



Arkhaia Anatolika

e-ISSN: 2651-4664

arkhaiaanatolika.org
Arkhaia Anatolika 9 (2026) 51-75
DOI: 10.32949/Arkhaia.2026.81

Araştırma Makalesi

Arkeo-Enformatik Araştırmalarda İhtiyaç Analizi: Nif (Olympos) Dağı ve Çevresindeki Tümülüslerin CBS ile Belgelenmesi Üzerine Bir Vaka Çalışması

Onur Sefer ÖZBALABAN* 

* Arkeolog Onur Sefer Özbalaban, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi, İstanbul / Türkiye.
E-mail: onursefer.ozbalaban@ogr.iu.edu.tr
Orcid: 0000-0003-0013-8045

Geliş Tarihi: 24.10.2025
Kabul Tarihi: 12.03.2026
Online Yayın Tarihi: 08.04.2026

Makale Künyesi: Özbalaban, O. S. 2026. "Arkeo-Enformatik Araştırmalarda İhtiyaç Analizi: Nif (Olympos) Dağı ve Çevresindeki Tümülüslerin CBS ile Belgelenmesi Üzerine Bir Vaka Çalışması." *Arkhaia Anatolika* 9: 51-75.
<https://doi.org/10.32949/Arkhaia.2026.81>

- Dergide yayımlanan makalenin bilimsel ve hukuki sorumluluğu tamamen yazara aittir.
- Yazar, bu makalenin içeriği ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.
- Bu çalışma, 'Nif Dağı Arkeolojik Kazı Verilerinin Konumsal Analiz Yöntemleriyle Araştırılması' başlıklı, 122K270 numaralı TÜBİTAK ARDEB 1001 projesi tarafından desteklenmiştir.
- Yazar, bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğunu ve faydalanılan tüm kaynakların eksiksiz biçimde kaynakçada belirtildiğini beyan eder.
- Yazar, bu makalenin hazırlanma sürecinde yapay zekâ araçlarından yalnızca dilbilgisi ve yazım hatalarını kontrol etmek amacıyla yararlandığını ve bu konudaki tüm sorumluluğun kendisine ait olduğunu beyan eder.
- Yazar, dergide yayımlanan çalışmasının telif hakkına sahip olduğunu ve makalesinin CC BY-NC 4.0 lisansı kapsamında yayımlandığını beyan eder.

Öz

Dijital arkeoloji kapsamında yapılan çalışmalarda üretilen verilerin sürdürülebilirliği ve projelere göre ölçeklenebilirliği, ilerleyen yıllar için risk konusu haline gelmektedir. Güncelliğini yitiren veri tabanları, yazılım veya donanım uyumsuzlukları nedeniyle terk edilen veri biçimleri ve sürekli değişen altyapı ihtiyaçlarına karşın sınırlı bütçe ile nitelikli uzman kaynağının yetersiz kalması gibi etmenler, bu riskleri artırmaktadır. Bununla birlikte dijital arkeoloji tanımı, arkeolojik buluntuların yalnızca görselleştirilmesi veya veri depolama konularına sıkışıp kalmaktadır. Öte yandan, bu verilerin orta ve uzun vadede nasıl analiz edileceği, nasıl erişilebilir hale getirileceği, veri tabanlarında nasıl tutulacağı ve tüm bu işlemler için teknik açıdan nelere ihtiyaç duyulduğu gibi konular geri planda kalmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, arkeolojik veri bilimi ve bilgisayar bilimi araştırmalarını içeren arkeo-enformatik kapsamında ihtiyaç analizinin önemini vurgulamaktır. İhtiyaç analizi, mevcut durum ile istenen sonuçlar arasındaki gereksinimleri ve öncelikleri belirleme sürecidir. Özellikle bilişim alanında faaliyet gösteren kurumlar, projelerinde verimi artırmak için bu stratejiyi kullanmaktadır. İhtiyaç analizi, bir araştırmanın planlama sürecinde başlayan ve hedeflere ulaşmak için güncel tutulması gereken dinamik bir süreçtir.

Bu makalenin içeriğinde, arkeolojik çalışmalarda dolaylı olarak gerçekleştirilen ancak daha sistematik bir temele oturtulması gereken ihtiyaç analizinin ve ilgili proje yönetim stratejilerinin nasıl uygulanabileceği tartışılmaktadır. Nif (Olympos) Dağı ve çevresindeki tümülüslerin CBS ile belgelenmesi temalı örnek çalışma üzerinden, arkeo-enformatik araştırmalarda yapılan ihtiyaç analizinin kazanımları ve geliştirilmesi gereken yönleri ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arkeo-enformatik proje planlaması, veri yönetim planı, risk analizi, ölçeklenebilirlik, dijital arkeoloji.



Arkhais Anatolika

e-ISSN: 2651-4664

arkhaiaanatolika.org
Arkhais Anatolika 9 (2026) 51-75
DOI: 10.32949/Arkhais.2026.81

Research Article

Needs Assessment in Archaeoinformatics Research: A Case Study on GIS Documentation of the Tumuli in and around Mount Nif (Olympos)

Onur Sefer ÖZBALABAN* 

Abstract

In studies conducted within the scope of digital archaeology, the sustainability of the data generated and its scalability across projects are increasingly at risk in the years to come. These risks are exacerbated by factors such as outdated databases, data formats abandoned due to software or hardware incompatibilities, and the inadequacy of qualified expert resources, despite constantly evolving infrastructure needs. However, the definition of digital archaeology remains confined to the mere visualisation of archaeological finds or the storage of data. Furthermore, data analysis, accessibility, and storage methods, as well as the technical requirements for these processes in the medium and long term, are often overlooked.

The purpose of this study is to emphasise the importance of needs assessment within the context of archaeoinformatics, which encompasses archaeological data science and computer science research. Needs assessment is a process for determining priorities in relation to current conditions and desired outcomes. In particular, institutions working in the field of informatics employ this strategy to enhance productivity in their projects. Needs assessment is a dynamic process that begins at the planning stage of a research project and must be continuously updated in order to achieve its objectives.

This article discusses how to implement needs assessment and related digital archaeology project management practices, which are often conducted indirectly in archaeological studies but should be maintained on a more systematic basis. The outcomes and developmental aspects of needs assessment conducted in archaeoinformatics research are presented through a case study on the GIS-based documentation of Mount Nif (Olympos) and its surrounding tumuli.

Keywords: Archaeoinformatics project planning, data management plan, risk analysis, scalability, digital archaeology.

* Archaeologist Onur Sefer Özbalaban, Istanbul University, Institute of Social Sciences, Department of Archaeology PhD Candidate, Istanbul / Türkiye.
E-mail: onursefer.ozbalaban@ogr.iu.edu.tr
Orcid: 0000-0003-0013-8045

Received: 24.10.2025
Accepted: 12.03.2026
Published: 08.04.2026

Citation: Özbalaban, O. S. 2026. "Needs Assessment in Archaeoinformatics Research: A Case Study on GIS Documentation of the Tumuli in and around Mount Nif (Olympos)." *Arkhais Anatolika* 9: 51-75. <https://doi.org/10.32949/Arkhais.2026.81>

- The scientific and legal responsibility for the article published in the journal rests entirely with the author.
- The author declares that there are no conflicts of interest related to the content of this article.
- This study was supported by the TÜBİTAK ARDEB 1001 project No. 122K270, entitled "Investigation of Nif Mountain Archaeological Excavation Data Using Spatial Analysis Methods."
- The author declares that scientific and ethical principles were followed during the preparation of this study and that all sources consulted have been fully cited in the reference list.
- The author declares that artificial intelligence tools were used solely to check grammar and spelling during the preparation of this article, and that full responsibility for this usage rests with the author.
- The author declares that they hold the copyright for the article published in the journal and that it is published under the CC BY-NC 4.0 license.

Giriş

Bilinen insanlık tarihi boyunca bilgi kaynaklarına en hızlı erişebildiğimiz bu dönemde, nitelikli araştırma soruları sormanın ve mevcut sistemi geliştirecek ihtiyaçları tespit etmenin önemi daha da belirginleşmiştir. “Dijital arkeoloji”¹ olarak anılan şemsiye kavramın altında, teknolojik araçlara ilişkin yöntemler, olgular, teknik terimler ve teorilerden oluşan bir karmaşa karşımıza çıkmaktadır. Araştırmacılar, bir yandan akademik çalışmalarını sürdürürken, diğer yandan dijital arkeolojinin giderek artan yapısal sorunlarıyla baş etmeye çalışmaktadır. Bu nedenle makalede ihtiyaç analizi kavramı, sınırları daha belirgin olan arkeo-enformatik bağlamında incelenmektedir.

Arkeo-enformatik², bilginin toplanması, yönetilmesi ve organizasyonunu inceleyen bir bilim dalı olan enformatik (İngilizce: informatics, Almanca: informatik³) yöntemlerin arkeolojik çalışmalarda uygulanmasını ifade eden bir kavramdır. Enformatik, veri bilimi ve bilgisayar bilimi çalışmalarını kapsayan bir bilim dalıdır. Türkiye’deki üniversitelerde, Enformatik Anabilim Dalı bölümlerinde bilgi yönetimi konularında lisans eğitimleri verilmektedir. Arkeo-enformatik çalışmalarda, dijital arkeoloji kapsamında arkeolojik veri yönetimi ve veri analizi gibi daha teknik ve teorik alanlara yönelik araştırmalara odaklanılmaktadır. Ayrıca, arkeolojide veri analiz konusu “Hesaplamalı Arkeoloji” ya da esas adıyla “Computational Archaeology” başlığı altında ele alınabilmektedir. Bu tanımlardaki ortak noktalar ve ayrımlar, araştırma kurumlarının bağlı oldukları ülkelere ve takip ettikleri ekollere göre farklılık gösterebilmektedir.

Enformatik araştırmalar, bilişim teknolojilerinin insanların yaptıkları işleri daha verimli hale getirmesi için çözümler üretmeyi amaçlamaktadır⁴. Bu araştırmaların temel hazırlık çalışmalarından biri, ihtiyaç analizidir. İhtiyaç analizi (needs assessment), bazı çeviri dokümanlarda “gereksinim analizi”⁵ olarak geçen ve planlama süreçlerinin temelini oluşturan bir çalışmadır. R. Kaufman ve I. Guerra-Lopéz’in çalışmalarında belirtildiği üzere⁶, mevcut sonuçlar ile istenen sonuçlar arasındaki farklar belirlenmeli, ihtiyaçlar önem sırasına göre sınıflanmalı ve en öncelikli olanlar işaretlenmelidir. Arkeo-enformatik çalışmalarda ise mevcut sonuçlar ve istenen sonuçlardan ziyade, mevcut araçlarla alınan verim ile hedeflenen araçlarla elde edilecek verim arasındaki farklar hesaplanmalıdır. Kitabın ilk sayfalarından itibaren yapıcı sorular sorulmakta ve çözüm odaklı bir yaklaşım benimsenmektedir. Kaufman ve Guerra-Lopéz, ihtiyaç analizi yapan kurumları önceliklerine ve çalışma kapasitelerine göre ölçeklendirmektedir. Arkeo-enformatik çalışmalarda ihtiyaç duyulacak altyapı, donanım ve yazılım araçları ile nitelikli ekip üyelerinin ölçülmesi ve ölçeklenmesi, planlama çalışmalarında yönetim kolaylığı sağlamaktadır. İhtiyaç analizi ve verimlilik artırma konuları ilk bakışta ticari uygulamalara yönelik gibi düşünülebilir; ancak P.F. Drucker’ın süreç yönetimi üzerine kaleme aldığı *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*⁷ başlıklı kitabında da belirttiği üzere, ölçülemeyen ve ölçeklenemeyen bir organizasyonun yönetilmesi mümkün değildir.

¹ Graham *et al.* 2020, 19.

² Huggett ve Ross 2004; Jeffrey 2020.

³ Foskett 1970, 341.

