3B görselleştirmesine ve belgelenmesine kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir (Renfrew ve Bahn 2016, 82-86; Dall'Asta vd. 2016, 243-245).

Fotogrametri, arkeolojik kültürel mirasın belgelenmesi ve sunumu için modern yöntemler sağlaması, eski yöntemlere kıyasla daha hızlı ve doğru sonuçlar vermesi, 3B görüntü elde etmede etkin olması ve bilginin yaygınlaştırılması açısından daha çeşitli olanaklar sunması bakımından büyük önem taşımaktadır (Aber vd. 2010; Marín-Buzón vd. 2021). Ayrıca günümüzde mevcut fotogrametri yazılımlarının çeşitliliği, 3B görüntüleme ve modelleme için çok düşük maliyetli, hatta ücretsiz çözümler sunmaktadır. Örneğin bir masaüstü bilgisayara, dizüstü bilgisayara ve akıllı telefona sahip olan kullanıcılar, 3B görüntüleme tekniklerini öğrenip belirli bir eğitim sürecinin ardından çeşitli modeller oluşturabilmektedir.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

Arkeoloji biliminde yakın mesafe fotogrametri uygulamalarının (Meshroom vb.) temel işlevlerinden bazıları şu şekilde özetlenebilir;

- a)** Arkeolojik kazı sırasında açma stratigrafisinin yatay ve dikey belgelenmesi ve görselleştirilmesi,
- b)** Kazılar ve yüzey araştırmaları sırasında ortaya çıkarılan buluntuların belgelenmesi ve 3B görselleştirilmesi,
- c)** Arkeolojik materyalin sunumu ve bilginin kamuoyuyla paylaşılması,

Öğretim üyeleri, yukarıda a, b, c maddelerinde sıralanan konular kapsamında yakın mesafe fotogrametri uygulamalarını öğretim süreçlerine entegre edebilmektedir.

Önerilen mikro öğrenme çıktıları:

- Arkeolojik kazılar ve/veya yüzey araştırmaları yoluyla elde edilen küçük buluntuların 3B modellenmesi için hızlı, düşük maliyetli ve yeni yöntemlerin belirlenmesi ve uygulanması.
- Temel gereksinimlerin (donanım, yazılım, bilgisayar, laboratuvar/derslik) sağlanması. Deneyim kazanılması (öğretici-öğrenen/öğrenci etkileşimi, yazılım öğrenimi, dijital fotoğrafçılık, dijital görüntüleme ve modelleme bilgisi) ve temel modelleme adımlarının uygulanması. 3B bilginin kullanım, yayın ve yaygınlaştırma amacıyla hazırlanması.
- Küçük buluntular olarak arkeolojik kültürel miras öğelerine ilişkin doğru bir bakış açısı kazanmak amacıyla 3B modelleme tekniklerinin yorumlanması. Model

oluşturma için gerekli asgari koşulların anlaşılması ve model ile gerçek nesne arasındaki orantısal ilişkinin gözlemlenmesi. Dijital araçların bilgi edinme ve bu bilgiyi sanal nesnelere dönüştürme sürecinde sağladığı hız ve kolaylığın kavranması. Teknolojik ortamın yeterlilik, uygulanabilirlik, maliyet ve erişilebilirlik açısından mevcut durumunun anlaşılması.

Öğrenen/öğrenci platformunda başarı, ortalama 240 dakikalık birkaç ders aşaması ve gerekli ödev çalışmalarının tamamlanmasının ardından elde edilebilmektedir. Arkeolojik kazılar veya arazi araştırmaları sırasında tespit edilen küçük buluntuların analitik ve stilistik çözümlenmesi, yukarıda belirtilen görüntüleme yöntemleriyle güçlendirilerek daha etkili bir öğrenme sürecine katkı sağlayabilmektedir.

Örnek temel görev/mini iş akışı:

Kazı ve/veya yüzey araştırması sırasında ortaya çıkarılan bir küçük buluntunun dijital stereoskopik fotoğraflanması ve temel bir yazılım ortamında görselleştirilmesi, laboratuvar veya derslik ortamında uygulamalı olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Çıktılar ve Sınırlılıklar:

Çıktılar yüksek kaliteli dijital formatlarda olacaktır. Verilerin doğru ve uzun süreli depolanması için yeterli kapasiteye sahip sabit disklerde çoklu yedekleme ve güvenli saklama önerilmektedir.

Kaydedilen ve yedeklenen dosya formatlarının zamanla eskimesi, yazılım paketlerinin kullanımdan kaldırılmasına karşı önlem alınmasını gerektirmektedir.

Verilerin, değişen ve dönüşen teknolojilerin yeni yöntem ve dosya formatlarıyla uyumlu olacak şekilde güncellenmesi gerekmektedir.

Çıktılar öncelikli olarak bilgisayar ortamına aşına kullanıcılara yöneliktir. Temel bilgisayar becerileri yeterli olmayabilir. Hem öğretici hem de öğrenen topluluğu, orta ile ileri düzey donanım, yazılım ve uygulama bilgisi ile deneyimine sahip olmayı gerektirmektedir.

3) Örnek(ler) / Vaka Çalışması (özet)

Kısa örnek: Küçük Buluntunun 3B Görüntülenmesi ve Belgelenmesi;

Buluntunun 30-40 adet dijital stereoskopik fotoğrafının çekilmesi,

Klasörde kayıtlı görüntülerin temel fotogrametri yazılımına yüklenmesi,

Temel otomatik yazılım süreçleri: Görüntü hizalama, eşleştirme, nokta bulutu oluşturma, ağ yapısı (mesh) oluşturma, doku kaplama. **Sonuç:** Hareketten Yapı Elde Etme (SfM), 3B Nesne (obj.).

4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

Avantajlar	Sınırlılıklar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">- Görece düşük maliyet,- Öğrenme kolaylığı,- Ayrıntılı görüntüleme,- Hızlı kamuoyu erişimi sağlama- Uzun süreli koruma- Uzaktan erişim,- Çok daha geniş bir kullanıcı ve/veya öğrenen kitlesine ulaşma,- Ücretsiz ve/veya açık erişimli yazılımların mevcut olması	<ul style="list-style-type: none">- Masaüstü ve dizüstü bilgisayar deneyimi,- GPU gereksinimi,- Lisans maliyetleri,- İleri düzey bilgisayar donanım ve yazılım gereksinimleri,- Orta düzey bilgisayar deneyimi gerektirmesi,- Dijital görüntü yakalama cihazları (dijital fotoğraf makinesi, döner tabla, tripod, aydınlatma cihazı vb.)

5) Teknik Gereksinimler

İleri düzey bilgisayar donanımı gerektirmektedir.

Yeterli bir grafik kartı ve güncel sürücüler gerektirmektedir.

Yeterli GPU, RAM, SSD ve VRAM kapasitesi gerektirmektedir.

Lisanslı, ücretsiz, açık erişimli veya sınırlı sürüm yazılımlar:

Fotoğraf işleme yazılımları: Photoshop, Gimp, Krita, Affinity Photo

Fotogrametri yazılımları: Agisoft MetaShape, RealityCapture – RealityScan, Meshroom

3B İllüstrasyon ve Görüntü Oluşturma: 3Ds Max, Blender, Cinema 4D

Desteklenen veri formatları, yukarıda listelenen programların kullandığı temel uzantılardan oluşmaktadır (.jpeg, bitmap, .mp4, .psd, .blend, .obj vb.).

Asgari Gereksinimler	
Operating systems	Windows x64, Linux, macOS
CPU	Güncel Intel veya AMD işlemci
RAM	8 Gb
Hard drive	~Meshroom için ~400 MB+
GPU	NVIDIA CUDA destekli GPU (işlem kapasitesi >= 2.0)

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

Etik hususlar: Başlıca hususlar arasında kültürel sahiplenme, kutsal alanların tahrip edilmesi, arkeolojik alanların, buluntuların, yapıların ve doğal kaynakların izinsiz ticari sömürüsü ve tahribi yer almakta olup bunlarla sınırlı değildir. Geliştiriciler, araştırmacılardan, yerel yerli topluluklardan ve arazi yöneticilerinden açık ve bilgilendirilmiş onay almak zorundadır.

- Araştırmacı ve yayın hakları.
- Telif hakkı, gizlilik ve güvenlik kaygıları.
- Yerli topluluklar tarafından dile getirilen kültürel sahiplenme endişeleri.
- Verilerin uzun süreli korunması ve arşivlenmesine ilişkin sorunlar.
- Eğitim ve yaygınlaştırma amaçlı kullanımda eşit olmayan erişim kaygıları.

7) Hızlı Başlangıç (İsteğe Bağlı)

Küçük buluntunun 30-40 adet dijital stereoskopik fotoğrafını çekin,

Görüntüleri belirli bir klasöre kaydedin,

Görüntüleri veya klasörü temel fotogrametri yazılımına yükleyin,

Dijital 3B görüntüleme sürecini başlatın: Görüntü hizalama, eşleştirme, nokta bulutu oluşturma, ağ yapısı (mesh) oluşturma, doku kaplama, **Sonuç:** Hareketten Yapı Elde Etme (SfM), 3B Nesne (obj.).

Son nesneyi kontrol edin. Gerekirse doğru ve temiz yüzeye sahip bir model elde etmek için ağ yapısını, istenmeyen noktaları ve nokta bulutlarını temizleyin.

8) Kaynakça ve Bağlantılar

Resmi site / belgeler	Yazılım örnekleri: Meshroom (https://alicevision.org/), (https://alicevision.org/#meshroom), Agisoft Metashape, (https://www.agisoft.com/), The Inkscape Project Web Sitesi (https://inkscape.org/).
-----------------------	--

Öğrenme kaynakları	(https://www.youtube.com/watch?v=yKbyVDK2Ep8), (https://www.youtube.com/watch?v=tiOeMgLHSrA)
--------------------	---

Aber, James S.; Marzoff, Irene; Ries, Johannes B., *Small-Format Aerial Photography Principles, Techniques and Geoscience Applications*, Elsevier, Amsterdam, 2010.

Cerasoni, Jacopo Niccolò; do Nascimento Rodrigues, Felipe; Tang, Yu; Yuko Hallett, Emily, "Do-It-Yourself Digital Archaeology: Introduction and Practical Applications of Photography and Photogrammetry For the 2D and 3D Representation of Small Objects and Artefacts", *Plos One*, 17/4, 2022, s. e0267168, s. 1-6.

