

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARKEOJEOFİZİKTE YER RADARI
UYGULAMALARI: PARİON ANTİK
KENTİ (BİGA, ÇANAKKALE) ÖRNEĞİ**

Duygu CEBEL

**Danışman
Prof. Dr. Çağlayan BALKAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
ISPARTA – 2021**



©2021 [Duygu CEBEL]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	4
3. PARİON ANTİK KENTİ	8
3.1. Parion Antik Kenti Tarihsel Gelişimi	8
3.1.1. Klasik dönem	12
3.1.2. Helenistik dönem	15
3.1.3. Roma dönemi.....	19
3.1.4. Bizans dönemi	21
3.2. Parion Antik Kenti Kent Planı	22
3.3. Parion Antik Kenti Mimarisi	23
3.3.1. Sur Duvarları, Kuleler, Kapılar ve Limanlar	23
3.3.2. Roma Hamamı	25
3.3.3. Roma Tiyatrosu	28
3.3.4. Yamaç Yapısı.....	30
3.3.5. Nekropol	34
3.3.5.1. Mezar tipleri ve gömü gelenekleri	35
4. YER RADARI YÖNTEMİ	40
4.1. Temel Çalışma Prensipleri.....	40
4.2. Em Dalga Yayınımı	41
4.3. Düşey Yanal Ayrımlılık.....	44
4.4. Yer Radarı Çalışmasında Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler.....	45
4.5. Jeofizikte Yer Radarı Uygulamaları	46
4.5.1. Arkeolojik alanlarda yer radarı uygulamaları.....	47
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	49
5.1. Alan-1	49
5.2. Alan-2	55
5.3. Alan-3	61
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	68
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	76

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARKEOJEOFİZİKTE YER RADARI UYGULAMALARI: PARİON ANTİK KENTİ (BİGA, ÇANAKKALE) ÖRNEĞİ

Duygu CEBEL

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Çağlayan BALKAYA

2016-2017 yılları arasında, Parion Antik Kenti'nde (Biga, Çanakkale) yer radarı (Ground-penetrating radar, GPR) araştırmasını içeren bir arkeojeofizik çalışma gerçekleştirilmiştir. Yer radarı, tahribatsız ve yüksek çözünürlüklü özelliği nedeniyle arkeojeofizik araştırmalarda en yaygın kullanılan jeofizik yöntemlerden biridir. Bu tez çalışması kapsamında, arkeolojik yapıların yeraltında saklı kalan kalıntılarının varlığı, boyutları ve uzantılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bodrum Burnu'nda bulunan kazı evinin kuzeybatı tarafında yer alan üç araştırma alanında yer radarı verileri toplanmıştır. Ölçümler, iki alanda 270 MHz ve bir alanda ise 200 MHz merkez frekansına sahip sistemler kullanılarak elde edilmiştir. Veri kümeleri, uygun veri işlem teknikleri kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar yeraltındaki arkeolojik yapıların varlığını açıkça göstermiştir. Ayrıca elde edilen en umut verici sonuçlar, 0,5 m'den başlayıp 2,5 m'ye kadar devam eden 7 m × 12 m boyutlarında tapınak benzeri bir yapının varlığını göstermiştir. Bu jeofizik bulguların, arkeologların antik kentteki daha ileri kazı planlamalarına rehberlik edeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arkeojeofizik, Yer radarı, Parion Antik Kenti.

2020, 76 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

GROUND-PENETRATING RADAR APPLICATIONS IN ARCHAEOGEOPHYSICS: AN EXAMPLE OF PARION ANCIENT CITY (BİGA, ÇANAKKALE)

Duygu CEBEL

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geophysical Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Çağlayan BALKAYA

In the ancient city of Parion (Biga, Çanakkale), an archaeo-geophysical study been performed in 2016-2017 using the Ground-penetrating radar (GPR). GPR is one of the most widely used geophysical methods in archaeo-geophysical explorations due to its non-destructive and high-resolution characteristics. The aim of this study is to determine the existence, dimensions and extension of the hidden remains of the archaeological structure in the subsurface. GPR data have been collected in three survey areas on the northwest side of the excavation house in Bodrum Cape. The measurements have been obtained using a 270 MHz center-frequency system in two areas while a 200 MHz center-frequency system was used in one area. GPR data sets have been evaluated using appropriate data processing techniques, and the results clearly show the existence of archaeological structures in the subsurface. Moreover, the most promising results indicated the presence of a temple-like structure of 7 m x 12 m from 0.5 m to 2.5 m. It is obvious that these geophysical findings will guide the further excavation plans of archaeologists in the ancient city.

Keywords: Archaeogeophysics, Ground-penetrating Radar, Parion Ancient City

2020, 76 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. ağlayan BALKAYA'ya, arazi çalışmasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen meslektaşlarım Sayın Hızır YILMAZ ve Sayın Atakan YÜKLÜ'ye, tez yazım aşamasında her türlü teknik ve manevi desteğini esirgemeyen Hocam Arş. Gör. Dr. Nevbahar Ekin'e ve Parion Antik Kenti hakkında bilgi ve kaynak desteği sağlayan Arş. Gör. Alper YILMAZ'a ayrıca teşekkür ederim.

Bu çalışmanın her aşamasında beni yalnız bırakmayan, sevgisini, güvenini daima hissettiğim dostum Betül ARSLANHAN'a, eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen değerli annem Güllü CEBEL ve babam Seyfi CEBEL'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Bana hür yaşama ve eşit çalışma ortamı sağlayarak, kendimi geliştirme yolundaki tüm kapıları açıp ölkeme yararlı bir birey olmamı sağlayan ulu önderimiz M. Kemal Atatürk'e sonsuz saygı ve teőekkürlerimi sunarım.

Duygu CEBEL
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Çalışma alanlarının konumları.....	3
Şekil 3.1. Parion Antik Kentinin havadan görünümü	8
Şekil 3.2. Antik Kentin uydu görünümü	9
Şekil 3.3. Parion Antik Kenti'ndeki Klasik Dönem urne mezar ve urne kabı.....	13
Şekil 3.4. Parion Antik Kenti'ndeki Klasik Dönem, düz semerdam kiremit mezar...	13
Şekil 3.5. Parion Antik Kenti Klasik Dönem, amphora çocuk mezarı	14
Şekil 3.6. Klasik Dönem kullanıma ait taş sırası	15
Şekil 3.7. Helenistik Dönem, urne kabı ve ölü hediyesi	16
Şekil 3.8. Helenistik Dönem, taş sandık mezarlar	17
Şekil 3.9. Parion Sikkesi	17
Şekil 3.10. Helenistik Dönem, taş sandık mezar ve içerisinde urne kabı	18
Şekil 3.11. Helenistik Dönem, düz semerdam kiremit mezar.....	18
Şekil 3.12. Roma Dönemi, düz semerdam kiremit mezarlar	19
Şekil 3.13. Roma Dönemi, Roma Dönemi, taş mezar içerisinde urne kabı.....	20
Şekil 3.14. Roma Dönemi, semerdam kiremit mezarlar	21
Şekil 3.15. Bizans Dönemi, soldaki yetişkin mezarı, sağdaki ise çocuk mezarı.....	22
Şekil 3.16. Kent yerleşim planı	23
Şekil 3.17. Roma Hamamı	26
Şekil 3.18. a) Roma Hamamı ısıtma sistemi b) Roma Hamamı atık su rögarı	27
Şekil 3.19. Roma Hamamı atık su sistemi	28
Şekil 3.20. Tiyatro sahne binası	29
Şekil 3.21. Alınlık kabartma örnekleri	29
Şekil 3.22. Eros kabartmalı blok ve örnek kabartma buluntuları.....	30
Şekil 3.23. Yamaç yapısı.....	31
Şekil 3.24. Yamaç Yapısı havadan görünümü	32
Şekil 3.25. Tonozlu mekân ve tonozlu mekânın içi	33
Şekil 3.26. Yamaç yapısı, tonozlu mekân su kanalı ve su şebekesi.....	33
Şekil 3.27. Yamaç yapısı, ısıtma sistemi.....	34
Şekil 3.28. Parion Antik Kenti Nekropol alanı	35
Şekil 3.29. Nekropol, anıt mezar, taş döşeli yol ve taş sandık mezarlar.....	36
Şekil 3.30. İkincil cesedin yakılarak gömülmesi geleneğinin izlerini gösteren, ızgara biçiminde yerleştirilmiş yanık kütükler.....	37
Şekil 3.31. Arkaik döneme ait iki lahit	38
Şekil 3.32. Lahitlerin içerisinden çıkarılan ölü hediyeleri	39
Şekil 4.1. a) Yer radarı yönteminin genel çalışma sistemi b) Radargram.....	41
Şekil 4.2. Serbest ortamda EM dalga yayını.....	42
Şekil 4.3. Hava-yer arayüzeyi boyunca EM dalga yayını.....	43
Şekil 4.4. a-e) Çeşitli frekanslarda dalga boyunun değişimi f) Bir sinyal örneği.	45
Şekil 4.5. a)GSSI firmasına ait SIR-3000 yer radarı b) Geoscanners firmasına ait Akula 9000C yer radarı	48
Şekil 5.1. Parion Antik Kentinde çalışma yapılan alanların uydu görüntüsü	49
Şekil 5.2. a) Alan-1 için Yer radarı ölçümü yapılan alanın Google Earth görüntüsü b) Alan-1 için Yer radarı ölçümü yapılan alanda profil yerleşimi	50
Şekil 5.3. Alan-1 için elde edilen derinlik dilim kesitleri	51
Şekil 5.4. Alan-1 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri.....	53

Şekil 5.5. Alan-1, 0.8-1.2 m derinlik dilim kesitinin Google Earth üzerindeki görüntüsü.....	55
Şekil 5.6. a) Alan 2 için yer radarı ölçümü yapılan alanın Google Earth görüntüsü b) Alan 2 için yer radarı yapılan alanda profil yerleşimi.....	56
Şekil 5.7. Alan-2 için elde edilen derinlik dilim kesitleri a) 0,4 -0,8 m derinlik b) 0,8-1,4 m derinlik c)1,4-1,6 m derinlik d) 1,3-1,7 m derinlik e) 1,8-2,4 m derinlik f)1,9-2,6 m derinlik.....	57
Şekil 5.8. Alan-2 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri.....	59
Şekil 5.9. Alan-2, 1,0-1,4 m derinlik dilim kesitinin Google Earth üzerindeki görüntüsü.....	61
Şekil 5.10. a) Alan-3 için Yer radarı ölçümü yapılan alanın Google Earth görüntüsü b) Alan-3 için Yer radarı ölçümü yapılan alanda profil yerleşimi.....	62
Şekil 5.11. Alan-3 için elde edilen derinlik dilim kesitleri	63
Şekil 5.12. Alan-3 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri.....	65
Şekil 5.13. Alan-3, 0,9-1,7 m derinlik dilim kesitinin Google Earth üzerindeki görüntüsü.....	67
Şekil 6.1. Çalışma alanlarından yer radarı ölçümlerinin değerlendirilmesiyle elde edilen 0,8-1,7 m derinlik seviyelerine ait sonuçların Google Earth üzerindeki görüntüsü	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Malzemeler ve elektriksel özellikleri.....	44
Çizelge 4.2. Merkez anten frekansı seçimine bağlı olarak yaklaşık derinlik	45
Çizelge 4.2. Yöntemin uygulama alanları.....	47



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EM	Elektromanyetik
GPR	Ground-penetrating radar (Yer radarı)
m	Metre
MHz	Megahertz
C	Işık hızı
ϵ_r	Dielektrik katsayısı
σ	Elektriksel İletkenlik
μ_r	Bağıl manyetik geçirgenlik
Z	Düşey eksen
E	Elektrik alan
F	Frekans
λ	Dalga boyu
P	Kayıp faktörü



1.GİRİŞ

Yer radarı (Ground-penetrating radar, GPR) yöntemi; hızlı, yüksek ayrımlılıklı, tahribatsız ve sığ yeraltı araştırmalarında jeofizik yöntemler arasında son yıllarda yaygın olarak kullanılan en önemli yöntemlerden biridir. Yer radarı yöntemi yüksek frekanslı elektromanyetik (EM) radar sinyalinin bir verici antenden yere iletilen ve gömülü nesnelere yansıyarak ve saçılarak şekil değiştiren bir sinyalin alıcı antenler tarafından varış zamanının bir fonksiyonu olarak kaydedilmesi esasına dayanır. Çevre, jeoloji ve mühendislik problemleri, buzul araştırmaları, arkeolojik prospeksiyon ile adli bilimler yöntemin uygulandığı temel alanlar olarak verilebilir (Reynolds, 1997). Yer radarı yöntemi, sismik yöntemde olduğu gibi iki farklı düzende, hem kuyu içinde hem de yüzeyden uygulanabilmektedir. Yüksek araştırma çözünürlüğü ve uygulama kolaylığı nedeniyle dünyada olduğu gibi ülkemizde de sığ yapıların araştırılmasında tercih edilen başlıca yöntemdir (Balkaya, 2014). Sismik yansıma yöntemi ile yer yüzeyinde gerçekleştirilen yer radarı ölçümleri ve bunlara uygulanabilir veri işleme teknikleri benzer özellikler sergilemektedir (Fisher vd., 1992). Teknolojideki gelişmeler göz önüne alındığında yer radarı yöntemindeki donanım ve yazılım alanları başta olmak üzere veri toplamak ve toplanan veriye temel veri işleme tekniklerini uygulamak basit bir işlem gibi görünebilir. Yer radarı ölçümlerinin etkilendiği gürültü kaynaklarının çeşitliliği ve sayıca fazla olması etkilendiği gürültü kaynaklarının çeşitliliği ve çok sayıda olması çoğu zaman verilerin değerlendirilmesi ve yorumlamasını zorlaştırmaktadır (Özürkan ve Ulugergerli, 2005). Daha iyi bir veri değerlendirme ve yorumlama yapabilmek için öncelikle EM dalga teorisinin ve EM dalgasının yer içinde nasıl yol aldığının bilinmesi gerekmektedir (Conyers, 2011).

Arkeoloji biliminde, kazı öncesinde yeraltındaki gömülü yapıların yerlerinin ve derinliklerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Özellikle hasar görmemesi gereken yapıların gün yüzüne çıkartılması önem ve titizlik isteyen bir çalışmadır. Başka bir açıdan bakıldığında, büyük bir alana yayılmış arkeolojik alanların araştırılmasında ve haritalanmasında en etkili sonuç veren yöntem aletsel arkeojeofizik ölçümlerdir. Arkeojeofizik ya da arkeoloji jeofiziği, yüzeyden uygulanan jeofizik yöntemlerle çeşitli jeolojik koşullar sonrasında yeraltında üstleri örtülmüş saklı arkeolojik yapı kalıntılarının yeri, derinliği ve konumlarını belirleyerek arkeolojik kazının

planlanmasına yön veren ve arkeolojik kazıya kazanç saptamayı amaçlamaktadır (Kaya vd.,1996). Arkeojeofizik yöntem ile;

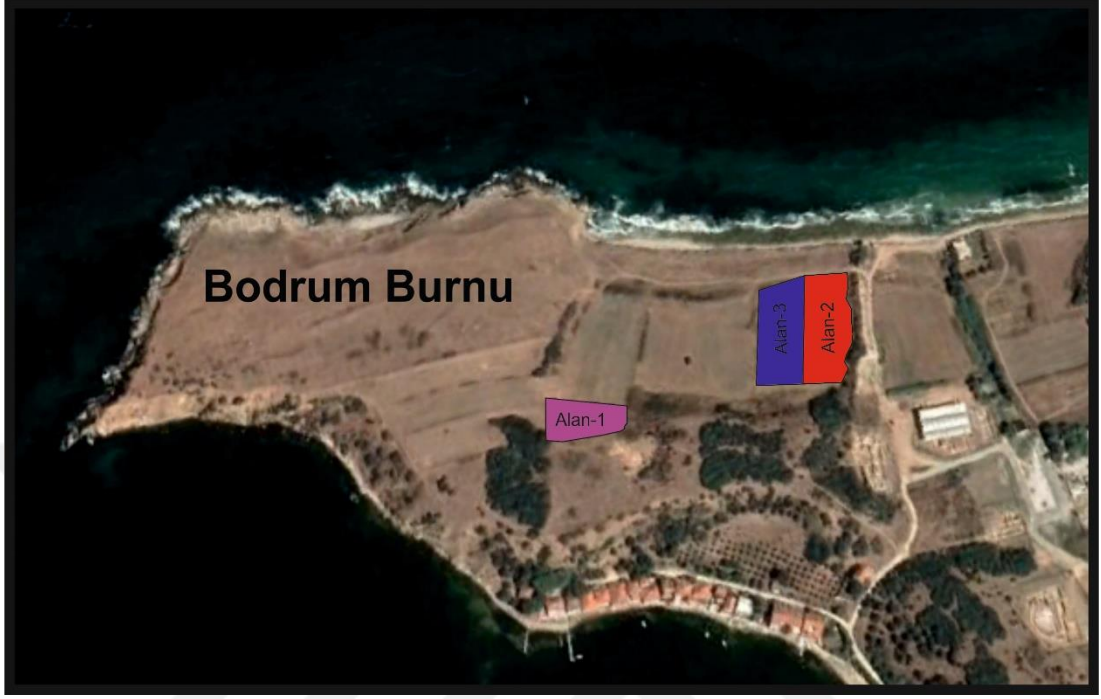
- Arkeolojik alanlarda maddi kayıpları aza indirmek,
- Sit alanlarının olabilecek sınırlarını belirlemek,
- Antik eser kaçakçılığının önüne geçmek,
- Kazı süresini kısaltmak,
- Arkeolojik alanı yeniden yapılandırmak mümkündür.

Arkeolojik yapı kalıntısına zarar vermeden yüzeyden uygulanan yöntemlerle yapı kalıntılarının yeri derinlikleri ve doğrultularını belirleyerek kazı sürecini azaltıp, maliyetini düşürmesine yardımcı olan jeofizik yöntemlerden biridir. Hem sit alanlarının sınırlarını belirlemek hem de güncel yerleşim alanlarında antik yapı kalıntılarını belirlemek jeofizik yöntemlerle mümkündür. Dedektör ya da başka usuller ile yapılan kaçak kazıların önüne geçmek ve höyük, tümülüs alanlarının araştırılıp koruma altına alınması arkeojeofizik araştırmalar ile mümkündür (Üstol, 2013). 1940'lı yıllarda başlayan ve 1990'lardan sonra Dünyada ve Türkiye'de artarak devam eden uygulamalı jeofizik çalışmalar arkeoloji bilimine önemli bir destek vermiştir (Kaya vd., 1996).

Arkeolojik yapı kalıntılarının aranmasında jeofizik yöntemlerin uygulamaları dünya da "Archaeogeophysics" (Ateş, 2002a, b), "Archaeological Geophysics" (Cott, 2003), "Geophysical Survey" (Matias ve Almeida, 1996) ve "Geophysical Prospection" (Wynn, 1986) olarak adlandırılırken, Türkiye'de "arkeojeofizik" ve "arkeoloji jeofiziği" olarak farklılık göstermektedir. Arkeojeofizik yöntemler birkaç cm'den birkaç m'ye kadar olan yapıların derinliği ve büyüklüğü hakkında kesin bilgiler verir. Bu yapılar, konut temelleri, duvarlar surlar, kale duvarları, tiyatro, hamam, tapınak, mezar alanları, cadde, sokak ve konut kalınlıkları ile yanmış her türlü tarihi temelleri oluşturur.

Bu çalışma, Çanakkale ili Biga ilçesi Kemer Köyü sınırları içerisinde bulunan Parion Antik Kenti'nde, kentin büyüklüğü göz önüne alındığında, arkeolojik kazılara yön vermek amacıyla gerçekleştirilen yer radarı ölçümlerinin bir değerlendirilmesini

kapsamaktadır. Araştırma alanı olarak seçilen bölge kentin Bodrum Burnu diye adlandırılan ve Şekil 1.1’de gösterilen konumları kapsamaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanlarının konumları (Google Earth’den alınmıştır.)

2. KAYNAK ÖZETİ

Arkeojeofizik yöntemler, geçmişten günümüze kadar arkeolojik alanlarda kazı öncesinde arkeologların başarılı sonuçlar elde etmesine fayda sağlamıştır. Bu bölümde arkeolojik alanlarda yapılan jeofizik çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Yeraltına ait parametrelerin bulunması için uzun yıllardan beri jeofizikte elektrik özdirenç yöntemi kullanılmaktadır. Wenner tarafından 1915 yılında kullanılan elektrik özdirenç yöntemi, 1920 yılında Schlumberger tarafından geliştirilerek daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Teknolojinin gelişmesi, elektrik özdirenç yöntemi ile yeraltının özdirenç değişimlerinin bir, iki veya üç boyutlu olarak incelenebilmelerini sağlamıştır.

Arkeolojik alanlarda yapılan ilk jeofizik çalışmalar 1940'lı yıllarda başlamıştır. Atkinson tarafından yapılan elektrik özdirenç çalışması 1946 yılında İngiltere'de gerçekleştirilmiştir (Atkinson, 1952). Arkeolojik alanlarda yaygın olarak kullanılan jeofizik yöntemler elektrik özdirenç, manyetik yöntem ve yer radarı yöntemidir. Taşınabilir, temas etmeyen elektromanyetik iletkenlik sistemleri de çok yüksek veri toplama oranlarından dolayı giderek daha fazla kullanılmaktadır. Görüntü işleme ve grafik sunumdaki son gelişmeler, arkelokların "arkeolojiyi kurtarma" isteği, yani modern endüstriyel gelişmeden önce eski insan kültürel kanıtları için yüksek hızlı, tahribatsız keşif araştırmaları yapma beceresine önemli katkıda bulunmuştur (Wynn, 1946).

1962 yılında sismik kırılma yöntemi Carson tarafından ve 1966 yılında Carabelli tarafından yapılmıştır. Elektromanyetik yöntemlerin de ilk uygulamaları bu dönemlerdedir ve 1962 yılında Scollar tarafından kullanılmıştır. Linington, 1966 yılında gravite yöntemini uygulasa da arkeolojik alanlarda gravite alanı çok az değiştiğinden yeterli bir bilgi elde edilememiştir.

Türkiye'de gerçekleştirilen ve arkeoloji alanında uygulanan jeofizik yöntemler 1960'lı yıllarda Keban kurtarma kazıları ile başlamış olup ODTÜ destekli kurtarma kazılarında Ağın kalesinde ve Norşun höyüğünde jeofizik elektrik özdirenç çalışmaları yapılmıştır (Yaramancı 1970).

