JEOARKEOLOJİDE YENİ BİR YAKLAŞIM: DİJİTAL JEOARKEOLOJİ

Levent UNCU¹, Ebubekir KARAKOCA²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 11230, Bilecik, levent.uncu@bilecik.edu.tr

² Arş. Gör. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 11230, Bilecik, ebubekir.karakoca@bilecik.edu.tr

ÖZET

Yerbilimlerinin bakış açısı ve tekniklerini kullanarak arkeolojik sorulara cevap aranması jeoarkeoloji olarak ifade edilmektedir. Veri kaynağı yeryüzü olan coğrafyanın bugünkü görünümünü zaman içinde süregelen bir gelişimin sonucunda almasından dolayı yeryüzünün anlamada geçmişe bakılması ve geçmişten günümüze süreçlerin izlenilmesi gerekmektedir. Böyle bir yaklaşımda, arkeolojik araştırmalar kapsamında kurulması gereken mekânsal ilişki konusu eski zaman ve çevrelere ait olan paleocoğrafya alanına girmektedir. Jeoarkeoloji çalışmaları, arkeoloji ve jeomorfoloji ile özellikle Holosen'i kapsayan paleocoğrafya araştırmalarına farklı bir bakış açısı getirmiştir. Bu doğrultuda delgi sondajları ile sediman örnekleri alınarak laboratuvar ortamında sedimantolojik ve paleontolojik analizleri yapıp birikim alanlarının zaman içinde değişen doğal ortam şartları belirlenebilmektedir. Fakat son yıllarda hızla gelişen yüksek çözünürlüklü uydu sistemleri, üç boyutlu lazer tarayıcıları, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve diğer birçok yeni teknikler bu alanda çalışan araştırmacılara daha önce sahip olmadıkları imkânları sunmaktadır. Nitekim, yer bilimleri, arkeoloji ve bilgisayar bilimleri gibi farklı perspektif ve araçların kullanımı ile birlikte bir araya gelerek ortaya çıkan dijital jeoarkeoloji, geçmişteki insan ve çevre arasında ilişkilerini çoklu metodoloji ile sunan bir yaklaşımdır. Başlıca veri elde etme araçları; hava fotoğrafları, uydu verileri, LİDAR, sayısal yüzey/arazi/yükseklik modelleri ve çeşitli haritalardan oluşmaktadır. Bu veriler ArcMap, MapInfo, ERDAS, PhotoScan ve ReCap gibi programlar aracılığıyla analiz edilip yorumlandıktan sonra önemli bir görsellik ve çıktı verisi sunmaktadır. Özellikle mekânsal verileri toplama, işleme, yöneltme ve sunma gibi olanakları sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ve Uzaktan Algılama, jeoarkeoloji için bilimsel sonuçları destekleyen, doğrulayan ve zamandan tasarruf sağlayan mekânsal bilgi teknolojileri haline gelmiştir.

Anahtar Sözcükler: coğrafi bilgi sistemleri, dijital jeoarkeoloji, mekânsal bilgi teknolojileri, paleocoğrafya, uzaktan algılama

ABSTRACT

A NEW APPROACH IN GEOARCHAEOLOGY: DIGITAL GEOARCHAEOLOGY

Geoarchaeology is the study that seeks to answers for archaeological questions by using the perspectives and techniques of earth sciences. It is necessary to look at the past in the sense of the Earth and to observe processes from the past to today since Earth takes its present view as a result of continuous development over time. In such an approach, spatial relationships that should be established within the scope of archaeological research is in the field of paleogeography that searches for the ancient times and environs. Geoarchaeological studies have brought a different perspective to archeology and geomorphology, and especially to paleogeography studies which include Holocene period. In this direction, sediment and paleontological analyzes are carried out in laboratories by taking drilling samples so that changes in natural environment conditions of deposited areas can be determined. However recent years, rapidly developing high-resolution satellite systems, three-dimensional laser scanners, Geographical Information Systems and many other new technologies have provided opportunities for researchers studying in this field. Digital geoarchaeology emerges by combining of different perspectives and tools of earth science, archeology and computer science and offers an approach for multi-methodologies searching for relationships between human and the environment in the past. Main data collect tools consist of aerial photographs, satellite data, LIDAR, digital terrain elevation models and various maps. This data can be analysed and interpreted through programs such as ArcMap, MapInfo, ERDAS, PhotoScan and ReCap, and then presents an important visual and output data. Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing, which provide facilities such as collecting, processing, directing and presenting spatial data, have become spatial information technologies that present scientific results and time saving for geoarchaeology.

