

Araştırma Makalesi

**UZAKTAN ALGILAMA TEKNOLOJİLERİNİN ARKEOLOJİ
ALANINDA KULLANIMI ve MÜZE BİLİM ALANINA
YAPTIĞI KATKILAR***

Mutlu ERBAY

Boğaziçi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Bölümü, İstanbul Türkiye.
International University Museums Association Platform (UNIMUZED)-Vice President
International Silk Road Artists Culture and Art Association Platform (ISAK)-President
erbaym@boun.edu.tr orcid.org/0000-0003-3307-0200

Öz

Bu makale yeni teknolojik fırsatların arkeoloji, sanat tarihi ve müzecilik alanlarında yaratabileceği çağdaş imkanların sunulduğu yeni imkanları ortaya çıkaracaktır.

Uzaktan algılama ile toplanan veriler çok fazla kullanım alanına hizmet etmektedir. Ülke kaynaklarının verimli kullanılmasına, milli servetin yönetilmesinden, trafik kontrol sistemi gibi birçok kullanım alanı mevcuttur. Uzaktan algılama, coğrafi algılama yöntemleri Türkiye’de bulunan toprak altı tarihi eserlerin envanterinin tam ve eksiksiz olarak çıkarılmasına imkan sağlayacak önemli bir sistem olarak karşımızda durmaktadır.

Global bilgi sistemleri, sobel tekniğinin, coğrafi bilgi sistemlerinin uzaktan algılama gibi yüksek teknolojiye sahip olan bilimsel sistemlerin arkeolojik alanların tespitinde kullanılabilmesini kanıtlamayı hedeflemektedir. Bu amaçla makalede Erythrai, Keykenes, Sagalassos gibi antik sit alanları örnek verilerek özellikle Sar ve infra-red map gibi haritaların, sobel tekniği tarihi ören yerlerinin tespitinde, antik yolları bulmada önemli teknikler olduğu araştırmalarda vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Uzaktan algılama teknolojileri, global bilgi sistemleri, arkeoloji.*

Research Article

USE OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY in ARCHEOLOGY and MUSEUMS

Abstract

This article is about the relationship of remote sensing technology and its global information systems with archeology. Aerial photo is one of the main discourse of remote sensing technology. Today, remote sensors are cameras, planes, tavs, satellites.

Remote Sensor System, is basically, measuring electromagnetic energy reflected from the objects. Cameras, shortwave radio, spectroradiometers, and human eye are examples to this systems. Light, heat and radio waves are forms of electromagnetic energy. This system helps us get an image of the earth with the reflections of these waves.. This article also aims to inform on synthetic aperture radar, termal infra-red, multi spectral system and remote sensing air photography This article aims to prove that these technologies can be used to discover new archeological areas like Hattusa, Erythrai, Keykenes, Sagalassos using international and Turkish resources.

Key Words; *Remote sensing technogies, global information system, archeology.*

* Received / Geliş tarihi: 08.03.2018
Corresponding Author/ Sorumlu Yazar :

Accepted / Kabul tarihi: 19.07.2018
erbaym@boun.edu.tr

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama teknolojilerinin arkeoloji alanında kullanımının artması, bilgilendirme sağlanması ve özendirilmesi açısından önümüzdeki yıllar için oldukça önemlidir. Veriler daha önce yapılmış çalışmaların her birini tek tek ele almak yerine içlerinden bazılarının sonuç veri örneğini gösterme yolu seçilerek anlatmaya çalışılmıştır. Ayrıca makale ile tarihi eserlerinin tespiti, envanterinin çıkarılması konularında saptanan ileri teknoloji ile ilgili konulardaki yöntemleri bir arada sınıflandırarak anlatmaya çalışılmıştır.

Arkeolojik alanların ve bu alanlardaki tarihi eserlerin, kültürel buluntuların daha çok arkeoloji, arkeometri, geomatik, mekatronik, jeoloji, harita-kadastro, kimya mühendisliği gibi farklı bilim dallarındaki akademisyenlerin birlikte çalışmalarını gerektiren bir alan olduğu görülmüştür. 2015 yılında farklı uzmanlık alanlarında çalışan bilim insanları biraraya gelerek kültürel varlıkların, kültürel mirasın, arkeolojik bölgelerin saptanmasında, envanterinin çıkarılmasında, buluntuların yerlerinin tesbitinde uzaktan algılama yöntemlerini oldukça fayda sağlayan bir alan olarak kullanması konusunda hemfikir olmuşlardır(Erbay. 1998).

Uzaktan algılama konusunda ilk iletişim uydusu Project SCORE, 18 Kasım 1958 tarihinde Uzaya gönderildiğinden beri bu konu gündemde kalmıştır. Bu uydunun çektiği fotoğraflardan elde edilen veriler ve bilgiler zaman içinde değerlendirilerek birçok soruya cevap olmuştur.

Artık hava fotoğrafları 1958 yılındaki gibi uzaktan algılamanın temel veri kaynağı değildir. Günümüzde uzaktan algılama verileri kameralar, sensörlü alıcılar ile donatılmış uçaklar, hava balonları, insansız hava araçları ve uydular tarafından fotoğraflar toplanmaktadır. Uzaktan algılama kaynaklarının yönetilmesinden, atmosferin izlenmesine kadar birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Termal kameralar ya da çeşitli toprak özelliklerini görebilen, moleküllerini ölçebilen fotoğraflar çeken uydular da bulunmaktadır (Şekertekin,2013).

Uzaktan algılama konusu özetle nesnelere ya da cisimlerden yansıyan ya da yansıtılan ve onlardan dağıtılan ve yayılan elektro-manyetik alan enerjisinin ölçülme işlemidir. Basit bir fotoğraf makinesi bir anlamda kısa dalga boyu ölçüm aletlerinden sayılabilir. Spektro-radyometre, çok amaçlı bantlı tarayıcı ve sahip olduğumuz insan gözü doğal olarak sahip olduğumuz fiziki uzaktan algılayıcı sistemlere örnek verilebilir. Uzman bir insan gözü yanıtılmazsa yaklaşık mesafeyi, maddenin alışımını kestirebilir.