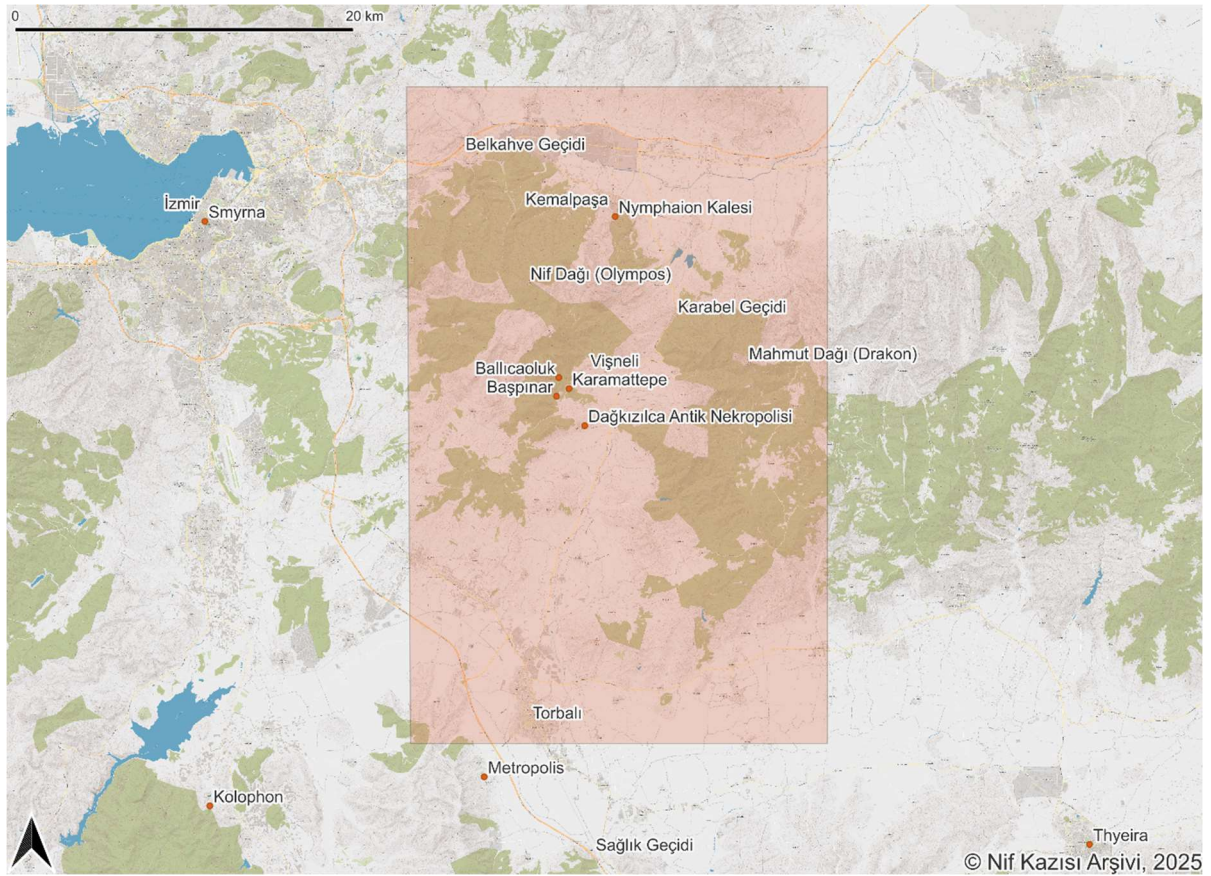
⁴ Friedman 2013, 225.

⁵ IBM 2024.

⁶ Kaufman ve Guerra-Lopéz 2013, 1-22.

⁷ Drucker 1985, 638-643.

Bu çalışmada sunulan araştırma örneği⁸, İzmir Nif (Olympos) Dağı'nın⁹ doğu ve güneydoğu tarafında bulunan tümülüslerin belgelenmesini konu almaktadır. Araştırma bölgesi, İzmir'in Kemalpaşa ve Torbalı ilçelerine dahildir (fig. 1). Tümülüs belgeleme kapsamında; mimari belgeleme, konumsal verilerin toplanması ve görünürlük (viewshed) ile yol ağı hesaplamaları (least-cost path) gibi konumsal analizler yapılmaktadır. Ayrıca, bu işlemlerde hangi donanım ve yazılım araçlarının kullanılabilceği, fotogrametrik ölçümler gibi detaylı belgeleme süreçlerinin nasıl yönetileceği ve ilerleyen yıllarda tümülüs verilerinin arkeoloji araştırması yapan kurumlar, belediyeler ya da bakanlıklar gibi ilgili paydaşlarca nasıl yeniden kullanılabilceğine dair yöntem araştırmaları yürütülmektedir. Bu yöntemlerin, gelecekte paydaşlar tarafından kullanılacak şekilde sürdürülebilir olması ve farklı ölçekte tümülüs belgeleme çalışmalarında uygulanabilmesi için, ihtiyaç duyulabilecek teknik altyapı, ilgili standartlar, ölçüm cihazları, yazılım ürünleri ve bilgisayar gibi donanımların türleri belirlenmektedir.



Figür 1: İzmir ili Kemalpaşa ve Torbalı ilçeleri sınırları içindeki araştırma alanı

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinin ve standartlarının uygulanabilmesi için, Environmental Systems Research Institute (ESRI) tarafından tanımlanan beş temel bileşen öne çıkmaktadır: yazılım, donanım, yöntemler/prosedürler, veri ve insan¹⁰. Bu beş bileşen, neredeyse bütün arkeo-enformatik araştırmalarda olmazsa olmaz gereksinimler olarak kabul edilebilir. Bu gereksinimlerden herhangi birinin yetersiz olduğu çalışmalardan verimli sonuç

⁸ Belgeleme süreci yazar tarafından "İzmir Nif Dağı ve Çevresindeki Tümülüslerin CBS ile Belgelenmesi" başlıklı devam eden doktora tezi kapsamında yürütülmüştür.

⁹ İzmir Nif (Olympos) Dağı ve çevresinde yapılan arkeolojik araştırmalara ilişkin detaylı bilgi için bk. Tulunay 2012.

¹⁰ ESRI 2012.

alınması mümkün değildir. Nitelikli bir ihtiyaç analizi yapılmadığı takdirde, uzman proje üyelerinin birikimlerini aktarmadan ekipten ayrılmaları sürdürülebilirlik sorunlarına yol açmakta; yüksek maliyetli yazılım lisanslarının belli bir kullanım sınırı sonrasında temin edilememesi ise ölçekleme sorunlarını doğurmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, yazılım geliştirme gibi alanlarda faaliyet gösteren kurumların proje süreçlerini iyileştirmesi ve dijital araçların dinamik yapısına uyum sağlayacak önlemleri alabilmesi için başvurdukları ihtiyaç analizi konusuna dikkat çekmektir. Arkeolojik çalışmaların kendine özgü proje yönetimi, ihtiyaç belirleme ve tedarik süreçleri bulunmaktadır. Nitekim arkeo-enformatik çalışmalarda, yoğun teknik tecrübe, uygun teknik altyapı ve güncel bilgi gerektiren planlama süreçleri ortaya çıkmaktadır. Arkeolojik projelerde ticari ürün veya doğrudan gelir sağlayan çalışmalar yapılmamaktadır. Bu nedenle ihtiyaç analizi, arkeoloji projelerinin kısıtlı zaman ve mali kaynaklarını daha etkin bir şekilde kullanmasını sağlayabilir.

Dijital(leşen) Arkeoloji

Dijital arkeoloji veya dijitalleşen arkeoloji, içinde bulunduğumuz dönemin doğal bir sonucudur. Kişi başına düşen bilişim cihazlarının artmasına paralel olarak, önceki on yıllarda basılı evrakla yürütülen pek çok günlük çalışma, “dijital dönüşüm” olgusuyla tamamen sayısal ortamda üretilmiş içeriklere (born-digital content) dönüşmektedir. Buna karşın, dijital arkeoloji ifadesi; mimari canlandırmalar ve üç boyutlu animasyonlar gibi görselleştirme ağırlıklı temsillerle sınırlı kalmakta ya da arkeolojinin tüm yapısal sorunlarına çözüm sağlayabilecek bir kurtarıcı gibi değerlendirilebilmektedir. A. Costopoulos’un belirttiği üzere, arkeoloji disiplini uzun zamandır bilgi teknolojileri gibi modern gelişmeleri takip etmekte ve bilimsel araştırma sorularına çözümler bulabilmek için bu araçları uyarlamaktadır¹¹. Halihazırda arkeolojik fotoğrafların ve raporların neredeyse tamamı sayısal olarak üretilebilmektedir. Bu nedenle, dijital arkeoloji kavramının yeni bir olgu olarak görülmesi yerine, bu sayısal varlıkların nasıl ölçeklenebilir ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilebileceğine odaklanılmalıdır.

Artık günümüzde dijital araçların kullanılmadığı bir arkeolojik çalışma mümkün olmadığından, dijital ve dijital olmayan arkeoloji şeklinde bir ayrım söz konusu değildir. 1940’lı yıllardan itibaren yaygınlaşan bilişim teknolojilerine paralel olarak arkeometrik ve ilişkili arkeolojik yöntemler güncellenmiştir. 2000’li yılların başına değin ortaya çıkan modern veri yönetim tekniklerinin arkeolojiye uyarlanması sürecinde görülen gecikmeler, kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ve internet üzerinden verilerin daha erişilebilir hale gelmesiyle azalmıştır¹². Nitekim özellikle ülkemizde arkeoloji eğitimi veren kurumların müfredatlarında veri yönetim tekniklerine yönelik derslere oldukça nadir rastlanmaktadır. Günümüz arkeologları, günlük hayatta sıkça dijital uygulamalar kullanmalarına karşın, “arkeolojik veri okuryazarlığı” eğitimine kolaylıkla ulaşamamaktadır¹³. CBS eğitimleri ve geleneksel veri okuryazarlığı içerikleri ise arkeolojik verinin doğasından uzak, genel bilgi odaklı teknik konulardan oluşmaktadır¹⁴. Bu durum, dijital arkeoloji çalışmalarını, belirli teknik alanlara odaklanan ve buna zaman ile bütçe ayırabilen kurum ve topluluklarla sınırlamaktadır.

2010’lu yıllardan itibaren hız kazanan açık kaynak (open-source) ve ücretsiz (freeware) uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte teknolojik gelişmeler üstel bir ivmeyle artış göstermiştir. Buna paralel olarak, 1990’lı yıllarda yalnızca gelişmiş laboratuvarlara sahip

¹¹ Costopoulos 2016.

¹² Akçay 2024, 28.

¹³ Özgüner 2021, 140.

¹⁴ Çabuk 2011.

kurumlar tarafından gerçekleştirilebilen veri yönetimi uygulamalarını yürütebilen arkeologların sayısı da artmıştır. Yeni uygulamalar, arkeolojik yöntem ve iş akışlarının seyrini önemli ölçüde değiştirmiştir. Önceki on yıllarda ileri düzey CBS, yazılım veya fotogrametri bilgisi gerektiren çalışmalar, günümüzde kullanıcı dostu uygulamalar ve açık erişimli kaynaklar sayesinde arkeoloji öğrencileri tarafından da uygulanabilir hale gelmiştir.

Tüm bu gelişmeler, özellikle enformatik alanında çalışan uzmanları uzun zamandır meşgul eden birtakım paradokslar barındırmaktadır. Öncelikle, “kağıtsız arkeoloji”¹⁵ gibi tamamen sayısal verilerin kullanılacağı öngörüler çerçevesinde, daha erişilebilir ve daha analiz edilebilir verilerin güvenliği ile yeniden kullanılabilirliği tartışılmaktadır. Her kazı sezonunda üretilen modeller, analiz sonuçları ve fotoğraflar eksiksiz bir şekilde basılı belgelere dönüştürülememekte; harici bellekler gibi hassas depolama ortamlarında tutulmaktadır.

Diğer yandan, “dijital karanlık çağ”¹⁶ olarak adlandırılan olguda, her yeni teknolojik araçla birlikte eski veriler ve depolama ortamları uyumsuz hale gelebilmekte ve sessizce yok olmaktadır. Ayrıca, arkeolojik verinin özgün doğası ve projeler arası (veya kurumlar arası) değişken standartları nedeniyle veri yönetimi tam anlamıyla otomatikleştirilemediğinden, her geçen yıl daha fazla iş yükü ortaya çıkabilmektedir. Teknolojik atılımların arkeolojik çalışmaları daha akıcı bir çalışma temposuna taşıması beklenirken, her beş veya on yılda bir güncelliğini yitiren araçların amortismanı ve veri organizasyonu yükü artmaktadır.

Arkeolojik araştırmaların en önemli dinamiklerinden biri, proje odaklı çalışmalardır. Elbette arkeoloji, yalnızca projelerle sınırlandırılmayacak kadar kapsamlı bir sosyal bilim dalıdır. Nitekim bu çalışma, arkeolojinin bazı yapısal sorunlarına odaklanmaktadır. Her araştırma projesinin kendine özgü çalışma kültürü, zaman yönetimi, kazı evi idaresi gibi ayrıntılı konular, proje başkanlığından lisansüstü araştırmacılara ve öğrencilere aktarılmaktadır. Dijital arkeoloji alanında yapılan çalışmalar ise çoğunlukla konferanslar veya yayınlarda sunulan başarı örnekleri üzerinden benimsenmeye çalışılmaktadır. Bu aşamada, bir projenin yeni bir yöntemi uyarlayabilmesi için uzmanların yetkinlikleri, teknik altyapı ve ek gereksinimler olmak üzere üç temel unsur öne çıkmaktadır. Dijital araçları etkin kullanan yetkin uzmanlar, mevcut teknik altyapı çerçevesinde kısa vadeli çözümler sunabilmektedir. Ancak sistematik olarak ihtiyaç analizi yapılmadan yürütülen çalışmalarda, orta ve uzun vadede kritik altyapı eksiklikleri ortaya çıkmaktadır.