1986 yılında Vaughan'ın yer radarı kullanımı ile manyetik ve elektrik özdirenç yöntemlere kıyasla görece geç ortaya bir çıkan yöntem olsa da arkeolojik yapıları gerçek durumlarına göre en net şekilde belirleyen yöntem olmayı başarmıştır.

Yer radarı 1980'li yıllardan itibaren yaygın olarak sığ jeofizik aramalarda kullanılan, özellikle arkeolojik alanlarda uygulanmakta olan önemli bir jeofizik yöntemdir. İkinci Dünya Savaşı döneminde daha çok savunma amaçlı çalışmalarda kullanılan yöntemin yerin fiziksel özelliklerinin araştırılması amacıyla kullanımı 1970'li yıllarda başlamıştır (Drahor, 1998). Yer radar yöntemiyle gerçekleştirilen ilk çalışma Hulsmeier tarafından 1904 yılında gömülü bir metal nesnenin araştırılmasıdır. Bu çalışmayı ise Lowy tarafından 1911 yılında gerçekleştiren bir çalışma izlerken Stern (1930) yeraltı ara tabakaların derinliğini belirleyen teknik ve jeolojik haritalama çalışmalarını ortaya çıkarmıştır. 1950'li yıllardan sonra madenlerde ana kaya haritalamaları, gömülü kablo, boru ve benzeri nesnelere aramaları ve buzul kalınlığının ölçülmesi gibi çalışmalarda yer radarı sistemleri kullanılmıştır. Arkeolojik alanlarda yapılan yer radar çalışmaları 1980'li yıllardan başlamış ve 1990'lı yıllardan sonra yazılım ve ekipman teknolojisindeki hızlı gelişmeler sonucunda giderek daha fazla önem kazanmıştır.

Tarsus-Donuktaş Herakles tapınağının güney ve doğusunda temel durumunu saptamak için, Wenner alfa, gama Schlumberger DES, ve yarım Wenner kaydırma ölçümleri gerçekleştirilerek modelleme ve ters-çözüm yöntemleri ile değerlendirilmiş ve temelin varlığı tespit edilmiştir (Pınar vd. 1992). Kocaeli Üçtepeliler Tümülüsünde elektrik özdirenç profil ölçümüyle homojen bir ortam içerisinde yer alan üç boyutlu yapının geometrik konumu belirlenmiştir. Bu arkeojeofizik çalışmalar sonrasında gerçekleştirilen kazı çalışmalarından elde edilen sonuçlar jeofizik bilgilerin doğruluğu kanıtlamıştır (Erdoğan ve Gündoğdu, 1995).

1986 yılına gelindiğinde "Geophysics" Dergisinin "arkeoloji jeofiziği" adlı özel sayısının çıkması hem dünyada hem de Türkiye'de bir dönüm noktası olmuştur. Burada yer alan makaleler uzun yıllar arkeoloji jeofiziği amaçlı çalışmalara kaynak olmuş ve kaynak olarak gösterilmiştir. İzleyen yıllarda sığ araştırmaları konu alan veya doğrudan uygulamalı jeofizik amaçlı birçok derginin yanında konu ile ilgili

olarak arkeoloji dergilerinde de arkeojeofizik çalışma sonuçlarına daha çok rastlanmaktadır. Türkiye’de de 1990lı yıllarda arkeojeofizik çalışmaların başladığı izlenmektedir. Başokur (1992), Pınar vd. (1992), Kaya vd. (1996), Doğan ve Ateş (1998), Ateş vd. (2003) ve Özyalın (2003), Drahor vd. (2004), Ekinci ve Kaya (2006), Büyüksaraç vd. (2006), Kayın (2010) bunlara örnektir.

Ülkemizdeki antik yerleşim alanları gibi birçok antik yerleşim alanı barındıran Yunanistan’da da jeofizik yöntemler bu alanların araştırılmasında kullanılan yaygın yöntemdir. 1994 yılında Tsokas, Yunanistan’ın kuzeyinde yer alan Europos antik kentindeki birçok yapı elektrik öz direnç verilerinin ters-çözümü ve yer radarı yöntemleri ile ortaya çıkarılmıştır. 2001 yılında ise Shaaban Mısır’ın antik başkentinin ortaya çıkarılması için yapılan araştırmasında bu yöntemleri kullanmıştır.

Arkeolojik alanlarda yapılan jeofizik çalışmalar eğitim projesi kapsamında ortak bir grup arkeolog ve jeofizikçi tarafından gerçekleştirilen, Yunan yerleşimine ait kalıntıları hala gömülü olduğu Himera Kenti’nde de yapılmıştır. Jeofizik çalışmalardan elde edilen önemli bulgular arkeolojik kazılar sonucunda doğrulanmıştır (Capizzi, 2007).

Afyonkarahisar İlinde, Emirdağ ilçesinde bulunan Amorium Antik Kenti’nde yapılan ERT çalışmaları sonucunda elde edilen öz direnç verilerinin Euler deconvolution tekniği kullanılarak derinlikleri ve konumları açısından daha iyi sonuç elde edileceği belirlenerek 10 cm ile 3 m derinlik aralığında antik yapılarla uyumlu bulgular elde edilmiştir (Ekinci vd., 2014).

Pisidia Antiokheia Antik Kenti’nde 2018 yılında yer radarı ve EÖT yöntemleriyle gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen bulgular çeşitli duvar kalıntıları izlerini göstermiştir (Balkaya vd., 2018). Arkeolojik alanlarda zamanla yapılan araştırmalar da yer radarı yönteminin de başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Antalya ili, Manavgat ilçesi yakınlarında bulunan Side Antik Kenti’nde 6000 m²’lik alanda yapılan çalışmalarda Elektrik Öz direnç Tomografi (EÖT) tekniği ve yer radarı yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler ve çalışmalar sonucunda gömülü yapıların varlığı tespit edilmiştir (Akca vd., 2019). Ayrıca Isparta Kılıç Köyü arkeolojik sit alanında 72’den fazla profilde 500 MHz’lik kapalı anten kullanılarak

0.5 m’de aralıklarla alınan ölçümler sonucunda başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Yer radarı sonuçları değerlendirildikten sonra aynı alanda Wenner- Schlumberger dizilimi kullanılarak 37 adet profil ölçüsü alınmıştır. İki farklı yöntem kullanılarak elde edilen veriler doğrultusunda bazilikanın ana yapısını gösteren bulgular elde edilmiştir (Yılmaz vd., 2019).

Jeofizik çalışmalara örnek teşkil edilecek diğer bir çalışma ise Fernandez Alvarez tarafından 2018 yılında İspanya Burgos’taki Pancorbo Ortaçağ bölgesinde yapılan çalışmadır. Saklı arkeolojik kalıntılar yer radarı ve EÖT yöntemleriyle araştırılmıştır. Belirlenen anomaliler ve gerçekleştirilen kazı sonuçlarıyla örtüşmüştür (Alvarez, 2018). Ayrıca Roma tarihinin sembolü olarak kabul edilen Saepinum Antik Kenti’nde yer radarı yöntemiyle hala gömülü olan termal binalara ait arkeolojik kalıntılara ait izler belirlenmiştir (Cozzolino, 2020).

Arkeojeofizik yöntemlere örnek teşkil edecek başka bir çalışma da Gaziantep’te yer alan Doliche Antik Kenti’nde bulunan Keber Tepe üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yer radarı ve EÖT yöntemleri kullanılarak bazilika yapılarına uygun duvarlar tespit edilmiştir (Balkaya vd., 2021). Helenistik dönemde askeri üs olarak kullanılan Bu çalışmalarda arkeoloji alanında ülkemizin jeofizik yöntemler de başarılı olduğu kanıtlanmıştır.

Çalışma alanı olan Parion Antik Kenti’nde yapılan ilk jeofizik çalışmalar 2012 yılında Nekropol alanından EÖT tekniği kullanılarak yapılmıştır. 11 doğrultu üzerinde uygulanan ölçümlerden elde edilen sonuçlar yeraltında görece yüksek öz direnç değerlerine sahip belirtiler göstermiştir ve bu alanlarda arkeolojik yapıların varlığından söz edilmiştir (Ekinci vd., 2012). Bu çalışma da ise görece daha büyük bir alan üzerinde yer radarı yöntemi uygulanarak arkeologların merak ettiği yerleşim yeri, tapınak vb. yapıların varlığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. PARİON ANTİK KENTİ

3.1. Parion Antik Kenti Tarihsel Gelişimi

Parion, Çanakkale Boğazının Anadolu Kıyısında, Marmara denizine doğru genişlediği doğu bölümde, Çanakkale ili, Biga ilçesi, Kemer Köyü sınırlarında bulunmaktadır (Şekil 3.1.). Fikir ayrılıkları olmasına rağmen Parion, Troas Bölgesi kentidir. Parion, doğusunda Priapos, batısında Lampsakos, güneyinde Skepsis gibi büyük kentler ile komşudur. Kentin M.Ö. 709 yılında Erythrai, Miletos ve Paroslu göçmenler tarafından kurulduğu düşünülmektedir. Parion kentinin, tarihi dönemler içinde sürekli stratejik tercihler yaptığı görülmektedir. Kentin tercihlerini genelde doğru kullandığını ve Roma Dönemi'nde, Parion ilki Julius Caesar ya da Augustus Dönemi'nde, ikincisi de Hadrianus Dönemi'nde olmak üzere iki kere "koloni kenti" olarak ilan edilmiştir. Kentin piskoposluk ya da başpiskoposluk unvanlarından Hristiyanlık Dönemi'nde de önemli bir kent olduğu anlaşılmaktadır. Kentin Hadrianus Dönemi'nde ikinci kez elde ettiği statüden sonra, mimari faaliyetlerinde hızlanma olduğu tahmin edilmektedir (Başaran and Ergürer, 2010).



Şekil 3.1. Parion Antik Kentinin havadan görünümü (Parion arşivlerinden alınmıştır.)

Anadolu'nun batısındaki Biga Yarımadası'nı içine alan Propontis bölgesinin Anadolu kıyısında bulunan ve Biga-Lâpseki karayolunun 15. km'sinden kuzeye

doğru ayrılan 14 km'lik bir yolla ulaşılan Parion, Çanakkale'nin Biga ilçesinin Kemer Köyünde yer almaktadır (şekil 3.2.). Denize bir dil şeklinde uzanan Bodrum Burnu zerine konumlanmış, doğal bir limana sahip ve denize dökülen bir akarsuyun iki yakasında kurulmuş olan kent; bu topografik özellikleriyle, M.. 8. ve 7. yy'larda ortaya çıkan diğer koloni kentlerine benzemektedir (Başaran and Ergürer, 2010).



şekil 3.2. Parion Antik Kenti uydu görünümü (Google Earth'den alınmıştır.)

Parion'un ne zaman ve kimler tarafından kurulduğu hakkında kesin bir bilgi yoktur. Bazı kaynaklarda kentin kuruluşunun, M.. 709'a kadar uzandığı söylenmektedir. Kentin kuruluşu ile ilgili olarak modern kaynaklar, antik kaynakların verdiği bilgileri bir ölçüde doğrulamaktadır. Modern kaynaklarda da antik kaynaklarda verilen bilgilere benzer olarak, Parion'un kuruluşu konusunda isimleri ön plana çıkan üç kent bulunmaktadır. Bunlar Erythrai, Paros ve Milet'tir. "Parion" adının kökeni konusunda da çeşitli görüşler bulunmaktadır. Bu görüşlerden ilki, kentin adının Erythrai'li göçmen Iason ve Demetria'nın oğlu Parius'dan geldiği diğerini, Troia Kralı Priamos'u kk oğlu Paris'ten alındığı ve Paris'in burada eğitilmesinden dolayı da, Paris'in şehri anlamına gelen "Parion" şeklinde kullanıldığı yönündedir (Başaran and Ergürer, 2010).

Tarihi, kolonize edildiği M.. 8. yy sonlarında başlayan Parion, M.. 7. ve 6. yy'larda Anadolu Grek kentlerinin Lidya Krallığı ile yakın ilişkilerinden dolayı

Lidya krallığı ile ilişki içinde olduğu düşünülmektedir. Daha sonra M.Ö. 546 yılında Pers kralı Kyros'un (M.Ö. 559-529), Lidya Krallığı'na son vermesi sonucunda, Batı Anadolu'daki tüm Grek kentleriyle birlikte Parion'un da Pers egemenliğine girdiği söylenebilir (Başaran and Ergürer, 2010).

Grekler, M.Ö. 5. yy'ın ilk yarısında Ege Adaları ve Batı Anadolu'daki kentleri Persler'in egemenliğinden kurtarmak amacı ile "Anttika-Delos Deniz Birliği"ni kurmuşlardır. Bu birliğe, Parion, Lampsakos ve Sestos gibi Troas kentlerinin de üye olduğu bilinmektedir. M.Ö. 431-404 yılları arasındaki "Peloponnesos Savaşları" sırasında Atina'nın kentteki fahri elçi (proxeny) olan Parionlu Phanokritas'ın Sparta donanmasının planlarını Atina'ya bildirmesi, Parion'un Atina'nın tarafında yer aldığını göstermektedir. M.Ö. 441-440, 440-339, 439-438 yıllarında diğer Propontis kentleriyle birlikte Parion'un da Attika-Delos Deniz Birliğine vergi ödediğini gösteren, Atina Akropolü'nde ele geçen vergi (tribut) listeleri de bu görüşü destekler niteliktedir. Ayrıca Ksenophon'un, Hellica adlı eserinde, Alkibiades komutasındaki 86 gemilik Atina donanmasının, M.Ö. 411 yılında Parion limanında toplanarak, Sparta seferine çıktığını bildirmesi, Parion'un Atina'ya olan bu yardımını kanıtlayan bir başka bilgidir. Kent M.Ö. 387/6 tarihlerinde imzalanan Kral Barışı sonrasında M.Ö. 334 yılına kadar Pers hâkimiyetine girmiştir (Başaran and Ergürer, 2010).

M.Ö. 4. yy'ın ortalarında Makedonya kralı II.Philippos, Kuzey Yunanistan ve Trakya'daki Hellen kentlerini ele geçirmiş, henüz yirmi yaşında oğlu Büyük İskender ise doğuya yönelmiştir. Büyük İskender'in "Doğu Seferi"nde, M.Ö. 334 yılında Granikos ve M.Ö. 333 yılında Issos Savaşı'nda Persleri yenmesiyle birlikte, Troas da dâhil bütün Anadolu, İskender'in egemenliğine girmiştir. Büyük İskender'in egemenliği altına giren yirmi kadar kente bağımsızlık verilmesi nedeniyle Parion'un da, Hellenistik Dönem'in başlangıcında bir süre bağımsız olduğu ileri sürülebilir (Başaran and Ergürer, 2010).

Parion, büyük bir olasılıkla Büyük İskender'in kurduğu ve Troas kentlerinin oluşturduğu, dokuz üyeli, "İlion Federasyonu"na da üye olmuştur. M.Ö. 306'da kabul edilen bu federasyonda sadece İlion değil, Dardanos, Skepsis, Assos, Alexandria Troas, Abydos, Lampsakos, Gargara ve Parion da vardır. İlion Federasyonu'nun ortak din merkezi İlion'daki Athena Tapınağı olup; federasyonu

oluşturan kentlerin temsilcileri, kentler arasındaki ilişkileri ve iş görüşmek ve “Panathenaia Festivali”ni kutlamak için toplanırlardı (Başaran and Ergürer, 2010).

Büyük İskender’in ölümü ile beraber halefleri, Büyük İskender’in fethettiği topraklara sahip olmak amacıyla birbirleri ile çatışmaya başlamışlardır. Bu zaman zarfında Antigonos Monophthalmos Anadolu topraklarının büyük bir kısmı ile beraber Parion’un da hâkimiyetini kendi eline geçirmiştir. Trakya ve Suriye’de ele geçen definelerdeki Parion darplı Antiokhos Hierax ve Lysimachos sikkeleri İskender’in ardıllarının Parion’daki hâkimiyetlerini kanıtlayan en önemli arkeolojik bulgulardır (Başaran and Ergürer, 2010).

Parion, M.Ö. 301 yılında meydana gelen Ipsos savaşı öncesinde ordusu ile beraber Anadolu’ya gelen Lysimakhos’un hâkimiyetine girmiştir. Ipsos Savaşını Lysimakhos’un kazanmasına rağmen, Antigonos Monophthalmos’un oğlu Demetrios’un, savaştan sağ kurtulmasının ardından oluşturduğu donanma ile Hellespontos’a geldiği; böylece Parion ve Lampsakos’un da içinde bulunduğu bazı kentlerin Demetrios’un hâkimiyetine girdiği bilinmektedir. Demetrios her ne kadar Parion’u ele geçirse de bu hâkimiyeti kısa sürmüş ve kent, M.Ö. 281 yılında yapılan Kurupedion Savaşı ile Suriye kralı Seleukos’un egemenliği altına girmiştir. Parion savaş sonrasında Seleukosların himayesi altına girse de Seleukosların bölgedeki hâkimiyetini güçsüz olması sebebiyle, ortaya çıkan boşluğu Bergama Krallığı doldurmuştur (Başaran and Ergürer, 2010).

M.Ö. 223 yılında III. Antiokhos’un Seleukos krallığının tahtına çıkmasıyla beraber bölgedeki hâkimiyet gücünü artırma çalışmaları başlamıştır. Fakat bu durum kısa süre sonra Anadolu toprakları üzerinde çıkarları bulunan Roma ile III. Antiokhos’u karşı karşıya getirmiştir. M.Ö. 190 yılında III. Antiokhos ve Roma arasında Magnesia’da yapılan savaş Roma’nın üstünlüğü ile sona ermiş olmasına rağmen Roma, Seleukoslara ait toprakları hâkimiyet altına almak konusunda isteksiz davranmış, bunun sonucunda da Roma, bu bölgeyi Rodos ve Bergama Krallıkları arasında paylaşmıştır. Savaş sonrasında M.Ö. 188 yılında imzalanan Apameia Anlaşması sonucunda Parion, Bergama Krallığı hâkimiyetine girmiştir. M.Ö. 133’de III. Attalos’un (M.Ö. 139-133) vasiyeti ile Bergama Krallığının Roma

İmparatorluğu'na bırakılmasıyla Parion'da Roma'nın idaresine geçmiştir (Başaran and Ergürer, 2010).

Parion'un M.Ö. 88-85 ve M.Ö. 74-64 yılları arasında meydana gelen Mithridates Savaşları'ndan etkilendiği görülmektedir. Bu savaşlar sırasında özellikle M.Ö. 73 yılında Kyzikos'a saldıran Pantos ordusu, kış mevsimi süresince Lampsakos'da konaklarken, donanması ise Parion'un zarar görmesine neden olmuştur. Bunun üzerine Roma, Alexandria Troas, Parion, Lampsakos ve İlion kentlerinin coğrafi konumlarını göz önünde bulundurarak, bu şehirlere bağımsızlık vermiş; böylece Marmara Denizi kıyılarında doğudan batıya doğru Kios, Apamei, Kyzikos, Parion, Lampsakos ve İlion şehirlerinden oluşan bir savunma hattı kurmuştur. Böylece Roma'nın Mithridates ile giriştiği savaşlar, Parion'un Roma için önemini ortaya koymuş ve daha sonra gelen imparatorların kolonizasyon politikaları içinde önemli bir yer tutmuştur. Bu düşüncenin doğruluğu Parion'da ele geçen sikkelerde yer alan lejantlardan ilki Caesar ya da Augustus; ikincisi ise Hadrian döneminde kente iki kez koloni statüsü verilmesinden anlaşılmaktadır (Başaran and Ergürer, 2010).

Parion'un Bizans döneminde büyük bir kiliseye sahip olduğu ve ünlü rahiplere sahip önemli bir piskoposluk merkezi olduğu bilinmektedir. M.S. 312-330 yılları arasında Eustathius, M.S. 431 yılında Ephesos consülünün atandığı Hesychius ve M.S. 451 yılında Khalkedon consülünün atandığı Thalassius bu rahiplerden üçüdür. Parion kenti, Bizans imparatoru Constantine Porphyrogenetos zamanında "başpiskoposluk" merkezi olmuştur (Başaran and Ergürer, 2010).

3.1.1. Klasik dönem

Bu dönemde de Arkaik dönemdeki gibi tamamen ortaya çıkarılmamış katmanlarda yapılan çalışmalar sonucu sayıca az olsa da toplam 6 tane mezar keşfi yapılmıştır. Bunlardan ikisi ikincil cesedi yakarak gömme geleneği ile urne mezar (Şekil 3.3) diğerleri ise toprak mezar, amphora mezar ve kiremit mezar (Şekil 3.4.) tipindedir. Parion Güney Nekropolü'nde inhumasyon geleneği yetişkinler için kullanıldığı ve ölü hediyesi olarak kandil dışında herhangi bir bulguya rastlanılmaması, bu dönem ve gelenekteki mezarlarda ölü hediyesi olmadığı sonucunu düşündürmektedir.



Şekil 3.3. Parion Antik Kenti'ndeki Klasik Dönem urne mezar ve urne kabı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.4. Parion Antik Kenti'ndeki Klasik Dönem, düz semerdam kiremit mezar (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Klasik Dönem'de tek örnek olarak açığa çıkarılan amphora tipindeki mezar, çocuk mezarıdır. Amphora tipindeki bu mezar erken dönem çocuk mezarı olarak ortaya çıkan tek mezardır (Şekil 3.5.). M.Ö 5. yy son çeyreği ile M.Ö 4. yy ilk çeyreği arasında tarihlenen mezardaki ele geçen buluntulardan küçük kaval kemikleri ve

diğer iskelet parçaları nezdinde, bu mezarın 1-1,5 yaşlarındaki bir çocuğa ait olduğu düşünölmektedir.

Nekropol'ün Klasik Dönem içerisinde, cesedi yakarak gömme geleneğinin varlığı urne mezar tipinde bulunan 2 mezardan anlaşılmaktadır. M.Ö. 5. yy'da ve M.Ö. 4. yy'larda Klasik Dönem içerisindeki bu mezarlar urne kapları içerisinde, mezara dik olarak konumlandırılmışlardır. Bir mezarda ölü hediyesi olarak 2 küçük kulplu bir kap olan khytra hediye olarak urne kabının yanında gömülmüş, diğer mezarda ise herhangi bir ölü hediyesine ulaşılmamıştır.



Şekil 3.5. Parion Antik Kenti Klasik Dönem, amphora çocuk mezarı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Nekropol'ün bu dönemde kullanımıyla alakalı bir diğer önemli göstergesi de tek sıra moloz taş duvarlardır (Şekil 3.6.). Bir aile mezarlığını çevrelediği düşünölen bu tek sıra moloz taş duvarın Klasik Dönem içerisinde önerilmesinin bir diğer nedeni yakın kotta bulunan bir mezar ve tarihlendirilmesidir.