Dall'Asta, E.; Bruno, N.; Bigliardi, G.; Zerbi, A.; R. Roncella, "Photogrammetric Techniques for Promotion of Archaeological Heritage: The Archaeological Museum of Parma (Italy)", *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 51-B5, 2016 23 ISPRS Congress, 12-19 July 2016, Czech Republic, Prague, 2016, s. 243-250.

Lifestyle Sustainability Directory (2024).
<https://lifestyle.sustainability-directory.com/learn/what-are-the-ethical-risks-of-using-photogrammetry-or-lidar-scanning-in-sacred-or-protected-natural-areas-for-vr/> (accessed on 22nd November 2025).

Marín-Buzón, Carmen; Pérez-Romero, Antonio; López-Castro, José Luis; Jerbania, Imed Ben; Manzano-Agugliaro, Francisco, "Photogrammetry as a New Scientific Tool in Archaeology: Worldwide Research Trends", *Sustainability*, 13, 5319, 2021, s. 1-27.

Renfrew, Colin; Bahn, Paul, *Archaeology Theories Methods and Practice*, Thames & Hudson Ltd., London, 2016.

Araç 8: Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG): Görselleştirme, eğitim ve kamuoyu erişimi amacıyla alanların ve nesnelerin yeniden yapılandırılması.

Kategori (maliyet düzeyi)	Orta - Yüksek
Geliştirici / Sağlayıcı	Bu kılavuz, bir dijital araç ekosistemine atıfta bulunmakta olup metin boyunca çeşitli dijital araç örneklerinden yararlanmaktadır. SG/AG ekosisteminde açık kaynaklı, açık topluluk destekli ve kapalı kaynaklı ticari araçlar mevcuttur. Şirketler arasında Unity ve Nexus Studios gibi pek çok firma yer almaktadır
Platformlar	Aşağıdaki platformların tümü belirli ölçüde kullanılmaktadır: Windows / macOS / Linux / Web / Mobil
Lisans türü	Ücretsiz: Blender ve Google ARCore / Açık kaynak: Godot ve A-Frame / Akademik / Ticari: Unity. Bazı AG/SG teknolojileri başlangıçta ücretsiz olarak kullanılabilirken birlikte ticari araçlar için lisans maliyetleri yüksek olabilmektedir.
Beceri düzeyi	Başlangıç düzeyindeki kullanıcılar basit rekonstrüksiyonlar veya AG modelleri oluşturabilmektedir (örneğin Blender ve Sketchfab kullanarak). Orta düzey, kazı alanlarının interaktif SG yürüyüş turlarının veya kazı alanları üzerinde AG katmanlarının oluşturulması için teknik bilgi gerektirmektedir. Blender ve Maya bu düzeyde kullanılacak araçlara örnek gösterilebilir. İleri düzey teknik beceriler ise arkeologların, kültürel miras uzmanlarının ve geliştiricilerin basit görselleştirmenin çok ötesine geçen yüksek doğrulukta, bilimsel açıdan hassas ve interaktif deneyimler oluşturabilmesini ifade etmektedir.
Arkeolojide kullanım türü	Artırılmış Gerçeklik (AG), arkeolojik alanların ve buluntuların interaktif 3B

	modellerinin oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Sanal Gerçeklik (SG) ise ekipman kullanılarak bilgisayar tarafından üretilen, tam anlamıyla sürükleyici bir deneyim sunmaktadır.
--	--

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

Artırılmış gerçeklik (AG) ve sanal gerçeklik (SG), gerçek dünya deneyimlerini geliştirmek veya bunların yerine geçmek amacıyla bilgisayar tarafından üretilen ortamları kullanan birbirinden farklı teknolojilerdir (Kukreja, V. vd., 2024: 1). Simüle edilmiş ortamların kullanımıyla hem AG hem de SG, kullanıcıların yeniden yapılandırılmış alanları fiziksel olarak oradaymış gibi keşfetmelerine, tarihsel buluntular ve kültürel miras birikimiyle geleneksel yöntemlerin sunamayacağı biçimlerde etkileşime girmelerine olanak tanıyarak arkeolojinin kültürel mirasına benzersiz bir bakış açısı sunmaktadır. AG ve SG aynı zamanda arkeolojik alanların ve buluntuların korunmasında da önemli bir işlev üstlenmektedir. Yaygınlaştırma perspektifinden bakıldığında AG ve SG, coğrafya, zaman ve mekân sınırlarını aşarak herkesin erişimine olanak tanımaktadır. Bu durum özellikle dezavantajlı gruplardan gelen bireyler ile savaş ve yerinden edilme mağdurları için büyük önem taşımaktadır. Bu kişiler, kolektif belleği ve kültürel mirası canlı tutmaya yardımcı olan bu teknolojilerden büyük ölçüde fayda sağlayabilmektedir. AG ve SG, her yaşta öğrenciye yenilikçi teknolojiler sunarak eğitim zenginleşmesini sağlamak açısından da değerli araçlardır.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

AG ve SG, görselleştirme, mekânsal algılama ve yorumlama kapasitesini geliştirerek arkeolojik iş akışının çeşitli aşamalarını iyileştirmektedir. Yüzey araştırması ve kazı sürecinde AG, mekânsal veya stratigrafik verileri doğrudan arazi ortamının üzerine katman olarak yansıtırken SG, sanal yürüyüş turları ve araştırma stratejilerinin prova edilmesine olanak tanımaktadır. Kazı sonrası işleme ve analiz aşamasında ise sürükleyici ortamlar, öğrencilerin/kullanıcıların 3B modelleri, stratigrafiyi ve rekonstrüksiyonları farklı açılardan incelemelerine imkân vererek yorumlamanın geliştirilmesini ve iş birliğine dayalı değerlendirmeyi kolaylaştırmaktadır. Sunum açısından her iki teknoloji de alanda gerçekleştirilen AG rekonstrüksiyonları ve uzaktan SG alan turları aracılığıyla ilgi çekici bir kamuoyu erişimi sağlamaktadır.

Öğretim amaçlı olarak AG/SG, 90 dakikalık bir laboratuvar uygulamasına entegre edilebilmektedir. Bu uygulama, kısa bir giriş bölümünün ardından SG açma modelleri

veya AG rekonstrüksiyonlarının uygulamalı olarak keşfedilmesini, devamında ise kısa bir analiz etkinliğini kapsamaktadır. Bu yapı, öğrencileri sürükleyici ortamlarda özellikleri tanımlama, mekânsal ilişkileri anlama ve arkeolojik yorumlamaları değerlendirme konusunda eğitmektedir. Amaç, öğrencilerin AG/SG'nin geleneksel 2B plan veya fotoğraflara kıyasla veri algısını nasıl değiştirdiğini deneyimlemelerine olanak tanımaktır.

Öğrenci ödevleri, bir SG modelinin açıklanması, bir AG rekonstrüksiyonunun eleştirel değerlendirilmesi veya 2B ile 3B belgeleme çıktılarının karşılaştırılmasını içerebilmektedir. Daha kapsamlı öğrenci projeleri ise temel bir AG rekonstrüksiyonunun oluşturulmasını, kısa bir yorumlayıcı SG turunun tasarlanmasını veya AG/SG'nin arkeolojik iş akışının belirli bir bölümünü nasıl desteklediğinin analiz edilmesini kapsayabilmektedir. Bu etkinlikler, öğrencilerin sürükleyici teknolojileri gerçek arkeolojik uygulamalarla ilişkilendirmelerine ve eleştirel dijital beceriler geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.

3) Örnek(ler) / Vaka Çalışması (özet)

Alan türü: Zonguldak'taki Tios Arkeolojik Alanı'na odaklanan yeni bir Sanal Gerçeklik deneyiminin oluşturulması. SG, yeniden yapılandırılmış Akropolis Tapınakları, Bazilika, Nekropolis, kıyı surları ve diğer yapılarda sanal olarak "yürümek" için kullanılabilir. AG ise çanak çömlek ve diğer buluntuların dijital modellerinin yansıtılmasında kullanılmaktadır.

Etkinlik: Hem Artırılmış Gerçeklik hem de Sanal Gerçeklik kullanılarak özgün bir 3B rekonstrüksiyon oluşturulması.

Beklenen çıktı: Roma döneminde yaşamın nasıl olabileceğine dair gerçekçi bir deneyim sunulması.

Öğrenme çıktısı: Hem eğitim hem de yaygınlaştırma amaçlı olarak Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik teknolojilerinin nasıl kullanılacağına öğrenilmesi.

4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

Avantajlar	Sınırlılıklar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">• Yüksek sürükleyicilik ve bulunma hissi.• Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, öğrenenleri tarihsel ortamlara dahil ederek antik alanları ve buluntuları benzersiz perspektiflerden	<ul style="list-style-type: none">• Yüksek kaliteli SG ve AG modelleri, önemli ölçüde işlem gücü ve ileri düzey donanım kapasitesi gerektirmektedir.• Sürükleyici deneyimlerin oluşturulması, sürdürülmesi ve güncellenmesi için gerekli

<p>keşfetmelerine olanak tanımaktadır.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bazı teknolojiler açık kaynaklı ve açık topluluk destekli olup düşük maliyetli bir seçenek sunabilmektedir. ● Arkeologların antik peyzajları, yapıları ve kentsel yerleşimleri dijital olarak yeniden oluşturmasına olanak tanımaktadır. ● Kamusal katılımı ve toplumsal erişimi güçlendirmektedir. ● Hem eğitim amaçlı hem de dezavantajlı gruplar için faydalı bir yaygınlaştırma aracıdır. ● Gerçek alanlarda uygulanması güç olan beceriler ve simülasyonlar bu teknolojiler aracılığıyla kazanılabilmektedir. 	<p>yazılımlar zorlu bir öğrenme süreci gerektirebilmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bütçe kısıtlamaları, ekipman ve eğitim için gerekli yatırımların yapılamamasına yol açabilmektedir. ● Bazı arkeolojik alanlar, üst düzey dijital araçları destekleyecek gerekli altyapıya sahip değildir ve bu durum dezavantajlı bölgeleri daha fazla etkileyebilmektedir. ● Gizlilik ve veri güvenliği kaygıları. ● Uzun süreli koruma zorlukları. ● Kültürel sahiplenme gibi etik kaygılar.
---	---