Keywords: geographical information systems (GIS), digital geoarchaeology, spatial information technologies, palaeogeography, remote sensing

1. GİRİŞ

Klasik tanımına göre, **jeoarkeoloji** yerbilimleri bakış açısı ve teknikleri kullanılarak arkeolojik sorulara cevap arayan ve büyük ölçüde arazi çalışmalarına dayanan araştırmaları kapsayan bir bilim dalıdır (Shackley, 1979; Rapp and Hill, 1998; Gargett, 1999; Pollard, 1999; Golberg and Macphail, 2006; Wilson, 2011; Hill, 2017). Bir başka ifadeyle jeoarkeoloji; yer-doğa araştırmalarından sağlanan bilgilerin arkeolojik araştırmalarda ve bulguların değerlendirilmesinde kullanılması anlamına gelen bir bilimsel yaklaşımın adıdır (Kayan, 2018). Engel ve Brückner (2014)'e göre ise "... *Jeoarkeoloji, tarihi ve arkeolojik veri kaynaklarının sentezini de göz önünde bulundurarak arkeolojik bir bağlamda yer, canlı ve arşivleri çalışan bir bilimdir. İnsanlar ve çevreleri arasındaki etkileşimiyle ilgili olan geçmiş peyzaj ve ekosistemlerin evrim ve kullanımını yeniden inşa etmek için ağırlıklı olarak yerbilimleri araçlarına başvurur.*"

Son 50 yıl boyunca jeoarkeoloji çalışanlar, arkeolojik alanın oluşumu ya da korunmasına yönelik stratigrafiyi ortaya çıkarma, çevresindeki peyzajın gelişimine ve çevresel koşulların potansiyel etkisine odaklanan çalışmalarında sadece arkeolojik sorunları açıklamaya yönelik olarak geliştirilen geleneksel yer bilimleri uygulamalarını kullanmıştır. Bu uygulamalar, arkeolojik kazıların bünyesinde genellikle arazide yapılan coğrafi gözlemler ve delgi-sondajlarla alınan sediman ve toprak örneklerinin laboratuvar ortamlarında analizi ve yaşlandırılması ya da jeofizik çalışmalarına bağlı olarak çoğunlukla jeomorfologlar, jeologlar ve jeofizikçiler tarafından yürütülmektedir. Fakat, son yıllarda biyoloji, antropoloji, tarih gibi disiplinlerle yapılan iş birliğinin artmasıyla birlikte jeoarkeoloji bütünüyle multidisipliner bir çalışma alanı hâline gelmiştir.

Özellikle 2000'li yıllardan sonra, jeoarkeolojik çalışmalarda bir yandan teorik yaklaşımların çeşitlenmesi diğer yandan hızla gelişen ve yaygınlaşan teknolojik imkânlarla birlikte yeni yöntem ve teknik uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır. Gerçekten de özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri, uzaktan algılama, yüksek çözünürlüklü uydu sistemleri, üç boyutlu lazer tarayıcıları ve diğer birçok yeni teknikler bu alanda çalışan araştırmacılara daha önce sahip olmadıkları imkânları sunmaktadır. Böylece günümüzde hâlen yaygın olarak kullanılmakta olan geleneksel delgi-sondaj yöntemiyle elde edilen verilerin analizine dayalı çalışmalara teknoloji kullanımının da eklenmesiyle birlikte jeoarkeoloji çalışmaları farklı bir boyut kazanmıştır. Bunun sonucunda, yer bilimleri, arkeoloji ve bilgisayar bilimleri gibi farklı perspektif ve araçların birlikte kullanımı ile ortaya çıkan ve geçmişteki insan ve çevre arasında ilişkilerini çoklu metodoloji ile sunan yeni bir yaklaşım olarak "*dijital jeoarkeoloji*" ortaya çıkmıştır.