Şekil 3.6. Klasik Dönem kullanıma ait taş sırası (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.1.2. Helenistik dönem

Helenistik Dönem kullanımıyla ilgili bizlere en çok bilgi veren, 2005-2009 yılları arasında bu döneme ait olduğu düşünülen toplam 13 mezar bulunmuştur. Bu mezarlardan üçü düz semerdam mezar sekizi taş sandık mezar ve son ikisi ise urne mezar (Şekil 3.7.) olarak ortaya çıkarılmıştır. Bu döneme ait mezarların çoğunluğunu taş sandık mezar tipindeki mezarlar oluşturmaktadır.



Şekil 3.7. Helenistik Dönem, urne kabı ve ölü hediyesi (Parion Antik Kenti arşivinden alınmıştır.)

Taş sandık mezarlarda, bazılarının tek parçadan, bazılarının ise iki ya da üç parça kırma çatı şeklinde düzenlenmiş kumtaşlarından veya mermer plakalarla üzerleri kapatılmıştır. Mezarlardan bazılarının zemini yine kumtaşı plakalardan, bazıları ise toprak zemine yerleştirilmişlerdir (Şekil 3.8). Bir bölgede ise bazı taş sandıklar yan yana yerleştirilmiş ve bir kenarlarında ortak malzemeler kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Helenistik Dönem, taş sandık mezarlar (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Bu döneme ait bir başka mezarda ise, asıl mezar sahibine ait olduğu düşünülen ölünün ağzına yerleştirilmiş tahminen kharon sikkesi olan sikkeler (Şekil 3.9.) bulunmuştur. Erkeğe ait olduğu düşünülen ilk gömüden sonra iki değişik zaman aralığında, mezara urne kabı içerisinde cesedin yakılarak gömülmesi geleneğine ait kap ile bir başka yetişkine ait olduğu düşünülen yanık kemik parçaları bulunmuştur (Şekil 3.10.). Buluntular ışığında mezarın üç farklı zaman diliminde üç farklı ceset için kullanıldığı ve bu da gömü geleneklerinin ortaya çıkarılması için önemli birer göstergedir.



Şekil 3.9. Parion Sikkesi (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.10. Helenistik Dönem, taş sandık mezar ve içerisinde urne kabı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Helenistik Dönem içerisindeki bir diğer mezar tipinden düz semerdam kiremit mezar (Şekil 3.11.) ise zemin tabanına iki düz çatı kiremidi konulmuş, mezar üzeri ile ölünün ayakucu ve baş kısmı yine düz çatı kiremitleriyle kapatılarak mezar oluşturulmuştur. Mezar buluntularıyla tarihlenen zaman M.Ö. 3. yy'ın ilk yarısını göstermekte ve inhumasyon gömü tipine örnektir.



Şekil 3.11. Helenistik Dönem, düz semerdam kiremit mezar (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.1.3. Roma dönemi

2005-2009 yılları arasındaki Parion Güney Nekropol araştırmalarında, hiç şüphesiz en çok mezar ve mezar buluntularının olduğu dönem Roma dönemidir. Bu dönemdeki mezar tiplerine ve sayılarına bakacak olursak; 78 kiremit mezar (Şekil 3.12.), 11 ahşap tabut mezar, 11 basit toprak mezar, 8 urne mezar ve 2 taş sandık mezar (Şekil 3.13.) bulunmuştur. Roma döneminde kullanım yoğunluğu, yakın döneme ait bazı mezarların tahribatını da beraberinde getirmiş olsa da ortaya çıkarılan mezar ve mezar buluntularının sayısı ile bu tahribatlı mezarları gölgede bırakmıştır.



Şekil 3.12. Roma Dönemi, düz semerdam kiremit mezarlar (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.13. Roma Dönemi, Roma Dönemi, taş mezar içerisinde urne kabı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Roma Dönemi için mezar ve buluntuları ışığında, ilk kullanım evresi M.S. 1. yy sonları ile M.S. 1. yy'ın ilk çeyreği zaman aralığındadır. Bu zaman aralığında kullanımı düşünülen düz semerdam kiremit mezarlarda (Şekil 3.14.) düz çatı kiremitleri kullanılarak mezarın üzeri semerdam şeklinde örülecek biçimde kapatılıp, buradaki gömü doğu-batı doğrultusunda yerleştirilmiştir. Mezar buluntuları arasında ölünün ağzına yerleştirilmiş hediye sikkeleri, mataralar, kandiller, kulplu testiler, cam bardaklar ve bronz aynalar gibi birçok ölü hediyesi Roma Dönemi mezarlarında ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.14. Roma Dönemi, semerdam kiremit mezarlar (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.1.4. Bizans dönemi

Bizans Dönemine ait mezar olarak tiyatro bölümünün altmış metre güney doğu bölgesinde, iki etrafı taşlarla çevrili mezar bulunmuş ve bu iki mezar Bizans Dönemine ait mezar tipi ile ilgili bize yeterli bilgi verebilmektedir. Bu mezarlar; elliye iki yüz santimetre ölçülerinde yetişkin mezarı, otuz beşe beş santimetre ölçülerinde olan mezar ise çocuk mezarıdır (Şekil 3.15). Çocuk mezarında birinin başı doğuya, diğerinin başı ise batıya doğrultulu olmak üzere iki çocuk iskeleti bulunmuştur. Mezarlarda iskelet sistemi dışında herhangi bir buluntuya ulaşılamamıştır.



Şekil 3.15. Bizans Dönemi, soldaki yetişkin mezarı, sağdaki ise çocuk mezarı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.2. Parion Antik Kenti Kent Planı

Parion Antik Kentinin tamamı kazılmamış olsa da 1,500,000 m^2 'lik bir alan içinde bulunduğu belirlenmiştir. Şekil 3.16'da kentin kazılmış bölgelerinin yerleşimi verilmektedir.



Şekil 3.16. Kent yerleşim planı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.3. Parion Antik Kenti Mimarisi

3.3.1. Sur Duvarları, Kuleler, Kapılar ve Limanlar

Parion Antik Kenti Çanakkale Boğazının Marmara denizine doğru genişlediği doğu bölümü, Anadolu kıyısında yer almaktadır. Sahip olduğu doğal limanları ve boğazlara yakınlığı açısından son derece önemli bir konuma sahiptir. Yapılan kazılar ve araştırmalar sonucunda 7,5 km uzunluğunda birçok surla sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kentin kuzey kıyısında daha çok olmasıyla birlikte tüm kentte surlu duvarı kalıntılarını görmek mümkündür (Başaran, 2013).

Kuzey Surları: Atom Taşı olarak adlandırılan yüksek yamaçtan başlayan ve Bodrum Burnu'nun en uç noktasına kadar uzanmıştır.

Parion sur duvarlarının genelini yapımında, kayalıklardan çıkartılan taş bloklar kullanılmıştır. Günümüzde de kayalıklar üzerinde, taş blokların, koparıma ve kesilme izleri rahatlıkla görülebilir. Bahsedilen kayalık bölgede sur duvarlarının bir bölümü kayalara oyulan sur yataklarına oturtulması ile yapılmıştır.

Batı Surları: Bodrum burnu üzerinden başlayarak güneye kavis yaparak devam etmektedir. Günümüze kadar gelen kalıntılar, kuzey surlarıyla aynı işçiliğe sahip olduğunu göstermektedir. Batı surlarında dolgu malzemesi olarak kullanılan moloz taşı, sur duvarlarından düşerek kayalıklar üzerine yuvarlanmış kalıntılardan ibarettir.

Güney-Güneybatı Surları: Yapılan arkeolojik çalışmalarda; Bodrum Burnu'nun batıda kalan en uç noktasından başlayarak, Güney Nekropol'ünün üzerindeki tepeden doğuya doğru yönelerek, Yuvarlak Kule'ye bağlanmış olmalıydı. Ancak geçmişten günümüze gelen kaynaklarda Kemer Köyü'nde bir tiyatronun yeri ile eski Parion limanının konumlandığı kıyı boyunca bir kiklopik duvar sırası belirlendiği bildirilmektedir. Bu taşlar denizin olumsuz etkilerinden ana kayayı ve sur duvarlarını koruma amaçlı yapılabileceği gibi, sur duvarlarına da kuvvetli bir destek oluşturmuşlardır. Günümüzde sur duvarının moloz dolgu kısmı dışında her hangi bir kalıntı ulaşmamıştır. Bu tahribatın en büyük sebebi yerleşim yerine en yakın konumdaki surlar olmasıdır.

Doğu Surları: Yuvarlak Kule' den başlayarak, halk arasında 'Gavur Yol' olarak adlandırılan bölgeye doğru devam etmektedir. Doğu surları da diğer surlarla aynı malzeme ve işçilik ile yapılmış olup Bodrum Burnu kayalıklarından kesilerek işlenen taş bloklarından yapılmıştır.

Kuleler: Parion 'da tespit edilen kulelerden üç tanesi, kuzey kıyı şeridi üzerinde şehir savunmasını tamamlama amacıyla yapılmıştır. Bu kuleler yapı harcı olmadan kaliteli bir işçilikle inşa edilmiş ve günümüze en sağlam biçimde geleni Taş Kule olarak adlandırılan podyumlu kuledir.

Yuvarlak Kule (Toprak Kule): Sur duvarlarının doğu bölümünde “Toprak Kuleler” olarak adlandırılan mevkide yer alır. Günümüze temel kalıntılarının bir kısmı sağlam olarak gelmektedir. Kentin doğu kapısını koruma amaçlı yapıldığı düşünölmektedir.

Geç Dönem Surları: Bodrum Burnu’nun doğuya bakan yamacını kesen sur duvarı kalıntıları Bizans Dönemine ait önemli sur duvarı kalıntılarıdır. Dönemde mevcut tiyatrosuna ait mimari sütunlar sökülmüş ve sur yapımında kullanılmıştır.

Kapılar: Parion Antik Kentinde yapılan araştırmalar sonucunda kesin kapı açıklığı diye belirtilen hiçbir açıklık bulunamamıştır. Ancak Güney Nekropol’ün hemen yukarısında bulunan kalıntıların, yapılan çalışmalar sonucunda güney ana giriş kapısına ait olabileceği düşünölmüştür.

Limanlar: Araştırmalar sonucunda kentin iki limanı olduğu ve günümüze kadar korunmuş. Kuzey ve Batı Limanlarıdır. Batı limanı jeolojik açıdan daha sakin ve doğal bir liman iken, Kuzey limanı dalgalıdır.

3.3.2.Roma Hamamı

Konumu itibariyle Parion Roma Hamamı (Şekil 3.17.), sahile 150 metre uzakta ve Tiyatro’nun 70 m doğusunda yer alarak kentin en önemli noktalarından birindedir.

İlk çalışmalar 2006 yılında başlayan tamamı toprak altında olan Roma Hamamı’nın kazı çalışmaları günümüzde devam etmektedir. 2009 yılındaki çalışmalar sonucunda iki mekân ortaya çıkarılmıştır (Yılmaz, 2013).



Şekil 3.17. Roma Hamamı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Mekânlar içerisinde ısıtma sistemi, atık su sistemi (Şekil 3.19.), atık su rögarı bulunmuş olup dönemin yaşam tarzı ile ilgili önemli bilgiler edinilmiştir (Şekil 3.18.). Isıtma sistemi, ocak kısmında oluşturulan sıcak havanın zemin içerisindeki tuğla payelerden geçerek zemini ısıtmasından oluşmaktaydı. Aynı zamanda içi boş duvar sistemi de kullanılarak zeminden gelen sıcak buharın bir kısmının duvara geçişi sağlanarak, duvarlarında ısıtıldığı görülmüştür. Yapı içerisindeki bu sistemler ışığında M.S. 5.yy'dan sonra birçok kez yenilenerek kullanıldığı anlaşılmaktadır (Yılmaz, 2013).

a)



b)



Şekil 3.18. a) Roma Hamamı ısıtma sistemi b)Roma Hamamı atık su rögarı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.19. Roma Hamamı atık su sistemi (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.3.3. Roma Tiyatrosu

Roma tiyatrosu kent merkezinin batı tarafında ve Roma hamamına yakın bir bölgede inşa edilmiştir. Bölgenin topografik olarak en uygun eğiminde konumlanan tiyatroda, sahnenin doğu tarafında oluşturulması ile güneş ışığı ve rüzgâr gibi etkenlerin oyunu izleyen seyircileri etkilememesi de düşünülmüştür (Ergurer, 2013).

Sahne binasına bakan cephe duvarında grafiti tarzında işlenmiş gladyatör figürleri bulunmuştur (Şekil 3.20.). Gladyatör figürleri, bu dönemdeki tiyatroda gladyatör oyunlarının gerçekleştirildiğinin önemli bir göstergesidir. Romanın estetik anlayışına uygun olarak kaplanan taş molozlardaki bloklarda incelenen yazıtların ışığında tiyatronun M.S. 2. yy 2. yarısı ile M.S. 3. yy başları arasında tarihlenmektedir (Ergurer, 2013).



Şekil 3.20. Tiyatro sahne binası (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Tüm mimari elemanlar Eros kabartmaları, tiyatronun tarihi, yapısı ve işçiliği hakkında önemli bilgiler vermektedir (Şekil 3.21.). Bunlardan biri de kırık alınlık olarak adlandırılan mimari çalışmadır. Alınlık üzerinde oluşturulan kabartmalar ile çeşitli sahneler anlatılmış ve önemli bir görsellik ortaya koymaktadır. İncelenen bir Alınlık kabarmasında Persephone'nin Hades tarafından kaçırılması sahnesinin işlenmiş olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3.22.) (Ergurer, 2013).



Şekil 3.21. Alınlık kabartma örnekleri (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.22. Eros kabartmalı blok ve örnek kabartma buluntuları (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.3.4. Yamaç Yapısı

Yamaç yapısı, Parion Antik Kenti ve Roma tiyatrosunun 300 m doğusunda bulunan yükseltinin batı yamacında bulunmaktadır (Şekil 3.23.). Zeminden 0-1 m çapında tonozlu bir yapı kalıntısı bulunması ile burada önemli bir veya birden çok yapı ortaya çıkarılabileceği düşünülmüş ve burada kazı çalışmasına başlanılmıştır. Kazı çalışmalarında 0-14 cm aralığında kuzey-güney doğrultusunda uzanan bir duvar ve bu duvarın -58 cm kotta ikinci bir duvar bulunmuştur İkinci duvarın uzunluğu yaklaşık olarak 3m olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 3.24.) (Çelikbaş, 2013).



Şekil 3.23. Yamaç yapısı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Bu iki duvar kalıntısının her ikisinde de yapısında moloz taş ve horasan harcı bulunması dikkat çekmektedir. İki duvar arasında 44 cm derinlikte ve 52 cm genişliğinde kırmızı horasan harcından ve moloz taşlardan oluşturulmuş zemin bulunmaktadır. Burada kullanılan horasan harcındaki kırmızı rengi Roma ve Bizans yapılarında görülen ayırıcı bir özellik olması ile yapının tarihi ile ilgili önemli bilgilerdir (Çelikbaş, 2013).



Şekil 3.24. Yamaç yapısı havadan görünümü (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Tonozlu yapının iç bölümünde (Şekil 3.25.) yapılan çalışmalar sırasında bir su kanalı ortaya çıkmış ve daha önceden kuzey tarafında yapılan çalışmalar ile ortaya çıkan su kanalının bağlantıları olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.26.). Bu su kanallarının içme suyu veya atık suyu olarak mı kullanıldığı belirlenememiş, su kanallarının bağlantıları ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (Çelikbaş, 2013).

Tonozlu yapının iç bölümünde bulunan bu kanalın daha önce bulunan kanal ile bağlantılı olması, buranın sarnıç olarak kullanılıp atık su kanalı olmayıp içme suyu taşınması amacı ile yapıldığı düşüncesini akıllara getirmiştir. Çalışmalarda -80 cm kotta ulaşıldığında batıdan güneye doğru uzanmakta olan iç içe geçirilmiş toprak künklerden oluşmuş su dağıtım sistemi ve -125 cm kotta yangın izleri olan güneydoğu köşesinde düzgün ve devşirme taşlardan meydana getirilmiş bir platform bulunmuştur (Çelikbaş, 2013).



Şekil 3.25. Tonozlu mekân ve tonozlu mekânın içi (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.26. Yamaç yapısı, tonozlu mekân su kanalı ve su şebekesi (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Toprakta ve zemindeki yangın izleri, aynı yangın izlerinin taşlar üzerinde de görünmesi ise burada ısıtma sisteminin oluşturulduğuna dair bilgiler vermektedir. Benzer yapıdaki Roma Hamamı'nda da görülen geometrik desenli sıva parçaları burada da görünmekte olup çeşitli yerlerde ve dağınık şekilde bulunması yapının ani

bir yıkıma uğradığını göstermektedir. Bunun nedeni olarak da şiddetli bir deprem veya askeri bir yıkımın yaşanması örnek olarak gösterilebilir. Yoğun olarak açmanın güney tarafında korosyonlu sikkeler bulunmuştur (Şekil 3.27.). Bu sikkelerin bulunması, bunların ya bir define parçası ya da yapının ticaret ile ilgili bir geçmişi olduğu düşüncelerini akla getirmektedir (Çelikbaş, 2013).



Şekil 3.27. Yamaç yapısı, ısıtma sistemi (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.3.5. Nekropol

Parion antik kent Nekropolü kentin güney kapısı ve doğudaki tepeler arasında, küçük bir vadi içerisinde bulunmaktadır. Nekropol'ün bulunduğu alanda mezarlar, güney ve batı taraflarındaki yüksek eğimden dolayı yamaç üzerine açılmış küçük çukurlara yerleştirilmiştir (Şekil 3.28.) (Kasapoğlu, 2013).



Şekil 3.28. Parion Antik Kenti Nekropol alanı (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

3.3.5.1. Mezar tipleri ve gömü gelenekleri

Parion Güney Nekropolü'nde 2005-2009 yılları arasında Çanakkale Arkeoloji Müzesi'nin yaptığı kurtarma kazıları dışında, yapılan çalışmalarda 129 mezar ortaya çıkarılmış ve tam anlamıyla mezar olarak nitelendirilmiştir. 4 yıllık çalışma süresince ve 2004 yılı Müze Kurtarma Kazılarında ortaya çıkarılan tüm mezarlar oluşturulan mimari tipoloji ve sınıflandırma ile bir bütün haline getirilmiştir. Çok zengin mimari bir tipolojiye sahip olan Nekropol içerisinde anıt mezar, lahit, taş sandık mezar, taş örgü mezar, kiremit mezar, basit toprak mezar, ahşap tabut mezar, Urne mezar gibi mezar türlerine ulaşılabilmektedir (Şekil 3.29.) (Kasapoğlu, 2013).

Bu kadar zengin bir mimari çeşitliliğe sahip olan Parion Nekropolü'nde, doğrudan ceset gömü ve cesedin yakılarak gömülmesi gelenekleri, her kullanım evresinde iki geleneğinde kullanıldığı görülmektedir (Kasapoğlu, 2013).



Şekil 3.29. Nekropol, anıt mezar, taş döşeli yol ve taş sandık mezarlar (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Parion Güney Nekropolü'ndeki cesedin yakılarak gömülmesi iki farklı biçimde kullanılmıştır. Bunlardan birinde tabana doğru daralan şekilde çukur kazılarak sirkülasyon sağlanması amaçlanır. Yanmayı sağlayacak olan kalın ağaç kütükleri veya kalın dallar en alta, bunların üzerine ise tutuşturmayı kolaylaştıracak olan çalı çırpı konulmaktadır. Ceset ise bu odun yığını üzerine yatırılmaktadır. Bu çukur içerisinde yakılan cesedin külleri gelenek gereği mezarın ortasına toplanır, ölünün hediyeleri konularak çukurun üzeri kiremitlerle kapatıldıktan sonra kazılan toprak ile çukur kapatılır. Buradaki mezarlarda tespit edilen 5 cm kalınlığındaki yanık toprak katmanı ve mezarların tabanlarındaki 5-10 cm kalınlığındaki yanık kütük kalıntıları birincil cesedin yakılarak gömülmesi geleneğinin kanıtlarıdır (Kasapoğlu, 2013).

İkincil cesedin yakılarak gömülmesi geleneğinde ise Urne Mezarlarda uygulanmakta olup, Nekropol içerisinde bulunan yakma alanlarında ceset yakıldıktan sonra Urne kabına konan küller ve kemikler, açılan başka bir çukur içerisine yerleştirilerek üstü tekrar toprak ile kapatılmaktaydı (Şekil 3.30.) (Kasapoğlu, 2013).



Şekil 3.30. İkincil cesedin yakılarak gömülmesi geleneğinin izlerini gösteren, ızgara biçiminde yerleştirilmiş yanık kütükler (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Parion Güney Nekropolün’de uygulanan gömü çeşitleri ve gelenekleri, mezar tipolojisi açısından dönemseller dağılımları inceleyecek olursak;

Arkaik Dönem

İlk beş yıldaki çalışmalar ışığında alandaki en erken dönem kullanımı ve ele geçen seramik parçaları ile gözlemlenen tarihlenme M.Ö. 7. yy’a dayanmaktadır. Bu dönem kullanıma ait olduğu bilinen seramik parçalarının bölgede dağınık olarak bulunmasına rağmen, sağlam vaziyetteki ait oldukları mezarlara erişim sağlanamamıştır. Fakat burada bulunan urne kabı ve benzeri olarak cesedin yakılarak gömülmesi geleneğinde kullanılan kapların buluntuları, bu dönemde bu geleneğin varlığına işaretir (Kasapoğlu, 2013).