Arkeo-Enformatik Çalışmaların Doğası ve İhtiyaç Analizi

İhtiyaç analizi, projelerin planlama ve uygulama süreçlerinde ortaya çıkabilecek gereksinimlere yönelik sorulara cevap arama sürecidir. Elbette tüm arkeolojik süreçler “proje” olarak değerlendirilemez; ancak makalede bu yöntemi daha anlaşılır kılmak amacıyla proje ifadesi sıkça kullanılacaktır. Söz konusu ihtiyaçlar, projenin iş paketleri, amaçları, hedefleri, kapsamı ve yöntemleri doğrultusunda şekillenmektedir. İlk akla gelebilecek ihtiyaç başlıkları arasında teknik altyapı araçları, planlanan ekip üyelerinin nitelikleri, mali giderler, gereken çalışma süresi ve dışarıdan hizmet alımı veya uzman iş birliği sayılabilir. Ödev çalışmaları, akademik tezler, kültürel miras koruma ve envanter yönetim çalışmaları gibi işlerin projelendirilerek ihtiyaç analizinin yapılması faydalı olacaktır. Her işin ihtiyaç analizi, kendi doğasına göre farklılık göstermektedir.

¹⁵ Özbilen 2023.

¹⁶ Jeffrey 2012, 555; Atalan-Çayırezmez *et al.* 2024.

Arkeo-enformatik çalışmalar, tıpkı farklı disiplinlerde yapılan enformatik çalışmalarda olduğu gibi, çevik (agile) proje yönetim yaklaşımıyla daha verimli bir şekilde işletilebilmektedir. Çevik yöntem, Yazılım Mühendisliği projeleri gibi gereksinimlerin değişkenlik gösterdiği, esnek iş akışına sahip olması gereken işlerde tercih edilmektedir. Bu yöntemde, proje süreci iş paketlerine ve iş paketlerinin belli başlı alt iş paketleri olan “koşu”lara (sprint) ayrılmaktadır¹⁷. Koşular, sorumlu ekibin öngörülen en kısa sürede tamamlaması gereken çalışmalardır. Bu çalışmaların sonucunda, projenin iş paketleri için önemli olan ara çıktılar elde edilmektedir. İş paketlerinin çıktıları, projenin genel başarısı açısından önem taşır. Bu açıdan, iş paketlerinde projelerin temel amaçlarına yönelik, koşullarda ise proje hedeflerine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

Arkeolojik araştırmaların kazı, yüzey araştırması ve yayın gibi süreçlerinin ilerleyişi, çevik iş akışı düzeniyle benzerlikler göstermektedir. Her iş paketinin art arda tamamlanması gereken klasik “waterfall”¹⁸ iş akışından farklı olarak, çevik projelerde koşular esnek bir şekilde yeniden sıralanabilmektedir. Ayrıca arkeoloji araştırmaları, yazılım projelerine benzer şekilde kesin sınırlarla bir başlangıç ve bitiş noktasına sahip olmayan, yeni amaçlara yönelik farklı ölçeklerde çalışmalarla sürekli evrilebilen bir yaşam döngüsüne¹⁹ sahiptir. Örneğin, ağırlıklı olarak MÖ 2. - MS 2. yüzyıllar arasına tarihlenen buluntular veren bir yüzey araştırmasında, keşfedilen bir mağara sebebiyle çalışmanın kapsamı ve dolayısıyla ölçeği, Epipaleolitik Dönem’e kadar genişletilebilir²⁰. Bu durumda, kullanılacak arkeo-enformatik araçların belgenecek yeni verilere göre uyarlanabilir olması gerekmektedir.

Her proje başlangıcında olduğu gibi, çalışmaya başlamadan önce kapsamlı bir ihtiyaç analizi yapılmış olmalıdır. Buna ek olarak, çevik yönteminde belirli koşulların veya iş paketlerinin sonunda ek ihtiyaç analizleri yapılarak proje akışı güncellenmelidir. Çünkü ayrıntılı ihtiyaçlar çoğu zaman ancak belirli çıktılar elde edildikten sonra anlaşılabilir. Bu durumda ekip, hızlı geri bildirimler yapabilmeli ve değişen gereksinimlere uyum sağlayabilmelidir.

Arkeolojik çalışmalarda, yukarıdaki örnekte olduğu gibi, proje kapsamının genişlemesi veya mevcut araştırma çerçevesi içinde ortaya çıkan paradigmalarda değişmesi gibi durumlarda, öne çıkan dijital belgeleme kriterleri de değişime uğrayacaktır. M. Shanks’ın verdiği örnekler üzerinden²¹, geleneksel yaklaşımlarla bir şablona oturtulmaya çalışılan kentleşme, ekonomi, egemenlik alanları, lojistik ağlar ve etnik yayılımlar gibi konular, yeni buluntular ışığında tekrar tekrar yapılandırılmalıdır. Bu durum, bestesi önceden belirlenmiş bir orkestra konserinden ziyade, birbiriyle uyumlu doğaçlama performanslar sergileyen bir müzik grubuna benzetilebilir. Çevik yaklaşım ise tüm bu dinamik gelişmelere, yukarıdan aşağıya bir yönetim anlayışı yerine, yinelenen süreçlerle aşağıdan yukarıya doğru işleyen hızlı bir iş akışı modelleme sistematigi önermektedir²².

¹⁷ Leffingwell 2008, 6.

¹⁸ Leffingwell 2008, 18.

¹⁹ ADS 2025.

²⁰ Aksan *et al.* 2022.

²¹ 2004 yılında Glasgow’da düzenlenen TAG (Theoretical Archaeology Group) toplantısında yapılan konuşmadan derlenen bu yayında, Shanks’ın Korinth seramikleri ile Antik Çağ Tiyatrosu üzerine yaptığı çalışmalarda gözlemlediği teori, yaklaşım ve yöntem arasındaki uyumsuzlukları vurgulanmıştır. Arkeologların etkili veri toplama ve yönetimi için tepeden inme (top-down) yöntemler yerine, esnek, yazılım dünyasının benimsediği çevik iş akışına sahip ve sahadan/aşağıdan yukarıya (from bottom up) yöntemler geliştirmesi gerektiği önerilmiştir.

²² Shanks 2007.

Polonya Jagiellonian Üniversitesi yönetiminde, Kıbrıs'ta dijital teknik yöntemlerle yürütülen uluslararası bir araştırma serisi olan Paphos Agora Projesi örneğinde gereksinimler; hedef ve kapsam belirleme, kaynak ve ekip yönetimi, yasal izinler ve protokoller ile veri yönetim planı süreçlerinin zeminini oluşturmaktadır. Finansal kaynaklar ve teknik araçlar, projenin veri toplama ve analiz aşamalarında merkezi bir rol oynamaktadır. Uygun donanım ve yazılım olmadan, verilerin yalnızca yorum yoluyla kaydedilmesi ve ardından bu verilerin bilimsel raporlara dönüştürülmesi imkânsız hale gelmektedir. Ayrıca, bu kaynakların temini, projenin organizasyonel yapısı içinde (üniversite veya kurum desteğiyle ya da arazi koşullarına göre alınan kararlarla) yönetilmesi gereken bir süreçtir²³. Arkeolojik araştırmalara finansman sağlayan kurumlar, yılın her döneminde hızlı ödenek desteği sağlayamamaktadır. Buna ek olarak, küresel enflasyon ve donanım üretim krizleri gibi bilişim maliyetlerini artıran ve temin sürecini uzatan gelişmeler yaşanmaktadır. Kısıtlı imkânlarla elde edilen ve işler halde tutulmaya çalışılan bu araçların, proje ekibi için yeterli olması beklenmektedir.

Her projenin, araştırma kapsamına ve fiziksel kaynaklarına bağlı olarak kendine özgü bir ölçeği vardır. Projenin ölçeğine göre fazla ya da yetersiz teknik harcamalar, âtil hale gelen ekipmanlara veya iş aksaklıklarına yol açabilir. Bu dengeyi sağlamak, fiziksel ve yapısal engeller nedeniyle her zaman kolay değildir. 2010'lu yılların başında, Birleşik Krallık'ta Virtual Research Environment for Archaeology (VERA) projesi gibi çalışmalarda kaydedilen teknik zorluklar (internet altyapısı, arazi formlarının veri tabanlarına aktarılması ve tablet/bilgisayar gibi uç birimlerin kullanımı)²⁴, günümüzde de devam etmektedir. Dayanıklı tabletler gibi pahalı cihazlar, tek başına veri toplama sürecini çözmek için yeterli değildir.

Bir sonraki bölümde değinilecek Nif (Olympos) Dağı ve çevresindeki tümölüslerin belgelenmesine yönelik teknik fizibilite çalışmalarında; güneş ışığı nedeniyle tablet ekranının görülememesi, ağaçlık alanlarda yaşanan mobil ağ/uydu bağlantı kopuklukları ve kazı evi yerel ağ yapısının aynı anda 60 ve üzeri cihaz erişimini destekleyememesi gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bunlara ek olarak, tabletlerin daha hassas konum verisi toplayabilmesi için gereken GNSS veya GPS antenleri ile daha yüksek çözünürlüklü ve fotogrametriye uygun belgeleme için DSLR özelliğinde fotoğraf makinelerine duyulan ihtiyaç, arazi çalışmalarını daha zahmetli ve karmaşık hale getirebilmektedir. Arazi çalışmalarında; daha fazla araştırmacı görevlendirme, çevrimdışı çalışabilen veri tabanları kullanma, güneş siperliği takılan tabletlerden yararlanma, kazı evine ek yerel ağ bileşenleri ile Network Attached Storage (NAS) cihazı temin etme gibi çözümler uygulanabilir. Öte yandan, gerçekçi bir yaklaşımla, tüm bu çözümler ve altyapı araçları her ölçekteki projenin bütçesi tarafından karşılanamayabilir. Ölçeklenebilir bir ihtiyaç analizi için, tecrübe sahibi uzmanlarla bir planlama ekosistemi oluşturulmalıdır.

İhtiyaç analizi belgelerine en çok benzerlik gösteren ve bu analizi destekleyen belge tipi, Veri Yönetim Planı (Data Management Plan) formlarıdır. Veri Yönetim Planı, bir projenin veri yaşam döngüsünü yapılandıran temel belgelerdendir. Bu planlar; verilerin toplanmasından analizine, saklanmasına ve uzun vadeli korunmasına kadar olan süreci yönetmek için bir yol haritası sunmaktadır. Uluslararası literatürde öne çıkan örneklerle göre bu planlama sürecinin kurumlarca ortak kullanılan temel ilkeleri ve birbirlerinden ayrılan yaklaşım detayları bulunmaktadır. Ortak noktalar arasında, MAEASaM (Mapping Africa's Endangered Archaeological Sites and Monuments)²⁵ ve ARIADNE(-plus)²⁶ kaynaklarına göre

²³ Błaszczyk ve Kania 2019.

²⁴ Dunn 2011, 100.

²⁵ MAEASaM 2021.

²⁶ ARIADNE 2022.

verinin sürdürülebilirliği temalı prensipler öne çıkmaktadır. DAI (Alman Arkeoloji Enstitüsü)²⁷, Leiden Üniversitesi²⁸ ve CİFA (Chartered Institute for Archaeologists)²⁹ gibi kurumlar, yaşayan veri ifadesini vurgulamaktadır. Bir veri yönetim planı tek seferlik kullanım için yapılamaz. Araştırma süreci boyunca -başlangıç, ara değerlendirmeler ve nihai rapor aşamalarında- sürekli güncellenen ve esnek kalan bir belge olmalıdır. Yukarıda bahsedilen kaynaklarda ve tDAR (the Digital Archaeological Record)³⁰ belgelerinde, kişisel verilerin korunması, telif hakları, veri sahipliği ve arkeolojik mirasın korunmasına yönelik yasal çerçevelere tam uyum sağlanması gerektiği özellikle vurgulanmaktadır.

Köln Üniversitesi³¹ kayıtlarında, hangi tür verilerin (fotoğraflar, veri setleri, saha kayıtları vb.) hangi dosya biçiminde (açık veya yaygın biçimler) ve hangi hacimde toplanacağını belirtmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Verinin izlenebilirliğini sağlamak için, disipline özgü standartların (örneğin Dublin Core³²) önceden kararlaştırılması esastır. Plan belgesinde, verilerin proje boyunca ve sonrasında nerede saklanacağı, nasıl yedekleneceği ve yetkisiz erişime karşı nasıl korunacağı (şifreleme, erişim kontrolü vb.) detaylı olarak yer almaktadır. Bu bağlamda, veri yönetimi, kalite kontrolü ve uzun vadeli arşivlemeden sorumlu olacak kişilerin (veri koordinatörü, yönetici vb.) bilgileri de kaydedilmektedir. Proje sonunda hangi verilerin kalıcı olarak saklanacağı, hangi depolama stratejileriyle aktarılacağı ve varsa ambargo süreleri belirlenmektedir. İhtiyaç analizi formlarının, kurumsal mahrem bilgileri ihlal etmemek koşuluyla, yalnızca proje ekibi tarafından değil, aynı zamanda yazılımlar tarafından da bulunabilmesi için "machine-readable"³³ olacak şekilde arşivlenmesi gerekmektedir.