5) Teknik Gereksinimler

Gereksinim	AG	SG
Asgari Donanım	<ul style="list-style-type: none"> - Mobil cihaz (A12 Bionic / Snapdragon 845+) - 3–4 GB RAM - Kamera ve hareket sensörleri - İsteğe bağlı: AG başlıkları 	<ul style="list-style-type: none"> - Bağımsız başlık (Quest 2/3, Pico 4) veya PC-SG (i5/Ryzen 5+, GTX 1060+, 8-16 GB RAM) - USB/DP/HDMI bağlantı noktaları - Dahili/harici izleme
Asgari Yazılım	<ul style="list-style-type: none"> - iOS 13+ (ARKit) veya Android 8+ (ARCore) - Unity/Unreal (AR Foundation) - Xcode/Android Studio 	<ul style="list-style-type: none"> - Meta Quest OS, SteamVR, Windows MR - Unity (XR Toolkit), Unreal VR - OpenXR, Oculus SDK, SteamVR SDK

Gereksinim	AG	SG
Desteklenen Veri Formatları	<ul style="list-style-type: none"> - 3B: USDZ, GLTF/GLB, FBX, OBJ - Görüntüler: PNG, JPEG - İşaretleyici/sahne dosyaları 	<ul style="list-style-type: none"> - 3D: FBX, OBJ, GLTF/GLB - Dokular: PNG, JPEG, HDR - 360° video (MP4 H.264/H.265)
Bağımlılıklar	<ul style="list-style-type: none"> - ARKit/ARCore desteği - Kamera ve sensörler - İsteğe bağlı: derinlik/konum API'leri 	<ul style="list-style-type: none"> - SG çalışma zamanı (OpenXR/Oculus/SteamVR) - Güncel GPU sürücüleri - İsteğe bağlı: el izleme, dokunsal geri bildirim

Uzun süreli koruma açısından AG ve SG modelleri genellikle 3B modeller olarak işlendiğinden, uzun süreli koruma ve arşivleme konusunun yeterince ele alınması büyük önem taşımaktadır.

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

- Gizlilik ve güvenlik kaygıları.
- Yerli topluluklar tarafından dile getirilen kültürel sahiplenme endişeleri.
- Verilerin uzun süreli korunması ve arşivlenmesine ilişkin sorunlar.
- Eğitim ve yaygınlaştırma amaçlı kullanımda eşit olmayan erişim kaygıları.
- AG ve SG uygulamalarında, şeffaf, özgün ve gerçek anlamda etik bir kullanıcı deneyimi sağlamak için kanıta dayalı rekonstrüksiyonların varsayımsal rekonstrüksiyonlardan açıkça ayırt edilmesi zorunludur.

7) Hızlı Başlangıç (İsteğe Bağlı)

SG Hızlı Başlangıç Demosu (genel):

- Kullanıcı başlığı takar ve aşağıdakileri gerçekleştirir:
- 6DoF (altı serbestlik dereceli) kafa izleme

- El/kumanda etkileşimi
- Temel sürükleyicilik

8) Kaynakça ve Bağlantılar

Preserving 3D Data Types Series Artefactual Systems and the Digital Preservation Coalition (2021).

<https://www.dpconline.org/docs/technology-watch-reports/2479-preserving-3d/file>

Kukreja, V., Singh, A., Kaur, D. ve Kaur Bajwa, J. (Eds.). (2024). Digital Cultural Heritage: Challenges, Solutions, and Future Directions (1st ed.). CRC Press.

<https://doi.org/10.1201/9781032630564>

The Ethical Challenges of AR and VR (2023).

<https://medium.com/@alex24dutertre/the-ethical-challenges-of-ar-vr-a5333594f909>

Gocha R. Tsetskhladze ve Şahin Yıldırım (Edt.) (2023). Tios/Tieion on the Southern Black Sea in the Broader Context of Pontic Archaeology, Archaeopress Archaeology.

N. -J. Shih ve H. -X. Chen, "Digital Preservation of Old Cultural Elements in AR and VR," *2020 3rd IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII)*, Kaohsiung, Taiwan, 2020, pp. 125-127, doi: 10.1109/ICKII50300.2020.9318838.

Turkish Museums (n.d).

<https://turkishmuseums.com/Uploads/M%C3%BCze/Dosya/77106171-c599-49f0-abe6-3ebcfc8d8b9b.pdf>

Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and Gaming (n.d).

<https://www.wessexarch.co.uk/archaeological-services/virtual-reality-vr-augmented-reality-ar-and-gaming>

Virtual Reality and Augmented Reality in Archaeological Interpretation (2025).

<https://www.idigsheffield.org.uk/virtual-reality-and-augmented-reality-in-archaeological-interpretation.html>

Werner, L., Brey, P. ve Henschke, A. Augmented reality and ethics: key issues. *Virtual Reality* **29**, 122 (2025).
<https://doi.org/10.1007/s10055-025-01172-7>

Gönderim Üst Verileri

Ortak (Kurum)	IEF
Katkıda Bulunanlar (İsimler ve Roller)	Dr. Koraljka Kuzman Šlogar (yazar), Dr. Ivana Štokov (yazar)
Dil	İngilizce
Tarih	28.11.2025.
İletişim e-postası	koraljka@ief.hr stokov@ief.hr

Araç 9: Arazi Veri Toplama (Mobil Uygulamalar): Arazide standartlaştırılmış veri kaydı için tablet ve akıllı telefonların kullanımı.

Kategori (maliyet düzeyi)	Düşük
Geliştirici / Sağlayıcı	Başlıca küçük ölçekli açık kaynaklı ve ticari sağlayıcılar: OPENGIS.ch (QField), Softwel (SW Maps), Lutra Consulting (Mergin Maps)
Platformlar	Windows / macOS / Linux / Web / Mobile
Lisans türü	QField – Ücretsiz, açık kaynak. SW Maps – Ücretsiz (tescilli). Mergin Maps – Kısıtlı ücretsiz / ücretsiz katmanlı ticari planlar
Beceri düzeyi	Başlangıç - Orta (temel CBS bilgisi önerilir)
Arkeolojide kullanım türü	Mobil CBS uygulamaları, arkeolojik yüzey araştırması ve kazı sırasında alanlar, özellikler, açmalar, buluntular, fotoğraflar ve notlar dahil üzere coğrafi referanslı verilerin standartlaştırılmış kaydı için kullanılmaktadır. Akıllı telefon veya tabletlerde toplanan veriler, ileri düzey haritalama, analiz ve uzun süreli arşivleme amacıyla QGIS ile eşzamanlanmaktadır.

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

QField, SW Maps ve Mergin Maps gibi arazi veri toplama mobil uygulamaları, arkeologların akıllı telefon ve tabletleri kullanarak doğrudan arazide standartlaştırılmış ve coğrafi referanslı kayıt yapmalarına olanak tanımaktadır. Isaac Ullah (2017) tarafından tanımlanan, donanım (tablet ve GNSS alıcısı) ile yazılımın (mobil uygulama ve masaüstü CBS) açıkça ayrıştırıldığı düşük maliyetli ve modüler iş akışı temelinde bu araçlar, kullanıcıların nokta, çizgi ve poligon sayısallaştırmasına, fotoğraf ve not eklemesine ve öznitelikleri yapılandırılmış formlarda depolamasına imkân vermektedir.

QGIS'te hazırlanan projeler mobil cihazlara aktarılabilen, tamamen çevrimdışı olarak kullanılabilen ve ileri düzey haritalama, analiz ve uzun süreli arşivleme amacıyla masaüstü ortamına geri eşzamanlanabilmektedir. Arkeolojide kültürel miras bağlamında bu uygulamalar, alanların, özelliklerin, kazıların ve miras peyzajlarının tutarlı bir biçimde belgelenmesi için özellikle uygundur ve kâğıt formlara bağlı yazım hatalarını azaltmaktadır.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

Tipik bir Ullah tarzı iş akışında ekip, öncelikle veri modelini ve kayıt stratejisini tanımlamakta (neyin haritalanacağı, hangi özniteliklerin kullanılacağı, zorunlu alanlar), ardından projeyi QGIS'te hazırlamakta ve son olarak arazi cihazlarına aktarmaktadır (Ullah, 2017). Yüzeysel araştırması veya kazı sırasında arkeologlar, QField, SW Maps veya Mergin Maps kullanarak geometrileri (alan konumları, özellikler, açmalar, buluntu noktaları) toplamakta, standartlaştırılmış öznitelik formlarını doldurmakta ve fotoğraf eklemekte, tüm bunları çevrimdışı çalışarak gerçekleştirmektedir. Gün sonunda veriler, dışa aktarılmakta veya (örneğin QFieldCloud ya da Mergin Maps hizmeti aracılığıyla) QGIS'e geri eşzamanlanmakta ve burada kontrol edilmekte, temizlenmekte ve SYM'ler, tarihi haritalar veya uzaktan algılama katmanları gibi diğer mekânsal veri setleriyle bütünleştirilmektedir (Aherin vd., 2024; Montagnetti ve Guarino, 2021).

Öğretim açısından bu araçlar, küçük ve iyi tanımlanmış öğrenme etkinliklerini desteklemektedir:

- Kısa laboratuvar ve arazi uygulaması (90-120 dakika): Öğrenciler hazırlanmış bir QGIS projesini mobil uygulamaya yüklemekte, eğitim alanı çevresinde sınırlı sayıda test özelliği toplamakta ve ardından sonuçları QGIS'te görselleştirmektedir.
- Arazi okulunda mini proje: Öğrenciler öznitelik formlarının tasarlanmasına katkıda bulunmakta, birkaç araştırma günü boyunca veri toplamakta ve

ardından veri kalitesini, bütünlüğünü ve mekânsal örüntüleri değerlendirmektedir.

Bu tür etkinlikler, Ullah'ın "tam iş akışı" mantığını öğrenciler için somutlaştırmaktadır: planlamadan arazi kaydına, son işlemeden yeniden kullanıma kadar (Ullah, 2017).