Enerji yayan kaynak, genellikle bizler için güneştir. Uzaktan algılama alanında cisimlerden yansıyan farklı dalga boyları saptanması, yeryüzü şekillerinin topoğrafik görüntüsü, havadan ve uzaydan alınan çeşitli açılardan görüntüler aracılığı ile görüntüler tanınmaya ve anlamlandırılmaya çalışılmaktadır (Erdoğan, 1998). Uzaktan algılama ile elde edilen görüntüler sayısal verilere dönüştürülür (Şekertekin,2013).

Bugünkü teknoloji ile elektromanyetik farklı aletlerin yardımıyla toprak yapısı tespit edilebilmektedir. Toprak yapısındaki değişim bölgenin yüzey yapısının anlaşılmasında önemlidir. Toplanan verinin çözünürlüğü konusu da netlik açısından önemlidir. Çünkü istenen amaca göre uydu görüntüsü incelenmektedir. Örneğin Landsat, TM görüntüsünün çözünürlüğü 30 m/piksel, Land sat MSS fotoğrafik görüntüsünün çözünürlüğü 80 m/pikseldir. Piksel görüntü netliği uzaydan görülen

tarihi alanların tesbitinde önemlidir. Fransız SPOT uydusu XS fotoğrafik çözünürlük görüntüsü ise 20 m/piksel ve (Çoklu-renk) Pan-kromatik görüntüsü ile 10 m/piksel çözünürlüğe sahiptir. 1998 yılından bugüne 1-3 m çözünürlüklü çok bantlı görüntülü uydular çok farklı amaca hizmet edecek şekilde ticari şirketler tarafından kullanılmış ve kullanılmaktadır (çevrimiçi Uzaktan Algılama –Arkeoloji, www.tryorum,2014).

Uzaktan algılama sistemlerinin arkeoloji ve müze bilimini desteklemesi yüzyılımızda yüksek teknolojilerin gelişmesi ile ortaya çıkmıştır. Uzaya gönderilen uyduların sayıları arttıkça veriler artmış ve topladıkları bilgilerin işlenmesi gerçekleştikçe bu bilgilerin bilim dünyasına neler sunabileceği konularında çok sayıda tartışma başlamıştır. Uzaydan yeryüzünü görüntüleyen *Spot/Image*, *Radarsat*, *Ikonos*, *Aster* gibi uydu şirketleri yeryüzünden veri toplayan çeşitli ülkelerin uyduları olarak çalışmaktadır. Bu uydular bir çok veri çekmekte aynı zamanda tarihi sit alanlarının yerlerinin belirlenmesinde, arkeoloğlara büyük faydaları olduğu inkar edilmez bir gerçektir (Bank, 2013).

İzmir, Bergama Pergamon antik şehri, Mısya bölgesinin önemli merkezidir. MÖ 282-133 yılları arasında Pergamon Krallığı tarafından kurulmuştur. 1870 yılında Kalıntıları Batı Anadolu demiryolu çalışmaları esnasında Alman Mühendis Carl Humann bulmuştur. 1878 yılında kazı çalışmaları başlatılmıştır. Bu ören yeri ile ilgili ilk kayıtlar veriler o zaman toplanmaya başlamıştır. Uzaktan algılama teknolojileri ile stratejik konumda bulunan Bergama Pergamon Antik Kenti'nin fotoğrafik görüntüsü uydu aracılığı ile 1998 yılında çekilmiştir. Bu görüntüler bize tarihi ören yerlerini bir bütün olarak algılayabilme imkanı tanımaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 - Uzaktan Algılama Teknolojileri ile Bergama Antik Kentinin Görüntüsü

Uzaktan algılama konularında yapılan bazı araştırmalar arkeolojik alanların mevcut durumlarını tesbit etmeyi, yüzey araştırmalarını kaydetmeyi amaçlar (Ozulu ve Metin, 2007). Bu bilgiler tarihi sit alanlarının yerlerinin belirlenmesinde önemli olmakla birlikte, katıları yürütecek arkeologlara paha biçilmez bilgiler sunmaktadır. Arkeoloji ve kent arkeolojisi alanında faydalı olan dijital teknolojiler (uzaktan algılama gibi teknolojiler) konusunda yazılmış zaman içinde sayıları artan bilimsel yayınlar bulunmaktadır:

B.J. Devereux ve A.D.Cliff'in 'Çalılık Bölgelerinin Yüzey Örtüsü altındaki Mimari Özellikli Bölgeler' adlı makalesi bu alanda oldukça önemli bir yayındır. Bu makale çalılık bölgeler üzerinden sinyaller aracılığı ile arkeolojik eserleri bulmada uzaktan algılama sistemlerinin etki düzeyini gözler önüne sermektedir. *Araştırmacıların 'Yüzey örtüsü altındaki mimari özellikli bölgeler'* adlı diğer bir makalesi de bu konuda yazılmış önemli çalışmalar arasındadır (Devereux ve Cliff, 2005).

Ayrıca John Loeb'in Aster uydusu ile çekilmiş olan görüntülerin incelenmesi sonucunda Ur şehri yerleşkesi ve yeri hakkında doğru öngörüler oluşturmak mümkün olmuştur. Aster uydusu ile çekilmiş olan görüntülerin incelenmesi sonucunda tarihi Ur şehri yerleşkesinin yeri tespit edilmiş ve bu araştırmalar bu bölgeye yoğunlaşmıştır. Bu bulgular yayınlamıştır. Bu yayınlar bize teknolojinin sağladığı yeni imkânları yeni ören yerlerinin keşfinde yaptıkları katkıyı göstermektedir. Bu katkı, hızlı veri elde edilmesi, eş zamanlı olması, eşgüdümlü olabilmesi, farklı bilim alanlarını bir araya getirebilmesi alanlarında olmaktadır. Ayrıca arkeolojik ören yerleri kısmı değil de geniş alanları kapsayan şekilde yeniden ele alınarak bir bütün halinde araştırma imkanını da bize sunmaktadır (Loeb, 2008).