2. JEOARKEOLOJİ ÇALIŞMALARINDA KLASİK YÖNTEM

Günümüzde yapılmakta olan jeoarkeoloji çalışmalarında, geleneksel bir yöntem olarak çoğunlukla arkeolojik alanların çevresindeki yapılmamış alüvyal dolgulardan delgi-sondajlarla alınan sediman örnekleri kullanılmaktadır (Şekil 1 ve 2). Bu örnekler, laboratuvar ortamında çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra sedimatolojik, paleontolojik, palinolojik, jeokimyasal vs. analizlere tabi tutularak doğal ortam özelliklerindeki değişim mekânsal ve zamansal (in space and time) olarak ortaya konulmaktadır. Bu çalışmalar, çoğunlukla postglasyal dönem izleyen çevre değişimlerinin yoğun bir şekilde yaşandığı ve insanın yerleşik hayata geçtiği Holosen dönemini kapsamaktadır.

Şekil 1: Patara antik kenti limanında yapılan delgi sondaj çalışması (Temmuz 2017).

Şekil 2. Jeoarkeoloji çalışmalarında veri kaynağı olarak kullanılan delgi-sondajlardan elde edilen sedimanların görünümü (Patara antik kenti, Temmuz 2017).

3. JEOARKEOLOJİDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Arkeolojik kazılarda jeoarkeoloji çalışmalarına duyulan ilginin giderek artması beraberinde teknik konularda çalışan bilim dallarının da bu konuya ilgi duymasının ve kullandıkları teknikleri bu tür çalışmalara entegre etmesinin yolunu açmıştır. Son yıllarda, hızlı bir gelişme gösteren uzay bilimlerinin jeoarkeoloji çalışmalarına uyarlanmaya başlaması, bu konudaki yaklaşımların ve tekniklerin çeşitlenerek artmasında önemli bir katkı sağlamıştır. Bu teknikler arasında, haritacılık, istatistiksel analiz ve veri tabanı teknolojisinin birleştirilmesi ile ortaya çıkmış, mekânsal verilerin toplandığı, işlendiği, yönetildiği ve sunulduğu bir sistemler topluluğu olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographical Information Systems) özel bir yere sahiptir (Conolly and Lake, 2006; Parcak, 2009; Lasaponara and Masini, 2011; Remondino and Campana, 2014, Forte and Campana, 2016). Bu sistem, istenildiğinde tekrar ham veriye ulaşılabilmesi, verilerin elde edildiği içeriğin doğru okunması, veriye ait nitelik ve nicelik özelliklerinin anlaşılır olması, bu özelliklere ait ilişkilerin kurulması, verilerin işlenmesinde doğru araç ve metotların kullanılması, sonuçların diğer araştırmacıların da yorumuna açık olması ve tartışmalar sonucunda ulaşılan sentezin yeni gelen bilgi ve veriler ışığında tekrar yorumlanabilmesi gibi özelliklerinden dolayı mekâna ait çalışmalarda önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Kalaycı, 2018). Aynı zamanda, CBS kullanılarak sondaj analizleri (drillholes analysis), 3D analizleri (3D analysis) mekânsal analizler (spatial analysis), görünürlük analizleri (viewshed analysis), tahmin modelleri (predictive models) ve sayısal yükseklik modelleri (DEM) gibi analiz ve modellemeler yardımıyla gerek sondaj noktaları gerekse sondaj yapılan alanlar hakkında önemli bilgiler elde edilerek veri tabanları oluşturulabilmektedir. Böylece, sondajlardan elde edilen veriler kullanılarak profiller, kesitler çıkartılmakta, korrelasyonlar yapılmakta ve tarihlendirme yöntemlerinin yardımıyla da çalışılan sahanın paleocoğrafik gelişimi mekân ve zaman boyutunda ortaya koyulabilmekte ve 3 boyutlu görüntüleri elde edilebilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamalarının yanı sıra, uzaktan algılama, yüksek çözünürlüklü uydu sistemleri, üç boyutlu lazer tarayıcıları, detaylı haritalama teknikleri, fotogrametri, küresel konumlandırma sistemi (GPS), LİDAR, İHA (insansız hava araçları) gibi algılayıcılar kullanılarak üç boyutlu modeller üretilebilmektedir. Bu tekniklerden elde edilen veriler, ArcMap, MapInfo, ERDAS, PhotoScan ve ReCap gibi programlar aracılığıyla analiz edilerek yorumlanmaktadır. Böylece, bu teknikler bir yandan fiziksel olarak sahaya gitmeden veri elde etme, seyahat masraflarından tasarruf, bürokratik işleme tabi olmama, alanda fiziksel bozulmaya yol açmama, üç ya da dört boyutlu dijital modeller üretebilme, görüntüde dahi gözle görülemeyen detaylara ulaşabilme gibi kolaylıklar sağlamakta diğer yandan ise görsellik ve çıktı verisi şeklinde sunulabilmektedir.