2a) Uzmanın Bilgi ve Becerileri (Rol Profili)

Bu araçlar genellikle CBS bilgisine sahip bir arkeolog veya kültürel miras uzmanı tarafından kurulmakta ve yönetilmektedir.

- Temel bilgi: Temel CBS kavramları ve QGIS kullanımı, arkeolojik kayıt standartları (bağlamlar, özellikler, alan kodları, kontrollü terim listeleri), veri yönetimi ve uzun süreli koruma konusunda farkındalık.
- Uygulamalı beceriler: QGIS projelerinin arazi kullanımına hazırlanması (katmanlar, formlar, semboloji, çevrimdışı altlık haritalar), QField / SW Maps / Mergin Maps'in çevrimdışı çalışma ve gerektiğinde harici GNSS dahil olmak üzere yapılandırılması ve işletilmesi, veri setlerinin dışa aktarılması, eşzamanlanması ve belgelenmesi.
- Yetkinlik kazanım süresi: Önceden yapılandırılmış bir projenin kullanımı (temel kayıt ve dışa aktarım) için yaklaşık 4-8 saatlik rehberli eğitim ve bir veya iki arazi uygulaması yeterlidir. Sağlam projelerin tasarlanması, yüksek hassasiyetli GNSS entegrasyonu ve çok kullanıcı iş akışlarının yönetimi için ise birden fazla arazi kampanyası boyunca birkaç günlük uygulama gerekmektedir.

3) Örnek(ler) / Vaka Çalışması (Özet)

Somut ve iyi belgelenmiş bir örnek, Uppsala Üniversitesi'ndeki arkeolojik arazi kursudur. Bu kursta öğrenciler, standartlaştırılmış arazi verisi toplamak için Mergin Maps ve QGIS kullanmıştır. Mergin Maps, QGIS projelerinin mobil cihazlara aktarılmasında kullanılmış ve öğrencilerin çevrimdışı koşullarda dahi koordinatlar, öznitelikler ve fotoğraflarla özellikleri kaydetmelerine olanak tanımıştır (Aherin vd., 2024, merginmaps.com). Toplanan veriler daha sonra paylaşılan bir projeye geri eşzamanlanmış, bu sayede hem veri setinin kalitesi ve yapısı hem de öğrencilerin jeo-uzamsal iş akışlarına ilişkin kavrayışı ve arazi çalışmasına katılımı geliştirilmiştir.

Bir diğer örnek ise Hollanda'daki vatandaş bilimi projesidir. Bu projede gönüllüler, tümülüsleri ve diğer arkeolojik özellikleri haritalamak ve belgelemek için Mergin

Maps kullanmış ve mobil CBS'nin kullanılabilir araştırma verileri üretirken katılımcı miras belgelemesini nasıl destekleyebildiğini ortaya koymuştur (Petrík vd., 2021, merginmaps.com).

Bu örnekler DigiArcheoSpace için uyarlanabilir: öğrenciler bir mobil uygulama ile arkeolojik veya hareket mirasının öğelerini (yollar, özellikler, bakı noktaları) belgelemekte ve ardından dağılımları, koşulları ve riskleri analiz etmek için QGIS kullanmaktadır.

4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

Avantajlar	Sınırlılıklar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">• Standart mobil cihazlar (isteğe bağlı GNSS) ile ücretsiz/açık kaynaklı CBS araçlarının (QGIS, QField, Mergin Maps) kullanıldığı düşük maliyetli ve modüler kurulum.• Uzak arkeolojik alanlar ve miras alanları için vazgeçilmez olan tam çevrimdışı kullanım.• QGIS ile doğrudan entegrasyon sayesinde çift veri girişinin ve kâğıt formlardan kaynaklanan yazım hatalarının azaltılması.• Fotoğraf ve not ekleme desteğiyle yerel kayıt uygulamalarına uyarlanabilir öznelik formları.• Katılımcı ve vatandaş bilimi projeleri dahil olmak üzere hem profesyonel ekipler hem de öğrenci arazi okulları için uygunluk.	<ul style="list-style-type: none">• Dikkatli proje tasarımı gerektirmektedir. Yetersiz planlanmış formlar ve kategoriler, teknolojiye rağmen düzensiz veri üretmektedir.• Standart mobil cihazlarda GNSS doğruluğu sınırlı olabilmektedir. Yüksek hassasiyetli ölçüm, harici RTK alıcıları ve daha karmaşık bir kurulum gerektirebilmektedir.• Arazide pil ömrüne, cihaz dayanıklılığına ve hava koşullarına bağımlılık.• Çok kullanıcı eşzamanlama ve depolama (özellikle fotoğraf yoğunluklu büyük projeler için) ücretli bulut hizmetleri veya kurumsal altyapı gerektirebilmektedir.

5) Teknik Gereksinimler

- Donanım: Dahili GPS'li akıllı telefon veya tablet (Android veya iOS). Arazi çalışmaları için dayanıklı kılıf ve taşınabilir şarj cihazı önerilmektedir. Metre altı veya santimetre doğruluğu elde etmek için isteğe bağlı harici Bluetooth GNSS/RTK alıcısı kullanılabilir.
- Yazılım: Proje hazırlama ve analiz için QGIS masaüstü sürümü. Proje gereksinimlerine bağlı olarak bir veya daha fazla mobil uygulama: QField,

SW Maps, Mergin Maps. QFieldCloud veya Mergin Maps platformu gibi isteğe bağlı eşzamanlama hizmetleri.

Veri formatları: Vektör veriler için GeoPackage, Shapefile ve GeoJSON gibi yaygın formatlar kullanılmakta olup bunlar QGIS tarafından doğal olarak desteklenmekte ve mobil araçlarla uyumludur. Raster veriler için çevrimdışı altlık haritalar ve ortofotolar, lisanslama koşullarına bağlı olarak QGIS'te hazırlanmakta veya uygulama aracılığıyla önbelleğe alınmaktadır.

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

- Hassas alan konumları: Savunmasız arkeolojik alanların veya gömü alanlarının kesin koordinatları, dikkatli bir risk değerlendirmesi yapılmadan kamuoyuyla paylaşılmamalıdır. Kamuya açık çıktılarda genelleme veya maskeleye gerekebilmektedir.
- Kişisel veriler: Formlar arazi sahiplerinin, bulucuların veya topluluk üyelerinin isimlerini içeriyorsa KVKK (GDPR) ve diğer gizlilik düzenlemeleri geçerlidir. Tanımlayıcı bilgiler en aza indirilmeli, takma adla değiştirilmeli veya açık veri setlerinden çıkarılmalıdır.
- Lisanslama: Projeler, hem mekânsal veriler hem de görüntüler için sahiplik, erişim hakları ve lisansları açıkça belirlemelidir (örneğin öznitelik verileri için CC BY/CC BY-NC ve altlık harita lisanslarına özenli uyum).
- Veri yönetimi: Mobil veri toplama, yedekleme, belgeleme, uzun süreli depolama ve seçili veri setlerinin kurumsal veya ulusal depolara aktarılmasını kapsayan açık bir veri yönetim planına dahil edilmelidir.

7) Hızlı Başlangıç (İsteğe Bağlı)

1. Bir dizüstü bilgisayara QGIS yükleyin ve bir vektör katmanı (örneğin "Özellikler") ile küçük bir öznitelik seti (tür, durum, notlar) içeren basit bir proje oluşturun.
2. Projeyi arazi kullanımı için yapılandırın (semboloji, formlar, çevrimdışı altlık harita) ve QField veya Mergin Maps gibi bir mobil uygulamaya aktarın
3. Arazide, akıllı telefon veya tabletteki uygulamayı kullanarak fotoğraf ve kısa açıklamalar ekleyerek 10-20 test özelliği kaydedin.

4. Dersliğe döndüğünüzde verileri QGIS'e eşzamanlayın veya aktarın, öznitelik tablosunu ve geometrileri inceleyin ve veri kalitesi ile kayıt şemasında yapılabilecek olası iyileştirmeleri tartışın.

8) Kaynakça ve Bağlantılar

Aherin, R., Paulovic, J. ve Lindgren, S. (2024, Ağustos 9). Digging into the benefits of Mergin Maps for archaeological research. Mergin Maps.	https://merginmaps.com/case-studies/digging-into-the-benefits-of-mergin-maps-for-archaeological-research merginmaps.com
Montagnetti, R. ve Guarino, G. (2021). From QGIS to QField and vice versa: How the new Android application is facilitating the work of the archaeologist in the field. Environmental Sciences Proceedings, 10(1), 6.	https://doi.org/10.3390/environsciproc2021010006
Petrík, P., Harris, P. ve Pruiksma, K. (2021, Aralık 7). Archaeological discoveries in the hands of citizens. Mergin Maps.	https://merginmaps.com/case-studies/archaeological-discoveries merginmaps.com
QGIS Development Team. (t.y.). QGIS documentation. QGIS Project.	https://docs.qgis.org
Ullah, I. I. (2017, Nisan 28). A mobile data-collection workflow for archaeologists. CompArch: Computational Archaeology Lab.	https://isaacullah.github.io/A-mobile-field-data-collection-workflow/ isaacullah.github.io

Araç 10: Dijital Koruma ve Muhafaza: Miras alanlarının ve buluntuların durumunun izlenmesi ve belgelenmesi

Kategori (maliyet düzeyi)	Orta
Geliştirici / Sağlayıcı	Açık kaynak topluluğu
Platformlar	Windows / macOS / Linux / Web
Lisans türü	Açık kaynak / Akademik / Ticari
Beceri düzeyi	Orta
Arkeolojide kullanım türü	Alanların ve buluntuların zaman içindeki durum değişikliklerinin izlenmesi ve tutarlı dijital kayıtlarla koruma planlamasının desteklenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

Dijital koruma ve muhafaza, miras alanlarının ve buluntuların durumunun izlenmesi ve belgelenmesi için kullanılan dijital yöntemleri ifade etmektedir. Bu yöntemler, görsel makroskopik ve mikroskopik analiz, dijital fotoğrafçılık, fotogrametri ve yapılandırılmış ışık taraması ile LiDAR gibi uzaktan algılama yaklaşımlarını kapsamaktadır. Bu araçlar, kültürel miras nesnelere üzerinde gözlemlenebilen erozyon, bozulma, renk değişimi ve diğer fiziksel değişikliklerin sistematik olarak kaydedilmesini desteklemektedir. Tekrarlanabilir, yüksek çözünürlüklü görsel ve metrik veriler üreterek zaman serisi karşılaştırmasına olanak tanımakta ve koruma planlaması ile risk değerlendirmesi için kanıt sağlamaktadır. Arkeolojide bu yöntemler, tahribatsız belgeleme ve uzun süreli izlemeyi destekleyerek mirasın etkin biçimde incelenmesini, korunmasını ve sunulmasını güvence altına aldığından büyük önem taşımaktadır.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