Kuzey kadrojlarda sadece ana toprağa ulaşılabilmiş olması sebebi ile M.Ö. 6. yy ait çok az sayıda mezara ulaşıla bilinmiş olup, bunun nedeni kullanımın az olmasından ziyade sonraki kullanımların tahribatından kaynaklıdır. Güney Nekropol’ün en erken dönem mezarı ise iki lahittir, bu iki lahit omurgalı olarak nitelendirilen birer kapağa ve monolit teknelerden oluşmaktadır (Şekil 3.31.). Bu iki lahitte kalkerden yapılmıştır. Mezarlardan çıkarılan ölü hediyeleri ile ve yapılan incelemeler sonucunda, iki lahitin M.Ö. 6. yy’ın son çeyreğine ait olduğu ortaya çıkmaktadır

(Kasapoğlu, 2013). Her iki mezarda da bronz küçük iğneler bulunmuş olup, cesetlerin üzerlerinde ve yanlarında bulunan tekstil kalıntıları bu dönemde ölülerin bir tür kumaş ile sarılarak defnedildikleri ve bronz küçük iğnelerin başuğlarında bulunması, kumaşın bağlandığı yere iliştirildiği sonucu ortaya çıkarmaktadır. Bu dönemdeki mezarlarda elde edilen sonuçlara göre ölünün mesleği ve cinsiyetine göre hediyeleri de farklılık göstermektedir (şekil 3.32.). 2004 yılındaki müze kurtarma çalışmalarında bu iki lahite benzer ve aynı dönemden olduğu düşünülen bir lahit daha vardır. Aynı zamanda bu lahit kapaklarına benzer nitelikte mezarlar Korinth Kuzey Nekropolü ve an ilçesinde bulunan Altıkulaç örneğinde bulunmuştur (Kasapoğlu, 2013).



şekil 3.31. Arkaik döneme ait iki lahit (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)



Şekil 3.32. Lahitlerin içerisinde çıkarılan ölü hediyeleri (Parion Antik Kenti arşivlerinden alınmıştır.)

Yapılan çalışmalarda ve ortaya çıkarılan mezarların hiçbirinde şuna kadar sikke bulunamaması, Parion Arkaik Dönem içerisinde ölü gömme geleneklerinden kharaon sikkesi geleneği bulunmadığı ortaya çıkmıştır (Kasapoğlu, 2013).

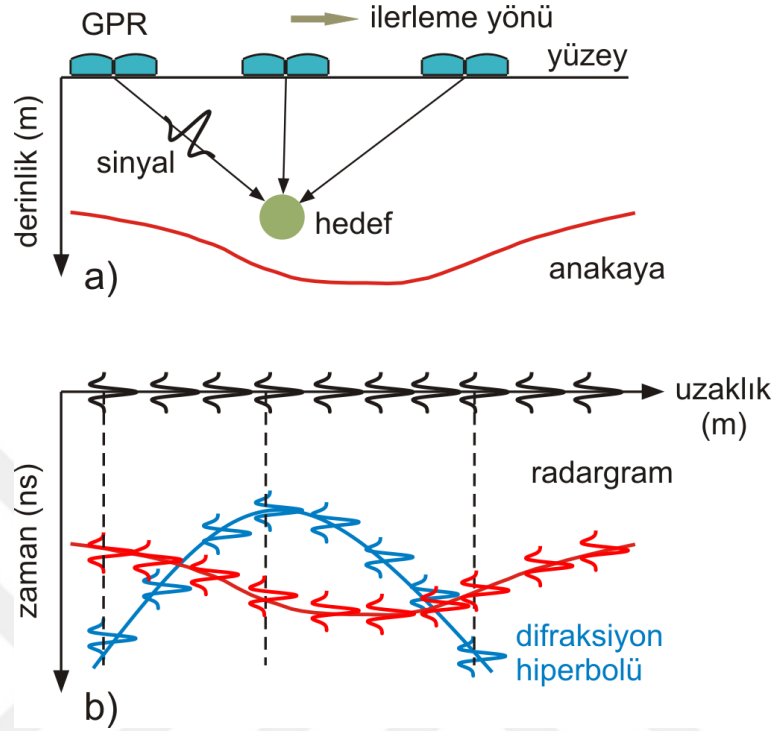
4. YER RADARI YÖNTEMİ

Stern tarafından bir düzenek kurularak 1929 yılında Avusturya’da buz kütlelerinin su altındaki derinliğini belirlemek amacı ile yer radarı (Ground-penetrating radar, GPR) denenmiştir (Stern, 1929; Stern ve Grundlagen, 1930). 1950’ye kadar bu teknoloji ile çok uzun bir süre ilgilenilmemiştir. 1950 yılında Birleşik Devletler Hava Gücü, Gröndland’daki buz dağları boyunca deneme uçuşları yaparak kullanmışlardır. Yüksekliğin yanlış değerlendirilmesi sonucunda denemelerde başarısız olmuşlardır. Bu olaydan sonra radarların çalışma prensipleri üzerine araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Çalışmalar sonucunda yeraltı su seviyeleri ve yer altındaki toprağın özellikleri hakkında da bilgi edinilebileceği ortaya konulmuştur (Kesemen, 2007).

4.1. Temel Çalışma Prensibi

Yer radarı yöntemi oldukça geniş bir uygulama alanına sahip olup, sığ yüzeylerdeki stratigrafik istifin belirlenmesinde (Davis ve Annan, 1989), jeolojik birimlerin ortaya çıkarılmasında (Koralay vd., 2007), karstik boşlukların (Kadıoğlu vd., 2006) ve yeraltı suyu seviyesinin belirlenmesinde (Harari, 1996) ayrıca fay ve kırık gibi oluşumların haritalanmasında (Grandjean ve Gaury, 1999; Green vd., 2003; Kadıoğlu vd., 2008) kullanılmaktadır. Yer radarı yöntemi ayrıca arkeolojik çalışmalarda tarihi kalıntıların belirlenmesinde (Sambuelli vd.,1999), yüzeye yakın metalik cisimlerin araştırılmasında (Kadıoğlu ve Daniels,2008) ve sığ yüzeylerdeki sıvı hidrokarbon aramalarında (Changryol vd., 2000) kullanılmaktadır. Yer radarı yüksek frekanslı yüzeye yakın araştırmalar için kullanılan, jeofiziğin veri kazanımı hızlı ve kolay uygulanabilir EM yöntemlerinden biridir. Yer radarı yönteminde, elektromanyetik bir sinyal verici antenden yer altına iletilir. Yer altındaki tabaka farklılıklarından veya nesnelere yansıtılarak ve kırılarak değişime uğrayan sinyal, alıcı antenler tarafından kaydedilir (Şekil 4.1). Böylece, elektrik özelliklerin değişiminden ve radar dalgalarının gidiş-geliş zamanlarından (two-waytravel time) yararlanılarak yerin derinliği belirlenir. Bu yer radarı ölçümleri, son yıllardaki teknolojinin hızlı gelişmesiyle nanosaniye (10^{-9} s) duyarlılığında gerçekleştirilebilmektedir (Balkaya, 2014). Merkez frekans değeri %50 altı ve %50

üstünü kapsayan bir frekans aralığında kullanılabilmekte olup kaynak dalgası için belirlenmektedir (Milsom, 2003).



Şekil 4.1. a) Yer radarı yönteminin genel çalışma sistemi b) Radargram (Gregoire vd., (2003) 'ten Balkaya (2014) tarafından düzenlenmiştir)

4.2. EM Dalga Yayılımı

Yeraltındaki jeolojik malzemenin EM özellikleri, onların bileşimi ve su içeriği ile doğrudan ilişkili olup, EM dalgaların, içerisindeki radyo dalgalarının hızı yeraltındaki, serbest ortamdaki ışığın hızına ($c \cong 0.2998 \text{ m/ns}$), elektriksel iletkenliğe (σ), bağlı manyetik geçirgenliğe (manyetik olmayan malzemeler için $\mu_r: 1$), bağlı dielektrik katsayısına (ϵ_r), bağlıdır (Reynolds, 1997). Ayrıca izleyen bir boyutlu dalga denklemi ile EM dalga yayılımı verisi elde edilebilir (Daniels, 2004).

$$\frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \mu\epsilon_r \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad (1)$$

EM dalga yayılımı düşey eksen (-z) boyuncadır ve elektrik alan (E) ile manyetik alan (H) birbirine diktir (Şekil 4.2). Yayılımın hızı ise,

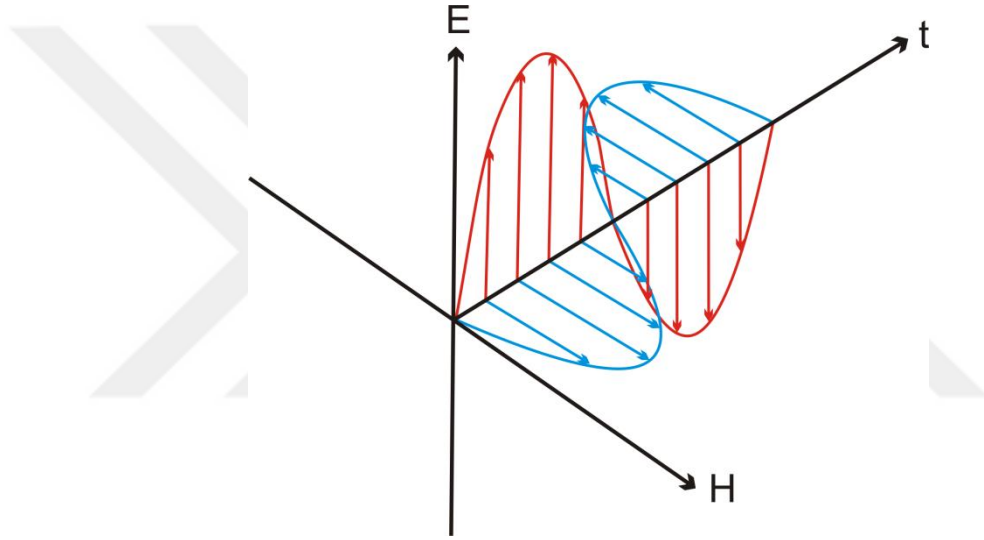
$$v_m = c\{(\epsilon_r\mu_r/2)[(1 + p^2) + 1]\}^{1/2} \quad (2)$$

$$P = \frac{\sigma}{\omega\epsilon}, \quad \omega = 2\pi f, \quad \epsilon = \epsilon_r\epsilon_0$$

eşitliği ile verilir. Burada P , kayıp faktörü (loss factor), f , frekans ve ϵ , elektriksel geçirgenlik ve ϵ_0 , ise serbest havanın elektriksel geçirgenliğidir ($8.854 \times 10^{-12} F/m$).

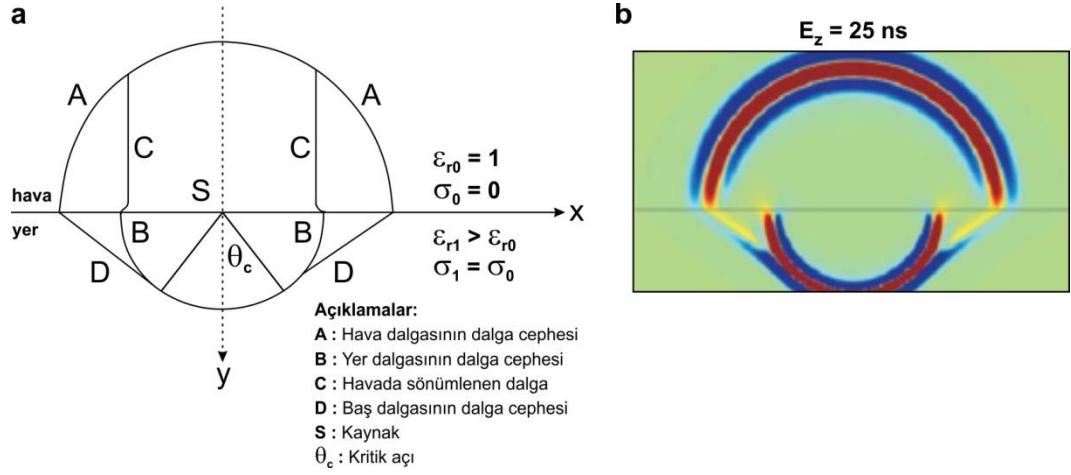
$$v_m = c/\sqrt{\epsilon_r} \quad (3)$$

eşitliği ile verilir.



Şekil 4.2. Serbest ortamda EM dalga yayını (Daniel (2004)'ten Balkaya (2010) tarafından düzenlenmiştir)

EM dalganın hava ve yer ara yüzeyi boyunca yayını sonucu genel olarak hava (A), yer (B) ve baş dalgalarına (D) ait olmak üzere üç dalga cephesi oluşur (Şekil 4.3). Ara yüzey yakınında küresel yer dalgası havada ara yüzeyden uzaklaştıkça genliği yükseklikle üstel olarak azalan bir dalga (C) olarak gözlemlenir. Şekil 5b ise hava ve yer ara yüzeyi için zaman ortamı sonlu farklar sayısal modellemesiyle merkez frekansı 200 MHz olan bir anten ve kaynak olarak Ricker dalgacığı kullanılarak elde edilen $t = 25 ns$ anındaki görüntüyü göstermektedir (Annan, 1973).



Şekil 4.3. a-b) Hava-yer arayüzeyi boyunca EM dalga yayını (Liu ve Arcone (2003)'ten Balkaya (2014) tarafından düzenlenmiştir)

Radyo dalgaları yer içerisinde ne kadar iyi iletilirse, yer radarı yöntemi o kadar başarılı olur. Örneğin, kutuplardaki buz tabakalarının üzerinde alınmış bir yer radarı ölçümü elektromanyetik dalgalar için şeffaf bir ortam gibidir ve dalga yayını neredeyse hiç etkilemezken, deniz suyu yada suya doymun kil birimlerinde bu dalgaları ya soğurur ya da yansıtırlar (Reynolds, 1997). Yüksek bağıl dielektrik katsayıları birbirine zıt iki jeolojik birim arasında, EM dalganın, ara yüzünde daha büyük bir oranda yansımını sağlar. Elektromanyetik alanların genliklerinin, dielektrik özellikleri farklı iki malzeme arasındaki ara yüzeyde nasıl değiştiğini yansıma ve iletim katsayıları gösterir (Çizelge 4.1). Elektromanyetik dalganın yansıma açısı, geliş açısına eşit, kırılma açısı ise geliş açısı ile ilgilidir (Snell kanunu) (Balkaya, 2010).

Çizelge 4.1. Malzemeler ve elektriksel özellikleri (Keçeli, 2009'dan düzenlenmiştir.)

Malzeme	Dielektrik Sabiti	İletkenlik (m/sn)	Hız	Atteünasyon (dB/m)
Hava	1	0	0.3	0
Damıtma Su	80	0.01	0.033	0.002
Taze Su	80	0.5	0.033	0.1
Deniz suyu	80	30.000	0.01	1.000
Kuru Kum	3-5	0.01	0.15	0.001
Doymuş Kum	20-30	0.1-1.0	0.06	0.03-0.3
Kireçtaşı	4-8	0.5-2	0.12	0.4-1
Kil	5-15	1-100	0.09	1-100
Tortul	5-30	1-100	0.07	1-100
Kil, balçık	4-40	2-1.000	0.06	1-300
Granit	4-6	0.01-1	0.13	0.01-1
Tuz	5-6	0.01-1	0.13	0.01-1
Buz	3-4	0.01	0.16	0.01

4.3 Düşey Yanal Ayrımlılık

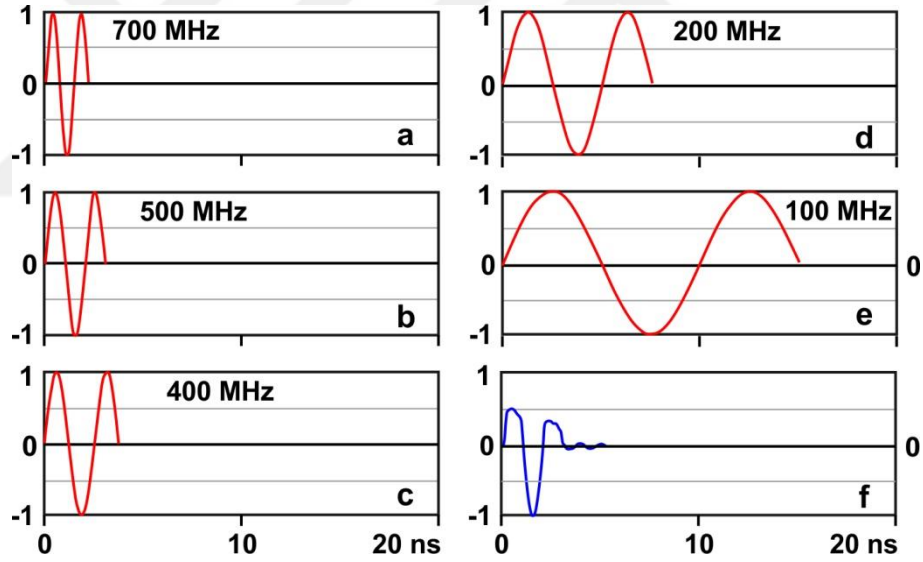
Birbirine komşu iki sinyal arasındaki farklılıkların zaman ortamındaki ölçümü düşey ayrımlılık, olarak adlandırılır (Reynolds, 1997). Düşey ayrımlılık daha basit bir tanımla düşey ayrımlılık, dalga boyu (λ) ile kontrol edilen frekansın bir fonksiyonudur.

$$\lambda = v/f \quad (4)$$

Frekans değeri büyüdükçe; dalga boyu azalır (Şekil 4.4) ve düşey ayrımlılık artar (Neal, 2004). Yer radarı sistemlerinde, her bir anten belirli bir frekans aralığında (bandwidth) çalışmaktadır. 200 MHz'lik bir anten için merkez frekans ta 200 MHz'dir. Farklı uygulama alanlarında hedeflenen araştırma derinlikleri için önerilen öncelikli ve ikincil anten tercihleri Çizelge 4.2 'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. Merkez anten frekansı seçimine bağlı olarak yaklaşık derinlik (Ieucci vd., 2012'den düzenlenmiştir)

Yaklaşık derinlik [m]	Öncelikli anten tercihi [MHz]	İkincil anten tercihi [MHz]	Genel uygulama alanı
0 – 0.5	1600	900	Yapısal beton, otobanlar, köprüler
0 – 1	900	400	Beton, sıg zeminler, arkeojeofizik
0 – 9	400	200	Sıg jeolojik çalışmalar, kamu hizmetleri, arkeojeofizik
0 – 9	200	100	Jeoloji, Çevre problemleri Arkeojeofizik
0 – 30	100	Penetrasyonu yüksek antenler (Subecho 40 gibi)	Derin jeolojik ve jeoteknik çalışmalar
> 30	Düşük frekanslı antenler (80, 40, 32, 20, 16 gibi)		Derin jeolojik ve jeoteknik çalışmalar



Şekil 4.4. a-e) Çeşitli frekanslarda dalga boyunun değişimi f) Bir sinyal örneği (Goodman (2009)'dan Balkaya (2010) tarafından düzenlenmiştir).

4.4. Yer Radarı Çalışmasında Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler

Yer radarı çalışmalarındaki dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler dielektrik sabiti ve zeminin iletkenliğidir. Bu İki faktör yüzeysel verilerin bulunmasını etkilemektedir. (Ulriksen, 1982).

Yüksek iletkenli yüksek kil içeren bir zemin, düşük iletkenli kurum kum zemininden daha fazla enerji soğurur. Bu nedenle yer radarı çalışmalarını etkileyen en önemli faktör yüksek iletkenliktir. (Griffin ve Pippet, 2002). Yer radarı çalışmalarında yüksek iletkenli ortamlar, iletilen sinyalin soğurulmasına bu da derinliğin azalmasına sebep olduğu için ortamın iletkenliğinin daima düşük olması istenir (Bristow ve Jol, 2003).

Ortamın dielektrik sabiti EM dalganın yayılma hızını belirlemektedir. Ani dielektrik sabitinin düşmesi sonucunda yeraltına gönderilen EM dalgaların hızı artar. Dielektrik sabiti ile yayılma hızı arasında ters bir orantı vardır (Weeds, 1994).

Bir diğer dikkat edilmesi gereken husus çalışılan zemindeki su faktörüdür. Zemin iletkenliği ve dielektrik sabiti sudan önemli bir şekilde etkilenmektedir (Griffin ve Pippet, 2002). Sahip olduğu yüksek polarizetibilite sayesinde su, en yüksek dielektrik sabitine sahiptir. EM dalgaların yüksek dielektrik sabiti karşısında ilerlemesi çok zor olduğundan, su içeriği yüksek yerlerde bu yöntemin kullanılması iyi sonuçlar vermemektedir.

Yer radarı çalışmalarında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise doğru anten seçimidir. Uygulamada 25 Mhz ile 3000 Mhz arasında anten frekansları mevcuttur. İstenilen derinliğe göre frekans aralığı değişmektedir (Griffin ve Pippet, 2002). Derinliği ve çözünürlüğü kullanılan anten frekansına bağlı olmakla birlikte (Takashi,2004), yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar düşük frekanslı elektromanyetik dalgalara göre daha fazla detay ve yüksek çözünürlük elde edilmesine imkân sağlar (Griffin ve Pippet, 2002).

4.5. Jeofizikte Yer Radarı Uygulamaları

Son 20 yılda yazılım ve alet teknolojisindeki hızlı gelişmeler sebebiyle yer radarı yöntemi çok geniş bir yelpazede ve Çizelge 4.3'de değinilen uygulama alanlarında yüksek ayrımlılıklı çözümler üretmeye başlamış olup izleyen bölümlerde söz konusu problemler için gerçekleştirilen uygulamalardan derlenen yer radarı derinlik kesitleri sunulacaktır.