Böylelikle yer bilimleri, arkeoloji ve bilgisayar bilimleri gibi farklı perspektif ve araçların birlikte kullanımı sonucunda ortaya çıkan yaklaşım, jeoarkeoloji çalışmalarında da yeni bir ufuk açmıştır. **Dijital jeoarkeoloji** olarak adlandırılan ve çoklu bir metodoloji ifade eden bu yeni yaklaşım sayesinde, jeoarkeoloji çalışmalarına temel oluşturan insan ve çevre arasındaki etkileşim çok katmanlı olarak ortaya konulabilmektedir (Siart vd., 2018). Bu denklemden, arkeoloji beşerî etki ve zaman dilimini belirlemekte, yerbilimleri ele alınan objelerin mekân ve çevre boyutuna yönelmekte, bilgisayar bilimleri ise bu veri setlerinin farklı özellikleriyle dijital ve sayısal beşerî bilimler ve coğrafi bilişim konusunda veriler sunmaktadır (Şekil 3). Bu alanların tam kesişim noktasında bulunan dijital jeoarkeoloji uygulamaları sayesinde, çözümlenemeyen bilimsel sorulara cevap bulunabilmektedir. Buna göre, dijital jeoarkeolojinin işleyiş şeması daha detaylı olarak Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 3: (a) Dijital Jeoarkeoloji kavramını tanımlayan disiplinlerarası kesişim
(b) Dijital Jeoarkeoloji'nin Çalışma Şeması (Siart vd., 2018'ten değiştirilmiştir.).

Veri (Ön)İşleme	Analiz ve Yorumlama	Çıktı ve Görselleştirme
<ul style="list-style-type: none"> Hava fotoğrafları Uydu verisi (Ortorektifikasyon, Mozaik oluşturma) LİDAR (Nokta bulut kaydı, Sayısal yükseklik modeli üretimi, Haritalar ve vektör veri üretimi) 	<ul style="list-style-type: none"> DEM arazi etüdü En düşük maliyetli analizler Tahmini modelleme CBS temelli mekânsal analizler Veri entegrasyonu (Raster-Vektör Birleşimi) Jeofizik veri analizi (Mekânsal ilişkiler, 2D-3D veri dönüştürme) 	<ul style="list-style-type: none"> Mekânsal mobilite (Yol sistemleri ve iletişim ağları) Aday konum (Arazi kullanımı; Yerleşim konumları) Gömülü arkeolojik kalıntılar (Duvarlar, Sulama sistemleri) Yüzey altı görünümünün perspektifi Farklı zaman periyotları ve evrimsel aşamaların görselleştirilmesi

Şekil 4: Dijital jeoarkeolojinin interdisipliner ara yüzündeki büyük çalışma paketleri ve yaygın prosedür örnekleri (Siart vd., 2018'ten değiştirilmiştir.).