Dijital izleme genellikle kazı veya koruma müdahalelerinin öncesinde, sırasında ve sonrasında gerçekleştirilen bir durum değerlendirmesiyle başlamaktadır. Süreç, bozulma örüntülerinin (ör. çatlaklar, pullanma, biyolojik oluşumlar, renk değişimi) haritalanması amacıyla dijital fotoğrafçılıkla desteklenen görsel incelemeyle başlamaktadır. Ardından fotogrametri kullanılarak farklı zaman dilimlerinde rölyef ve renk karşılaştırmasına olanak tanıyan 3B modeller ve dokulu yüzeyler oluşturulmaktadır. Daha büyük yapılar veya açık hava kaya oluşumları için yapılandırılmış ışık taraması ve yersel veya havadan LiDAR kullanılarak uzun süreli izlemeye yönelik metrik veriler elde edilmektedir. Ortaya çıkan veri setleri işlenmekte, yorumlanmakta, arşivlenmekte ve koruma kararlarının veya kamusal sunumun desteklenmesinde kullanılmaktadır.

Önerilen mikro öğrenme çıktıları:

- Arkeolojiyle ilgili başlıca dijital izleme yöntemlerinin belirlenmesi.
- Temel bir iş akışının (fotoğraflama, bozulma haritalama, basit bir 3B model oluşturma) uygulanması.
- Çıktıların yorumlanması ve teknik ile yöntemsel sınırlılıkların tartışılması.

2a) Uzmanın Bilgi ve Becerileri (Rol Profili)

Bu aracı uygulamada kullanmak için genellikle gereken yetkinliklerin kısa açıklaması (arkeolog dışında bir teknisyen de olabilir):

- Temel bilgi: Koruma ve bozulma süreçlerinin temelleri, görsel belgeleme ilkeleri, fotogrametri, yapılandırılmış ışık taraması ve LiDAR'ın temel prensipleri, görüntü formatları (JPEG, TIFF, RAW) ve 3B formatlar (OBJ, PLY, LAS/LAZ), üst veri ve koruma belgeleme standartları (ör. CIDOC-CRM).
- Uygulamalı beceriler: Dijital fotoğraf makineleri ve tarayıcıların kullanımı, yüksek kaliteli görüntü elde etme, fotogrametrik ölçümlerin hazırlanması ve yürütülmesi, veri setlerinin kalite kontrolünün yapılması, 3B modellerin işlenmesi ve hizalanması, bozulma haritalarının oluşturulması, veri setlerinin dışa aktarılması,

arşivlenmesi ve uzun süreli bakımının sağlanması.

- Önerilen altyapı: Dijital belgeleme ve koruma iş akışları konusunda eğitim, önceki arazi deneyimi, güvenlik protokollerine uyum (özellikle açık hava taramaları için) ve arkeologlar, konservatörler ve miras yöneticileriyle birlikte çalışabilme becerisi.
- Yetkinlik kazanım süresi: Giriş düzeyinde yetkinlik genellikle 10-20 saatlik rehberli uygulama gerektirmektedir. Fotogrametri, LiDAR ve değişim tespiti iş akışlarında ileri düzey yetkinlik ise birkaç aylık eğitim ve proje deneyimi gerektirebilmektedir.

3) Örnek(ler) / Vaka Çalışması (özet)

Mravinca projesi, Hırvatistan'ın Dubrovnik kıyı bölgesinde (Dubrovačko primorje) yer alan taş gömü tümülüslerinden oluşan bir tarih öncesi nekropolü belgelemektedir. Ekip, yüksek ve alçak irtifadan fotoğraf çekmek için düşük maliyetli bir İHA kullanmış ve tekil tümülüslerin ayrıntılı 3B modellerini ile tüm alanın sayısal arazi modelini oluşturmak amacıyla fotogrametri uygulamıştır. Beklenen çıktılar arasında doğru mekânsal ve hacimsel veriler, yüksek çözünürlüklü yüzey modelleri ve alanın mevcut durumunun geliştirilmiş belgelemesi yer almıştır. Çalışma ayrıca sayısal arazi modeli üzerinde daha önce fark edilmemiş bir arkeolojik özelliğin tespit edilmesine de yol açmıştır. Öğrenme değeri, İHA tabanlı fotogrametrinin özellikle çok sayıda benzer özellik barındıran peyzajlarda analiz, keşif ve karşılaştırmalı araştırmayı nasıl destekleyebildiğini göstermesinde yatmaktadır (Perkić ve Vuković, 2018).

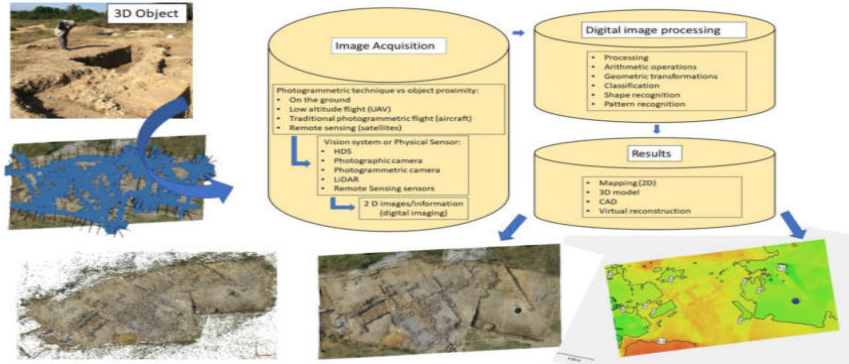
4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

Avantajlar	Sınırlılıklar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">- Yüksek çözünürlüklü görsel ve metrik veriler- Uzun süreli zaman serisi karşılaştırmasına olanak tanınması- Koruma karar alma süreçlerini desteklemesi- Küçük buluntulara ve büyük yapılara eşit ölçüde uygulanabilirliği	<ul style="list-style-type: none">- Eğitim ve teknik uzmanlık gerektirmektedir- Bazı ekipmanlar (LiDAR, yapılandırılmış ışık tarayıcıları) pahalı olabilmektedir- Büyük dosyalar ve yüksek depolama gereksinimleri- Yazılımlar ticari lisans gerektirebilmektedir

5) Teknik Gereksinimler

- Donanım: Dijital fotoğraf makinesi (DSLR/aynasız), tripod, kontrollü aydınlatma (isteğe bağlı), yapılandırılmış ışık tarayıcısı, yersel veya havadan LiDAR.

- Yazılım: Fotogrametri yazılım paketleri (Agisoft Metashape, RealityCapture), 3B veri işleme araçları (CloudCompare, MeshLab), haritalama için CBS, görüntü işleme yazılımları (Photoshop, GIMP).
- Veri formatları: JPEG, TIFF, RAW (fotoğrafçılık), OBJ, PLY, STL (3B modeller), LAS/LAZ (LiDAR), üst veriler için CSV, XML.
- Bağımlılıklar: Güvenilir veri depolama (harici HDD, NAS, sunucular), mümkün olduğunda kalibrasyon hedefleri ve kontrollü koşullar.



Şekil 1. Arkeolojide kullanılan fotogrametrik süreçlerin özeti.

Kaynak: Marín-Buzón C, Pérez-Romero A, López-Castro JL, Ben Jerbania I, Manzano-Agugliaro F. Photogrammetry as a New Scientific Tool in Archaeology: Worldwide Research Trends. Sustainability. 2021; 13(9):5319. <https://doi.org/10.3390/su13095319>

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

Veriler, uygun telif hakkı ve lisanslama uygulamalarına (ör. açık veri setleri için Creative Commons) uygun olmalıdır. Savunmasız alanların kesin koordinatları gibi hassas bilgiler, yağma gibi riskleri önlemek amacıyla yalnızca yetkili kullanıcılarla sınırlandırılmalıdır. Uzun süreli koruma, kararlı ve tescilli olmayan dosya formatlarının ve sağlam üst verilerin kullanılmasını gerektirmektedir. Etik yayıncılık, alanı tehlikeye atabilecek veya tahribatı kolaylaştırabilecek bilgilerin ifşa edilmesinden kaçınılmalı ve yerel ile kurumsal koruma politikalarına uygun olmalıdır.

7) Kaynakça ve Bağlantılar

Resmi site / belgeler	
Bentowska-Kafel A. ve L. MacDonald. 2017. Digital technologies for documenting and preserving cultural heritage. ARCHumanities Press.	https://library.open.org/bitstream/id/741cdc96-14f1-475a-8339-b71328800c6b/9781942401353.pdf
Perkić, D. ve Vuković, M. (2018). Documenting an archaeological landscape and its features using a low	https://hrcak.srce.hr/en/214173

cost UAV – Case study: Mravinca in Dubrovačko primorje. <i>Opvscvla archaeologica</i> , 39/40 (1), 75-83.	
Vuković, M. (2015): Photogrammetric 3D Models in Archaeology. <i>Ekscentar</i> , br. 18, pp. 44-46	https://hrcak.srce.hr/file/230962
Bekić, L., Scholz, R. ve Pešić, M. (2017). Photography-based documentaion methods in underwater arcaheology as applied at the Veruda wreck near Pula. <i>Histria archaeologica</i> , 48. (48.), 151-168.	https://hrcak.srce.hr/212904
Marinos Ioannides, Eleanor Fink, Lorenzo Cantoni ve Erik Champion, ed. 2021. <i>Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection</i> . Springer.	https://www.springerprofessional.de/en/digital-heritage-progress-in-cultural-heritage-documentation-pre/19062194?tocPage=1
Panayot, N., Bou-Rizk, A., Yassine, M.K., Kawtharani, R., Asmar, D. (2025). Digital Heritage Documentation for Protecting and Rebuilding Tangible Heritage in Natural Disaster and Conflict Zones. In: Ioannides, M., Issini, G., Oliveira, D. (eds) <i>3D Research Challenges in Cultural Heritage IV. Lecture Notes in Computer Science</i> , vol 13577. Springer, Cham.	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-93753-8_12#citeas
Öğrenme kaynakları	
Archaeology Guidelines Supplement Photogrammetry, 2022, Ohio History Connection.	https://www.ohiohistory.org/wp-content/uploads/2022/12/Archaeology_Guidelines_Supplement_Photogrammetry.pdf

Gönderim Üst Verileri

Ortak (Kurum)	<i>Konstantin Preslavsky Şumen Üniversitesi</i>
Katkıda Bulunanlar (İsimler ve Roller)	Doç. Dr.
Dil	İngilizce / BG / MK / TR / HR
Tarih	[20.11.2025]
İletişim e-postası	k.konstantinov@shu.bg t.todorov@shu.bg y.arnaudov@shu.bg

Araç 11: Veri Yönetimi ve Küratörlük: Araştırma verilerinin korunması ve paylaşılması amacıyla yapılandırılmış veri tabanları ve dijital depoların oluşturulması.