Bu kurumların uygulamaları, ilişkili kurum ve bölge gerekliliklerine göre farklılık göstermektedir. Le Studium Institute for Advanced Studies³⁴ kaynaklarında yayınlanan sunumda (MASA), kazı operasyon numaralandırması veya spesifik koordinat sistemleri (örneğin Fransa için Lambert93) gibi doğrudan arkeolojik operasyon bilgilerine odaklanan bölümler yer almaktadır. Kurumlar, veri planlarını oluşturmak için farklı yazılım araçları kullanmaktadır. Örneğin, DAI RDMO yazılımını kullanırken, UCLA³⁵ DMPTool'u, Le Studium ise DMP OPIDoR platformunu tercih etmiştir. ABD'deki planlar, federal kurumların yasal sorumluluklarına ve tDAR gibi yerel yönergelere odaklanırken, Avrupa'daki planlar "Horizon Europe" standartları ve "Science Europe" esas gereksinimleri doğrultusunda şekillenmektedir.

İhtiyaç analizi, veri yönetim planı gibi teknik sorular içeren formlardan doğmakta ve ayrıca bütçe plan tabloları, zaman çizelgeleri ve risk analizi gibi ek belgelerle desteklenebilmektedir. Arkeo-enformatik planlamanın dinamik doğası gereği, ihtiyaç analizi esasen bilgi tekrarlarından kaçınarak yalnızca bilişim gereksinimlerine yönelik değerlendirmeler için yapılmaktadır. Planlanan çalışmanın yapısına göre arkeo-enformatik odaklı gereksinimlerin listesi hazırlanabilir. Bir sonraki bölümde, örnek bir ihtiyaç analizi tablosu sunulacaktır. Okuyucunun örnek çalışmayı daha iyi anlayabilmesi için, tablo amaç, kapsam ve temel veri yönetim planı sorularını içerecek şekilde düzenlenmiştir.

²⁷ DAI 2025.

²⁸ Leiden University 2025.

²⁹ CİFA 2025.

³⁰ iDAR 2017.

³¹ Universität zu Köln 2024.

³² Dublin Core 2016.

³³ Riedel et al. 2025, 2.

³⁴ Le Studium 2020.

³⁵ UCLA DAL 2025.

Tümülüs Araştırmalarında CBS Kullanımı İçin İhtiyaç Analizi

Nif (Olympos) Dağı ve çevresindeki tümülüslerin CBS teknikleriyle belgelenmesi; tez çalışması, makaleler ve bilimsel araştırma projesi gibi çok yönlü çıktılara sahip bir araştırmadır. Proje yaklaşımıyla yürütülen bu çalışmada, orta ve uzun vadede veri kullanım senaryoları öngörülmekte ve ek ihtiyaç analizleri yapılmaktadır. Analize başlarken, hangi alanlarda gereksinimlerin ortaya çıkabileceği, kullanılacak yöntemler ile kısa, orta ve uzun vadede gerçekleştirilecek çalışmalar planlanmıştır.

Kısa vadede, çalışmada üretilen veri setleri, araştırma soruları ve hipotezlere yönelik üretilmektedir. Bu kapsamda, konum analizleri, fotogrametrik çalışmalar, tarihi haritaların ve uydu görüntülerinin sayısallaştırılması ile kültür mirası koruma belgeleri ve kazı günlükleri gibi raporların arşivlenmesi gerçekleştirilmektedir.

Orta vadede, çalışılan materyallerin toplandığı arkeolojik projeler göz önünde bulundurularak genel bir yol haritası oluşturulmuştur. Bu yol haritasına göre, ileride Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi kapsamında yapılacak araştırmalara yönelik veri arşivleme çalışmaları yürütülmüştür³⁶. Bu aşamada, veri yönetim planında belirtildiği gibi veri sahipliği, verilerden faydalanacak paydaşlar ve diğer etik konular devreye girmektedir.

Uzun vadede yalnızca veri setleri değil, ilgili projelerde ortaya koyulan yöntemlere ilişkin dokümanlar da öne çıkmaktadır. Özünde, CBS araçlarının veya fotogrametri yöntemlerinin kullanıldığı projeler, birbirleriyle benzerlik göstermelerine karşın; odaklandıkları araştırma soruları ve teknik öncelikleri nedeniyle birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu nedenle veri tabanı modellerinin, yazılım kullanım yöntemlerinin, veri depolama tercihlerinin ve tüm bunların birleştiği arkeolojik bağlamın açık bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir. İlgili çekici bir örnek olması açısından, Eylül 2025 itibarıyla Scopus veri tabanında, "GIS" ve "archaeology" anahtar kelimelerinin birlikte kullanıldığı yaklaşık 5.475 uluslararası yayın bulunmaktadır. Tüm bu yayınlar; yöntem, bağlam, iş akışı diyagramları, ek dokümanlar ve açıklamalar bakımından birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu nedenle söz konusu çalışmada uygulanabilir bir yöntemin ortaya konulmasına önem verilmektedir.

İhtiyaç analizi sürecinin diğer bir adımı, standartların belirlenmesidir. Gereksinimler, yöntem ve standartlar; proje akışına bağlı olarak birbirlerini güncelleyebilen unsurlardır. Nitekim standartların önceden belirlenmesi, gereksinimler ve yönetime ilişkin konuların netlik kazanmasını sağlamaktadır. Avrupa Birliği ve yakın çevresindeki ülkelerin arkeolojik veri yönetim planlarını kapsaması nedeniyle ARIADNE³⁷ veri yönetim planı standartları takip edilmeye çalışılmaktadır. Tümülüs araştırmalarının uzun vadede ulusal ölçekte bir projeye dönüşebilme potansiyeline sahip olması nedeniyle, Almanya'da ulusal ölçekli veri altyapısı standardı girişimi örneği olan NFDI³⁸ standartları da incelenmiştir. Nif (Olympos) Dağı ve çevresindeki tümülüslerin CBS teknikleriyle belgelenmesine yönelik çalışmayla paralel olarak yürütülen projeler, bu kurumun açık veri³⁹ ve veri yönetim planı yönergelerinde⁴⁰ belirtilen ulusal standartlar konusunda yol gösterici olmaktadır. Benzer şekilde, CBS çalışmalarında kullanılan uygulamaların ve veri standartlarının yapısı gereği, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi standart belirleyici kurumların yaptığı çalışmalar⁴¹ ve benzer araştırmalar örnek alınmıştır⁴².

³⁶ Tümülüslerin belgelenmesi çalışmasının kapsamı gereği, ortaya çıkan veri setleri Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı arşivinin bir parçasıdır.

³⁷ Geser *et al.* 2022.

³⁸ Diederichs *et al.* 2024.

³⁹ TÜBİTAK 2019.

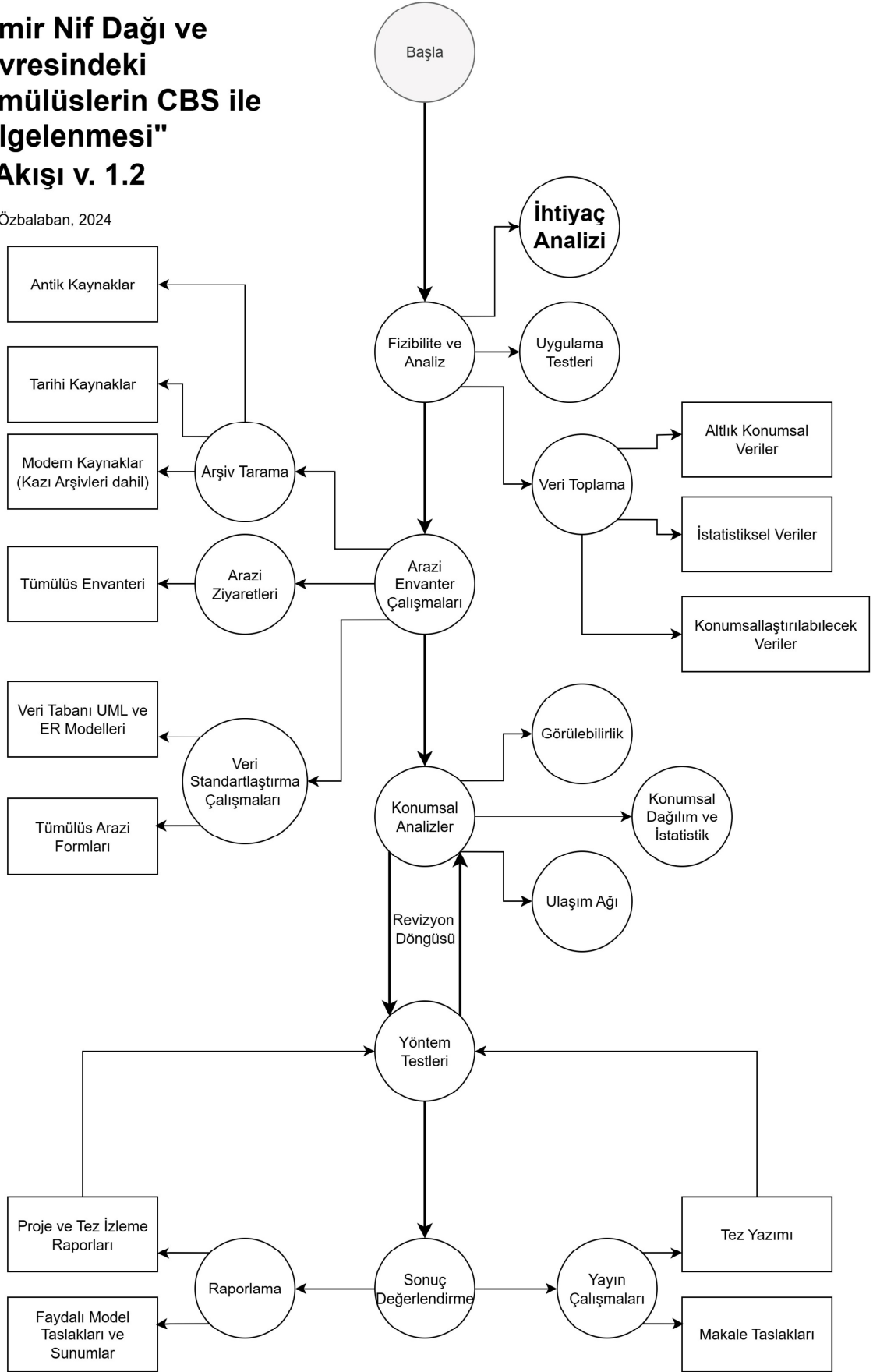
⁴⁰ TÜBİTAK 2024.

⁴¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2012.

⁴² Alkan ve Filiz 2019; Artz 2006.

"İzmir Nif Dağı ve Çevresindeki Tümülüslerin CBS ile Belgelenmesi" İş Akışı v. 1.2

Onur Özbalaban, 2024



Figür 2: Araştırmanın iş akış diyagramı

Bu çalışmanın temel amaçlarından biri, tümülüs belgelemesine yönelik yeniden kullanılabilir veri tabanı modelleri üretmektir. Bu bağlamda, Milletlerarası Müzeler Konseyi'nin (ICOM) geliştirdiği CIDOC CRM (Uluslararası Belgeleme Komitesi Kavramsal Referans Modeli)⁴³ ile EU INSPIRE (Avrupa Birliği Konumsal Bilgi Altyapısı)⁴⁴ olmak üzere iki önemli kaynak bulunmaktadır. Bu standart belirleyici kaynaklar, arkeolojik verinin diğer arkeolojik verilerle ve farklı kurumların altyapı veri tabanlarıyla birlikte çalışabileceğini gösteren değerli çerçeveler sunmaktadır. EU INSPIRE direktiflerinin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından uygulanmaya çalışılması nedeniyle, çalışmada bu standartlara uygun veri üretimi büyük önem taşımaktadır. Benzer şekilde, CIDOC CRM daha geniş kapsamlı arkeolojik veri altyapısı çalışmalarında tercih edilen standartları sağlamaktadır.