4. SONUÇLAR

Dijital jeoarkeoloji, insan ve çevre ilişkileri araştırmak için arkeoloji, yer bilimleri ve bilgisayar bilimlerinin bir araya gelmesi sonucunda çoklu bir metodoloji ve yeni bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Bu özelliği nedeniyle jeoarkeoloji çalışmalarında sunduğu desteklerle klasik yöntemlerin ufkunun açılmasına önemli bir katkı sağlamıştır. Böylece, daha önceki jeoarkeoloji çalışmalarında delgi-sondajlardan elde edilen noktasal veriler, CBS, uzaktan algılama ve yüksek çözünürlüklü uydu sistemleri gibi mekânsal teknolojiler kullanılarak alansal boyuta taşınmakta ve çok daha detaylı bir şekilde analiz edilebilmektedir. Bu sayede, hem zamandan tasarruf sağlanmakta hem de bir veri tabanı oluşturularak elde edilen sonuçlar bilimsel tartışmalara açık hâle getirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Conolly, J. ve Lake, M.,** 2006. *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Engel, M. ve Brückner, H.,** 2014. Late Quaternary Environments and Societies: Progress in Geoarchaeology. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Vol. 58, Suppl. 2, 001-006.
- Forte, M. ve Campana, S.,** 2016. *Digital Methods and Remote Sensing in Archaeology*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Gargett, R.H.,**1999. Geoarchaeology: The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation. *Australian Archaeology*, 48:1, 62-64.
- Hill, C. L.,** 2017. Geoarchaeology, History. Gilbert, A.S. (Ed.), *Encyclopedia of Geoarchaeology*. Springer Science-Business Media Dordrecht.
- Goldberg, P. ve Macphail, R.I.,** 2006. *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. Blackwell Publishing, Malden, MA.
- Kalaycı, T.,** 2018. Arkeolojide Mekansal Teknolojiler: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. Ünlüsoy, S., Çakırlar, C., Çilingiroğlu, Ç. (ed.), *Arkeolojide Temel Yöntemler*. Ege Yayınları, s. 69-107, İstanbul.
- Kayan, İ.,** 2018. Jeoarkeoloji ve Paleocoğrafya Araştırmalarının Arkeolojideki Yeri. Ünlüsoy, S., Çakırlar, C., Çilingiroğlu, Ç. (ed.), *Arkeolojide Temel Yöntemler*. Ege Yayınları, s. 17-67, İstanbul.
- Lasaponara, R. ve Masini, N.,** 2011. Satellite Remote Sensing in Archaeology: Past, Present and Future Perspectives. *Journal of Archaeological Science*, 38, 1995-2002.
- Parcak, S.H.,** 2009. *Satellite Remote Sensing for Archaeology*. Routledge, Taylor & Francis Group, London and New York.
- Pollard, A.M.,** 1999. Geoarchaeology: an Introduction. Pollard, A.M. (Ed.), *Geoarchaeology: Exploration, Environments, Resources*. The Geological Society, London, Special Publications, 165, 7-14.
- Rapp, Jr. ve Hill, C.L.,** 1998. *Geoarchaeology: The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation*. Yale University Press, New Haven.
- Remondino, F. ve Campana, S.,** 2014. *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage*. BAR International Series 2598.
- Shackley, M.L.,** 1979. Geoarchaeology, Polemic on Progressive Relationship. *Die Naturwissenschaften*, 66, 9.
- Siart, C., Forbriger, M., Bubenzer, O.,** 2018. *Digital Geoarchaeology. New Techniques for Interdisciplinary Human-Environmental Research*. Natural Science in Archaeology, Springer International Publishing AG.
- Wilson, L.,** 2011. The Role of Geoarchaeology in Extending Our Perspective. Wilson, L. (Ed.), *Human Interactions with the Geosphere: the Geoarchaeological Perspective*. The Geological Society, London. Special Publications, 352, 1-9.