Çizelge 4.3 Yöntemin uygulama alanları (Özürlan ve Ulugergerli 2005'ten düzenlenmiştir)

Uygulama Alanı	Araştırma Konusu
Çevre Araştırmaları	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Yeraltısuyu ve yeraltısuyu kirliliği araştırmaları ▶ Hidrokarbon kirliliği araştırmaları ▶ Gömülü katı atık depolarının belirlenmesi ▶ Gömülü yakıt tanklarının yerlerinin belirlenmesi ▶ Buzul araştırmaları ▶ Endüstriyel atık ve sızıntıların araştırılması ▶ Su ve kanalizasyon yollarından kaynaklanan kaçak ve sızıntıların tespiti ▶ Katı atık boşaltım alanlarının yer seçimlerinin belirlenmesi ▶ Kanalizasyon, su yolu,kanal,sığınak gibi altyapı boru hatlarının yerlerinin belirlenmesi
Jeolojik Araştırmalar	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Jeolojik yapıların araştırılması ▶ Kırık/süreksizlik ve sokulmaların araştırılması ▶ Kil mercikleri ve sız kamalarının belirlenmesi ▶ Heyelan araştırmaları ▶ Karstik boşluk ve mağara yerlerinin belirlenmesi ▶ Buzul araştırılması ▶ Eski nehir yataklarının belirlenmesi ▶ Masif kayaçların içerisindeki kırık çatlak ve fissürlerin belirlenmesi
Mühendislik Araştırmaları	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Havalanı, baraj,yol,su kanalı ve santrallerin yapımında yerleşim alanı araştırmaları ▶ Tünel ve yapı araştırmaları ▶ Karayolu, demiryolu, su tünelleri, tüp geçitler, maden galerisi araştırmaları ▶ Tavan, taban ve duvarların incelenmesi ▶ Restorasyon amaçlı araştırmalar ▶ Yapı, tavan ve duvarlardaki nemliliğin belirlenmesi
Maden Araştırmaları	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Sığ yüzey madenlerin aranması ▶ Rezerv geliştirme, galeri sürülerek yapılan maden (kömür) araştırmaları ▶ Göçük ve maden kazalarında ilk yardım amaçlı çalışmalar
Arkeojeofizik Araştırmaları	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tapınak, mezar duvar vb. tarihi antik şehir kalıntılarının bulunması ▶ Yeraltı şehirlerinin araştırılması

4.5.1. Arkeolojik alanlarda yer radarı uygulamaları

Arkeolojik çalışmalar, yeraltında gömülü tarihsel geçmişi ve değeri olan nesnelere çıkarmak için yapılmaktadır. Arkeologlar ve ülkemiz açısından değeri yüksek olan bu nesnelere tahribatsız, zarar görmeden ve hızlı tespit edebilecek en iyi teknikler jeofizik yöntemlerdir. Yer radarı yöntemi uygulama kolaylığı ve sağladığı yüksek ayrımlılık kalitesi nedeniyle arkeojeofizik uygulamalarda kullanılan en yaygın yöntemlerin başında gelmektedir. Günümüzde tarihsel, arkeolojik, bilimsel, sosyal veya teknik bakımlardan dikkate değer yerlerin turizmüne hizmet eden ülkemizdeki antik çağ kentsel alanlarında gerçekleştirilen çalışmalarda gömülü arkeolojik yapı ve/veya nesnelere derinlikleri, uzanımları ve dağılımlarının belirlenmesi amacıyla jeofizik yöntemlerden yer radarının kullanımı oldukça yaygındır (Üstol vd., 2013). Sardis (Drahor, 2006), Hierapolis (Negri and Leucci, 2006), Satala (Drahor vd., 2008a), Zeugma (Drahor vd., 2008b) ve Amorium (Ekinci vd., 2013) gibi antik

kentlerde gerçekleştirilen arkeojeofizik çalışmalarda oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Üstol vd., 2013).

Bu amaçla Çanakkale ili Biga İlçesi'ne bağlı Kemer Köyü'nde bulunan Parion Antik Kentinde antik dokuyu ortaya çıkarmak ve arkeolojik kazılara yön verebilmek amacıyla 2016-2017 yılları arasında arkeologlar tarafından belirlenen 3 alanda yer radarı yöntemini içeren bir arkeojeofizik çalışma gerçekleştirilmiştir. Yer radarı ölçümlerinde GSSI firmasına ait SIR-3000 (270 MHz frekanslı kapalı sistem) ve Geoscanners firmasına ait Akula 9000C cihazları (200 MHz frekanslı kapalı sistem) kullanılmıştır (Şekil 4.5). Toplanan veriler sırasıyla; düşük frekans etkisinin giderilmesi (dewow), kazanç, istenmeyen düşük frekans ve yüksek frekansların süzgeçlenmesi amacıyla band geçişli süzgeç ve ortam temizleme filtresi (background removal) veri işlem aşamaları kullanılarak işlenmiştir.

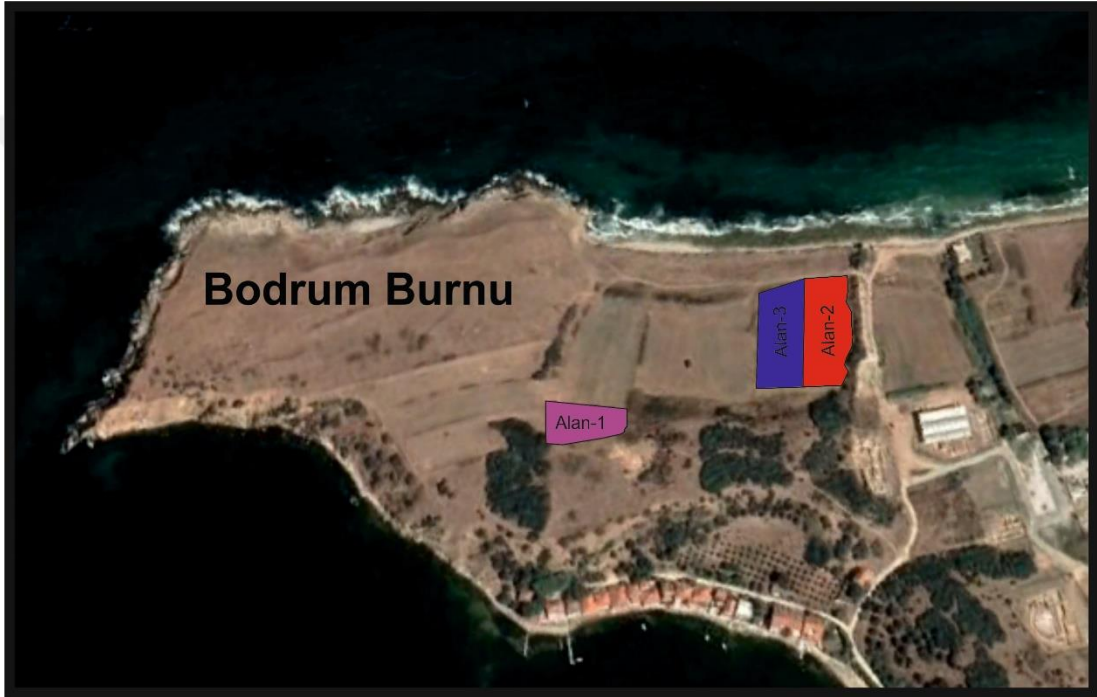


Şekil 4.5. a) GSSI firmasına ait SIR-3000 yer radarı b) Geoscanners firmasına ait Akula 9000C yer radarı

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalıŐmada incelenen alanların arkeologlar tarafından Akropolis diye adlandırılan tapınakların, mozaik yapıların, hazinelerin saklandığı yapıların, çeşitli kurumların yer aldığı ve konutların olması planlanan alanlardır (Şekil 5.1.).

Parion Antik Kentinde arkeologların kazılarına yön vermesi açısından önemli olan ve Şekil 5.1.'de gösterilen 3 alanda yer radarı çalışması yapılmıştır.



Şekil 5.1. Parion Antik Kentinde alıŐma yapılan alanların uydu görüntüsü (Google Earth'den alınmıştır.)

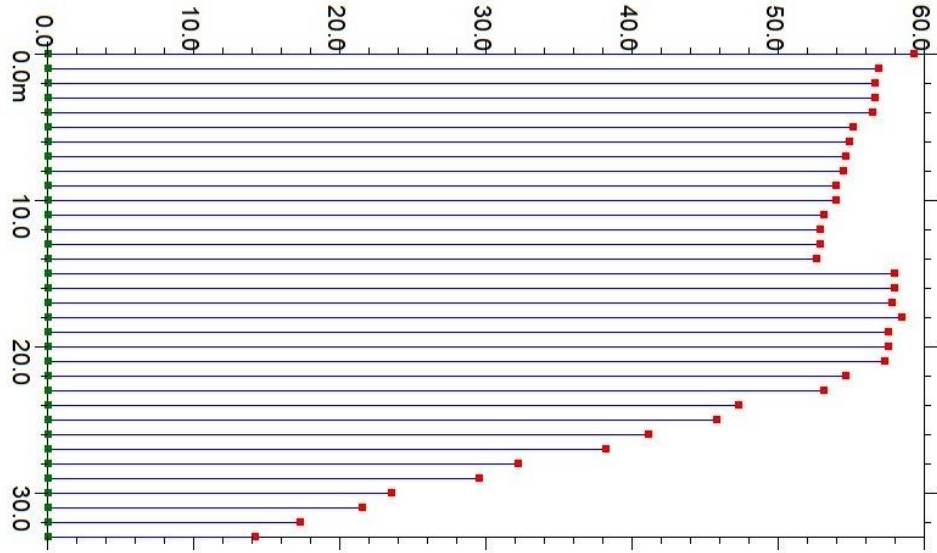
5.1. Alan-1

Alan-1 daha önceden yüzeyde kalıntıları olan ve kazı çalışmalarında ortaya çıkarılan mozaik yapının yakınında konumlanan ve bu yapının devamlılığının belirlenmesi amacıyla çalışılan bir alandır. Bu alanda B-D doğrultulu birbirine paralel 34 adet profil üzerinde yer radarı ölçümleri yapılmıştır (Şekil 5.2.).

a)



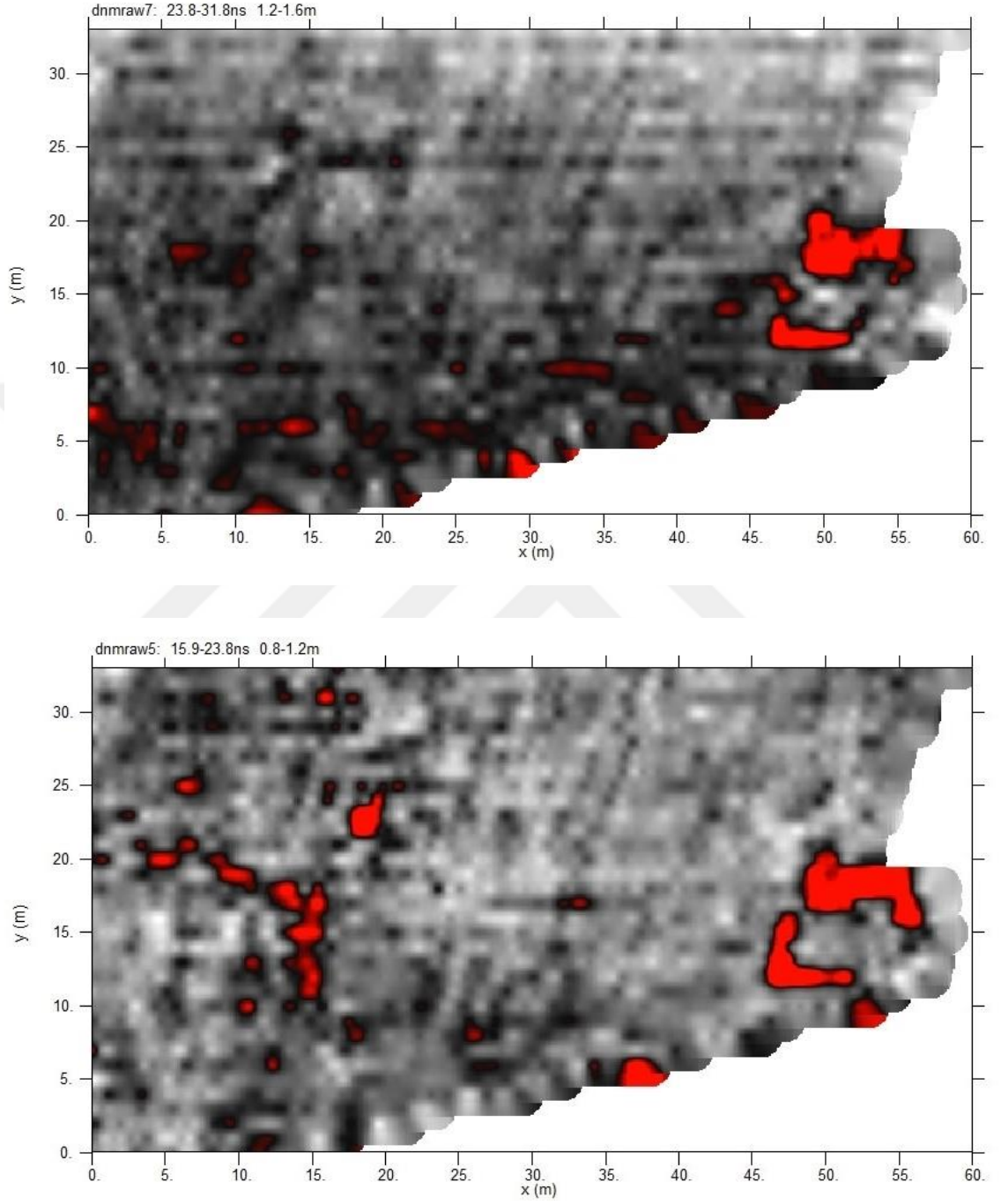
b)



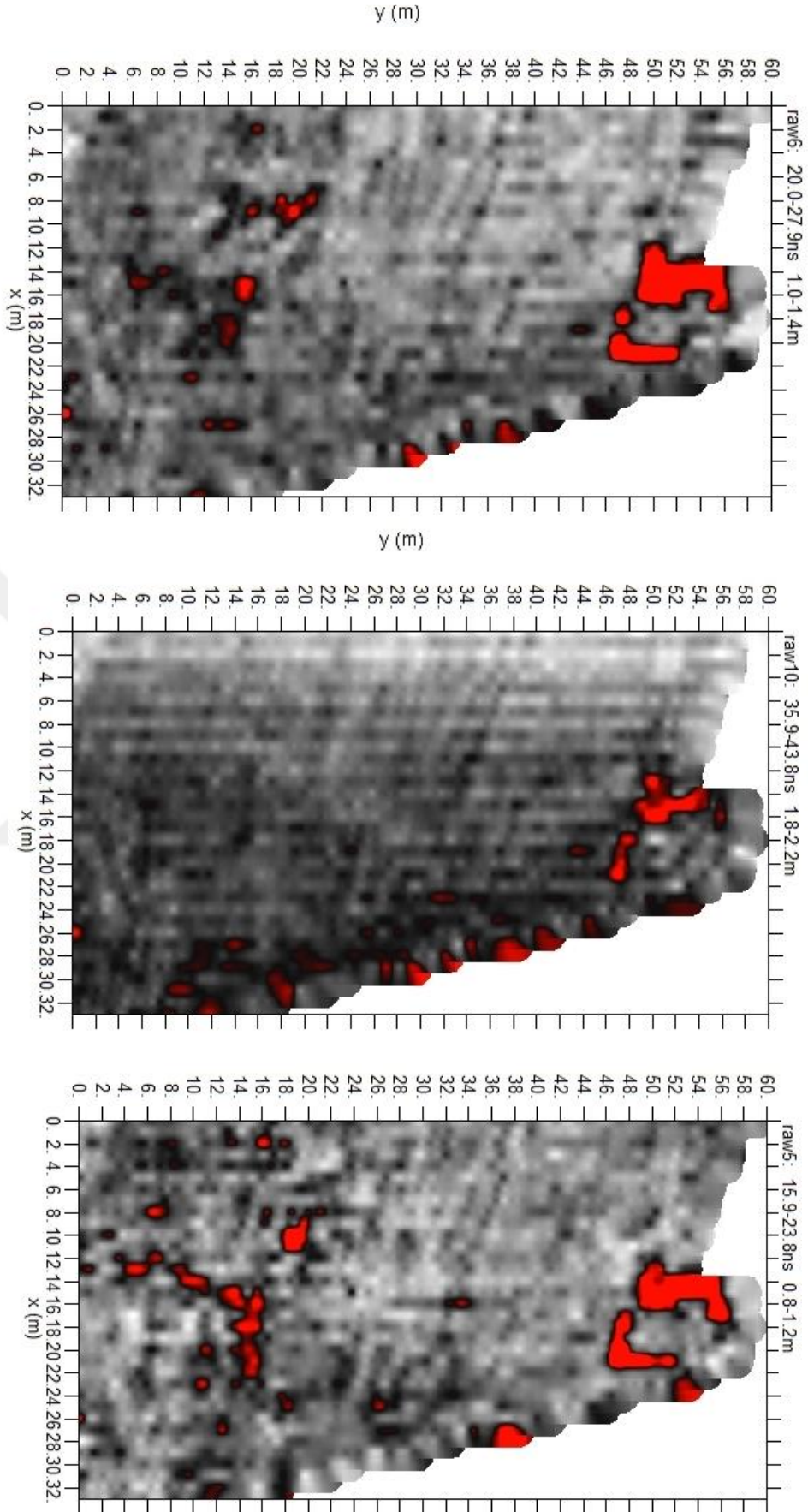
Şekil 5.2. a) Alan-1 için Yer radarı ölçümü yapılan alanın Google Earth görüntüsü
b) Alan-1 için Yer radarı ölçümü yapılan alanda profil yerleşimi

Şekil 5.3’de bu profiller için GPR-SLICE programında ve yukarıda belirtilen veri işlem aşamaları kullanılarak işlenmiş derinlik dilim kesitleri gösterilmektedir. 3B düzlemde ve değişik açılarda derinlik dilimleri ise Şekil 5.4’de gösterilmiştir. Elde edilen verilere göre, derinliği 0,5 m’den başlayıp 2,5 m’ye kadar devam eden 7 m × 12 m boyutlarında bir yapı belirlenmiştir. Bu yapının tapınak benzeri bir yapıya ait olabileceği ve araştırılan mozaik yapının bir devamının olmadığı arkeologlar

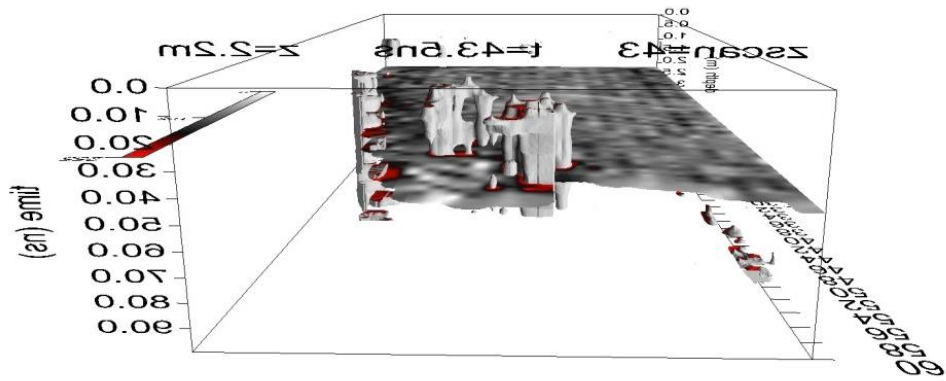
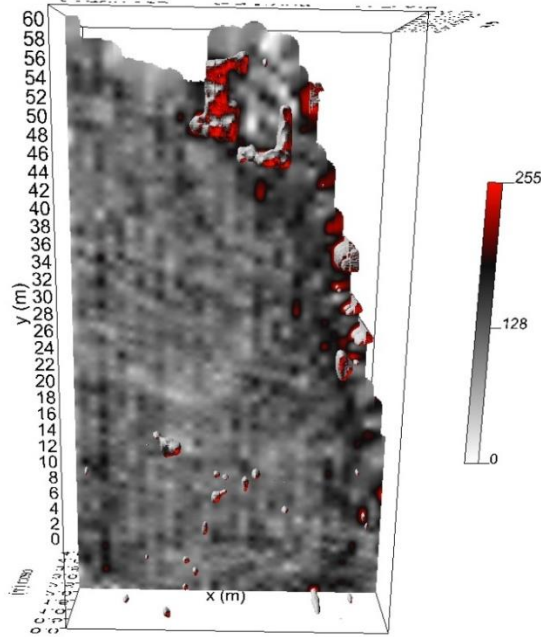
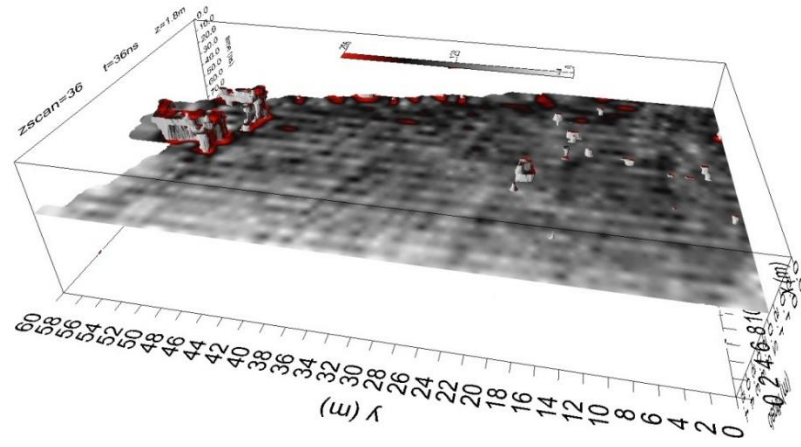
tarafından ön görülmüştür. Şekil 5.5’de ise Google Earth’e işlenmiş derinlik dilim kesitleri gösterilmiştir.