12-13 Mayıs 2011 tarihlerinde *ODTÜ Yerleşim Arkeolojisi Sempozyumu* düzenlenmiştir. Yapılan bu sempozyumda kazı sonuçları, arkeolojik kuram ve yöntemler kullanılarak bölgesel ölçekte tez çalışması yürütmekte olan genç bilim insanlarını bir araya gelmesi ve uzaktan algılama konusunun, arkeoloji alanına nasıl katkı sağlayacağı konusunda tebliğler sunulmuştur. Bu sempozyum sonucunda, Leiden Üniversitesi, Klasik Arkeoloji Bölümü'nde Profesör John Bintliff bildirisini ve poster sunumu uzaktan algılama ve arkeoloji bilgisini en açık şekilde anlatmakta ve yüksek teknolojilerin arkeoloji alanına yapabileceği katkıları ve uzaktan algılama konusunun gerekliliğini gözler önüne sermektedir (Paleoberkay Arkeoloji Haberleri, 2014).

Rosa Lasaponara'nın '*Uzaktan Algılamaya bir Bakış*' adlı makalesinde, uzaktan algılamanın son zamanlarda uzaydan algılama teknolojileri ile birleşmesi sonucu ve uygulamaları açısından önemini belirtmiştir. Spektral ve mekansal çözünürlükte iyileşme arkeolojik amaçlı, uydu verileri tarafından sunulan görüntüler farklı ölçekte, büyüklükte, netlikte ve çeşitlilikte olsalar da bu konudaki arkeolojik araştırmalar yeni ören yerlerinin toprak üstüne çıkarılmasında ya da varlığının bilinmesine yardımcı olmada görüşünü bu makalede de savunulmaktadır (Lasaponara ve Masini, 2013).

Çeşme Ildırı mevki sınırları içinde kalan *Erythrai Antik Kenti* bölgenin en önemli kültürel miraslarından. Erythrai antik kenti, tarihçi Pausanos yazdığına göre E.Ruadamonthy'nun oğludur. Adının anlamı kırmızıdır. Şehir Giritliler tarafından kurulmuştur. Antik dünyanın en parlak halklarından olan İyonların bölgede kurduğu

12 İyon kentinden en önemlilerinden biridir.1964-1977 yılları arasında Prof. Dr. Ekrem Akurgal tarafından kazısı yürütülmüş ve araştırma raporları düzenlenmiştir.1977-1983 yılları arasında ise Prof. Dr. Cevdet Bayburtluoğlu tarafından çalışmaya devam edilmiştir.Bu bölgeye ait topografik yüzey araştırması aşağıdaki gibi çıkarılmıştır (Aksoy, 2001) (Şekil 2).



Şekil 2- Erythrai Antik Kent Topografik Planı

Arkeoloji eserleri kazarak çıkarmadan önce yüzey araştırması konusunda birçok farklı çağdaş yöntem ve araçlar kullanılmaktadır.

Hava fotoğrafları arkeolojik alanlar konusunda bilgi toplama araçlarının en bilinenlerinden biridir. Çıplak gözle bakıldığında, algılanması çok zor ya da imkânsız olan birçok sit alanı içindeki özellikler havadan bakıldığında çok daha belirgin hale gelmektedir. Bu fotoğraflar optik olarak gün ışığında, açık hava şartlarında uçaktan ya da havalanabilen bir araçtan çekilebilir. Havanın çok az bulanık olduğu zamanlarda, yağmur sonrası, güvenilir netlikte fotoğraf verileri toplanabilir.

İlk bilinen hava fotoğrafı 1900 başlarında P.H.Sharpe ait Zeplinden çekilmiş Stone Henge antik Pagan kentini konu alan fotoğraflardır. O dönemde uçak sadece insan gözünün görebileceği yükseklikte uçmakta ve veri toplamaktaydı. Türkiye’de yüzey fotoğrafları ilk kez Alman hava fotoğraf sanatçıları ve Osmanlı ordusundaki fotoğrafçı askerler tarafından 1917 yılında çekilmiştir. Türkiye’de arkeoloji alanında çekilen fotoğraflar ise nispeten daha yeni tarihidir (Artun, 2005).

Ürdün Ordusu, 1953 yılında 4000 adet dikey hava fotoğrafını güvenlik amacı ile çekmiştir. Ürdün 1980 yılında bu fotoğrafları tekrar gündeme getirerek düzenlenmiştir. Bu bilgiler yeni teknolojik bilgiler ışığında tekrar gözden geçirilmiştir. Fotoğraflardan oluşan albüm zamanın başbakanı John F. Kennedy’ye hediye edilmiştir. Bu fotoğrafların önemi 1990 yılında Ortadoğu’da son 50 yıl içinde

hava arkeolojisi dalında gerçekleştirilen ilk sistemli çalışma niteliğini taşıdığı içindir (Artun, 2005).