Standartlar ve yöntemle ilişkin yapılan araştırmalar sonucunda, çalışmada gerçekleştirilecek işlemler belirlenmiştir. Bu işlemler, araştırma süresince güncellenebilecek şekilde bir iş akış diyagramı halinde belgelenmiştir (fig. 2). Söz konusu diyagram, belli bir araştırmaya odaklanılarak hazırlandığı için, orta ve uzun vadeli çalışmaların tamamını kapsamamaktadır. Diyagramda özellikle hangi çalışmaların gerçekleştirileceğinin ortaya konulması, hangi bilişim araçlarının kullanılacağına dair fikir vermektedir. Bu akış diyagramında ihtiyaç analizi çalışması, araştırmanın başında tamamlanmış gibi görünse de çalışma ilerledikçe güncellenmektedir.

Tüm bu standartlar ve hazırlık çalışmalarının ardından, çalışma için örnek bir ihtiyaç analiz formu (tab. 1) oluşturulmuştur. Bu form, çalışmada hangi unsurlara ihtiyaç duyulacağına ilişkin bilgiler içermektedir. Aşağıdaki örnek formda, daha anlaşılır olması için genel hatlarıyla, Nif (Olympos) Dağı ve çevresindeki tümülüslerin CBS teknikleriyle belgelenmesine yönelik çalışmanın amaçları, hedefleri ve kapsamı belirtilmektedir. Ayrıca, veri yönetim formuna benzer şekilde, ne tür verilerin kullanılacağı da listelenmiştir.

	İhtiyaçlar	İhtiyaç Önceliği (Yüksek, Orta, Düşük)
Çalışmanın Amaçları*:	<ul style="list-style-type: none"> - Modern arkeolojik yöntemlerle Nif (Olympos) Dağı ve çevresini kapsayan araştırma alanındaki tümülüslerin belirlenmesi ve belgelenmesi - Tümülüslerin; birbirleriyle, antik yerleşimler ve yol ağlarıyla ilişkilerinin incelenmesi - Karar verici kurumların planlama süreçlerine destek olabilecek örnek bir veri tabanı modeli sunulması 	(*) Bilgilendirme amaçlı eklenmiştir.
Çalışmanın Hedefleri*:	<ul style="list-style-type: none"> - Tümülüs konumlarının toplanması - Arkeolojik sit tescilli tümülüslerin listelenmesi/belirlenmesi - Araştırma alanındaki antik yol izlerinin tespit edilmesi 	(*) Bilgilendirme amaçlı eklenmiştir.

⁴³ Katsianis et al. 2023.

⁴⁴ Aydınoglu et al. 2006.

	<ul style="list-style-type: none"> - Antik yol izleri ve tümülüsler arasındaki ulaşım ağının detaylı olarak restitüsyonu - Analizlerde üretilen hipotetik yol ağlarının tutarlılığının, tümülüslerin ve tahkimatların görüş alanı ile test edilmesi - Bütüncül bir tümülüs veri tabanında, tümülüs mimari çizimlerinin konumsal doğrulukla saklanması - Tümülüslere özel, örnek bilgi kayıt formlarının geliştirilmesi - Tümülüslerin tespit edilen özelliklerine göre konumsal-istatistik dağılımlarının görselleştirilmesi 	
Çalışmanın kapsamı nedir?*	<ul style="list-style-type: none"> - Coğrafi Kapsam: Nif (Olympos) Dağı'nın doğusu ve güney doğusunda kalan ve İzmir ili Kemalpaşa ile Torbalı ilçelerinin idari sınırlarına dahil yaklaşık 60 hektar (600 kilometre kare) alanda kalan tümülüs ve ilişkili Antik Çağ yol kalıntısının araştırılması. - Tarihi Kapsam: Yaklaşık olarak MÖ. 4. yüzyıl - MS. 3. yüzyıl - Kontekst Kapsamı: Gömüt Tipolojisi, mezar mimarisi, nekropoller, Antik Çağ ulaşım ağları - Disiplinler arası çalışma alanları: Geomatik, Fiziki (ve Paleo-) Coğrafya, Şehir Planlama, Jeoloji, Enformatik 	(*) Bilgilendirme amaçlı eklenmiştir.
Ne Tür Veriler Kullanılacak?	Nif Dağı Kazısı Arşiv Verileri (Fotoğraflar, Rölöveler, GPS Konumları, Arazi Ziyaret ve Kazı Günlükleri)	Yüksek
	Harita Genel Müdürlüğü (HGM Küre) Verileri	Düşük
	İzmir 1. ve 2. Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Raporları	Yüksek
	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Kadastral Verileri	Yüksek

	Müze Kurtarma Kazıları raporları	Yüksek
	Yerel yönetimler ve Kent Arşivleri gibi resmî kurumlardan veri setleri	Orta
	MTA Jeomorfoloji Paftaları	Orta
	NASA, ESA, USGS, OpenStreetMap, Mapbox ve Google gibi uluslararası kaynaklardan açık erişim altlık verileri	Yüksek
Proje kapsamında elde edilecek veya üretilecek veri, paylaşım ve tekrar kullanım için uygun olacak mıdır?	Veriler, Nif Dağı Kazısı Başkanlığı erişimindeki İstanbul Üniversitesi Veri Merkezinde yedeklenecektir.	
Hangi koordinat referans sistemleri kullanılacak?	Arşivleme amaçlı ve 3 derecelik koordinat standardı olarak EPSG:5253 (TUREF / TM27)	Yüksek
	6 derecelik koordinat standardı olarak EPSG:32635 (WGS 84 / UTM zone 35N)	Orta
Kullanılacak donanım araçları	Windows Server (İstanbul Üniversitesi Veri Merkezi)	Yüksek
	NAS (Network Attached Storage) Cihazları	Yüksek
	Harici Taşınabilir Bellekler	Orta
	Konum Ölçüm Cihazları (GPS veya GNSS)	Yüksek
	Fotoğraf Makinesi	Yüksek
	Bilgisayarlar/İş İstasyonları	Yüksek
Kullanılacak yazılım araçları	VPN (Virtual Private Network, Sanal Özel Ağ)	Orta
	Veri Tabanı Yönetim Sistemi (PostgreSQL/PostGIS)	Yüksek
	Ofis Uygulamaları (Microsoft Office ve LibreOffice)	Yüksek
	Konumsal Veri Sunucusu (GeoServer)	Orta
	CBS Yazılımları (SNAP, GRASS, SAGA GIS, QGIS ve QField)	Yüksek
	Fotogrametri (Agisoft Metashape)	Orta
İhtiyaç duyulabilecek dış kaynak hizmet alımları	Veri Analizleri (MATLAB, OpenCV, MS VisualStudio 2015, mexopencv, Heximap)	Yüksek
	Topografik ölçümler (hassas konum alımı)	Yüksek
Diğer finansal ihtiyaçlar	Arşiv ve kütüphane materyal satın alım ücretleri	Düşük
	Veri servisi satın alımı (örneğin uydu görüntüleri) veya kiralama (örneğin nadir eser kitaplar) giderleri	Orta

	Bulut depolama (Microsoft OneDrive, QGIS Cloud)	Düşük
	Araç Kiralama	Yüksek
	Seyahat Masrafları	Yüksek
	Kongre katılım giderleri	Yüksek
	Yayımlar için (üyelik ve basım) masrafları	Orta

Tablo 1: Tümülüslerin belgelenmesine yönelik hazırlanan örnek ihtiyaç analizi formu

Tümülüsleri CBS ile belgelenmesine yönelik çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için teknik altyapı unsurlarının belirlenmesi ve veri yönetimi süreçlerinin açıkça ortaya konulması gerekmektedir. Bu nedenle, yazılım mühendisliğinde tercih edilen kullanım (use-case) senaryoları göz önünde bulundurulmuştur. Yazılım geliştirme projelerinde ihtiyaç analizinin daha verimli ve gerçekçi bir biçimde yapılabilmesi için kullanılacak kaynakların, paydaşların beklentilerinin ve elde edilecek çıktılarının önceden öngörülmesi amaçlanmaktadır⁴⁵. Arkeo-enformatik çalışmalarda “paydaş” ifadesi; araştırmacılar, ilgili proje ekipleri, bağlı oldukları kurumlar ile Kültür ve Turizm Bakanlığı gibi çeşitli kamu ve özel tüzel kişilikleri kapsamaktadır.

Bu çalışmada yürütülen veri yönetimi ve analiz süreçleri, çevik yaklaşım sayesinde daha verimli bir şekilde sürdürülebilmektedir. Araştırma boyunca ortaya çıkan yeni bilimsel sorular ve yöntemler doğrultusunda, özellikle kullanılan yazılım araçları alanında önemli güncellemeler yapılmıştır. Bu konuda en belirgin örnek, OpenCV yapay zekâ tabanlı görüntü işleme kütüphanesi ile MATLAB ortamında çalışan ve 1970’li yıllara ait uydu görüntülerini işleyebilen Heximap⁴⁶ programıdır. Heximap, tümülüs mezar tepeliklerinin sayısal yükseklik modeli gibi veriler kullanılarak tespit edilmesine yönelik araştırma ve yöntem geliştirme (Ar-Ge) sürecinde, coğrafyacılar tarafından kullanılan bir uygulama olarak keşfedilmiş ve bu çalışmaya uyarlanmıştır. Bu sayede, araştırma bölgesinin 1973-1974 yıllarındaki durumu; uydu görüntüleri ve o yıllara ait sayısal yükseklik modeli verileri aracılığıyla gözlemlenebilmektedir⁴⁷.

Benzer şekilde, 1970’li yıllara ait veriler ile Osmanlı Dönemi haritalarında belirtilen tarihi yolların, Antik Çağ’a ait yol kalıntılarıyla karşılaştırılması sonucunda; bu ulaşım ağına etki edebilecek unsurların (akarsular ve yağış rejimi gibi) ve ulaşım ağıyla ilişkili olarak konumlanan tahkimat gibi antik mimari kalıntıların dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır. Bu tür destekleyici veri setlerinin eklenmesiyle birlikte, GRASS ve SAGA GIS gibi daha kapsamlı yazılım araçları da kullanılmaya başlanmıştır. Tümülüsler arası ulaşım ağlarının hesaplanması ve yollar ile tahkimatlardan araştırma bölgesinin ne ölçüde görülebildiğinin belirlenmesi amacıyla bu araçlardan yararlanılmıştır (fig. 3).

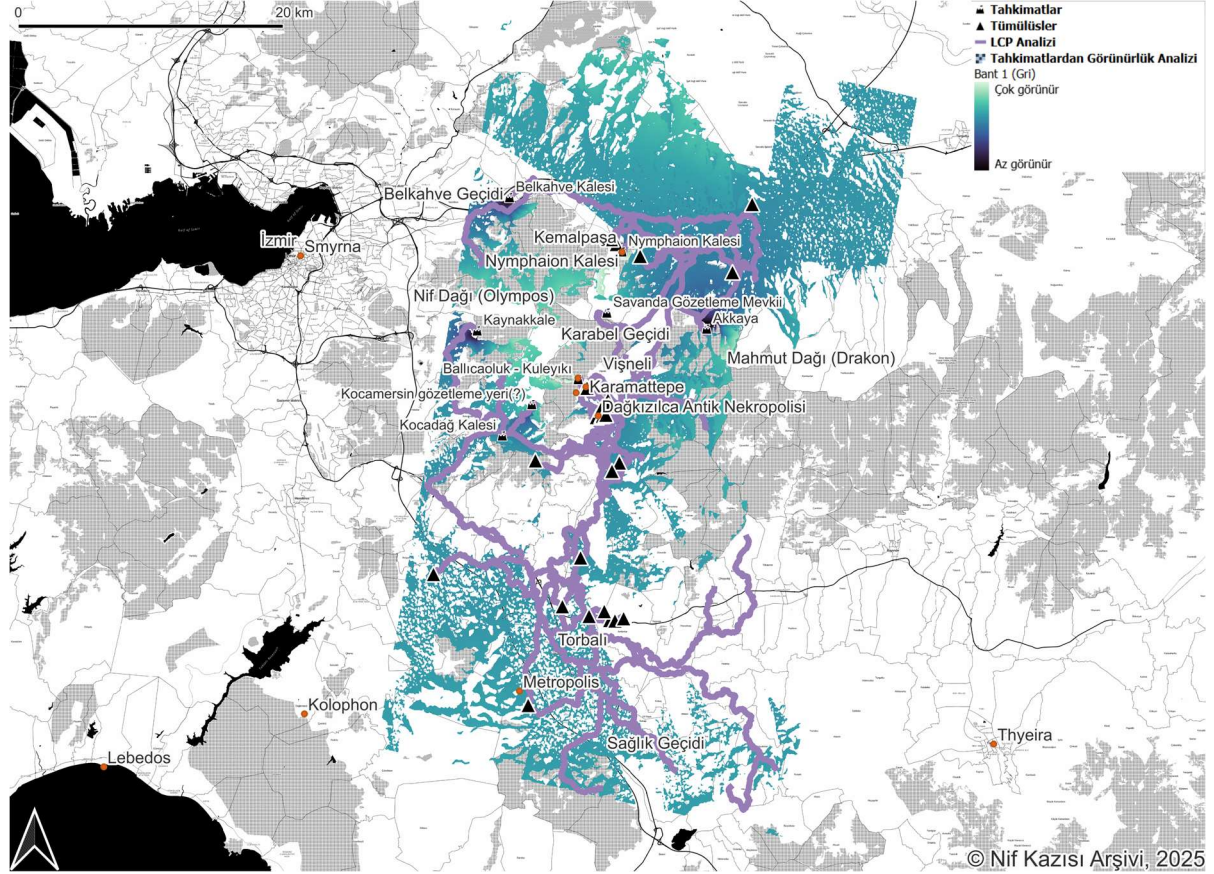
İhtiyaç analizi formu, her bölümün veya analiz başlığının tamamlanmasının ardından, her bir iş paketi özelinde yeniden gözden geçirilmelidir. Bu revizyon aşamasının en kritik adımlarından biri, düzenli geri bildirimler toplamak ve gereksinimleri yeniden değerlendirebilmektir. Tez çalışmaları gibi az sayıda kişinin görev aldığı küçük ölçekli projeler ile kültür mirası koruma çalışmaları gibi ulusal ölçekte ekiplerle yürütülebilen projelere uygun bir ihtiyaç analizi planı geliştirilmelidir. Proje ekibi, planlandığı gibi çalışmayan bilişim

⁴⁵ Leffingwell ve Widrig 2003, 93-113.