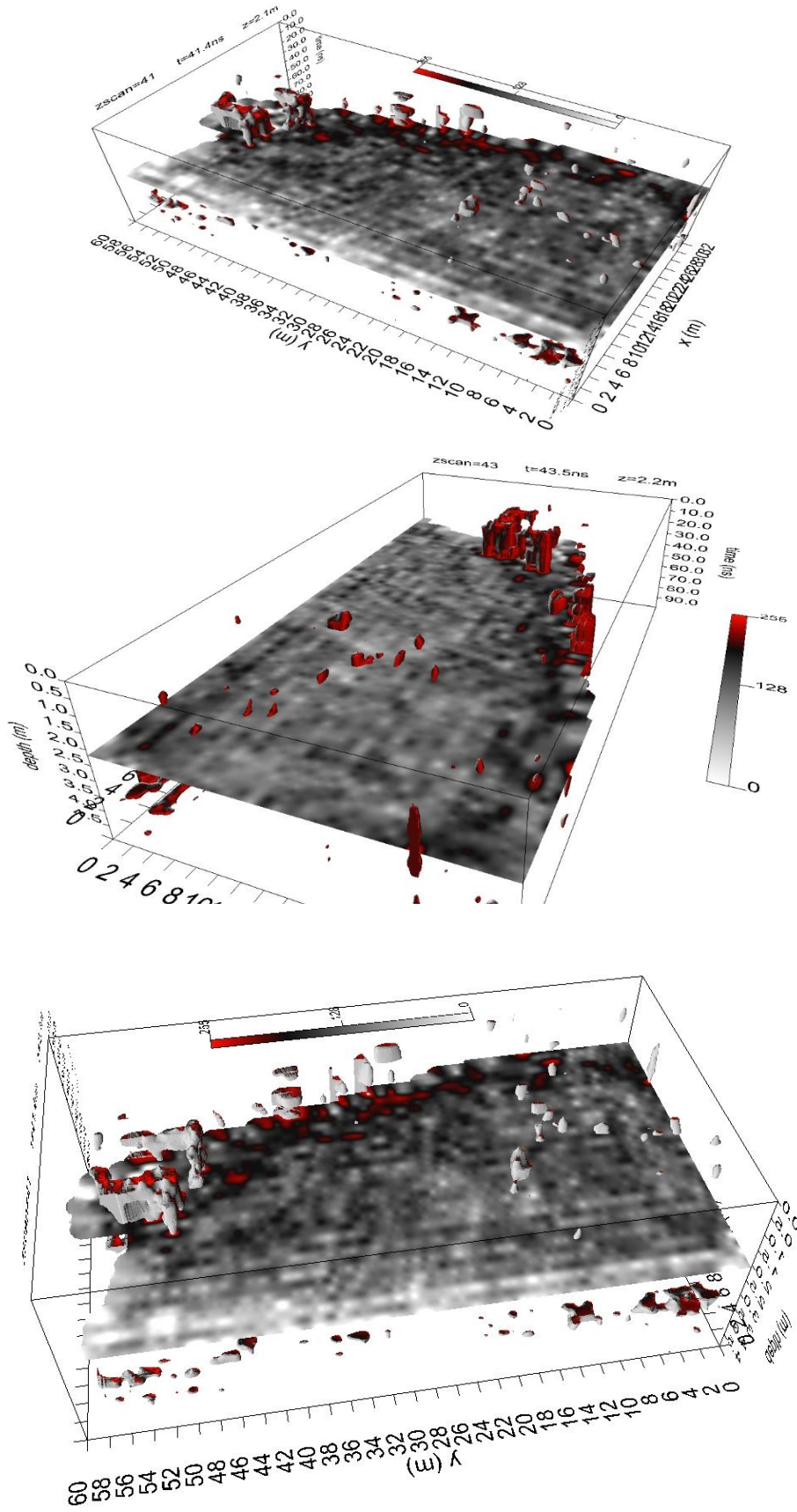
Şekil 5.3. Alan-1 için elde edilen derinlik dilim kesitleri



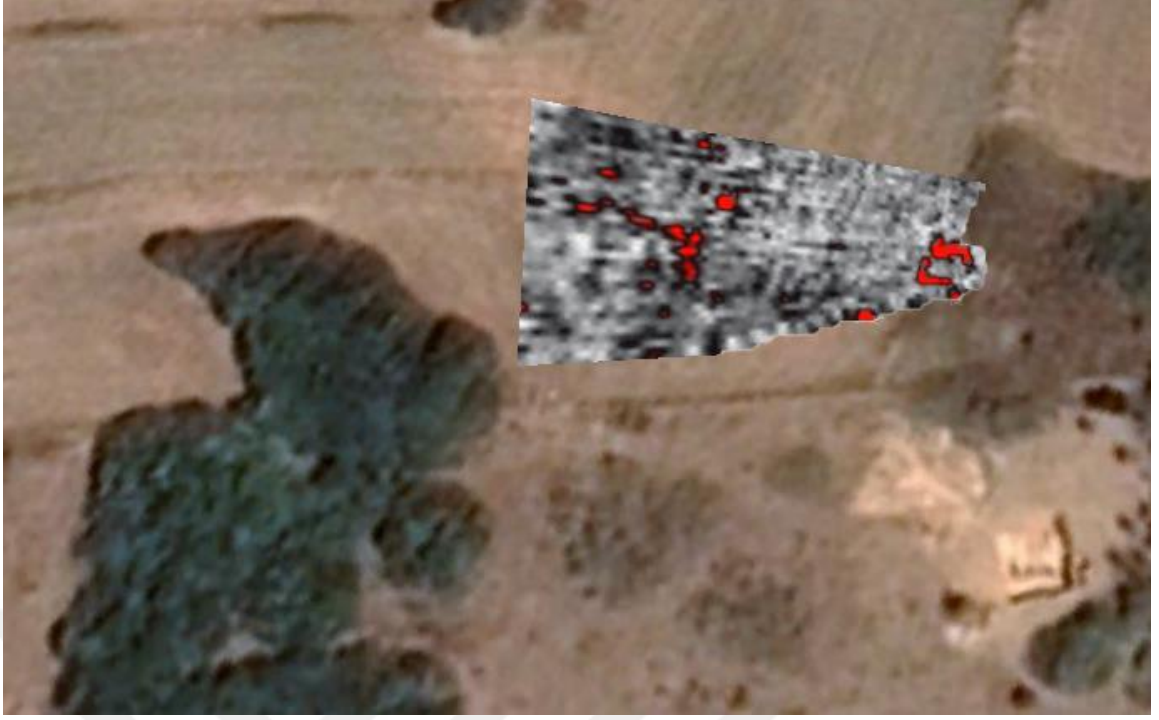
Şekil 5.3. Alan-1 için elde edilen derinlik dilim kesitleri (Devam)



Şekil 5.4. Alan-1 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri



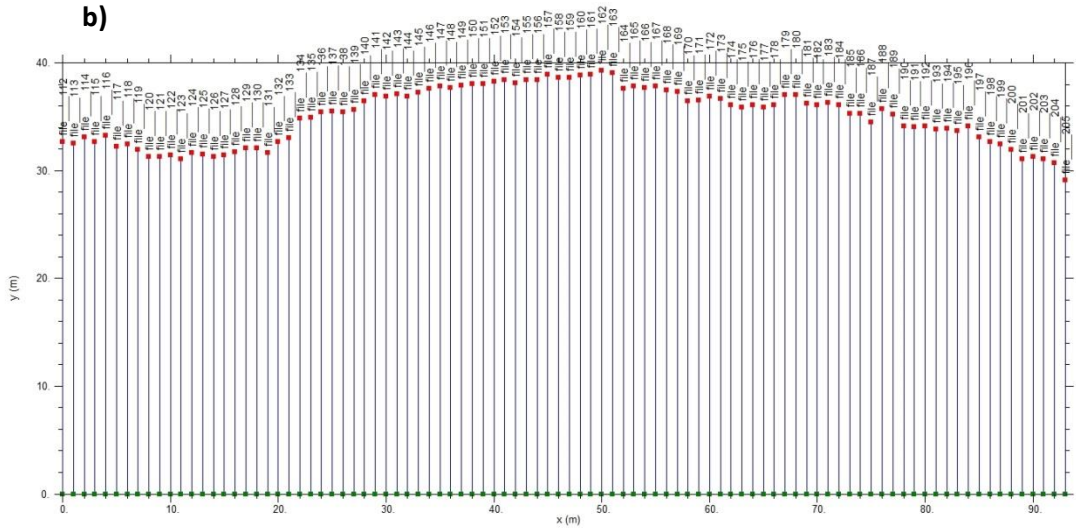
Şekil 5.4. Alan-1 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri (Devam)



Şekil 5.5. Alan-1, 0.8-1.2 m derinlik dilim kesitinin Google Earth üzerindeki görüntüsü

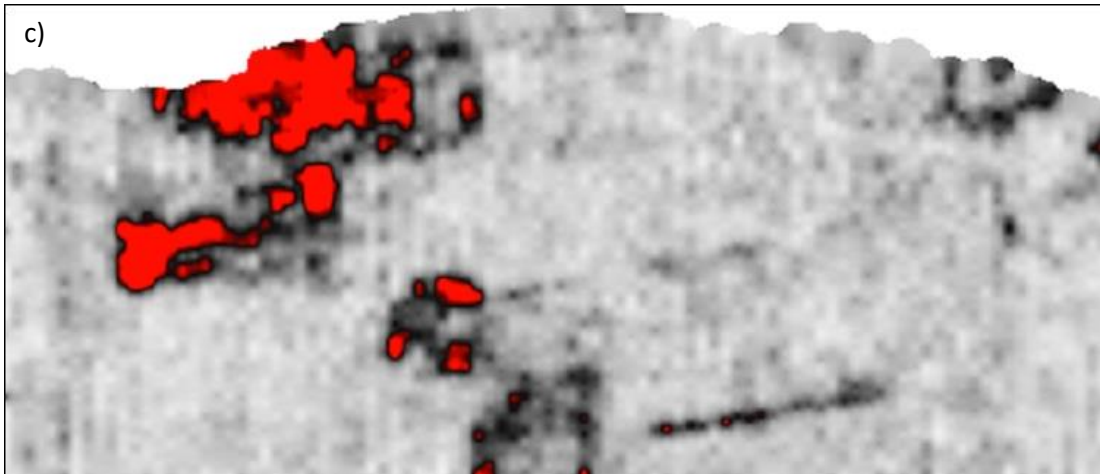
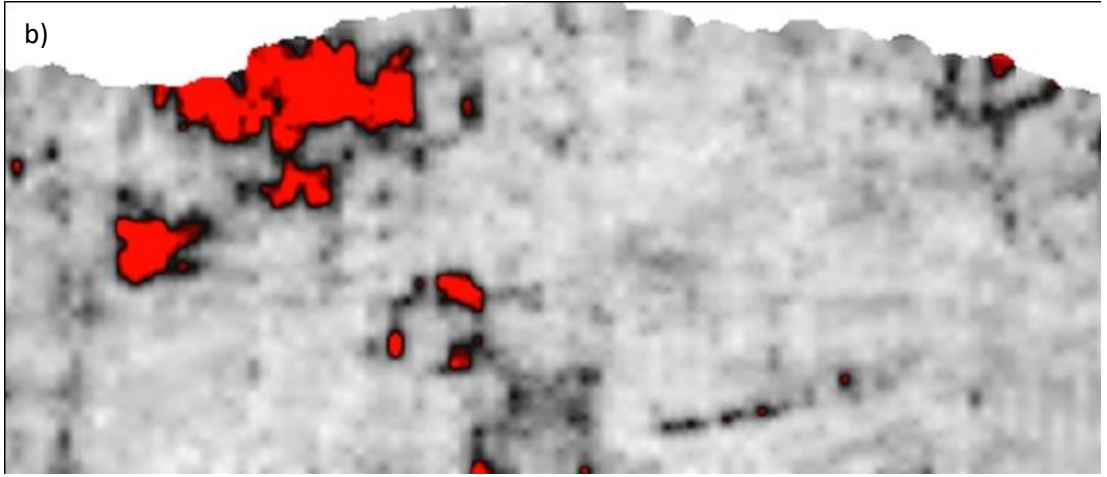
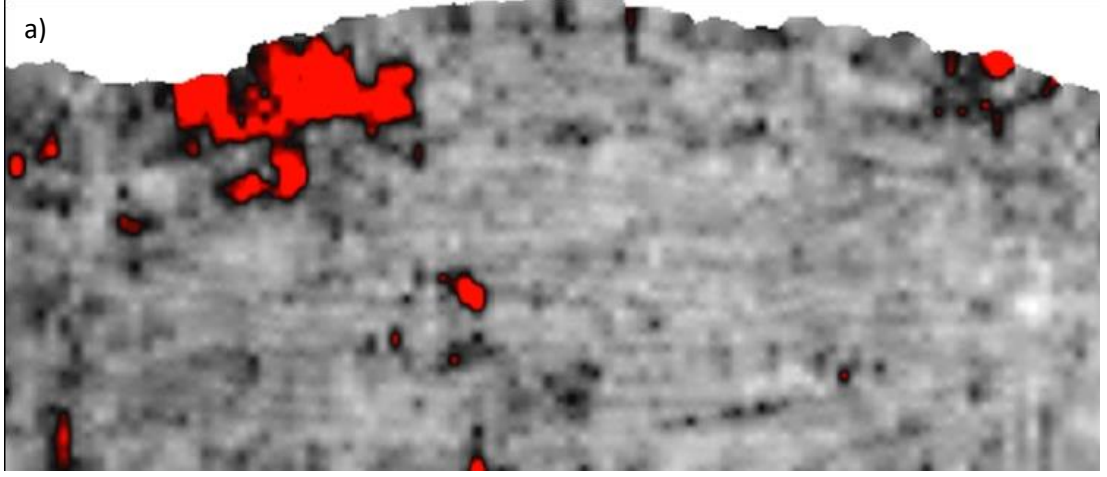
5.2. Alan-2

Alan-2 üzerinde yer radarı çalışması B-D doğrultulu birbirine paralel 94 adet profil üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu alan, sur duvarlarının yakınında daha önce kazı yapılmamış bir alanı kapsamaktadır. Şekil 5.6. çalışmanın gerçekleştirildiği bu alanı ve ölçü alım profillerini göstermektedir.

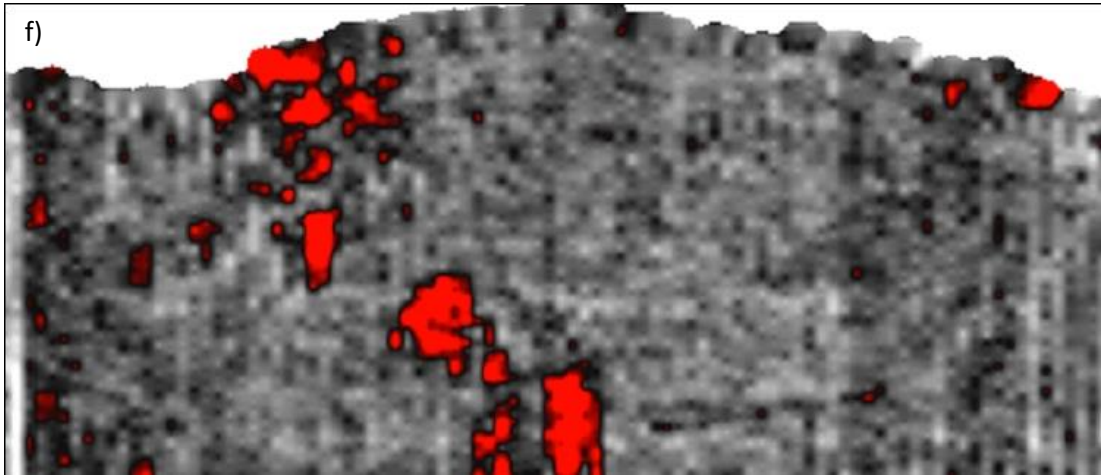
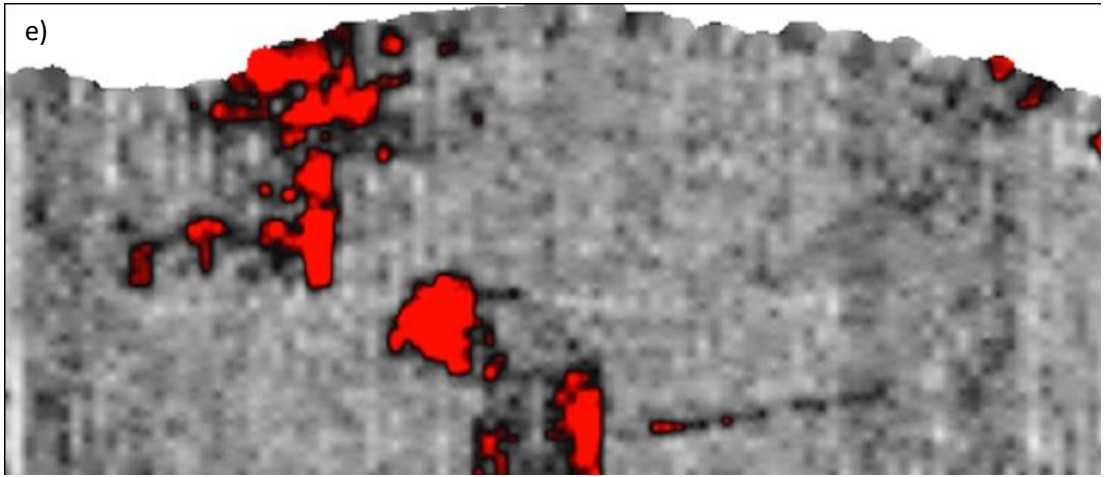
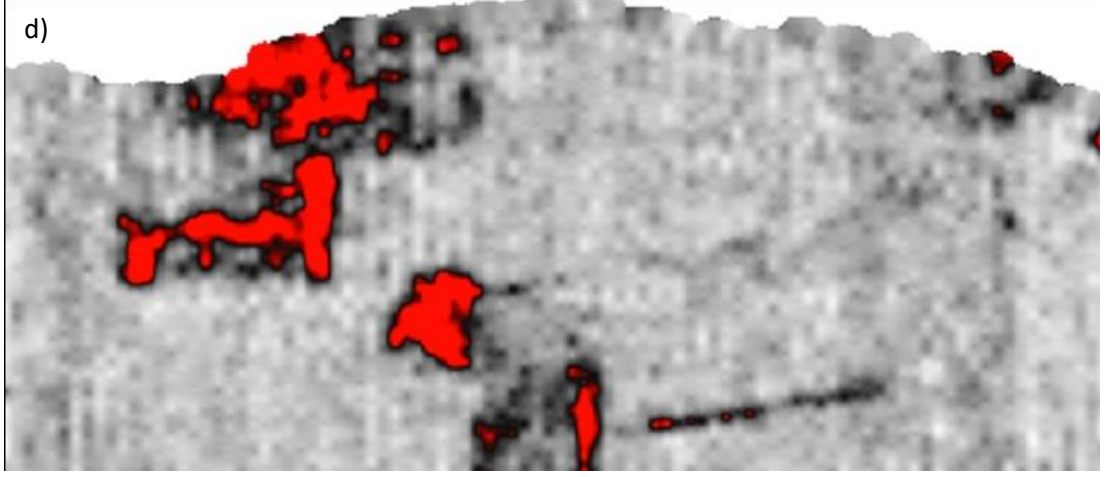


Şekil 5.6. a) Alan-2 için Yer radarı ölçümü yapılan alanın Google Earth görüntüsü
b) Alan-2 için Yer radarı ölçümü yapılan alanda profil yerleşimi

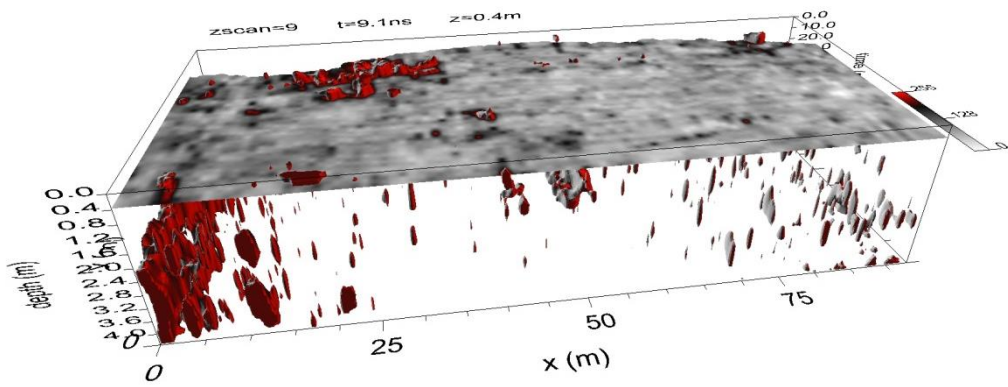
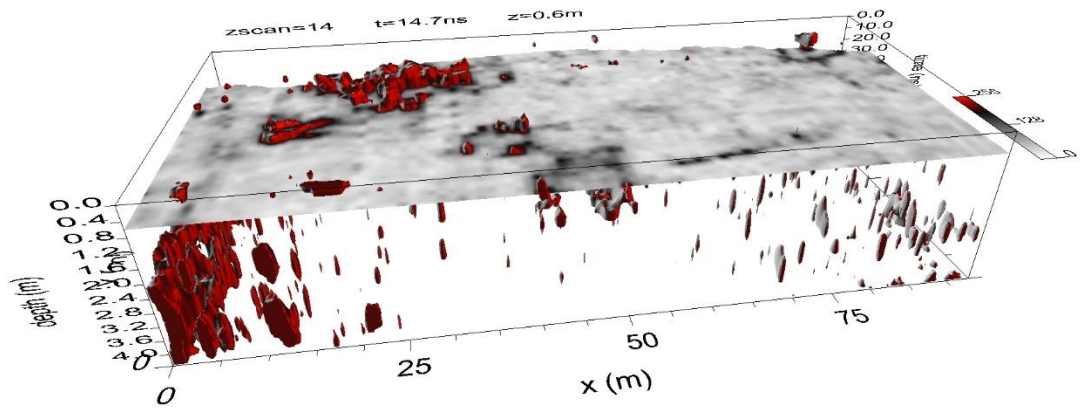
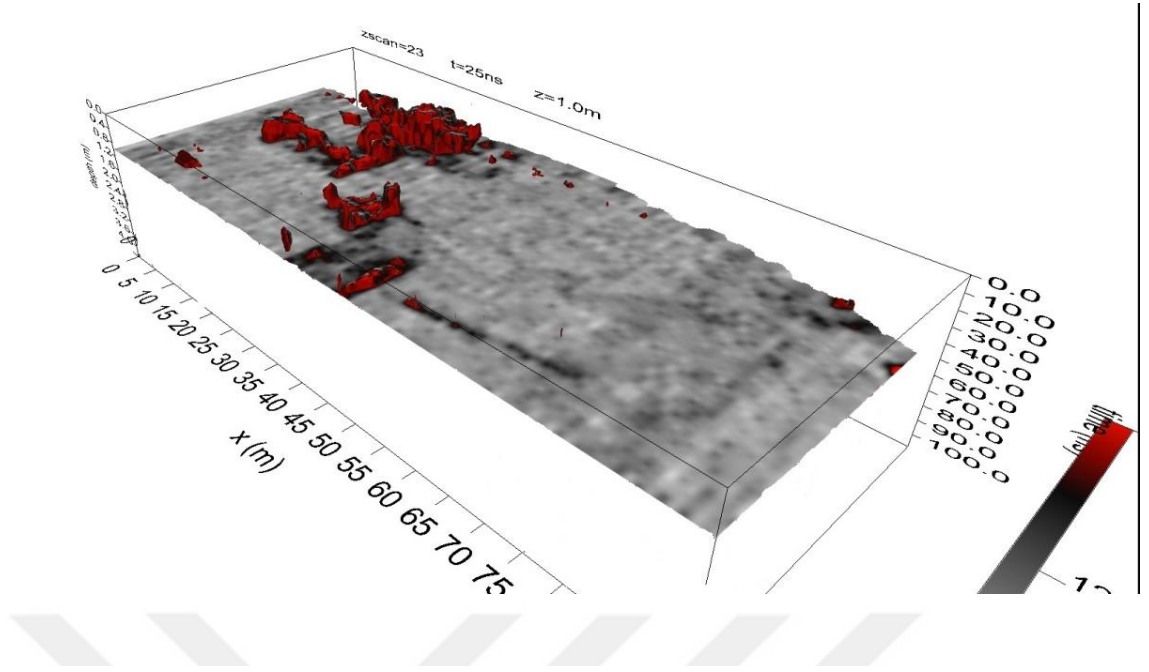
Şekil 5.7, GPR-SLICE programıyla değerlendirilerek elde edilen derinlik dilim kesitlerini göstermektedir. 3B düzlemde farklı bakış açıları için elde edilen dilim gösterimleri Şekil 5.8’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, derinliği 0,40 m’den başlayıp 2,90 m’ye kadar devam eden kare şeklinde bir yapının varlığını açıkça ortaya koymuştur. Elde edilen tüm verilerin bir konut yapısına ait olup olmadığı ve bu yapının dönemi gerçekleştirilecek arkeolojik kazılar sonrasında netlik kazanacaktır. Şekil 5.9’da ise Google Earth’e işlenmiş derinlik dilim kesitleri gösterilmiştir.