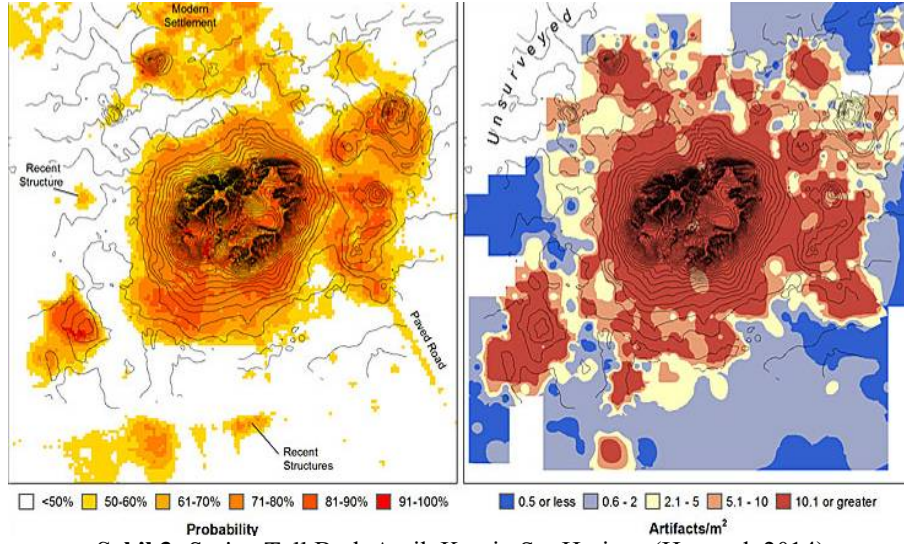
Altiplana, Bolivya'da *Peru Titicaca* gölü çevresini 200.000 dönümlük alanı fotoğraflamış ve hava fotoğraflarından elde ettikleri bu bilgilerle yeni arkeolojik alanları ortaya çıkarmışlardır (Artun, 2005).

2.ARKEOLOJİK ALANLARDA KULLANILAN UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ:

Uzaktan algılama teknolojileri arkeoloji alanında şu tekniklerle kullanılmaktadır: Sentetik Aralık Radarı, hava fotoğrafı (Air-photos) Uzaktan Algılama Teknolojileri, Sobel Tekniği ve Coğrafi Bilgi Sistemi, Küresel Konumlama Sistemi olarak dört grupta incelenebilir. Aşağıda sırası ile bu alanlar ele alınacaktır. Sit alanlarının, incelenmesi için sobel tekniği enderde olsa kullanılmaktadır. Bu teknikle kenar çizgilerin netleştirilmesi ile geniş bir alanda görünür ve tanınır hale gelmektedir.

1)Sentetik Aralık Radarı (SAR):Sar ışınları zemine enerji dalgaları gönderir ve yansıyan enerjiyi kaydeder. Radar özellikle farklı radar dalga boyları ile yatay ve düşey verilerin farklı pozisyonları kullanıldığında yüzeydeki lineer ve geometrik özelliklere karşı duyarlılık artar ve bunlar uydu aracılığı ile saptanır. Sarının oluşturduğu görüntü, yeryüzünü yüzey örtüsünün ve yüzeye yakın bölümün morfoloji, pürüzlü, geometrik vb. gibi fiziksel özelliklerini belirler kuru ve gözenekli süngerimsi toprakta radar ışınları toprağı delip geçebilirken farklı toprak türlerinde radar farklı işaretler verebilmektedir. 1982 yılında uzay aracından gönderilen radar ışınları, sudan göllerdeki kumu delip geçmiş ve daha önce bilinmeyen bir antik suyunu ortaya çıkarmıştır. Bu keşifte alanında önemli bir örnek olarak değerlendirilir.

Peter Reuell 'New Frontier in Archaeology' adlı makalede Uzakdoğu uzmanı Jason Ur, uzaktan algılama konusunda Kuzeydoğu Suriye'de bulunan Tel Brak yerleşkesinde sentetik aralık radarı kullanarak yüzey araştırması yapmıştır. (Şekil 3) Kostarika'da havadan radar kullanılarak tarihöncesi döneme ait antik patikalar bulunmuştur (Artun, 2005).



Şekil 3- Suriye Tell Brak Antik Kentin Sar Haritası (Harvard, 2014)

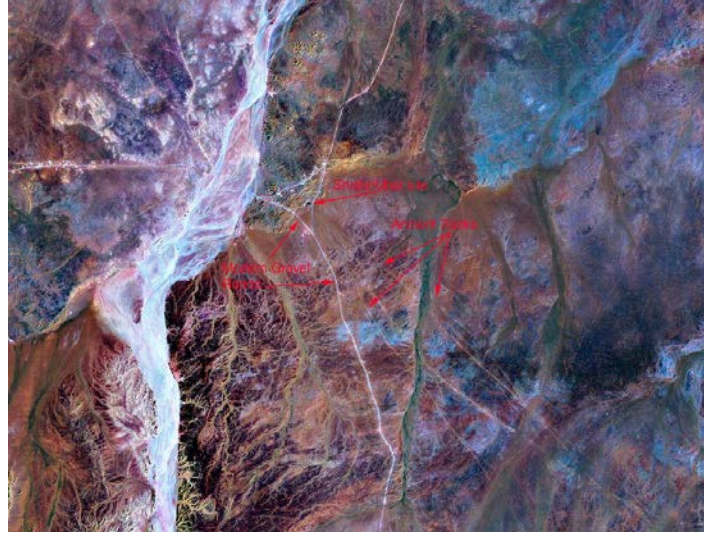
Bir diğer uzaktan algılama teknolojisinin arkeolojik ören yerlerinde kullanılmasına örnek ise, *Hyderabad Hindistan Caithness* arkeolojik projesidir. Bu konuda İskoçya-Hindistan ortak proje yürütmüşlerdir. Dahshur Yüze Araştırması projesi, Mısır Tokai Üniversitesi ve Waseda Üniversitesi ile Mısır Arkeoloji Enstitüsü'nün ortaklaşa gerçekleştirdiği proje kuzey Dahshur alanı, 1996 yılının bahar ayında uzaktan algılama teknikleri kullanarak veri toplamıştır. Sar verileri mezarlığın duvarları ve tuğla kalıntılarını ve çöle dağılmış seramik kalıntılarını ortaya çıkarmıştır. Projede ayrıca Spot, hrv, Landsat, tm uyduları kullanılmıştır. Yüksek çözünürlük ile optik görüntüleri mevcut kalıntıların özellikle pramit tabanların taslağını çıkarmada oldukça başarılı oldukları görülmüştür (Artun, 2005).