⁴⁶ Maurer ve Rupper 2015.

⁴⁷ Özbalaban ve Peker 2025, 27.

araçları ile araştırma adımlarını yavaşlatan teknik veya yapısal sorunlar nedeniyle çeşitli özgün geri bildirimler sağlayacaktır. Proje yürütücüsü, akademik danışman veya takım liderlerinin; proje ekibinin üretkenliğine müdahale etmeden, yalnızca proje amaç ve kapsamına hizmet eden ihtiyaçları göz önünde bulundurması esastır. Çalışmada ortaya çıkabilecek riskler öngörülebildiği sürece, ihtiyaç analizi ve iş akışı daha kararlı bir şekilde ilerleyebilmektedir.



Figür 3: Çalışma kapsamında belgelenen tümülüsler, antik yol kalıntıları ve tahkimatlar üzerinden gerçekleştirilen görünürlük ile ulaşım ağı analizleri

Risk Yönetimi

Proje planlamasında risk yönetimi, projenin ilerleyişini olumsuz yönde etkileyebilecek unsurların tespit edilmesi ve bunlara göre önlemlerin alınması sürecini ifade etmektedir⁴⁸. Ayrıca risk yönetimi, ihtiyaç analizinin daha tutarlı bir şekilde yürütülmesini destekleyen gerekli bir süreçtir. Projenin başından itibaren karşılaşılabilecek sorunlara yönelik ek ihtiyaçlar göz önünde bulundurulduğunda, proje akışı daha kontrollü bir şekilde ilerleyebilmektedir⁴⁹. Tıpkı ihtiyaç analizinde olduğu gibi, projenin amaçları, hedefleri ve kapsamı doğrultusunda ortaya çıkabilecek sorunlara ilişkin sorular oluşturulur. Bu aşama, bir işyerinde deprem veya yangın gibi senaryolara göre tehlike potansiyeli olan yerlerin tespitine benzetilebilir.

Bu analiz için arkeo-enformatik çalışmanın hassas aşamaları göz önünde bulundurularak öncelikle bilişim teknolojilerine yönelik genel tehditler (çevresel sorunlar,

⁴⁸ Bağcı 2013, 3.

⁴⁹ Ene 2013.

organizasyonel eksiklikler, insan hataları vb.) değerlendirilir. Ardından, projede yapılan çalışmalar sırasında ortaya çıkabilecek riskler göz önünde bulundurulur. Risk senaryolarına karşı önlem almak veya risk gerçekleştiğinde alternatif çözümler geliştirmek için yeni ihtiyaçlar ortaya çıkacaktır. Sistematik bir ihtiyaç analizi, bu tür durumlara daha düşük maliyetle hazırlıklı olunmasını sağlayan bir yöntem olarak kullanılabilir.

Veri işleme çalışmalarıyla ilgili olarak akla gelen ilk risklerden biri, çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilecek veri kaybıdır. Bu riske karşı P. Krogh'un "3-2-1 Yedekleme Stratejisi"⁵⁰ olarak bilinen ve üç veri kopyasından ikisinin farklı depolama araçlarında, birinin ise çalışma ortamı dışında saklanması öngören yöntem uygulanabilir. Tümülüslerin araştırılmasında da benzer şekilde, depolanan veri setleri üç kopya halinde, biri NAS (Network Attached Storage, Ağa Bağlı Depolama) cihazı ve diğeri İstanbul Üniversitesi Veri Merkezi gibi iki farklı yerde depolanmaktadır. Böyle bir yedekleme stratejisi kapsamında NAS cihazı, harici bellekler ve üniversite veri merkezleri gibi bulut depolama alanları organize edilmiştir. İstanbul Üniversitesi gibi kurumların sunduğu veri merkezi hizmetleri, kurum içi akademisyenlere yönelik olup, büyük veri arşivleme yerine yaklaşık 350 GB depolama alanı sağlayan sanal sunucu ortamı sunmaktadır. Orta ve uzun vadede, NAS cihazındaki sürücülerin değiştirilmesi veya İstanbul Üniversitesi Veri Merkezi'nde yer alan sunucu yazılımının güncel tutulması gerekmektedir. Bu gereksinimlerin karşılanabilmesi için, sürdürülebilir belgelemeye ve yeni gereksinimlere uygun olarak bu depolama alanlarını yönetebilecek ekip üyelerine ihtiyaç duyulacaktır.

Bilişim teknolojisi araçlarının kurulumu ve düzenli bakımı yüksek maliyetlidir. Bu nedenle ortaya çıkan önemli risklerden biri, kısıtlı araştırma kaynaklarının ihtiyaç analizi yapılmadan, kısa sürede popülerlik kazanan araştırma yöntemlerine aktarılmasıdır. Son on yılda hızla öne çıkan popüler yöntemler arasında; interaktif CBS veri sunucuları, LiDAR, oyun motorlarıyla oluşturulan artırılmış gerçeklik (AR) modelleri, Agent Based Modeling, yapay zekâ destekli pişmiş toprak parçalarından kap tipi tanıma ve sayısal yükseklik modelleri aracılığıyla tümülüs tespiti gibi çalışmalar yer almaktadır. Bu yöntemler, yalnızca nitelikli mali kaynak ve uzman kadro sağlandığında belirli projelerde başarılı sonuçlar verebilmektedir. Bu gereksinimlerin titizlikle araştırılması, Ar-Ge yaklaşımıyla hangi yöntemlerin denendiğinin ve hangi konularda başarılı veya başarısız olduğunun belgelenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Tümülüslerin araştırılması sürecinde, yukarıda bahsedilen yöntemlerden; interaktif CBS veri sunucuları, LiDAR ölçümleri, fotogrametri modellerinin oyun motoruna aktarılarak sanal ortamda görüntülenmesi ve yapay zekâ araçlarıyla tümülüs tespitine yönelik fizibilite (uygulanabilirlik) testleri yapılmıştır. CBS veri sunucuları, İstanbul Üniversitesi sunucularında açık kaynaklı GeoServer aracıyla denenmiştir. Üniversite ağı, ağ güvenlik protokolleri ve VPN uygulamaları aracılığıyla yalnızca akademik kadroya mensup araştırmacıların veri erişimine izin vermektedir. Üstelik üniversitenin sunucu altyapısı, aynı anda çok sayıda kullanıcı eriştiğinde performans düşüklüğü göstermektedir. Agisoft Metashape uygulamasının alternatif olarak, Epic Games tarafından büyük ölçekli ticari olmayan kurumlara ücretsiz lisans sağlanan RealityCapture yazılımı test edilmiştir. Bu programda oluşturulan üç boyutlu modeller, yine Epic Games tarafından üretilen Unreal Engine ortamına aktarılmıştır. Üç boyutlu modellerin yayınlanabilmesi için gerekli izinlerin alınması ve yeterli çözünürlükte görüntü işleme performansı sağlayacak sunucu altyapısının temin edilmesi gerekmektedir.

⁵⁰ Krogh 2006, 106-113.

Yapay zekâ ile tümülüs tespiti için, QGIS uygulaması üzerinde çalışan Orfeo Toolbox aracındaki makine öğrenme yöntemleri, ağaçlık alan içinde kalan ve yasadışı kazılar nedeniyle mimari öğeleri dağılmış bir tümülüs alanı ile kapalı bir su kuyusunun yükselti profillerini birbirine karıştırabilmektedir. Daha detaylı analizler için, LiDAR gibi yüksek çözünürlüklü topografik modeller sağlayan tekniklerle başvurulabilir. Nitekim araştırma alanımız gibi yaklaşık 600 hektarlık bir bölgede havadan LiDAR ölçümleri yapılması, ortaya çıkan büyük verilerin depolaması ve gerekli izinlerin sağlanması, her arkeoloji projesinin kolaylıkla karşılayamayacağı yüksek maliyet gerektirmektedir. Benzer uluslararası örneklerde de detaylı LiDAR ölçümlerine rağmen yapay zekâ araçlarının doğal oluşumları arkeolojik yapı kalıntısı olarak sınıflandırma riski bulunmaktadır⁵¹.

Günlük hayatta kullanılan yapay zekâ ürünlerinin gelişmiş sürümlerinin arkeolojik araştırmalarda uygulanması, mutlaka yüksek kaliteli sonuçlar elde edileceği anlamına gelmemektedir. Arkeolojik çalışmaların ticarileşme potansiyeli, popüler arkeolojik alanlar dışında sınırlı olduğundan, bu alana özel geliştirilen yazılım ürünleri de oldukça kısıtlı topluluklar tarafından üretilmektedir. Üstelik arkeolojik fotoğraf arşivlerinin ve üst verilerinin iyi yönetilemediği çalışmalarda ileri teknoloji yazılım araçlarının etkin bir şekilde çalışması zorlaşmaktadır. Bu bağlamda, güncel teknolojik ürünleri arkeolojiye uyarlamaya çalışmaktan ziyade, arkeolojik veri setlerinin bulunabilir, erişilebilir, birlikte çalışılabilir ve yeniden kullanılabilir (FAIR prensipleri)⁵² hale getirilmesi daha uygun bir yaklaşım olacaktır.

Dijital arkeoloji temalı çalışmalarda, FAIR ve LO(U)D (bağlı, açık, kullanılabilir veri) prensipleri⁵³ gibi ilkelerin uygulanması giderek daha yaygın hale gelmektedir. Bu ilkelerin yaygınlaşmasıyla birlikte, veri kalitesi ve sürdürülebilirliği konuları da ön plana çıkmaktadır. Verilerin herhangi bir açık veri portalında yayınlanmasının ardından, bu verilerin zenginleştirilmesi, farklı araştırmacılar tarafından kullanılabilmesi, diğer veri kaynaklarıyla birlikte çalışabilmesi ve takip eden yıllarda erişilebilir kalmasının sağlanması için gerekli önlemler alınmalıdır. Arkeolojik veri, her yeni araştırmadan elde edilen bilgilerle sürekli güncellenen, değişebilen ve dinamik bir yapıya sahiptir.

Arkeolojik veri setlerini aktif halde tutarken, bu çalışmaların mevcut bütçe ve proje kapsamına göre ölçeklenmesi konusu büyük bir risk oluşturmaktadır. Yalnızca arkeolojik veri için değil, bütün veriler için geçerli olan Moore Yasası⁵⁴ olarak literatürde kabul gören kurala göre, kaydedilen veriler, yıllar içinde, bir önceki yıla kıyasla yaklaşık iki katına çıkacak şekilde büyümektedir. Moore, donanım üreten kurumlara bu olguya göre depolama ve işlemci kapasitelerinin artırılması gerektiğini önermiştir. Günümüzde kullanıcı ve makinelerin veri üretim performansına bağlı olarak, tüm dünyadaki veriler artık üstel bir artış göstermektedir⁵⁵.

Bu bağlamda, arkeolojik veriler daha büyük miktarlarda üretilmekte, ancak proje bütçeleri bu oranda artmamaktadır. Her yıl yeni bir cihazlar almak veya büyük bütçeleri popüler yazılım lisanslarına aktarmak, her proje için doğru bir strateji olmayacaktır. Alternatif olarak, bileşenleri uzun süre kullanılabilir ve yükseltilebilir iş istasyonları gibi donanımlara ödenek ayrılabilir ve açık kaynak kodlu ya da akademik kurumlara tanınan ücretsiz lisanslar tercih edilebilir. Ticari lisanslı yazılımlar, teknik destek ve kullanıcı dostu arayüzleri açısından akademisyenlerin bağımlılığını artırabilmektedir. Öte yandan, küçük projelere göre

⁵¹ Stott *et al.* 2019.