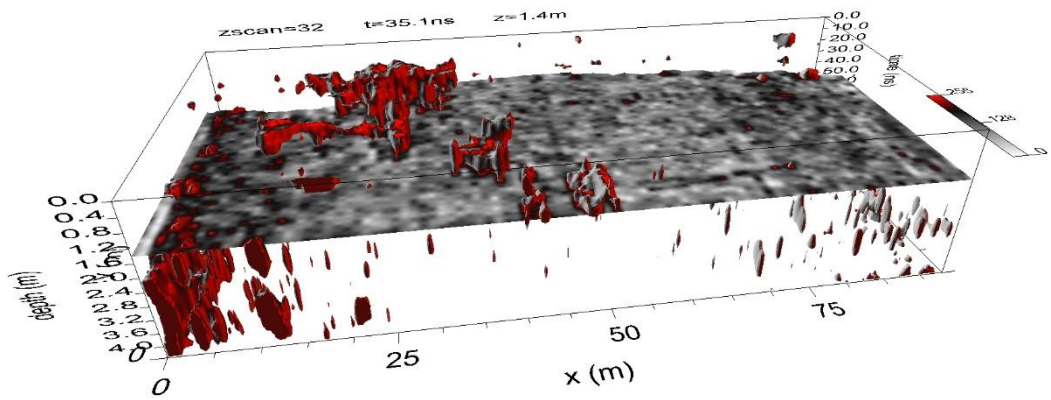
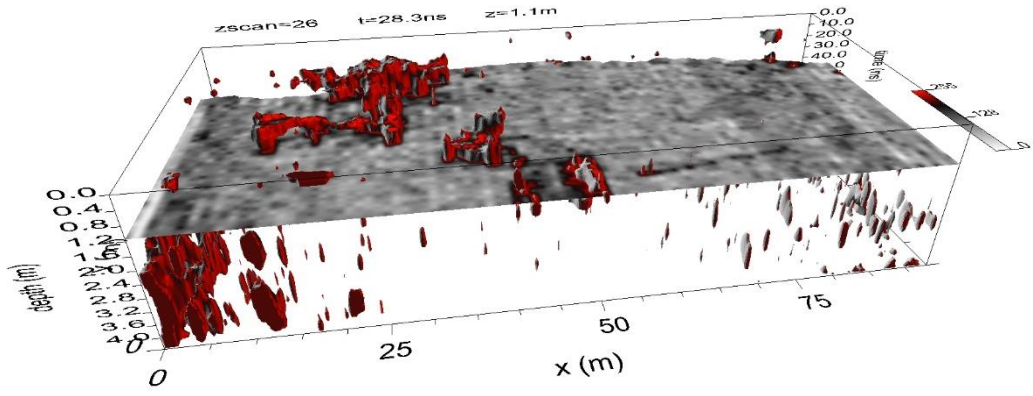
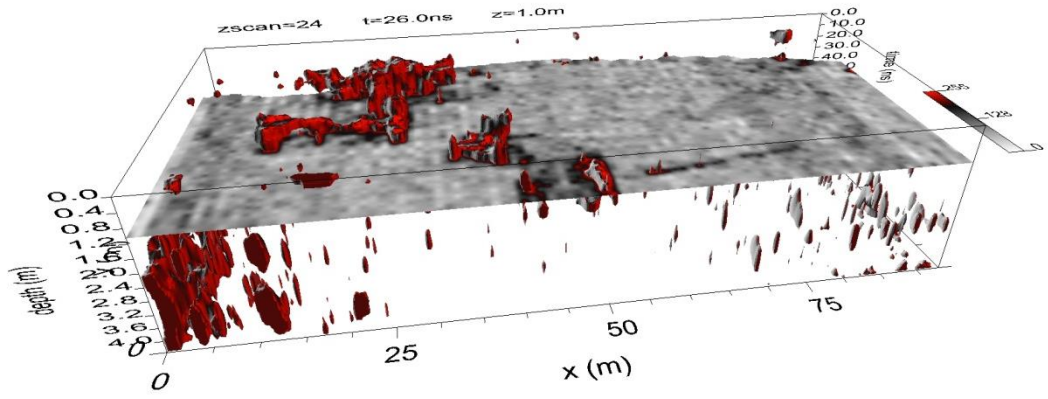
Şekil 5.7. Alan-2 için elde edilen derinlik dilim kesitleri a) 0,4 -0,8 m derinlik b) 0,8-1,4 m derinlik c)1,4-1,6 m derinlik d) 1,3-1,7 m derinlik e) 1,8-2,4 m derinlik f)1,9-2,6 m derinlik



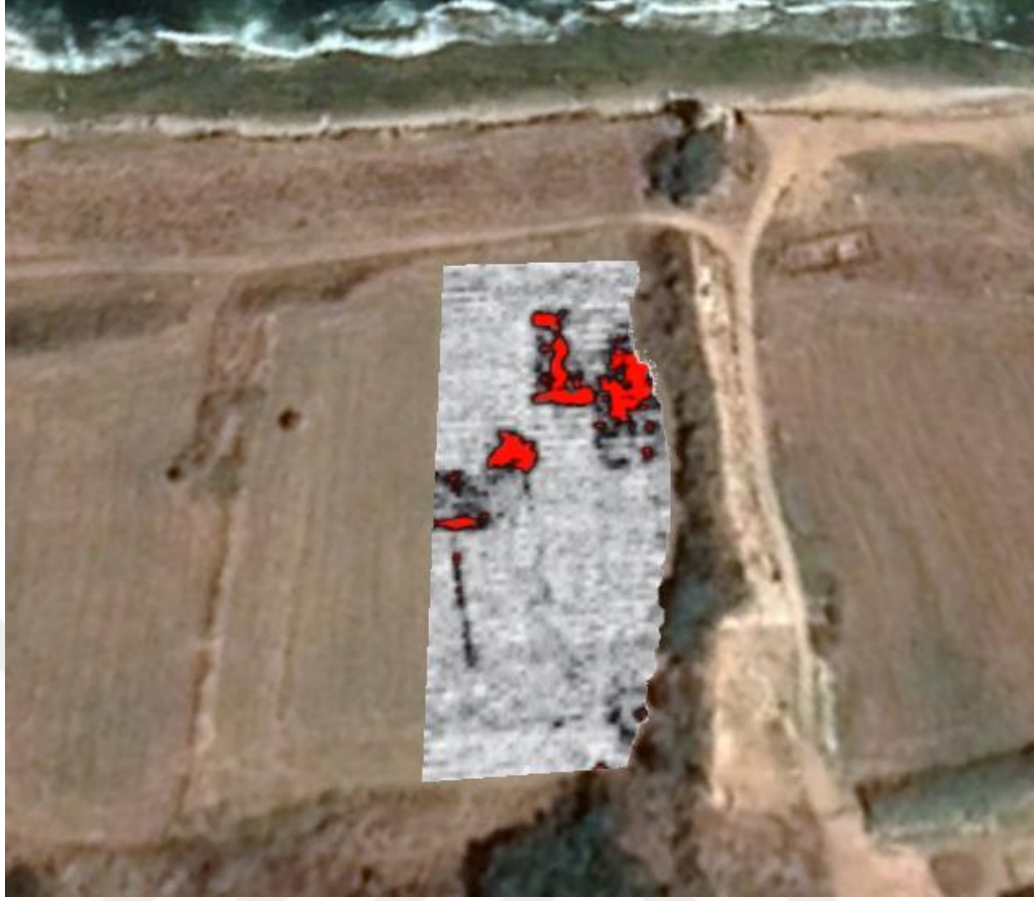
Şekil 5.7. Alan-2 için elde edilen derinlik dilim kesitleri a) 0,4 -0,8 m derinlik b) 0,8-1,4 m derinlik c)1,4-1,6 m derinlik d) 1,3-1,7 m derinlik e) 1,8-2,4 m derinlik f)1,9-2,6 m derinlik (Devam)



Şekil 5.8. Alan-2 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri



Şekil 5.8. Alan-2 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri (Devam)



Şekil 5.9. Alan-2, 1,0-1,4 m derinlik dilim kesitinin Google Earth üzerindeki görüntüsü

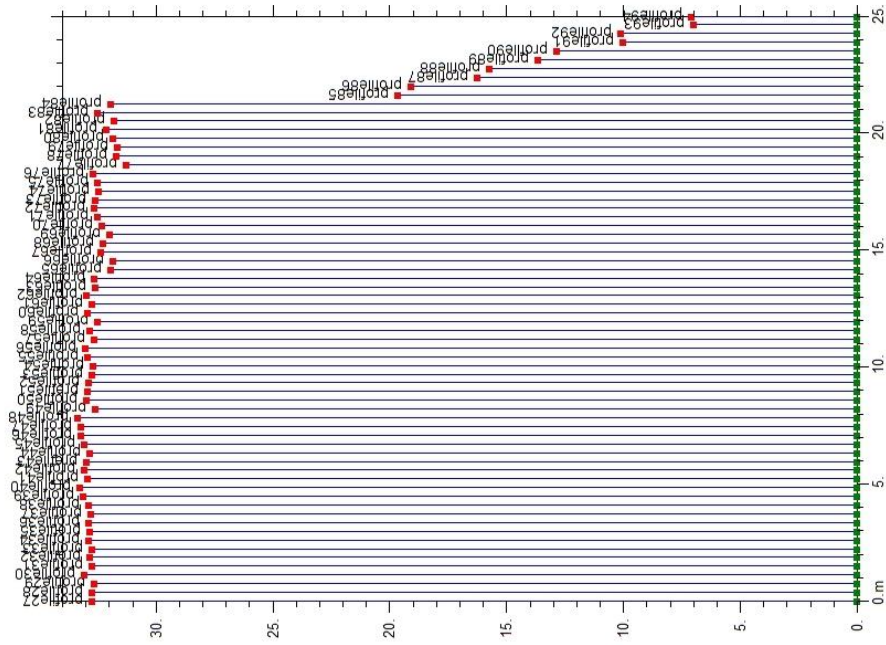
5.3. Alan-3

Alan-3’de yer radarı veri kümeleri D-B doğrultulu birbirine paralel 68 adet profil üzerinde toplanmıştır (Şekil 5.10.). Bu alan, Alan-2’nin hemen bitişiğinde konumlanmaktadır. Dolayısıyla, bu alanda gerçekleştirilen çalışma ile Alan-2’den elde edilen bulguların bu alandaki olası devamlılığının araştırılması amaçlanmıştır. Uygulama, daha önce de belirtildiği gibi, diğer iki alandan farklı olarak 200 MHz merkez frekansına sahip bir sistem ile gerçekleştirilmiştir.

a)



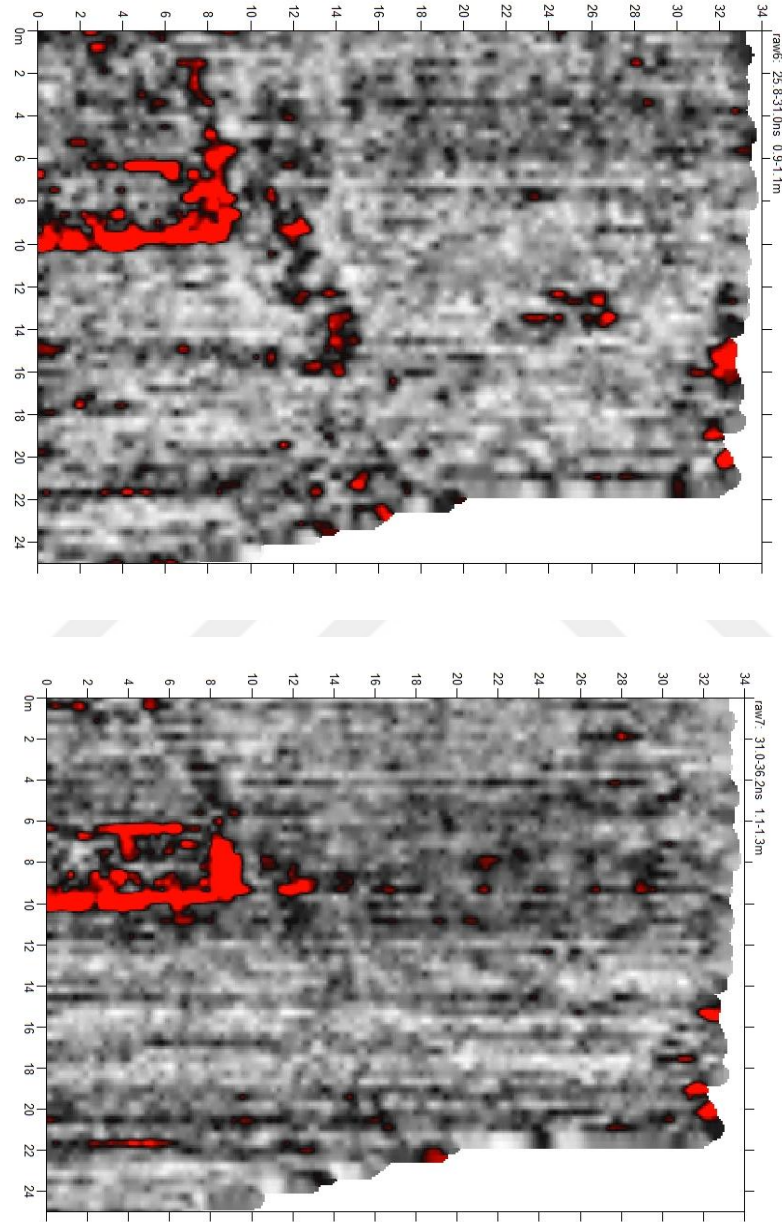
b)



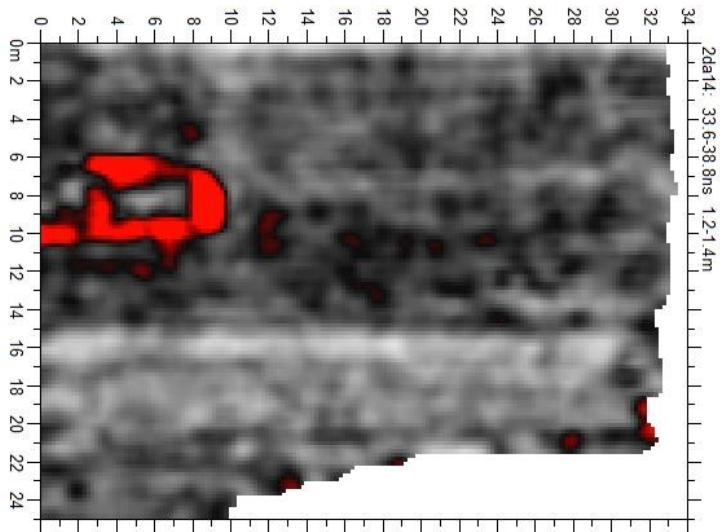
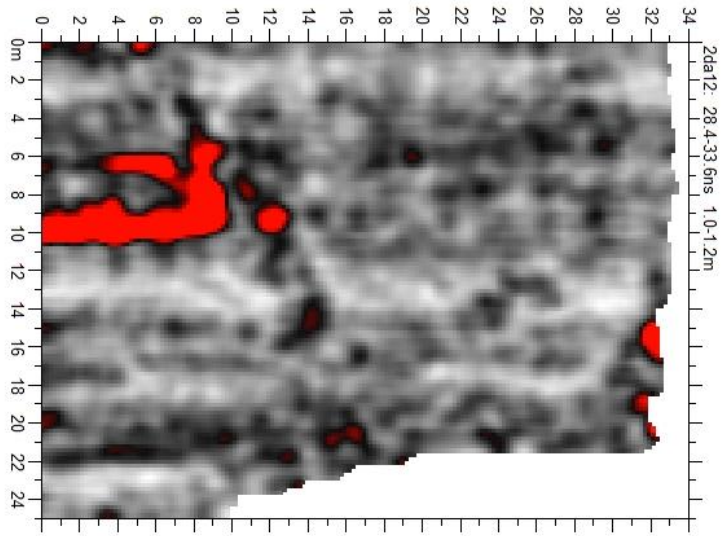
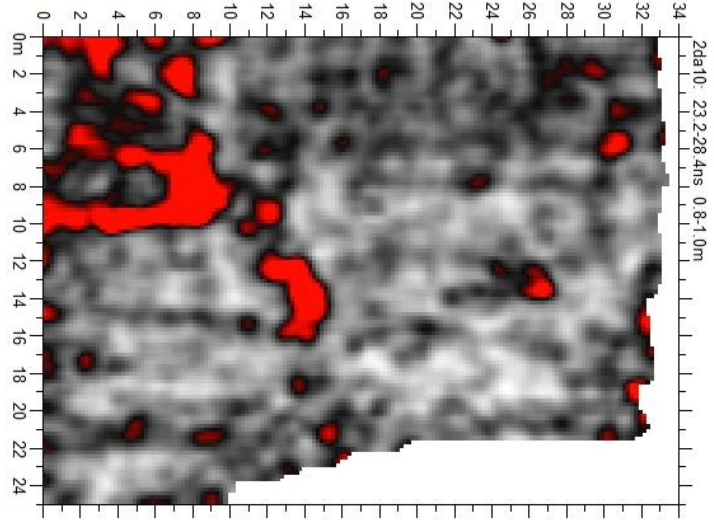
Şekil 5.10. a) Alan-3 için Yer radarı ölçümü yapılan alanın Google Earth görüntüsü
b) Alan-3 için Yer radarı ölçümü yapılan alanda profil yerleşimi

Şekil 5.11, GPR-SLICE programıyla değerlendirilerek elde edilen derinlik dilim kesitlerini göstermektedir. 3B düzlemde farklı bakış açıları için elde edilen dilim gösterimleri Şekil 5.12’de sunulmuştur. Elde edilen bulgular, 0,80 m derinlik seviyesinden 3,50 m derinliğe kadar devam eden L şeklinde düzgün geometriye

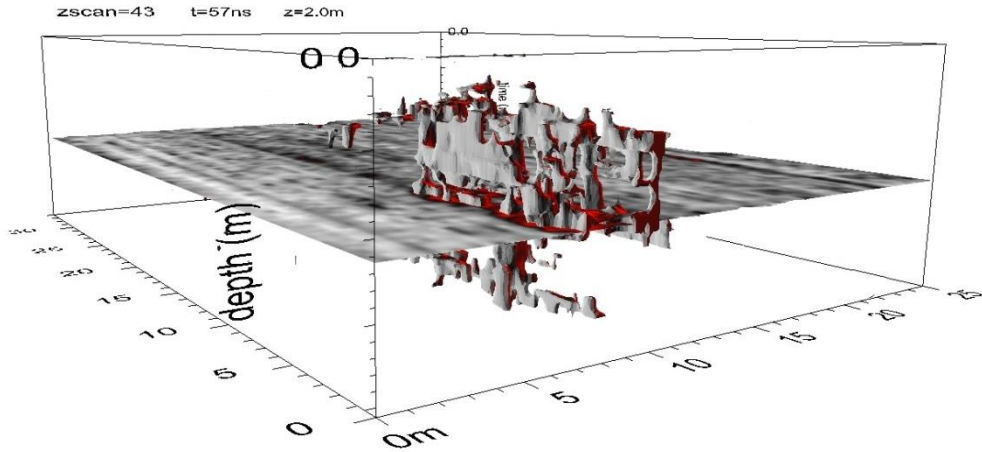
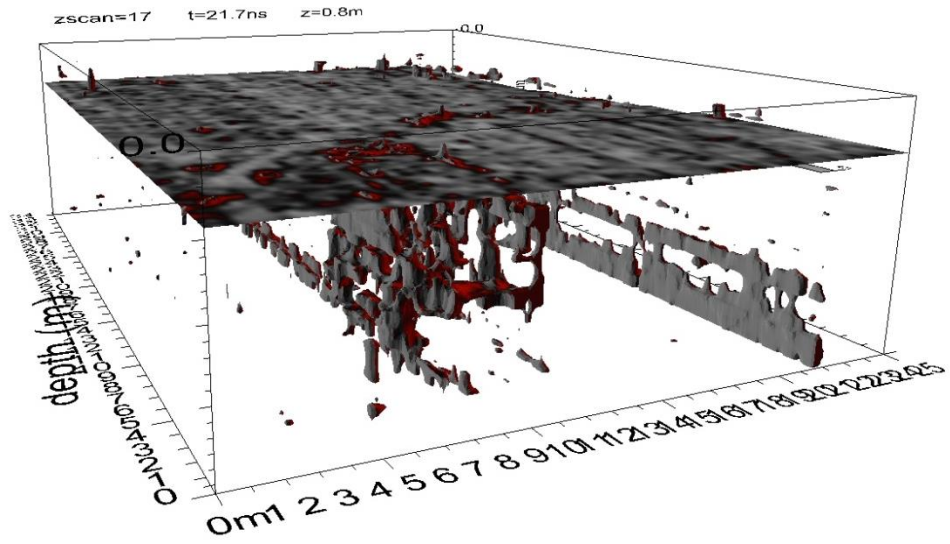
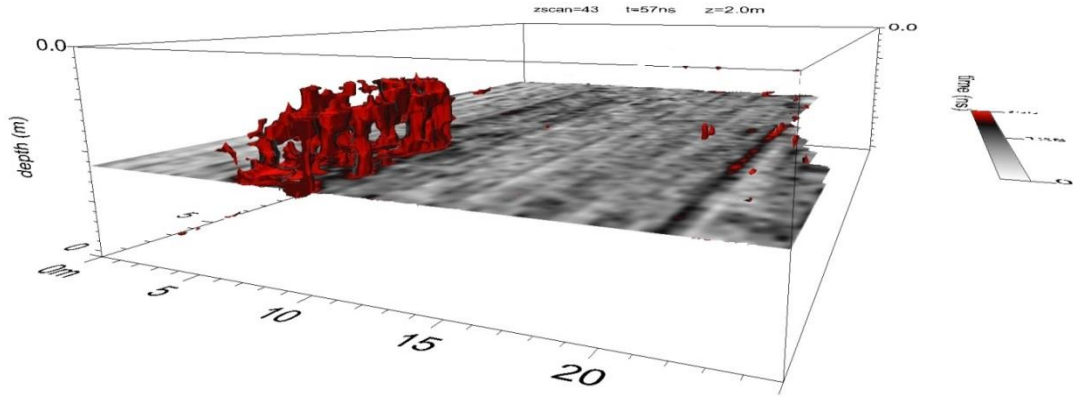
sahip bir yapının varlığını göstermektedir. Bu yapı, arkeologlar tarafından, çalışma alanının konumu da dikkate alınarak bir konut yapısına ait olabileceği düşünülmüştür. Şekil 5.13’de ise Google Earth’e işlenmiş derinlik dilim kesitleri gösterilmiştir.