2) Airphotos Uzaktan Algılama Teknolojileri: Müzecilik alanında toprak kalıntılarını yorumlayarak, arkeolojik alanların belge ve kazı olmadan yüze araştırması şeklinde adlandırılan bilimsel yöntemlerle planlı araştırma yapma imkanı sunmaktadır. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojileri kentsel büyümenin izlenmesinde oldukça etkilidir. Meksika körfezi petrol kirizi, tarım arazilerinin görüntülenmesinde olduğu kadar göbekli tepe, aspendos, harcalaneum gibi pek çok tarihi eserin görüntülenmesinde sıklıkla kullanılır.

Arkeolojik alanlarda, uzaktan algılama (*RS*) *Remote Sensing Technologies* çalışmanın ilk basamağını oluşturmaktadır. Yüzeyle ya da araziler arkeologlar için çalışma alanlarıdır. Uzaktan algılama konusunda çalışan haritacılar ve jeologlar yaptıkları çalışmalar ile arkeoloji bilimine katkıda bulunmaktadır. Çeşitli yükseklik seviyelerinde siyah, beyaz, renkli ve kızılötesi fotoğraflar çekerek bu veriler daha sonra arkeolojik alanının harita üzerinde bulunması için işlenmektedir (Ozulu ve Metin, 2007). Bu projelerin yürütülmesi için jeolog ve arkeologlar birlikte işbirliği içinde çalışmaları gerekmektedir. Sanat tarihçileri ve müzeciler projelerin daha ileri aşamasında devreye girmektedirler.

3)Sobel Tekniği: Sit alanlarının, antik yolların incelenmesi amacıyla uygulanmaktadır. Sobel Tekniği (Kenar çizgilerin netleştirilmesi) ile gereksiz ayrıntılar yok edilerek, geniş bir alanda sadece belirli yol ağının izleri üzerinde yoğunlaşılır. Bu görüntüleme yöntemi ile nokta olarak alınan yol izleri hatlar halinde yorumlanabilmesi için işlemden geçirilmesi sağlanır (Gülçur vd. 1998).

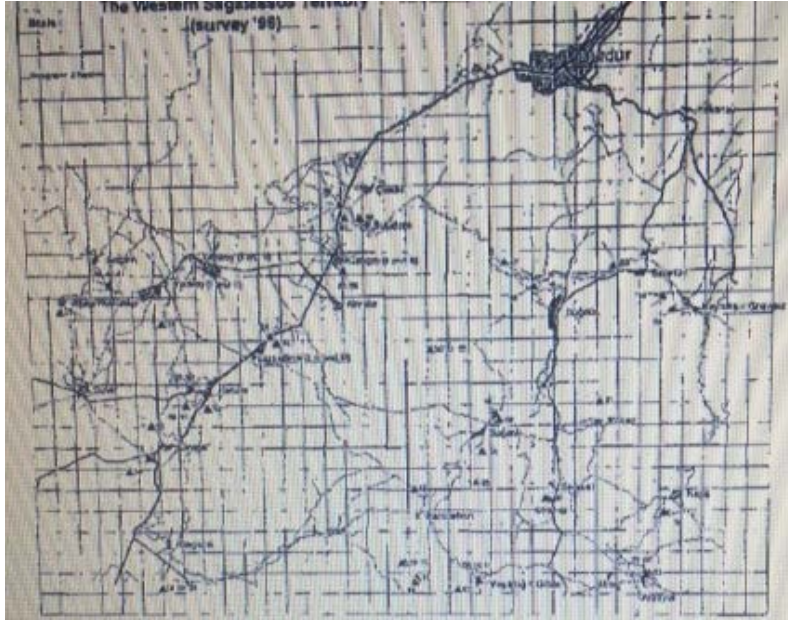
SHishr/Ubar antik kenti Maya kültürüne ait Yeni Antik Yolları ve önemli yerleşkeyi Sobel tekniği kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Mayalar, MÖ 600 yılında orta Amerika'da yaşamış önemli bir kültürdür. Harvard Üniversitesi öğretim üyesi, Jasor Ur, yaptığı bir çalışmada iklim değişikliği ve antik yollar ile ilgili konuya değinmiştir. Çalışmasında eski antik Maya Shishr kabilesine ait antik tapınak yollarını uydu görüntüleme sobel sistemi ile tesbit etmiş ve bilim dünyasına katkıda bulunmuştur.(Şekil 4)



Şekil 4- SHishr/Ubar antik kenti Maya kültürüne ait Yeni Antik Yolları Gösterir
(Climate,2014)

4) Coğrafi Bilgi Sistemi (Global Information System -GIS) ve Küresel Konumlama Sistemi, (Global Position System -GPS):Coğrafi bilgilerin toplanması, bilgisayar ortamına aktarılıp depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulması amacıyla bir araya getirilmiş bilgisayar donanım- yazılımı, personel ve coğrafi verilerden oluşan bir bütündür. Tematik haritalar, (seçim, eğitim, sağlık, adalet, nüfus, ekonomi, ticaret, trafik, tarım, sanayi) ilişki analizi, (kültürel miras analizi, bebek ölümü, suç analizi, seçmen parti analizi) ülke kaynaklarını izleme, ulaşım, planlama, doğa olayları izleme (kuşların göç yolları, sel, yangın, deprem, heyelan, iklim, toprak yapısı), alt yapı mühendislik (proje planlama, uygulama, takip, altyapı koordinasyon) şehir planlama, kent bilgi sistemi hizmeti, kamulaştırma, arazi toplulaştırma, üretim yönetim izleme, taşınmaz bilgi sistemleri,