Kategori (maliyet düzeyi)	Değişken - Düşük / Orta / Yüksek
Geliştirici / Sağlayıcı	Şirket / Açık kaynak topluluğu
Platformlar	[Windows / macOS / Linux / Web / Mobile]
Lisans türü	Ücretsiz / Açık kaynak / Akademik / Ticari
Beceri düzeyi	Başlangıç / Orta / İleri
Arkeolojide kullanım türü	Araştırma verilerinin korunması ve paylaşılması amacıyla yapılandırılmış veri tabanları ve dijital depoların oluşturulması, arkeologlar, müze uzmanları, diğer miras profesyonelleri ile öğrenci ve araştırmacıların çalışmaları için büyük önem taşımaktadır. Arkeolojik verilerle ilgilenen bu kişiler, ilgili veri tabanlarının hem geliştiricisi hem de kullanıcısı olabilmektedir.

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

Araştırma verilerinin korunması ve paylaşılması amacıyla yapılandırılmış veri tabanları ve dijital depoların oluşturulması, başlı başına bir teknoloji veya araç değildir. Bu, ulaşılmak istenen amaç ve hedefe bağlı olarak belirlenen kriterlere dayanan, uzmanları, araçları ve teknolojileri içeren bir dizi tercih kombinasyonunun uygulanmasının sonucudur. Amaç araştırma verilerinin korunması ve paylaşılması ise bunun nasıl yapılacağına ilişkin tercihler, geliştiricinin bir kişi mi, bir ekip mi yoksa bir kurum mu olduğuna ve erişebildikleri kaynaklara bağlıdır.

Bir yandan bu tür veri tabanlarını oluşturan kişiler, bunu potansiyel olarak büyük miktardaki arkeolojik verinin yönetilebilir olması, yani düzenlenebilmesi, erişilebilmesi, düzenlenebilmesi, güvence altına alınabilmesi ve kolayca geri çağrılabilmesi için yapmaktadır. Bu süreç, bazen aynı verinin kullanıcıları tarafından gerçekleştirilen yeni içerik üretimini de kapsamaktadır.

Bu tür veri tabanlarının oluşturucularının profili, çoğu zaman kullanıcılarıyla örtüşmektedir. Bu yapılandırılmış bilgi, arkeologların, müze uzmanlarının, diğer

miras profesyonellerinin yanı sıra öğrencilerin ve diğer araştırmacıların çalışmalarında kullanılmaktadır.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

Dijital veri tabanı oluşturma iş akışı kendine özgüdür ve dijital verilerin oluşturulmasında kullanılan kaynakları üreten olağan arkeolojik çalışmadan farklıdır. Ancak arkeologlar veri tabanı oluşturma sürecine dahil olabilmektedir. Bu durum, buluntuları kataloglayan ve envanterler oluşturan müze uzmanları ve diğer miras profesyonelleri için de geçerlidir.

İhtiyaç duyulan sonuca bağlı olarak, yapılandırılmış veri tabanları ve depoların oluşturulması süreci, bir web platformuna veya bilgisayar sistemine veri girişini ve birincil verilerin elektronik bir ortamda depolanmasını kapsayabilmektedir. Veri seti fiziksel biçimde, yani kâğıt tabanlı bir veri tabanı olarak depolanıyorsa bu süreç farklı bir şekilde ele alınacaktır.

İhtiyaç duyulan sonuca bağlı olarak, yapılandırılmış veri tabanları ve depoların oluşturulması süreci, bir web platformuna veya bilgisayar sistemine veri girişini ve birincil verilerin elektronik bir ortamda depolanmasını kapsayabilmektedir. Veri seti fiziksel biçimde, yani kâğıt tabanlı bir veri tabanı olarak depolanıyorsa bu süreç farklı bir şekilde ele alınacaktır.

Veri tabanı bir bilgisayar sisteminde geliştirilecekse amaca uygun yazılıma ihtiyaç duyulacaktır. Yazılımın temel verileri ve üst verileri içermesi, dijital dosyalar biçimindeki birincil verilerin ise bir HDD'de (SSD'de olma olasılığı daha düşüktür) veya sunucu sisteminde ayrı olarak depolanması söz konusu olabilmektedir. Yazılım seçimi ve kullanım biçimi, yapılandırılmış veri tabanını geliştiren bireye veya kuruma/şirkete ve geliştiricinin hedeflerine bağlıdır.

Geliştirici özel bir kişiyse, örneğin bir arkeolog ise yüzey araştırmaları ve arkeolojik kazılar yürütürken arkeolojik alanlar hakkında bilgi toplayacak (fotoğraflar, haritalar, jeo-uzamsal veriler, çizimler, günlükler vb.) ve kendi çalışmalarının dijital veri tabanını kendi bilgisayarında oluşturabilecektir. Bu işlem genellikle Microsoft Excel gibi Windows yazılımlarında gerçekleştirilmekte olup veri sayfaları farklı veri ve üst veri kategorilerini içermektedir. Birincil veriler harici sabit disklerde ve/veya sunucularda depolanabilmektedir.

Veri tabanı oluşturucusu bir miras kurumu, örneğin bir müze ise bilgiler daha büyük ölçekli veri tabanlarının oluşturulması için düzenlenecek ve kullanılacaktır. Arkeologlar tarafından üretilen veriler de burada kullanılacak olmakla birlikte bu veri tabanları tarihçiler, etnograflar, sosyologlar, miras

profesyonelleri gibi diğerk uzmanlar tarafından üretilen birincil verileri de kapsayacaktır. Kurumlar bazen dijital veri tabanlarını oluşturacak bir şirket veya bilişim teknolojileri uzmanlarından oluşan bir ekip istihdam edebilmektedir. Müzeler için daha uygun olan bir diğerk seçenek ise bir veri tabanı yönetim yazılımını satın almak ve bu yazılımın müzenin ihtiyaçlarına uyarlanması konusunda eğitim almaktır.

Küçük ölçekli bir proje için kendi dijital veri tabanının nasıl oluşturulacağı (ör. Microsoft Excel kullanarak) konusunda bir eğitim verilecekse izlenmesi gereken temel adımlar şunlardır:

- Veri tabanlarının ne olduğu ve dijital veri tabanlarının özelliklerinin açıklanması. Bu açıklama, VTYS'nin ne olduğunu ve temel bileşenlerini (temel veri, üst veri, veri tabanı şeması vb.) kapsamalıdır.

- Ana konu arkeoloji ise arkeolojik veri tabanlarıyla ilgili özelliklerin kısaca sunulması gerekmektedir. Bu, veri tabanı yapısını (arkeoloji ve miras sektöründe veri tabanı şeması hakkında bilgi verilmesi gerekmektedir) ve özellikle Dublin Core üst veri standardı, Europeana Anlamsal Öğeleri ve Europeana Veri Modelini kapsamaktadır.

- Bir eğitim değerlendirmesi veya görev (mini proje) formüle etme bağlamında, veri setinin neleri kapsayacağını, birincil verinin her bir dosyasının boyutunun nasıl değişeceğini, veri setinin hangi dosya uzantılarını içerdiğinin ve her dosyanın test amaçlı çalıştırılması için sistem gereksinimlerinin ne olduğunun açıklanması gerekmektedir. Veri setinin toplam boyutu ve birincil verilerin depolanması için gereken donanım özellikleri hakkında bilgi verilmelidir. Tüm öğrencilerin nispeten tanıdık ve erişilebilir bir yazılım ortamında (ör. Microsoft Excel) yürütebileceği şekilde formüle edilmiş belirli bir görev olmalıdır. Bu görev, veri tabanı çerçevesinin nasıl oluşturulacağı ve gerçek hayatta nasıl uygulanacağı, veri girişlerinin nasıl adlandırılacağı, standartlaştırılmış bir şemaya (ör. Dublin Core) dayalı uygun giriş çeşitliliğinin nasıl seçileceği, birincil veriye giden yolun nasıl belirleneceği ve muhtemelen girişler arasında bağlantılar oluşturma denemesini kapsayan bir uygulama içerebilmektedir.

Mikro öğrenme çıktısı örnekleri şu şekilde olabilir:

- Arkeolojiyle ilgili temel veri girişi kriterlerinin belirlenmesi.
- Veri tabanı oluşturmaya ilişkin temel bir görevin yerine getirilmesi.
- Çıktıların yorumlanması ve sınırlılıkların tartışılması.