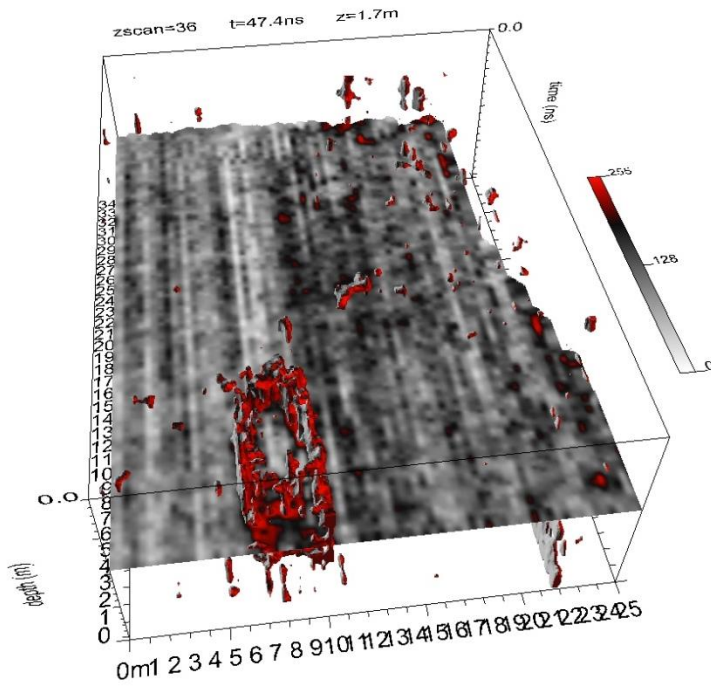
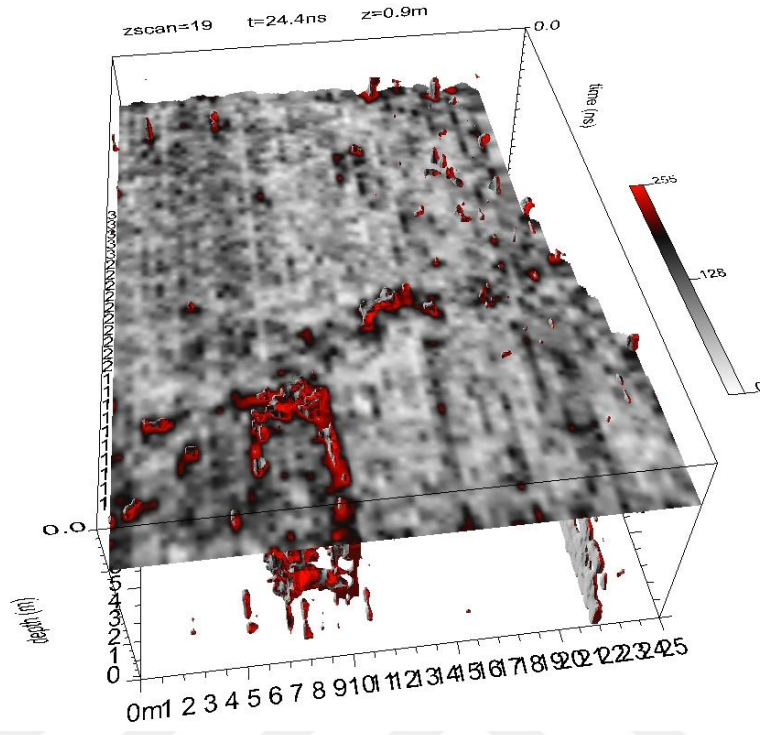
Şekil 5.11. Alan-3 için elde edilen derinlik dilim kesitleri



Şekil 5.11. Alan-3 için elde edilen derinlik dilim kesitleri (Devam)



Şekil 5.12. Alan-3 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri



Şekil 5.12. Alan-3 için elde edilen sonuçların 3B düzlemde farklı açılarda derinlik dilim gösterimleri (Devam)



Şekil 5.13. Alan-3, 0,9-1,7 m derinlik dilim kesitinin Google Earth üzerindeki görüntüsü

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Parion Antik Kenti'nde konumlanan üç alanda uygulamalı jeofiziğin hızlı, kolay ve yüksek ayrımlılıklı çözümler üreten ve arkeolojik alanlarda yaygın olarak kullanılan yer radarı yöntemi uygulanmıştır. Tahribatsız ve yüzeyden yapılan yer radarı yöntemi arkeolojik alanlarda kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında toplanan veri kümelerinin değerlendirilmesi sonucunda yeraltında saklı kalmış, düzenli geometrileri ve uzanımları nedeniyle arkeolojik yapı kalıntılarına ait olduğu düşünülen umut verici bulgular elde edilmiştir. Bu tez çalışmasında, Parion Antik Kenti'nde gerçekleştirilecek arkeolojik kazılara yön vermek amacıyla arkeologlar tarafından belirlenen üç alanda bir arkeojeofizik çalışma yapılmıştır.



Şekil 6.1. Çalışma alanlarından yer radarı ölçümlerinin değerlendirilmesiyle elde edilen 0,8-1,7 m derinlik seviyelerine ait sonuçların Google Earth üzerindeki görüntüsü

Çalışma, Bodrum Burnu diye adlandırılan ve kentin kuzeybatısında konumlanan alanları kapsamaktadır. Daha önce bu alanlarda bir kazı çalışması yapılmamış olması ve yüzey belirtilerinin bulunmaması yer radarı ölçümlerinin önemini arttırmıştır. Gerçekleştirilen çalışmayla toplanan yansıma verilerinin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar 2B ve 3B olarak sunulmuştur. Şekil 6.1.'de verilen ve üç alana ait 0.8-1,7 m derinlik seviyelerine ait kesitler incelendiğinde insan yapımı olabilecek

kare/dikdörtgen şeklinde düzenli geometriler ve uzanımlar gösteren yüksek genlikli yansıma belirtileri görülmektedir.

Alan-1’de elde edilen sonuçlarda 0,5m’den başlayıp 2,5 m’ye kadar devam eden 7 m × 12 m boyutlarında bir yapı varlığından söz edilebilir. Arkeologlar tarafından bu yapının tapınak benzeri bir yapıya ait olabileceği ön görülmüştür. Alan-2’de ise 0,4 m’den 2,9 m’ye kadar devam eden kare şeklinde bir yapının varlığı belirlenmiştir. Alan-2’de belirlenen kare şeklindeki yapının devamlılığın belirlenmesi amacıyla Alan-3’de araştırma yapılmış ve 0,8 m derinlik seviyesinden 3,5 m derinliğe kadar devam eden L şeklinde düzgün geometriye sahip bir yapının varlığı tespit edilmiştir.

En iyi sonuçlar ise Alan-1’de elde edilen derinliği 0.50 m’den başlayıp 2.50 m’ye kadar devam eden 7 m × 12 m boyutlarında tapınak benzeri bir yapının varlığı arkeologlar tarafından ön görülmüştür.

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen tüm bulgular araştırılan alanların konumları da dikkate alındığında arkeologların bu alanlardan beklentileri doğrultusunda oldukça ümit verici bulunmuştur. Buna göre, Parion Antik Kenti’nde varlığı belirlenemeyen konut, tapınak ve kilise tarzı arkeolojik yapıların araştırılan alanlar veya yakınlarında bulunabileceği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla jeofizik bulgular, Parion Antik Kenti kazı çalışmalarının seyri açısından yol gösterici bir nitelikte olup bu alanlarda kazı çalışmalarını yapılması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akca, I., 2019. Integrated geophysical investigations to reconstruct the archaeological features in the episcopal district of Side (Antalya, Southern Turkey)
- Alveraz, F.J.P, 2018. Combined GPR and ERT exploratory geophysical survet of the Medieval Village of Pancorbo Castle (Burgos, Spain)
- Annan, A.P., Waller, W.M., Strangway, D.W., Rossiter, J.R., Redman J.D., and Watts R.D., 1975. The Electromagnetic Response of a Low-Loss, 2-Layer, Dielectric Earth for Horizontal Electric Dipole Excititation. *Geophysics*, 40(2), 285-289.
- Annan, A.P., 2000. Ground penetrating radar workshop notes. Sensors and Software Inc.,Canada.
- Annan, A.P., 2004. Ground penetrating radar principles, procedures&applications. Mississauga, On, Canada: Sensors& Software Inc. .
- Ateş, A., 2002a. Archaeogeophysical Investigations Around the Bilge Qugan Monument in Khosho Tsaidam. *Archaeological Prespection*, 9, 23-33.
- Ateş, A., Erdem, E., Bilim, F. and Aydın, N., 2003. Magnetic Enhancement Over Buried Features in Kerkenes Archaeological Site. *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 6(3), 137-143, Yozgat.
- Atkinson, R., J., C., 1952. Methodes Electriques de Prospection en Arceologie. A.Lamining (Ed.), *La Découverte du Passé*, Picard, 59-70.
- Balkaya,Ç., 2010. Karşılıklı kuyu yer radarı verisinin iki boyutlu seyahat zamanı tomografisi. Doktora Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği ABD.
- Balkaya, Ç., 2014. Yer radarı yöntemi prensipleri değerlendirme ve uygulamaları. TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kurs Notu, 55 s.
- Balkaya, Ç., 2018. Ground-penetrating radar and electrical resistivity tomography studies in the biblical Pisidian Antioch city, southwest Anatolia
- Balkaya, Ç., Ekinci, Y.L., 2020. A challenging Archaeo-geophysical exploration through GPR and ERT surveys on the Keber Tepe, City Hill of Doliche, Commagene (SE Turkey)
- Başaran, Ç , Ergürer, H.E , 2010. Mersin Üniversitesi Kilikia Arkeolojisini Araştırma Merkezi S11-S12
- Başaran, Ç., 2013. Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion.

- Başokur, A.,T., 1992. Magnesia Ad Meandrum (Ortaklar) Argavlı Tümülüsünde Jeofizik Araştırmalar. 8. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara.
- Bristow, C., S. and Jol, H., M. (Ed.), (2003). Ground Penetrating Radar in Sediments. Geological Society Special Publications, 211, 191-198, London.
- Büyüksaraç, A., Bilim, F., Ateş, A. and Bektaş, Ö., 2006. Investigation of Magnetic Survey Data of Buried Grave Jars in Harmanören Necropolis Using Linear Transformations and Analytic Signal. Journal of Archaeological Science, 33, 910-920.
- Capizzi, P., 2007. Geophysical investigations at the Himera archaeological site, northern Sicily
- Carabelli, E., 1966. A New Tool for Archaeological Propection-The Sonic Spectroscope for The Dedection of Cavities. Prosp. Arch., 1, 25-35.
- Carson, H., H., 1962. A Seismic Survay at Harpers Ferry. Archaeometry, 5, 119-122.
- Changryol, K. Daniels, J.J., Guy, E., Redzevicius, S.J., and Holt,J., 2000. Residual hydro carbons in a water-saturated maedium: A detection strategy using ground penetrating radar. Enviromental Geosciences, 7, 4, 169-176.
- Conyers, L.B., 2011. Discovery, mapping and interpretation of buried cultural resources on-invasively with ground-penetrating radar. Journal of Geophysics and Engineering 8: 13-22.
- Cott, P. J., 2003. Archaeological Geophysics in East Anglia, UK. Archaeological Propection, 9, 157-161.
- Cozzolino, M., 2020. Imaging Buried Archaeological Features through Ground Penetrating Radar: The Case of the Ancient Saepinum (Campobasso, Italy)
- Çelikbaş, E., 2013. Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion.
- Daniels, J.J., 2004. GroundPenetrating Radar Fundamentals. Appendixto a reporttothe U.S. EPA, Region V. Ohio StateUniversity.
- Davis, J.L., and Annan, A.P., 1989. Ground-penetrating for 3D fracturemapping in a marble quarry (Thassos, Greece). Journal of Applied Geophysics, 36, 19-30.
- Doğan, M. and Ateş, A., 1998. Methods for Interpretion of Synthetically Produced Archaeomagnetic Data. Journal of the Balkan Geophysical Society, 1, 27-37.
- Drahor, M., G., 1998. Arkeoloji jeofiziği, Arkeojeofizik-1. Arkeoloji ve Sanat, 87, 16-25.
- Drahor, M., G., Göktürkler, G., Berge, M., A., Kurtulmuş, Ö., T., 2004. Dört farklı Elektrot Dizilimine Göre Bazı Üç Boyutlu Sığ Yeraltı Yapılarının Görünür Öz direnç Modellemesi. Yerbilimleri, 30 , 115-128.

- Drahor M.G., Kurtulmuş, T.Ö., Berge, M.A., Hartmann M., Speidel, M.A., 2008a. Magnetic imaging and electrical resistivity tomography studies in a Roman military installation found in Satala archaeological site, North eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Archaeological Sciences*, 35: 259-271.
- Drahor M.G., Berge, M.A., Kurtulmuş, T.Ö., Hartmann, M., Speidel, M.A., 2008b. Large-scale magnetic and resistivity imaging investigations in a Roman military installation area (Legio IV Scythica) in Zeugma, South eastern Anatolia, Turkey. *Archaeological Prospecting*, 15: 159-186.
- Drahor, M.G., 2006, Integrated geophysical studies in the upper part of Sardis archaeological site, Turkey. *Journal of Applied Geophysics*, 59: 205-223.
- Ekinci, Y., L. ve Kaya, M., A., 2006. Manyetik Verilerde Sınır Analizi Yöntemi Kullanılarak Gömülü Arkeolojik Yapı Sınırlarının Belirlenmesi. *Yerbilimleri*, 27 (2), 97-107.
- Ekinci, Y.L. ve Kaya, M., A., 2012. Geophysical imaging survey in the South Necropolis at the ancient city of Parion (Kemer-Biga), Northwestern Anatolia, Turkey: Preliminary Results
- Ekinci, Y.L., Balkaya, Ç., Şeren, A., Kaya, M.A. and Lightfoot, C., 2014. Geomagnetic and geoelectrical prospection for buried archaeological remains on the upper city of Amorium, a Byzantine city in Mid western Anatolia, Turkey. *Journal of Geophysics and Engineering*, 11(1), 015012.
- Erdoğan, A. ve Gündoğdu, O., 1995. Kocaeli Üçtepeler Tümülüsünde Jeofizik Araştırma. *Jeofizik Dergisi*, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, 10, 1-2, 13-17.
- Ergurer, H.E., 2013. Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion.
- Fisher, E., McMechan, G. A., Annan, A. P., 1992. Acquisition and processing of wide-aperture ground-penetrating radar data. *Geophysics*, 57: 495-504.
- Grandjean, G., and Gourry, J.C., 1999. GPR data processing for 3D fracture mapping in a marble quarry (Thassos, Greece). *Journal of Applied Geophysics*, 36, 19-30.
- Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H., and Baldwin, J., 2003. Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit. *Tectonophysics*, 368, 7-23.
- Griffin, S., ve Pipet, T., 2002. Ground Penetrating Radar. *Geophysical and Remote Sensing Methods for Regolith Exploration*, 144, 80-89.
- Harrari, Z., 1996. Ground penetrating radar (GPR) for imaging stratigraphic features and groundwater in sand dunes. *Journal of Applied Geophysics*, 36, 43-52.

- Hulsmeyer, C., 1904. German Patent Number 165546.
- Kadıoğlu, S., 2008. Photographing layer thicknesses and discontinuities in a marble quarry with 3D GPR visualization. *Journal of Applied Geophysics*, 64(3), 109-114.
- Kadıoğlu, S. ve Kadıoğlu, Y. K., 2006. Yer radarı yöntemi ile bir mermer sahasındaki kırıkların, sağlam ve bozuk alanların belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(1-2), 127-135.
- Kadıoğlu, S., and Daniels, J. J, 2008. 3D visualization of integrated ground penetrating radar data and EM-61 data to determine buried objects and their characteristics. *Journal of Geophysics and Engineering*, 5, 448-456.
- Kadıoğlu, S., Ulugergerli, E.U., and Daniels, J.J., 2006. 3D visualization to map cavities by GPR method: Dalaman Akkopru dam reservoir area, Muğla, Southwest Turkey. *Proceedings of the 11 th International Conference on Ground Penetrating Radar, Columbus- Ohio, USA, CD paper No.156_dnj*.
- Kadıoğlu, S., Kadıoğlu, Y.K., and Akyol, A.A., 2008. Geoarcheological research of the mid-Age Ilyasbey Complex buildings with ground penetrating radar in Miletus, Aydın, Western Anotolia, Turkey. *Donald Harrington Symposium on the Geology of the Aegean, 28–30 April 2008, University of Texas at Austin, Jackson School of Geosciences, USA, B C Burchfiel 2008 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2, published online*.
- Kasapoğlu, B.E., 2013. Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion.
- Kaya, M, A., Başokur, A., T., Ateş, A., Peşken E., Candansayar, E., 1996. Gündürle-I Höyük Mezarlığının Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması. TÜBİTAK YDABÇAG-142 No'lu Proje Raporu.
- Kayın, S., 2010. Akmonia Antik Kentinde (Banaz-Uşak) Bir Jeofizik Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66s, Isparta.
- Keçeli, A., 2009. Uygulamalı Jeofizik. JFMO Eğitim Yayınları, 9, 479s, Ankara.
- Kesemen, O., 2007. Yer Radarı (GPR) Verilerinin İşlenmesinde Yeni Yaklaşımlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 212 s, Trabzon.
- Koralay, T., Kadıoğlu, S., and Kadıoğlu, Y. K., 2007. A New Approximation in determination of zonation boundaries of ignimbrite by ground penetrating radar: Kayseri, Central Anotalia, Turkey. *Environmental Geology*, 52(7), 1387-1397.
- Linington, R., E., 1966. Test Use of a Gravimeter on Etruscan Chamber Tombs at Cerveteri. *Archaeological Prospection*, 1, 37-41.

- Lowy, H., 1911. German Patent Number 254517.
- Matias, M., S. and Almeida, F., 1996. Geophysical Survey on the Archaeological Site of Mugardos Nw Iberian Peninsula. *Journal of Applied Geophysics*, 29, 119-124.
- Milsom, J., 2003. *Fieldgeophysics* (3rd ed.). John Wiley & Sons Ltd., England.
- Neal, A., 2004. "Ground-Penetrating Radar and its Use in Sedimentology Principles, Problems and Progress". *Earth Science*, 66, 261-330.
- Negri, S., and G. Leucci, 2006. Geophysical Investigation of the Temple of Apollo Hierapolis, Turkey): *Journal of Archaeological Science*, 33: 1505–1513.
- Özgürlan, G., Ulugergerli, E.U., 2005. *Jeofizik Mühendisliğinde Elektromanyetik Yöntemler*. İstanbul: Birsen Yayın Evi.
- Özyalın, Ş., 2003. *Potansiyel Alanlarda Otomatik Değerlendirme Teknikleri ve Arkeolojik Alanlara Uygulanması*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Pınar, R., Akçığ, Z., Akgün, M., 1992. Tarsus-Donuktaş Tapınağının Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması. VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, 25*29 Mayıs, Ankara, 157-184.
- Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Sambuelli, L., Socco, L.V., and Brecciaroli, L., 1999. Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on a Roman site (Victimulae, Salussola, Biella). *Journal Applied Geophysics*, 41, 189–204.
- Scollar, İ., 1962. *Electromagnetic Prospecting Methods in Archaeology*. *Archaeometry*, 5, 146-153.
- Shaaban F., F. and Shaaban F., A., 2001. Use of Two-Dimensional Electric Resistivity and Ground Penetrating Radar for Archaeological Prospecting at The Ancient Capital of Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 33, 3, 661-671.
- Stern, W., 1929. Versuch Einer Electrodynamischer Dickenmessung von Gletschereis, *Ger. Beitrzur Geophysic*, 23, 292-333.
- Stern, W., Grundlagen, U., 1930. Methodik und Bisherige Ergebnisse Elektrodynamischer Dickenmessung von Gletschereis, *Z. Gletscherkunde*, 15, 24-42.

- Stern, W., 1930. Principles Methods and Results of Electrodynamic Thickness Measurement of Glacier İce. Zeitschrift für Gletscherkunde, 18-24.
- Takahaski, T., 2004. Suggested Methods for Land Geophysics in Rock Engineering. Rock Mechanics and Mining Science, 41, 885-914.
- Tsokas, G., N., Giannopoulos, A., Tsourlos, P., Vargemezis, G., Tealby, J., M., Sarris, A., Papazachos, C., B., 1994. A Large Scale Geophysical Survey in The Archaeological Site of Europos (Northern Greece). Journal of Applied Geophysics, 32, 85-98.
- Ulriksen, C., P., F., 1982. Application of impulse Radar to Civil Engineering, Ph. D. Thesis, University Technology, Lund, Sweden.
- Üstol, G., Balkaya, Ç., Kalyoncuoğlu, Ü. Y., 2013. Pisidia Antiokheia Antik Kentinde (Yalvaç, Isparta) Yer Radarı ve Elektrik Özdirenç Tomografi Araştırmalarının İlk Sonuçları. 20th The International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey, Antalya.
- Vaughan, C., J., 1986. Archaeological Site Surveying Program at the University of Nebraska. Geophysics, 51(3), 538-552.
- Weeds, R., D. (Ed.), 1994. Geophysical Characterization of Sites. Rotterdam, AA. Balkema, 69-79.
- Wynn, J., C., 1986. Archaeological Prosopection, An Introduction to The Special Issue. Geophysics, 51, 537-553.
- Yaramancı, A., 1970. Keban Projesi Jeofizik Araştırmaları Ön Raporu, 1968 Yaz Çalışmaları, ODTÜ Keban Projesi Yayınları, 1(1), Türk Tarih Kurumu Basımevi, 13-19, Ankara.
- Yılmaz, S., Balkaya, Ç., 2019. GPR and ERT explorations at the archaeological site of Kılıç village (Isparta, SW Turkey)