tesis yönetimi, araç takip sistemlerinde (navigasyon) kullanılmaktadır (Bank, 2013). Bütün bu anlatılanlar ışığında, bu yöntem arkeoloji alan çalışmaları için oldukça etkili bir sistem olmakta ve çeşitli kent arkeolojisi alanlarında kullanılmaktadır. Antalya, Sagalassos Antik Kenti: (Sagalassos Archaeological Research Project), Jeomorfolojik araştırmalar, GIS ve uzaktan algılama KU Leuven'in bünyesindeki Arkeoloji Bilim Merkezi, fiziksel ve bölgesel coğrafya araştırma grubu tarafından Sagalassos'ta sürdürülen jeomorfolojik, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri araştırmaları, geçmişte insanların bu bölgeye yerleşmesinden itibaren meydana gelen çevresel değişikliklere, yerel yerleşim merkezlerinin gelişmesine ve arkeolojik niteliklere sahip yerlerin saptanmasına imkan sağlamıştır. Uzaysal iz düşümler, yerleşimin eko-sistemlerinin değişik süreçleri arasındaki etkileşimler, uzaktan algılama teknikleri ile birlikte kullanılarak arkeolojik niteliklere sahip yerlerin anlaşılması için Sagalassos bölgesinde ilk kez başarı ile uygulanmıştır. Sagalassos Antalya'ya 110 km uzaklıkta Ağlasun ilçesinin 7 km kuzeydoğusunda bulunan antik bir kenttir. Kazı çalışmaları 1990 yılında başlamıştır. 71 bölgenin yerlerini işaret eden harita 1996 yılında J. Reyniers tarafından oluşturulmuştur. Ören yerinin bölgesel haritası çıkarılabilmektedir. Bu bölge disiplinler arası arkeoloji araştırma projesi olarak oldukça başarılı olmuştur. 1800 km² genişliğinde oldukça geniş bir alanda kontrol sahası içinde yaşam alanlarını, insanların doğayı nasıl değiştirdiklerini, doğadan nasıl etkilendikleri konusunda çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar 19 sene boyunca toplanan verilerle oluşturulmuştur. 1996 yılında yapılan bu yayın ilk kez uydu görüntüleme yöntemleri temel alınarak oluşturulmuş bir çalışma olarak karşımıza çıkmıştır. (Şekil 5) (Waelkens, 1998) (Sagalassos, 2014).



Şekil 5- Antalya, Sagalassos Antik Kenti'nin Batı Bölümü'nün Yüze Haritası (1996) (Sagalassos, 2014).

Son zamanlarda yapılan çok disiplinli bir başka çalışma da ‘*Bir Başkent’in Su Yolları*’ başlıklı Trakya bölgesinden bugüne kadar inşa edilmiş en uzun ve geniş tarihi su kanalı tespit edilmesi ile sonuçlanmıştır. Projenin sonuçları düzenlenen bir sergi ile ziyaretçilere sunulmuştur. Bu sergi 9 Kasım 2012 tarihinden 18 Şubat 2013 tarihine kadar devam etmiş ve Anadolu Medeniyet Araştırmaları Merkezi ve Koç Üniversitesi ile birlikte ortak proje yapılmıştır (Atalan Çayırzmez vd, 2008).

Sergide, topoğrafik yüzey araştırmaları çalışmaları ve uzaktan algılama teknolojileriyle görsel veriye dökülen fotoğraflar, bilgisayar grafikleri ve yeniden yapılandırmanın yanı sıra 4.yüzyıldan itibaren inşa edilmeye başlanan su kemerlerinin durumu tespit edilerek sergide gösterilmiştir. Sergide bilgisayar ortamında canlandırılan, sanal görüntülere de yer verilmiştir. Proje yirmi yıldır yapılan araştırmaları bir araya getirmiş ve ortaya çıkan, dünyanın en uzun su sistemine ait görüntüleri sergilemenin yanında ilk kez, uzaktan algılama sistemleri, bir sergide bu şekilde tanıtılmıştır.

Tarihi su yolu sistemi projesi, İstanbul Teknik Üniversitesi’nden Prof. Derya Maktav ve Edinburgh Üniversitesi, Prof. James Crow tarafından yürütülmüştür. Bilim insanları, uzaktan algılama teknolojileri, yüksek çözünürlüklü, görüntülü uydu ve hava fotoğrafik, global konumlama Sistemi ve Coğrafi Bilgi Sistemi gibi bir çok teknik yöntemleri kullanarak tarihte İstanbul’un su ihtiyacını karşılayan kanalların yerlerini ortaya çıkarmayı başarmışlardır.



Şekil 6- Koç Üniversitesi’nde Trakya’dan İstanbul’a Bir Başkent’in Su Yolları Sergisi (2012)

Bu proje Koç Üniversitesi, TÜBİTAK’a, Britanya Akademisi ve Prof. Dr. Kâzım Çeçen ve Arkeolog Celal Kolay’ın çabaları ile gerçekleşmiştir (Atalan Çayırzmez vd, 2008). Bu projenin önemi günümüz teknolojilerinin arkeoloji alanı ve kültürel mirasın yerinin doğru/eksiksiz saptanması amacı ile kullanılmasıdır (Şekil 6) (haberler, 2014).

Yozgat ilinde Sorgun kentinin güneyinde Kerkenes adlı bir bölge bulunmaktadır. Bu bölge demir çağında Anadolu’nun merkezidir. Fazla yüksek olmayan dağları, granit

taşları ve termal suları ile ünlüdür.Uzaktan algılama metotları dahilinde uydu imajları, fotoğrafları ve sıcak hava balonları ile, hava fotoğrafları çekilmiş ve inceleme altına alınmıştır.



Şekil 7- Kerkenes Projesi -Kapadokya Kapısı Yozgat (2009)

Bu araştırma hem arkeolojik hemde uzaktan algılama Küresel Konumlama Sistemi (GPS) açısından önemli bir yüzey araştırması projesidir (Şekil 7) (Atalan Çayırılmaz vd, 2008).