⁵² Wilkinson *et al.* 2016.

⁵³ Newbury 2018.

⁵⁴ Moore 1965.

⁵⁵ Denning ve Lewis 2016.

ölçeklenemeyen yüksek maliyetli lisanslar, analiz işlemlerinin şeffaf olmadığı programlar ve büyük güncellemelerle kullanıcılara mecburi ürünler satan firmalar, arkeolojik çalışmalar için sürdürülebilir değildir. Açık kaynak kodlu programlar ise daha fazla bakım gerektirse de arkeo-enformatik yayınlar için daha şeffaf analiz araçları sunan çözümler sağlamaktadır.

Tümülüslerin belgelenmesinde tercih edilen araçlardan Microsoft Windows, MATLAB ve Agisoft Metashape dışındaki tüm uygulamalar açık kaynaklıdır. Bu uygulamalar üzerinde yürütülen yöntemlerin, belgeleme işlemlerinin ilerleyen yıllarda sürdürülebilir ve yeniden kullanılabilir olmasını sağlaması amaçlanmaktadır. Güncel teknolojik gelişmeler doğrultusunda, yeni sürümlerini kullanmaya zorlayan ticari lisanslı popüler yazılımlara bir çözüm olarak, yazılım içindeki işlemlerin şeffaf biçimde görülebildiği “white-box” uygulamalar tercih edilebilir. Bu araçlarla üretilen yöntemler ve veriler, yeniden kullanılabilir, sürdürülebilir ve birlikte çalışılabilir nitelik taşıyacaktır.

Birbirinden farklı zaman çizelgelerine ve önceliklere sahip projelerde, ekipteki stajyerler ve öğrencilerin sık sık değişmesi olağan bir durumdur. Öte yandan, tekrar edilebilir yöntemlere ve belgelenmiş dokümanlara sahip projeler, daha sürdürülebilir iş akışları sağlamaktadır. Tümülüs araştırmalarında izlenen yöntem ve çalışmalar, takip eden yıllarda farklı bölgelerde veya farklı araçlarla uygulanabilir nitelikte olmalıdır.

İçinde bulunduğumuz dönemin en belirgin iki riski, küresel enflasyon ve donanım tedarik krizleridir. Arkeolojik verilerin önümüzdeki on yıl içinde daha kapsamlı, ancak yönetilmesi daha zor hale gelen veri yığınlarına dönüşmesi mümkündür. Buna karşın, daha yüksek çözünürlüklü veri toplamak yerine, daha yönetilebilir ve gereksiz kopyalardan arındırılmış arşiv çalışmalarına yönelmek, daha stratejik bir yaklaşım olabilir.

Sonuç

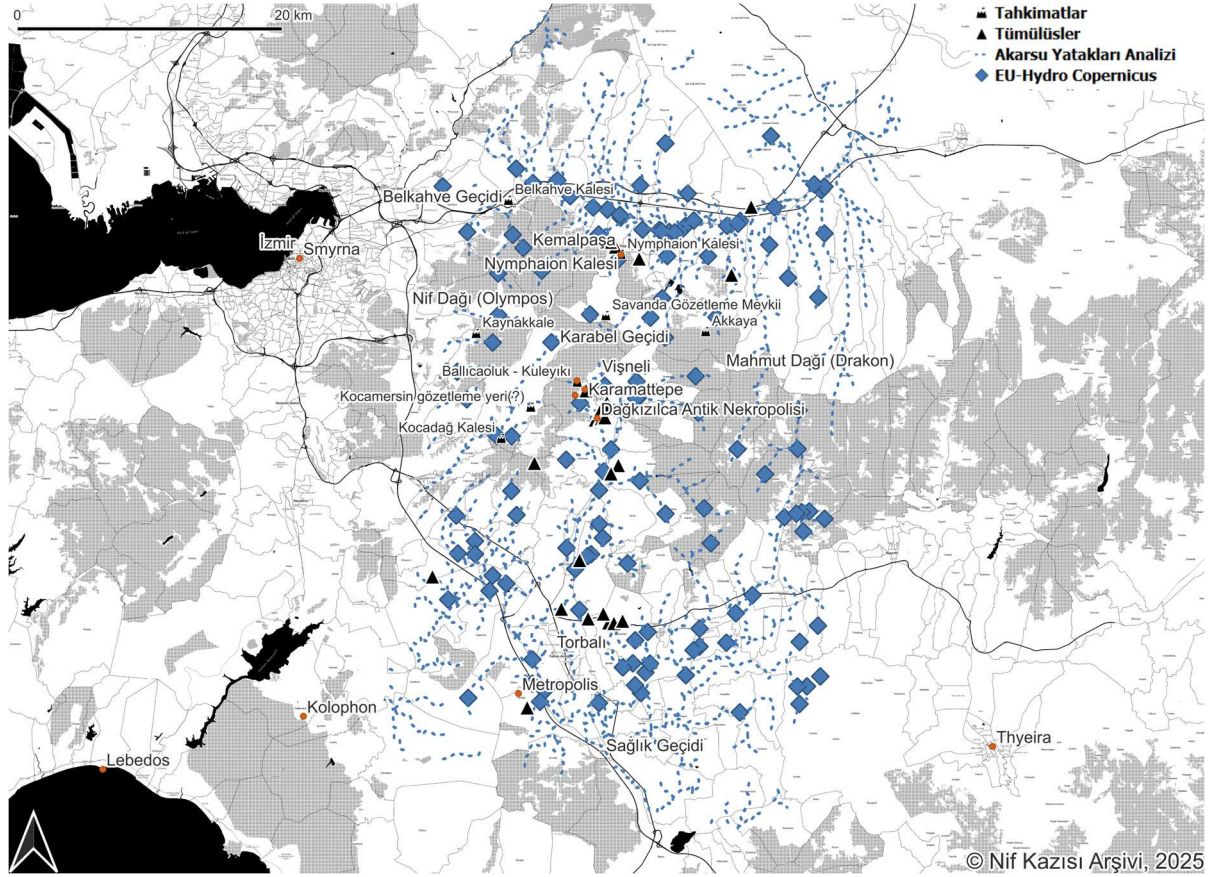
İhtiyaç analizi, dolaylı olarak arkeolojik projelerde halihazırda yürütülen bir çalışmadır. Nitekim arkeo-enformatik kapsamındaki işlerde, ihtiyaç analizinin daha sistematik bir zeminde ele alınması gerekmektedir. Çevik proje yönetimi gibi yaklaşımlarla, ihtiyaç analizi süreci daha esnek bir iş akışında yönetilebilmektedir. Bilişim teknolojilerinin dinamik doğasına ayak uydurmak için, her araştırmacının -arkeoloji alanında çalışma zamanını feda ederek- tam teşekküllü bir enformatik uzmanı olması beklenemez. Benzer şekilde, başarı öyküsü olarak sunulan ancak teknik altyapısı tam olarak anlaşılamayan örnek çalışmalar, bahsedilmeyen ek maliyetler nedeniyle her projeye bire bir uygulanamayacaktır.

İhtiyaç analizinin önemini vurgulamak amacıyla, bu çalışmanın temelini oluşturan tümülüslerin CBS ile belgelenmesine yönelik araştırma örnek olarak ele alınmıştır. Arkeoloji öğrencilerinin, lisans eğitimlerinden itibaren yaptıkları ödevlerde kullandıkları teknolojik araçları birer proje materyali olarak değerlendirmeleri ve araştırmalarını projelendirme kültürü doğrultusunda şekillendirmeleri büyük önem taşımaktadır. Üniversitelerde, arkeoloji öğrencilerinin veri okuryazarlığı ve proje geliştirme becerileri kazanabilecekleri arkeo-enformatik bölümlerinin ve laboratuvarlarının yaygınlaştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür katkılar, arkeoloji alanında Ar-Ge faaliyetlerini ve akademi-sanayi iş birliği projelerini arttırabilecektir.

Yeni teknolojik gelişmeler sayesinde, profesyonel yazılım bilgisi gerekmeksizin, veri okuryazarlığına sahip ekip üyeleriyle daha düşük maliyetli ve ölçeklenebilir çalışmalar yürütülebilecektir. Proje yöneticilerinin doğrudan donanım uzmanı veya CBS operatörü olmaları yerine, hangi iş paketinin hangi alanda iş gücü ve teknolojik altyapı gerektirdiğini tespit edebilmeleri yeterlidir. Proje planlamasında nitelikli soruların sorulması ve işlerin proje kapsamından sapmaması, teknik riskleri en aza indirebilir.

Arkeolojik veri, sıkça güncellenmesi gereken, yanlışlanabilir, yeni kuramlarla kapsamı değişebilen bir yapıya sahiptir. Verilerin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için sistem araçlarının ve ekip üyelerinin uyum içinde çalışması gerekmektedir. Sınırlı imkânlarla ve özveriyle sürdürülen sistem altyapıları, arkeolojik veri okuryazarlığına ve arkeo-enformatik proje yönetimi kültürüne sahip ekipler tarafından daha verimli kullanılabilir. Ayrıca, ekibin proje ihtiyaçlarının farkında olması, proje yönetiminin yeni arkeolojik yöntemlerden hangilerinin uygulanabilir olduğunu ve bu yöntemlerin geliştirilmesi için hangi gereksinimlerin bulunduğunu tespit etmesine katkı sağlayacaktır.

Örnek çalışmada ortaya konulan ihtiyaç analizi, araştırmada işlenen verilerden elde edilen verimi artırmıştır. Tümülüs belgeleme sürecinde ihtiyaç duyulan yöntemlerin ve mevcut imkânların önceden belirlenmesi sayesinde, çalışmanın seyrini kritik düzeyde etkileyebilecek bir riskle karşılaşmamıştır. Ortaya çıkan küçük ölçekli riskler ise güncellenen alternatif planlar aracılığıyla giderilmiştir. Fizibilite ve hazırlık çalışmaları kapsamında, yaklaşık 2021 yılından bu yana üretilen raporlar, yayınlar ve veri setleri; çalışmanın ilerleyişine bağlı temel altlık veri veya yan çalışmalar için kaynak sağlamaktadır. Benzer şekilde, bu birikim daha geniş kapsamlı araştırma serisine veya yan konulara ilişkin proje tasaklarına dönüştürülebilir biçimde yönetilebilmektedir.



Figür 4: Araştırma bölgesinde örnek hidrolojik analizler sonucunda belirlenen akarsu yataklarına uygun alanlar

Tümülüslerin CBS ile belgelenmesi çalışması kapsamında otuz altı tümülüs belgelenmiş olup, ilerleyen süreçte daha fazla tümülüsün belgelenmesine olanak sağlayacak arazi formları da geliştirilmiştir. CBS analizlerini desteklemek amacıyla, dokuz antik ışık alanı ve arkeolojik yerleşimin yanı sıra, on bir tarihi ve antik yol kalıntısı, sekiz tahkimat (tahkimatlı yerleşim veya gözetleme kulesi) konumu ile on iki maden kaynağı ile taş ocağına ait konum

verisi toplanmıştır. Bu veriler doğrultusunda, yaklaşık 1400 kilometrekarelik alana yayılan ve 1970'li yıllardan günümüze nispeten daha az bozulmuş tarihi bir sayısal yükselti modeli üzerinden ulaşım ağı analizi yapılmıştır. Aynı yükselti verisi baz alınarak bölgenin hidrolojik durumunu oraya koyan analizler yapılmış ve bu sonuçlar modern hidroloji verileriyle karşılaştırılmıştır (fig. 4). Akarsu yataklarına uygun alanların, yol ağı verileri ve bölgenin jeomorfolojik özellikleriyle konumsal olarak karşılaştırılması sonucunda, bölgedeki kayalık ve alüvyal alanlar gözlemlenebilmiştir. Ulaşılabilirlik analizleriyle elde edilen yol ağlarının, akarsu yatakları ve alüvyal bölgelerden geçen kısımları ile kayalık alanlardan geçen güzergâhları izlenebilmektedir. Bu hesaplamalar, tümülüslerin Antik Çağ'daki olası yol ağlarıyla ilişkili konumlanışını anlamaya katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışmalar, yol ağı analizlerinin daha gerçekçi hale getirilmesine yönelik yürütülecek Ar-Ge çalışmalarına temel oluşturmaktadır.

Kısa vadede, araştırma soruları ve hipotezler doğrultusunda yönelik toplanan veri setlerinin depolanabileceği ve analiz edilebileceği kapasitede teknik altyapı araçları temin edilmektedir. Özellikle sayısal arşivlerde önemli yer tutan konum analizleri, fotogrametrik analiz çıktıları, tarihi haritalar ve uydu görüntüleri için yaklaşık altı ile on yıllık veri birikimini karşılayabilecek büyüklükte depolama alanları planlanmıştır. Bu aşamada, sorumlu ekibin arşivlenen veri yığınlarını gereksiz tekrarlardan arındırması (tekilleştirmesi) ve veri atlandırma ile üst veri (metadata) yönetimini düzenli olarak sürdürmesi gerekmektedir.