2a) Uzmanın Bilgi ve Becerileri (Rol Profili)

Genel olarak, dijital bir veri tabanı oluşturan, girişler üreten ve bilgiyi düzenleyen kişi, uygun yazılım ve/veya iş birliği yapacağı bir ekip olmadan ilgili çalışmayı yürütememektedir. Miras sektöründe veri tabanları, kişisel veri tabanları dışında, genellikle ilgili kurumun ihtiyaçlarına göre özel olarak tasarlanmaktadır. Uzmanın ayarlayabildiği ve yönetebildiği bir VTYS'ye (hazır platform veya bir bilişim teknolojileri ekibi aracılığıyla çalışmalarına uyarlanmış) erişimi olduğu varsayıldığında, uzmanın aşağıdaki yetkinliklere sahip olması gerekmektedir:

- VTYS'ye bağlı olarak veri tabanı bileşenlerine ilişkin bilgi.
- VTYS'yi düzenleme, girişler oluşturma, girişler arasında bağlantılar kurma ve veri tabanı yapısını yönetme becerileri.
- Miras sektörü/arkeoloji için uygun veri tabanı yapısı bilgisi (ör. DC ve EDM'nin nasıl kullanılacağına dair farkındalık ve beceriler).
- Birincil verilerin bilimsel veya akademik konusunun kavranması.
- Yetkinlik kazanım süresi: Giriş düzeyinde yetkinlik için yaklaşık 2-4 hafta gerekmektedir. Uzmanın ayarlayabildiği ve yönetebildiği bir VTYS'ye (hazır platform veya bir bilişim teknolojileri ekibi aracılığıyla çalışmalarına uyarlanmış) erişimi olduğu varsayıldığında, veri tabanı oluşturma konusunda ileri düzey yeteneklerin kazanılması aylar hatta yıllar sürebilmektedir.

3) Örnek(ler) / Vaka Çalışması (özet)

Bir müze uzmanının 1 ay süren bir arkeolojik kazıda elde edilen veri ve materyallerin dijital veri tabanını oluşturmaya gereken kuramsal bir örneği ele alırsak, uzmanın araştırma ve yüzey araştırması yürüten arkeolog(lar)dan, jeodezist(ler)den ve diğer uzmanlardan işlenmiş verileri edinmesi gerekmektedir. Birincil verilerin veri tabanına düzenlenmesi ve girilmesinden önce, müze envanterinden sorumlu kişilerin verilerin envanterini çıkarması gerekmektedir.

Bu tür veriler fotoğraflar, haritalar, jeo-uzamsal veriler, çizimler ve krokiler, buluntuların metrik ve betimsel verileri, arkeolojik günlükler, fotogrametri ölçümleri, jeofizik araştırmalar, konservasyon uzmanları tarafından hazırlanan durum değerlendirme raporları ve benzeri belgelerden oluşabilmektedir.

Veri tabanına girişler eklerken, bu görevi üstlenen uzman verilerin düzenlenmesi ve yapılandırılması konusunda müze protokolünü izlemeli ve

gerektiğinde yeni bilgi kategorileri eklemelidir. Tüm bunlar çeşitli etkenlere bağlı olarak toplu olarak değil, gruplar halinde işlenebilmektedir.

4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

Avantajlar	Sınırlılıklar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">• Sürdürülebilirlik;• Aktarılabilirlik;• Ölçeklenebilirlik;• Ölçeklenebilirlik.	<ul style="list-style-type: none">• Kurumlarla ilgili olduğunda maliyet genellikle yüksektir;• Lisanslama gerektiren karmaşık yazılım geliştirme süreci;• Donanım açısından en iyisi karmaşık ve pahalı olan bir sunucu kurmaktır;• Zorlu öğrenme süreci.

5) Teknik Gereksinimler

Bu işlemin bir birey tarafından mı yoksa bir kurum tarafından mı gerçekleştirildiğine bağlıdır.

- Bireyler, amaca yönelik lisanslı yazılım kullanmalıdır (seçenekler ihtiyaçlara bağlıdır);
- Bireyler, kararlı bir bilgisayar sistemi ve depolama alanına ihtiyaç duymaktadır;
- Kurumsal kullanım için lisanslama gerektiren karmaşık bir yazılım geliştirme süreci gerekmektedir;
- Kurumlar için donanım açısından en iyisi bir sunucu kurmaktır;

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

- Yazılımlar her zaman lisanslı olmalıdır.
- Arkeolojik veriler hassas niteliktedir ve her zaman açık erişimli değildir. Arkeolojik ve müze veri tabanlarının erişimi kısıtlı olabilmektedir. Bu verilere araştırmacı olarak erişildiğinde, verilerin güvenliğini sağlamak kişinin sorumluluğundadır.

7) Hızlı Başlangıç (İsteğe Bağlı)

Küçük ölçekli bir projenin temel adımları "2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım" bölümünde yer almaktadır.

8) References & links

Resmi site / belgeler	https://www.dublincore.org https://pro.europeana.eu/
Öğrenme kaynakları	https://www.geeksforgeeks.org https://www.techtarget.com https://www.istor.org/stable/j.ctv29sfzfx

Tool 12: Digital Publication and Open Access: Publishing research and data online for findability, accessibility, and reuse.

Kategori (maliyet düzeyi)	Düşük / Orta / Yüksek
Geliştirici / Sağlayıcı	Şirket / Açık kaynak topluluğu
Platformlar	Windows / macOS / Linux / Web / Mobile
Lisans türü	Ücretsiz / Açık kaynak / Akademik / Ticari
Beceri düzeyi	Başlangıç / Orta / İleri
Arkeolojide kullanım türü	Akademik çalışmaların elektronik sürümler halinde dijital yayımlanması, arkeolojik araştırma sonuçlarının en iyi şekilde yaygınlaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Tam metin verilerine sahip çevrimiçi kataloglar ve depolar, bilimsel yayınların bulunabilirliğini, erişilebilirliğini ve atıflanabilirliğini kolaylaştırmaktadır.

1) Aracın İşlevi (Kısa Açıklama)

Arkeoloji alanındaki bilimsel araştırma sonuçlarının dijital sürümler halinde yayımlanması, bunların kolayca bulunabilmesini ve daha geniş ve daha uzmanlaşmış bir kitleye erişilebilir olmasını artırmaktadır. Bu durum, yayımlanan çalışmanın atıflanabilirliğini yükseltmektedir. Aynı zamanda arkeolojiyle ilişkili

kültürel ve tarihsel mirasın incelenmesini ve yaygınlaştırılmasını kolaylaştırmaktadır.

Elektronik yayınlar çevrimiçi olarak yayımlandığından, bunlara erişim dijital depolar ve platformlar bünyesindeki ödeme veya kayıt süreçleriyle filtrelenmektedir. Diğer durumda ise elektronik yayınlar açık erişimli olacak ve tarayıcısı ile internet bağlantısı olan herkese sunulacaktır. Açık erişimli yayınlar, yayıncının ve yazarın metin üzerindeki telif hakkını korumaktadır. Arkeoloji alanındaki dijital bilimsel yayınlara kısıtlı ve açık erişim, orijinaleri kâğıt üzerinde olan sayısallaştırılmış yayınlar için de geçerlidir. Elektronik yayınlar uzun süre korunabilmekte ve basılı yayınlarda olduğu gibi nüshaların tükenmesi riskini ortadan kaldırmaktadır.

2) İş Akışı ve Eğitim Amaçlı Kullanım

Arkeolojik uygulamadaki iş akışı açısından dijital yayınlar, arkeolojik araştırma sonuçlarının zamanında yaygınlaştırılmasına olanak tanımaktadır. Bu durumda daha fazla fotoğraf ve ek yayımlanması, basılı yayınlardaki renkli sayfa maliyetiyle sınırlandırılmamaktadır. Ayrıca dijital fotoğraflar, yakınlaştırıldığında daha fazla ayrıntı gösteren, daha yüksek kaliteli görüntülerin yayımlanmasını mümkün kılmaktadır. Dijital yayımlama, yaygınlaştırma sürecini optimize etmekte ve söz konusu çalışmanın erişilebilirliğini artırmaktadır. Elektronik sürümlerde yayımlama, basılı yayımlamaya kıyasla çoğu zaman çok daha hızlıdır.

Bilimsel çalışmaların elektronik ve açık erişimli yayınlarda yayımlanmasına ilişkin eğitim yürütülürken öğretim üyesi aşağıdaki unsurları dahil edebilmektedir:

- Öğrencilerin arkeoloji ile kültürel ve tarihsel miras alanındaki bilimsel dergilerde yayımlama sürecinin temel yönleriyle tanıştırılması.

- Basılı ve elektronik sürümlerin temel özelliklerinin birbirinden ayırt edilmesi.

- Elektronik sayılara erişimle ilgili soruların ele alınması ve dijital materyallere açık erişimin özelliklerinin açıklanması.

- Kısıtlı ve açık erişimli örnekler belirtilerek çevrimiçi erişilebilir elektronik sürümler ve sayısallaştırılmış sayı örneklerinin sunulması.

- Hızlandırılmış yayımlama, bulunabilirlik, artan atıflanabilirlik potansiyeli ve bilimsel sonuçların yaygınlaştırılmasının olumlu yönlerinin yanı sıra ücretsiz çevrimiçi erişimin risklerinin tartışılması.

- Bilimsel çalışma ve materyallerin (özellikle arkeoloji alanında) telif hakkına ilişkin mevzuatın kilit noktalarının ele alınması.

- Bilim insanlarının ve akademisyenlerin kaydolarak kendi çalışmalarına yapılan atıfları ve tepkileri izleyebilecekleri çevrimiçi platformların önerilmesi.

Önerilen mikro öğrenme çıktıları:

- Arkeoloji ve kültürel miras alanında bilimsel çalışmaların elektronik yayımlanmasıyla ilgili bilgi ve becerilerin edinilmesi.
- Kişinin kendi çalışmalarının dijital sürümlerinin yüklenmesine ilişkin bilinçli kararlar alma ve doğru eylemlerde bulunma becerilerinin kazanılması.
- Atıflar dahil olmak üzere kişinin kendi akademik yayınının yankısını izleme yetkinlikleri.

2a) Uzmanın Bilgi ve Becerileri (Rol Profili)

Arkeoloji ile kültürel ve tarihsel miras alanında yayımlanmak üzere akademik çalışma yazma ön koşulları:

- Arkeoloji veya kültürel ve tarihsel miras alanında bir derece önerilmektedir.

- Arkeoloji ile kültürel ve tarihsel miras alanında bilgi ve beceriler.

- Bilimsel veya akademik araştırma yürütme ve sonuçları akademik çalışma (araştırma makalesi) biçiminde formüle etme kapasitesi.

- Yüksek düzeyde dil yetkinliği.

Elektronik yayınlarda araştırma ve ilgili verilerin yayımlanmasına ilişkin uzmanın bilgi ve becerileri:

- Arkeoloji ile kültürel ve tarihsel miras alanındaki uzmanlaşmış elektronik dergiler ve yayıncılar hakkında farkındalık (bilgi).