Türkiye'deki kazı alanlarının uydular ile saptanması tespit edilmesinde kültürel buluntuların haritalarının elektronik tarama yöntemi ile bilgisayar ortamlarında görüntülenebilmesine imkân sağlayan alt yapı içinde bilişim teknolojileri telekomünikasyon sistemleri ve özellikle de uzaktan algılama sistemleri kullanılmaktadır. Uzaktan algılama sistemleri, Türkiye'deki tarihi ören yerlerinin tespitinde ve toprak altı envanterinin çıkarılmasında sıklıkla Alman Arkeoloji Enstitüsü tarafından kullanılmaktadır. (Atalan Çayırılmaz vd, 2008). Örnek olarak Herculaneum kazılarında J.J. Winckelmann'ın gerçekleştirdiği kazılar, Göbeklitepe toprak altı planlarının çıkarılması, Antalya Demre ilçesinde Aziz Nikalaos Klisesi gibi birçok örnekte uzaktan algılama teknikleri kullanılması örnek verilebilir.

Bu makalede arkeoloji alanında, kültürel mirasın envanterinin çıkarılması projelerinde, yerinin tespiti, kültürel varlıkların korunması, uydular aracılığı ile çekilen fotoğraflar, uzaktan algılamaya yönelik uygulamalar ile elde edilen verilerin değerlendirilmesinde bilişim teknolojileri ile çeşitli yüksek teknolojik yöntemleri konu olarak arkeoloji alanında uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması konusuna ışık tutmayı hedeflemektedir. Bu amaçla çalışmada hava fotoğrafı, Sentetik Aralık Radarı (SAR), Airphotos Uzaktan Algılama Teknolojileri, Sobel Tekniği, Coğrafi

Bilgi Sistemleri(GIS), Küresel Konumlama Sistemi(GPS) açıklanmaya çalışılmıştır. Bunların yanında renkli kızılötesi film, Termal infrared multi spektral tarayıcı (TIMS), Airborne oceanographic Lidar gibi farklı teknolojik yöntemler de mevcuttur. Fakat bu teknolojilere konunun aralığını genişletmesi dolayısı ile değinilmemiştir.

3.SONUÇ

Radar teknolojileri, RFID ve daha bir çok geliştirilen ve gelişmekte olan teknolojiler müzelerin koruma, saklama ve sergileme alanlarında yeni yeni imkanları bize sunmaktadır. Bazen müzeye gelmeden önce yapılan kazı çalışmalarında ören yerlerinin bulunması için yapılan uzaktan algılama çalışmaları, ileri teknoloji ile donatılmış aletler ve materyaller kazılacak alanların önceden doğru tayin edilmesini sağlamaktadır. Böylece daha verimli ve doğru yönlendirilen arkeologlar önemli keşiflere imza atmaktadır. Günümüzde bu alanın çok disiplinli alanlar içinde yer alması sebebi ile bilim adamı, kod yazan uzmanlar, arkeologlar, coğrafyacılar, sanat tarihçileri ve müze bilim insanları gibi bir çok uzman birarada çalışmak ve üretmek durumunda kalmaktadır.

Dünyada uzaktan algılama çalışmalarını kullanan, arkeolojik araştırmaların sayısı bugün olması gerekenden az olmakla birlikte artmaktadır. Coğrafyacılar, jeodezi, jeofizik, harita mühendisliği, Jeologlar ve arkeologlar bu alanda çalışmalar ve yayınlar yapmaktadır. Bu uzaktan algılama ile ilgili sistemler oldukça pahalı sistemler olduğu için kiralanabilmektedir. Havanın durumu, açığı, arkeolojik alanla ilgili verilerin sağlıklı olarak işlenmesinde önemli olmaktadır. Yüksek teknoloji müze ve ören yerleri için oldukça hayattır; bu sebepten arkeoloji ve müzecilik alanlarında kullanılması ve uzaktan algılama projelerinin sayılarının artması bilimsel anlamda istenen bir davranıştır.

Arkeoloji ve müze bilimi bu tesbitleri doğru yapmak ve teknolojinin imkanlarından doğru şekilde yararlanmak zorundadır. Arkeoloji ve müze biliminin gelecekte bir bilim alanı olarak varlığını sürdürebilmesi için uzaktan algılama, GIS, TIMPS, SAR, GPS gibi Avrupa'nın ve Amerika'nın kullandığı dünya ölçekli gelişmiş yüksek teknolojileri üretmese bile kullanmak zorunda kalacak bir gerçektir. Bilinçli sürdürülebilir bir arkeolojik ve müzecilik anlayışı için Kıta Avrupası ve Amerika'nın kullandığı gelişmiş yüksek teknolojileri Türkiye'de de kullanmak gereklidir.

Arkeolojik alanların belirlenmesi ve bu alanlardaki tarihi eserlerin değerlendirilmesinde, kültürel buluntuların uzaktan algılama teknolojileri ve çok yüksek çözünürlüklü uydu fotoğrafları aracılığı ile belirlenmesi ve görüntülenmesine yönelik yöntemler her geçen gün artmaktadır.

Uçaklar aracılığıyla yukardan çekilen hava fotoğraflarından; toprağın öz direnç, geçirgenlik, manyetik alan, yoğunluk gibi fiziksel parametrelerinden yararlanarak ortaya konulan sonuçlar arkeoloji ve müze bilim alanlarına fayda sağlayacak şekilde değerlendirilir.

Arkeolojik alanların makro ve mikro değerlendirmelerinde bütün olarak arkeoloji, arkeometri, jeoloji, jeofizik, harita kadastro, kimya mühendisliği gibi farklı bilim ve mühendislik dallarındaki akademisyenlerin birlikte çalışmalarının gerektiği görülmektedir.