Orta vadede, yeni araştırmalardan elde edilecek veriler, tematik yayınlar ve paradigma değişimleri doğrultusunda ortaya çıkabilecek yeni araştırma sorularına yönelik muhtemel teknolojik araçlar öngörülmeğe çalışılmaktadır. Bu aşamada, veri arşivi yönetiminde ortaya çıkacak veri paylaşımı protokolleri, kısıtlar ve etik ilkeler çerçevesinde yeni ihtiyaçların güncellenmesi gerekmektedir. Meta veri yönetimine ek olarak, kazı evi gibi yerel ağlar ile ilerleyen yıllarda bu araştırma bölgesinde arkeolojik çalışmaları yürütecek paydaşların sunucularındaki veri kullanım senaryolarına yönelik planlamalar yapılmaktadır.

Benzer şekilde, uzun vadede tümülüs belgeleme çalışması kapsamında üretilecek yayınların ve hizmet içi dokümanların güncellenmesi; söz konusu verilerin akademik, idari ve endüstriyel kurumların yetki ve sorumluluk alanlarına göre paylaşılmasına yönelik çalıştayların düzenlenmesi öngörülmektedir. Tümülüs belgeleme çalışmasının, uluslararası kurumlar tarafından desteklenebilecek "Tümülüsler ve Antik Çağ Yolları" temalı, ulusal ölçekte bir kültürel miras koruma programına dönüşme potansiyeli bulunmaktadır. Arkeo-enformatik kapsamda yapılacak sistematik ihtiyaç analizleri ve teknik geliştirmeler ile bu yaygınlaşma potansiyelinin artırılması mümkündür.

Teşekkür

Çalışmaya katkılarından ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Müjde Peker, Prof. Dr. Daniş Başkan, Doç. Dr. Aşkın Özdzibay ve Doç. Dr. Tutku Tuncalı Yaman'a teşekkür ederim. Tarafımdan hazırlanan "İzmir Nif Dağı ve Çevresindeki Tümülüslerin CBS ile Belgelenmesi" başlıklı doktora tezini de kapsayan bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 122K270 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye sağladığı destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Bibliyografya

- ADS 2025. "Data Management & Sharing Plans." <https://archaeologydataservice.ac.uk/help-guidance/how-to-prepare-data/data-management-sharing-plans/>. (Erişim Tarihi: Eylül 2025).
- Akçay, T. 2024. *Dijital Arkeoloji Stratejisi - Dijital Beşeri Bilimlerin Öncüsü*. İstanbul: Kabalıcı Yayınevi.
- Aksan, M., G. Ateş, Y. Aydın, E. Erbil, B. Ludwig, U. Mania, F. Pirson ve H. Taşkiran. 2022. "Ballık Mağarası (Dikili İlçesi) Kazısı." *Kazı Sonuçları Toplantısı* 42(2): 357-366. Ankara: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı.
- Alkan, M. ve Ö. Filiz. 2019. "Altyapı Bilgi Sistemleri Tasarımı Ve Uygulaması." *Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi* 1(1): 40-46. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis>.
- ARIADNE 2022. "Guide for Archaeological Data Management Planning." <https://training.ariadne-infrastructure.eu/dmp-guidance/>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Artz, J.A. 2006. "Decision Support Model for Assessing Archaeological Survey Needs for Bridge Replacement Projects in Iowa." Iowa City: The University of Iowa.
- Atalan-Çayrezmez, N., D. Çit ve H. Wright. 2024. "Digital Archiving in Archaeology: Assessing the State of the Art." *Internet Archaeology* 67. <https://doi.org/10.11141/ia.67.1>.
- Aydinoğlu, A.Ç., Ph. DeMaeyer ve T. Yomraloğlu. 2006. "Avrupa'da Konumsal Veri Altyapısı Politikaları." In *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 1-7. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Bağcı, B. 2013. "Bilgi Teknolojileri Risk Yönetimine Genel Bakış." Deloitte Touche Tohmatsu.
- Błaszcyk, B. ve S. Kania. 2019. "Archaeological Project Management." *PM World Journal* VIII(VI): 1-13.
- ClfA 2025. "Data management plans." <https://www.archaeologists.net/work/toolkits/digital/planning>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Costopoulos, A. 2016. "Digital Archeology Is Here (and Has Been for a While)." *Frontiers in Digital Humanities* 3. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2016.00004>.
- Çabuk, A. 2011. *Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2317.8565>.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2012. "Kent Bilgi Sistemleri Standartlarının Belirlenmesi Projesi: İP-3 (1): Veri/Kullanıcı Gereksinim Analizi." <https://webdosya.csb.gov.tr/db/kbs/webmenu/webmenu9784.pdf>. (Erişim Tarihi: Temmuz 2025).
- DAI 2025. "Datenmanagementpläne und RDMO." <https://www.dainst.org/dai-standorte/zentrale/wer-wir-sind/organisation/arbeitsseinheiten/informationsinfrastruktur/datenmanagementpläne-und-rdmo>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Denning, P.J. ve T.G. Lewis. 2016. "Exponential Laws of Computing Growth." *Communications of the ACM* 60 (1): 54-65. <https://doi.org/10.1145/2976758>.

- Diederichs, K., C. Krause, M. Lemaire, M. Reidelbach ve J. Windeck. 2024. "A Vision for Data Management Plans in the NFDI." <https://doi.org/10.5281/zenodo.10570654>.
- Drucker, P. 1985. *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. Allied Publisher Private Limited.
- Dublin Core 2016. "Metadata Basics." <https://www.dublincore.org/resources/metadata-basics/>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Dunn, S. 2011. "Poor Relatives or Favorite Uncles? Cyberinfrastructure and Web 2.0: A Critical Comparison for Archaeological Research." *Archaeology 2.0: New Approaches to Communication and Collaboration*, 95-117. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology Press at UCLA.
- Ene, S. 2013. "Proje Yönetiminde Yer Alabilecek Risk Kaynaklarının Tespiti ve Risk Yönetim Planının Geliştirilmesi." *İstanbul Journal of Social Sciences*, no. 5: 46-60. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/161923>.
- ESRI 2012. "Enabling the Fifth Part of a Successful GIS." <https://www.esri.com/about/newsroom/insider/fifth-part-of-gi>. (Erişim Tarihi: Eylül 2025)
- Foskett, D.J. 1970. "'Informatics.'" *Journal of Documentation* 26(4): 340-369. <https://doi.org/10.1108/eb026504>.
- Friedman, C.P. 2013. "What Informatics Is and Isn't." *Journal of the American Medical Informatics Association* 20(2): 224-226. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2012-001206>.
- Geser, G., J.D. Richards, F. Massara ve H. Wright. 2022. "Data Management Policies and Practices of Digital Archaeological Repositories." *Internet Archaeology* 59 (March). <https://doi.org/10.11141/ia.59.2>.
- Graham, S., N. Gupta, J. Smith, A. Angourakis, A. Reinhard, K. Ellenberger, Z. Batist, et al. 2020. "So what is Digital Archaeology?". *The Open Digital Archaeology Textbook*. <https://o-date.github.io/draft/book/so-what-is-digital-archaeology.html>. (Erişim Tarihi: Ağustos 2025).
- Huggett, J. ve S. Ross. 2004. "Introduction." *Internet Archaeology* 15. <https://doi.org/10.11141/ia.15.13>.
- IBM 2024. "Gereksinim Analizi." <https://www.ibm.com/docs/tr/engineering-lifecycle-management-suite/design-rhapsody/10.0.1?topic=rhapsody-requirements-analysis>. (Erişim Tarihi: Eylül 2025).
- Jeffrey, S. 2012. "A New Digital Dark Age? Collaborative Web Tools, Social Media and Long-Term Preservation." *World Archaeology* 44(4): 553-570. <https://doi.org/10.1080/00438243.2012.737579>.
- Jeffrey, S. 2020. "Archaeological Informatics." *Encyclopedia of Global Archaeology*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30018-0_1185.
- Katsianis, M., G. Bruseker, D. Nenova, O. Marlet, F. Hivert, G. Hiebel, C. Ore, P. Derudas, R. Opitz ve E. Uleberg. 2023. "Semantic Modelling of Archaeological Excavation Data. A Review of the Current State of the Art and a Roadmap of Activities." *Internet Archaeology* 64 (November). <https://doi.org/10.11141/ia.64.12>.
- Kaufman, R. ve I. Guerra-Lopéz. 2013. *Needs Assessment for Organizational Success*. Alexandria: Association for Talent Development.

- Krogh, P. 2006. *The DAM Book Digital Asset Management for Photographers*. Beijing; Sebastopol, CA: O'Reilly.
- Le Studium 2020. "A Data Management Plan Template for Archaeology." https://www.lestudium-ias.com/sites/default/files/public/pdf/SC108/BRYAS_LETELLIER_MORLOCK_A_DMP_Template.pdf. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Leffingwell, D. ve D. Widrig. 2003. *Managing Software Requirements: A Use Case Approach*. Boston: Addison-Wesley.
- Leffingwell, D. 2008. *Scaling Software Agility: Best Practices for Large Enterprises*. Boston: Addison-Wesley. 2nd edition.
- Leiden University 2025. "Data Management Plan." <https://www.staff.universiteitleiden.nl/vr/archaeology/research-data-management-in-archaeology/data-management-plan>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- MAEASaM 2021. "Archaeological Data Management: a quick summary guide." <https://maeasam.org/archaeological-data-management-a-quick-summary-guide/>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Maurer, J. ve S. Rupper. 2015. "Tapping into the Hexagon Spy Imagery Database: A New Automated Pipeline for Geomorphic Change Detection." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 108: 113-127. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.06.008>.
- Moore, G.E. 1965. "Cramming More Components onto Integrated Circuits." *Electronics* 38: 114-117.
- Newbury, D. 2018. "LOUD: Linked Open Usable Data and Linked.Art." https://cidoc.mini.icom.museum/wp-content/uploads/sites/6/2021/03/CIDOC2018_paper_153.pdf. (Erişim Tarihi: Temmuz 2025).
- Özbalaban, O.S. ve M. Peker 2025. "'This Place Is Not What It Used To Be". The Everchanging Road Networks Through the Ages on Mount Nif and Its Surroundings" *Transforming Heritage Research in a Transforming World: 5th CAA-GR Conference 2024* 23-33. https://doi.org/10.1007/978-3-032-06389-2_3.
- Özbilen, S. 2023. "Kağıtsız Bir Arkeolojiye Doğru." *Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi* 28: 105-128. <https://doi.org/10.22520/tubaked.1290280>.
- Özgüner, N.P. 2021. "Digitization in Archaeology and Archaeology Education in Turkey." *Turkish Institute of Archaeology and Cultural Heritage*, December. <https://doi.org/10.54930/tare.2021.4>.
- Riedel, M., F. Riebschläger ve G. Russo. 2025. "Terms and concepts of publishing and citing information resources in archaeology and beyond. A perspective from the CiVers project and the iDAI.world." *Forum for Digital Archaeology and Infrastructure*: 1-34. <https://doi.org/10.34780/6k764r03>.
- Shanks, M. 2007. "Digital Media, Agile Design and the Politics of Archaeological Authorship." *Archaeology and Media*: 273-290. Left Coast Press. <https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/75.html>.

- Stott, D., S.M. Kristiansen ve S.M. Sindbæk. 2019. "Searching for Viking Age Fortresses with Automatic Landscape Classification and Feature Detection." *Remote Sensing* 11(16), 1881: <https://doi.org/10.3390/rs11161881>.
- tDAR 2017. "Data Management Plans for Archaeological Research - 2017." <https://shesc.asu.edu/sites/g/files/litvpz441/files/2023-05/2017-DA-Guide-Data-Mgmt-Plan-Template-Final-1.pdf>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Tulunay, E.T. 2012. "Smyrna (İzmir) Yakınlarında Birçok Kültürü Barındıran Dağ: Nif (Olympos)." *Colloquium Anatolicum* 11: 81-99.
- TÜBİTAK 2019. "TÜBİTAK Açık Bilim Politikası." https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/tubitak_acik_bilim_politikasi_190316.pdf. (Erişim Tarihi: Eylül 2025).
- TÜBİTAK 2024. "Veri Yönetim Planı Bilgi Notu." https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2024-04/veri_yonetim_plani_bilgi_notu.pdf. (Erişim Tarihi: Eylül 2025).
- UCLA DAL 2025. "Data Management Plans." <https://dal.ucla.edu/data-management-plans/>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Universität zu Köln 2024. "Datenmanagementpläne." <https://fdm.uni-koeln.de/wissensbasis/datenmanagementplaene-1>. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- Wilkinson, M. D. *et al.* 2016. "Comment: The FAIR Guiding Principles for Scientific Data Management and Stewardship." *Scientific Data* 3. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.