- Arkeoloji ve kültürel miras alanında bilimsel çalışmaların elektronik yayımlanmasının süreci ve özellikleriyle ilgili bilgi ve beceriler.

- Hızlandırılmış yayımlama, optimize edilmiş bulunabilirlik, artan atıf potansiyeli ve bilimsel sonuçların yaygınlaştırılmasının olumlu yönleri ile ücretsiz çevrimiçi erişimin riskleri hakkında bilgi.

- Bilimsel çalışmalar ve materyallere (özellikle arkeoloji alanında) ilişkin telif hakkı mevzuatının kilit noktaları hakkında bilgi.

- Bilim insanlarının ve akademisyenlerin kaydolarak kendi çalışmalarına yapılan atıfları ve tepkileri izleyebilecekleri güvenilir çevrimiçi platformları (ör. araştırma yayınları ve atıf veri tabanları) kullanma konusunda bilgi ve beceriler.

Yetkinlik kazanım süresi: Uzmanın yayımlanmak üzere akademik çalışma yazma ön koşullarını karşılaması durumunda, elektronik yayınlarda araştırma makaleleri ve verilerin yayımlanmasına ilişkin bilgi ve becerilerin edinilmesi, konudaki araştırma ve eğitim hızına bağlı olarak birkaç günden birkaç aya kadar sürebilmektedir.

3) Örnek(ler) / Vaka Çalışması (özet)

Dijital yayımlama sürecine bir örnek:

Bir araştırmacının <https://litermedia.com/> aracılığıyla yayın yapması için izlemesi gereken temel adımlardan bazıları şunlardır:

1. Makale yazarı, makale metnini özet ve anahtar kelimelerle birlikte yardımcı editöre gönderir.
2. Yardımcı editör, kalite değerlendirmesi için metni bir hakeme iletir.
3. Hakem metni yardımcı editöre geri gönderir, yardımcı editör de İngilizce özetin doğrulanması için baş editöre bir e-posta adresine iletir.
4. Baş editör, Litermedia'da yayımlanmak üzere metni teknik editöre gönderir.
5. Makale, web sitesinin Kütüphane bölümünde yayımlanır: www.litermedia.com.

Çalışmanın düzenleme ve atıf gereksinimleri ile metnin asgari uzunluğu, dosya formatı ve boyutuna ilişkin koşullar bulunmaktadır.

4) Avantajlar ve Sınırlılıklar

Avantajlar	Sınırlılıklar / Gereksinimler
<ul style="list-style-type: none">• Ücretsiz ile orta düzey maliyet aralığı• Çok sayıda açık erişimli kaynak• Kullanıcı dostu• Kolay erişilebilirlik	<ul style="list-style-type: none">• Bazı dergilerde yayın yapmak güçtür• Ücretli sürümler düşük ile orta fiyat aralığında maliyet gerektirmektedir.

5) Teknik Gereksinimler

Yeterli bir metin editörüne (ör. Microsoft Word) erişim gerekmektedir. Görüntülerin kalitesinin iyi olması gerektiğinden zaman zaman görüntü işleme yazılımına erişim de gerekebilmektedir.

Materyallere erişim için kararlı bir internet bağlantısı, web tarayıcısı ve indirmelerin depolanması için bir miktar sabit disk alanı gerekmektedir.

6) Etik ve Veri ile İlgili Hususlar

Çevrimiçi açık erişimli bir dergide yayın yapılması durumunda içerik kolayca keşfedilebilir ve kamuya açık olacaktır. İnternet bağlantısı ve tarayıcısı olan herkesin yüksek erişilebilirliği nedeniyle olası intihal riskleri konusunda dikkatli olunmalıdır.

Yayımlanan materyallere kısıtlı erişimle çevrimiçi yayın yapıldığında, veri kullanıcısı için bir filtre mevcuttur.

Açık erişimli materyaller kullanılırken metin kullanımının sınırlılıkları ve telif hakkı konusunda dikkatli olunmalıdır.

7) Hızlı Başlangıç (İsteğe Bağlı)

N/A

8) Kaynakça ve Bağlantılar

<i>Resmi site / belgeler</i>	https://publications.naim.bg/index.php/CBA/about https://be-ja.org/index.php/journal https://www.archaeologia-bulgarica.com/archaeologia-bulgarica-supplement/ https://litermedia.com/ https://www.academia.edu/ https://www.researchgate.net/ https://archive.org/ https://scholar.google.com/ https://www.elsevier.com/products/scopus https://clarivate.com/academia-government/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-referencing/web-of-science/
<i>Öğrenme kaynakları</i>	https://videos.clarivate.com/watch/Zi1sNSbHDWM9y7UZiCq3En https://litermedia.com/index.php?pid=9

6. Örnek Öğretim Paketleri

Modüler uygulamayı desteklemek amacıyla kılavuz, birbirini tamamlayan araçları bir araya getiren örnek öğretim paketleri içermektedir. Bu paketler, farklı teknolojilerin yapılandırılmış öğrenme ortamlarında birlikte nasıl kullanılabileceğini göstermektedir.

Paket 1: Hızlı Arazi Belgeleme

Araçlar: Fotogrametri, Arazi Veri Toplama (Mobil Uygulamalar), CBS

Amaç: Öğrencileri kısa bir zaman diliminde arazi verilerinin yakalanması, işlenmesi ve görselleştirilmesi iş akışıyla tanıştırmak.

Paket 2: 3B Rekonstrüksiyon ve Görselleştirme

Araçlar: 3B Tarama, Fotogrametri, Blender / Meshroom

Amaç: Hem akademik araştırma hem de müze sergilemesi için dijital rekonstrüksiyon, görüntü oluşturma ve görselleştirme ilkelerini öğretmek.

Paket 3: Arkeolojide Kamusal Katılım

Araçlar: Dijital Hikâye Anlatımı, Açık Erişimli Yayımlama, Sanal Gerçeklik

Amaç: Öğrenenleri, geniş kitlelere yönelik erişilebilir ve ilgi çekici dijital miras çıktıları tasarlamaya teşvik etmek.

7. Sonuç

DigiArcheoSpace Kılavuzu: Arkeolojide Kültürel Mirasın Belgelenmesi ve Sunulması İçin Modern Araçlar, geleneksel arkeolojik uygulama ile dijital teknolojilerin gelişen yapısı arasındaki boşluğu kapatmayı amaçlamaktadır. Araçlar, yöntemler ve iş akışlarına ilişkin açık ve yapılandırılmış bir genel bakış sunarak kılavuz, hem eğitimcilerin hem de öğrencilerin dijital arkeoloji alanında etkin biçimde çalışabilmeleri için gerekli bilgi, beceri ve yetkinlikleri geliştirmelerini desteklemektedir. Sunulan araçlar, düşük maliyetli ve açık kaynaklı uygulamalardan özelleşmiş üst düzey teknolojilere uzanan dijital çözümlerin çok yönlülüğünü ve erişilebilirliğini ortaya koymaktadır. Her bir araç,

doğru biçimde uygulandığında arkeolojik araştırmanın ve miras belgelemenin hassasiyetini, sürdürülebilirliğini ve görünürlüğünü artırmaktadır. Daha da önemlisi kılavuz, arkeologlar, bilişim teknolojileri uzmanları, tasarımcılar ve miras profesyonelleri arasındaki disiplinler arası iş birliğini vurgulayarak dijital iş akışlarının bütünleşik bir şekilde kavranmasını teşvik etmektedir. Bu girişim aracılığıyla DigiArcheoSpace, yükseköğretim müfredatlarının modernleştirilmesine ve arkeoloji ile miras çalışmalarında yaşam boyu öğrenme olanaklarının zenginleştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Kılavuz yalnızca bir öğretim kaynağı olarak değil, aynı zamanda teknolojik gelişmeler ve gelecekteki eğitim ihtiyaçlarıyla birlikte evrilebilecek dinamik bir referans çerçevesi olarak tasarlanmıştır. Sonuç olarak kılavuz, dijital okuryazarlığı, yaratıcılığı ve yenilikçiliği teşvik ederek ortak kültürel mirasımızın belgelenmesi ve sunulmasının hem bilimsel açıdan titiz hem de kamusal açıdan ilgi çekici kalmasını sağlamaya yardımcı olmaktadır.

8. Kaynakça ve İleri Okuma

1. Barceló, J. A. (2000). *Visualizing what might be: An introduction to Virtual Reality techniques in archaeology.*
2. Bruno, F. vd. (2019). *Virtual tour in the sunken "Villa con ingresso a protiro" within the Underwater Archaeological Park of Baiae.* ISPRS Archives XLII-2/W10.
3. Dallas, C. (2015). *Curating archaeological knowledge in the digital continuum: from practice to infrastructure.*
4. Kansa, E., vd. (2014). *Open Context and data reuse in archaeology.*
5. Morgan, C. ve Eve, S. (2012). *DIY and digital archaeology: what are you doing to participate?*
6. Renfrew, C. ve Bahn, P. (2018). *Archaeology: Theories, Methods and Practice.*

7. Verhoeven, G. (2011). *Taking computer vision aloft—Archaeological 3D reconstructions from aerial photographs with PhotoScan.*
8. Wheatley, D. ve Gillings, M. (2002). *Spatial Technology and Archaeology: The Archaeological Applications of GIS.*

Teşekkürler

Bu rehber, tüm proje ortaklarının katkılarıyla Erasmus+ projesi DigiArcheoSpace kapsamında geliştirilmiştir:

- History Museum of Primorsko, Bulgaria
- Student Computer Art Society (SCAS), Bulgaria
- Shumen University “Bishop Konstantin of Preslav” (SHU), Bulgaria
- Ss. Cyril and Methodius University in Skopje (UKIM), North Macedonia
- Bartın University (BARÜ), Türkiye
- Institute of Ethnology and Folklore Research (IEF), Croatia

Proje web sitesini ziyaret edin:

digiarcheospace.eu



**Avrupa Birliği tarafından
ortak finanse edilmektedir**

Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmiştir. İfade edilen görüş ve düşünceler yalnızca yazar(lar)a aittir ve Avrupa Birliği ya da Avrupa Eğitim ve Kültür Yürütme Ajansının (EACEA) görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Avrupa Birliği ve EACEA bunlardan sorumlu tutulamaz.