Günümüzde kısmen yapılmakta olan entegre çalışmaların daha kapsamlı projelerin oluşturulması ile yakın zamanda yeni kültürel miras buluntuları ortaya çıkacağına inanılmaktadır. Farklı uzmanlık alanlarında çalışan bilim insanlarının çok disiplinli çalışma ortamı içinde biraraya gelerek, ortak çalışmalara imza atması ile; kültürel varlıkların, kültürel mirasımızın, müzecilik, arkeolojik bölgelerin saptanmasında ve korunmasında öncülük edeceklerine inancım tamdır.

KAYNAKLAR

Aksoy Y.,(2001), İzmir İl Kültür Envanteri, İzmir Kültür Müdürlüğü Projeler Dairesi Bşk.Yay.

Atalan Çayirezmez, N., Ertepinar Kaymakçı, P., Summers, G., (2008).”Uzaktan Algılama: Jeofizik ve Diğer Yöntemlerin Birleştirilmesi”, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 29 (2), 87-100.

Bank E., (2013), ”Yönetim Bilişim Sistemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknolojisinin Önemi” 30. Ulusal Bilişim Kurultayı, 28-29 Kasım JW Marriott Hotel Ankara:23.

De Laet, V., Paulissen, E., Verstraeten, G., (2009), ‘Remote Sensing, GIS En Geo-Archeologisch Onderzoek, Case Studies In Turkiji’, Egypte en Italie, Center for Archaeological Sciences, K.U.Leuven Belgium:34.

Demirci Ş., ve Balcı, A. H., (1998), “Meta Arkeoloji: Arkeometri Arkeoloji İlişkisi Üzerine” T.V Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, XIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara.

Devereux, B.J., Amable,G.S., Crow, P., Cliff, A.D., (2005), “The Potential Of Airborne Lidar For Detection Of Archaeological Features Under Woodland Canopies” Antiquity, 79(305).

Erbay, F., (1998) ”Development of The Display Technigues in Museums as a Service Sector”, IRCICA Newsletter, Research Center Islamic History, Architecture, Arts, İstanbul:21.

Erbay. M., (2002), Gelişen Teknoloji Karşısında Müzelerin Değişen Konumu, 6.Müzecilik Semineri Bildirileri, Askeri Müze Yay.,2002/09, İstanbul: 27-30.

Erbay. M., (2014), Bilişim Teknolojilerinin Müze ve Müze Sergilemelerinde Kullanım Alanları The Utilization Area of Information Technologies on Museums And Exhibitions, Boğaziçi Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri, 16 -17 Ekim, İstanbul.

Erdoğan, N.J., Özer, A.M., Yıldırım, H., Özel, M.E., Gülçur, S., Esin, U., (1998) “Arkeolojik Yapıların Uzaktan Algılama Uydu Verileriyle Araştırılması”, T.C Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, XIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara.

[http:// www.arkeotekno.com/hbr_74_uydular_ve_arkeoloji.html](http://www.arkeotekno.com/hbr_74_uydular_ve_arkeoloji.html)
[Erişim Tarihi: 23.06.2014]

<http://www.haberler.com/trakya-dan-istanbul-a-bir-baskentin-su-4086340-haberi/>
[Erişim Tarihi: 23.06.2014]

[http:// Anadolu Medeniyetleri araştırma merkezi sergisi](http://AnadoluMedeniyetleriaraştırmaMerkeziSergisi)
[Erişim Tarihi: 13.11.2012]

[http:// paleoberkay.blogspot.com.tr/2011/03/arkeolojide-bölgesel-calsmalar-katlm.html](http://paleoberkay.blogspot.com.tr/2011/03/arkeolojide-bölgesel-calsmalar-katlm.html)
[Erişim Tarihi: 23.06.2014]

[http:// www.sagalassos.be/en/node/1308](http://www.sagalassos.be/en/node/1308)
[Erişim Tarihi: 23.06.2014]

<http://news.harvard.edu/gazette/story/2012/03/new-frontier-in-archaeology/>
[Erişim Tarihi: 23.06.2014]

<http://climate.nasa.gov/news/1010>
[Erişim Tarihi:23.06.2014]

Karaarslan, S.V., (2009), “Bilişim Teknolojileri ve Uzay Arkeolojisi Yakınsama Bağlamında Uydular ile Uzaktan Algılama ile Buluntu Tespiti”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Üniversiteler Mah. Dumlupınar Blv. No 1, Çankaya, Ankara.

Lasaponara, R., ve Masini, N., (2013), “Remote Sensing in Archaeology :An Overview” Journal of Aeronautics &Space Technologies, 6(1),7-17.

Loeb, J., (2006), “Using Satellite Images to Search for Ancient Settlements”, Harvard University, 23.

Ozan A., (2005), ”Korykos'ta Bulunan Su Kanalı Ve Terasların İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana:23.

Ozulu, İ.M., ve Metin, A., (2007), “Hava Fotoğrafları Kullanılarak Arkeolojik Alanların Değişim Analizi Hattusa Örneği”, Anadolu University, Journal of Sciences &Technology, 8(2), 463-473.

Summer, G., ve Summers, F., (2009), Kerkenes Projesi (2009) Sezonu ön Raporu, Çeviren Yasemin Özarslan, s. 39.

Şekertekin, A. İ., (2013), “Uzaktan Algılama Verileri ile Bölgesel Çevre Etkilerinin Belirlenmesi: Zonguldak Örneği”, Bülent Ecevit Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.

Tekinsoy, P., ve Dinç, U., (2001), Uzaktan Algılama Nedir? HKMO Bülteni Şubat, Ankara

Uluç Ç., ve Işık, F., (2014) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknolojilerinin Kentel Büyümenin İzlenmesi Süreçlerinde Kullanımı Manisa Örneği, Yerel Politikalar, Temmuz- Aralık.

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu,(2012) 4. Bülent Ecevit Üniversitesi, 16-19 Ekim

Waelkens, M., (1998), ”The Survey and Archaeometrical Research at Sagalassos 1996”, T.V Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, XIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara:34-35.

