

İstanbul-Silivri Muratçeşme Alanında Tarihi Çeşme İle Olası Kazı Yeri Arasındaki Bağlantının Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması

Okan TEZEL

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
Avcılar-İstanbul, Türkiye,
otezel@istanbul.edu.tr

ÖZET

Arkeolojik aramalarda jeofizik; yoklama kazılarından önce başvurulmuş ve yüzeyden gözle görülemeyen olası gömülü kalıntıların; yer, biçim, derinlik vb özelliklerini üç boyutta veren bir yöntemdir. Bunun için öncelikle aranan yapının özellikleri ve ölçülebilecek fiziksel parametre dikkate alınarak bir jeofizik yöntem belirlenir. Böylece arkeolojik çalışmalar yönlendirilerek kalıntılar bozulmadan, daha çabuk ve daha düşük maliyetle çıkarılabilmektedir. Burada Jeofiziğin amacı; araştırma programının daha iyi yönlendirilerek zaman ve ekonomik faktörlerin en uygun şekilde kullanılmasına yardımcı olmaktır. Yapılmış olan bu çalışmada İstanbul ili Silivri ilçesi Murat Çeşme mevkiinde tarihi çeşme ile kazı yapılacak istenen alan arasında çeşmenin devamının olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonunda olası kazı alanıyla çeşme arasındaki alanda çeşmenin devamının olmadığı belirlenmiş ve yapılan kazı sonrasında da durumun böyle olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Arkeoloji, Jeofizik, Özdirenç, Görüntüleme.

Geophysical Investigation of Connection Between Historical Fountain And Excavation Area With Geophysical Techniques In Istanbul-Silivri Muratçeşme

ABSTRACT

Geophysics in archaeological researches is a method that applied before the polling excavation. It gives that the location, depth and features in three dimensions of the subsurface ruins which are possibly buried and not able to be observed. In this situation a geophysical method is firstly determined by taking into consideration the properties of the searched structure and the physical parameters that can be measured. Thus, archaeological studies are guided by geophysics. With this way relics can be taken out without deterioration, faster and with lower cost. Here is the purpose of geophysics; to help the research program to be better guided and to optimize the use of time and economic factors. In this study, it was researched whether there is a continuation of historic fountain through the excavation area in Murat Cesme of Silivri district of Istanbul province. After the geophysical study, it was determined that there was no continuation of the historic fountain through the excavation area and it was observed that the situation was the same after the excavation.

Key words: Archeology, Geophysics, Resistivity, Tomography.

GİRİŞ

Yerküre üzerinde yapılan araştırmalarda kesin sonuç elde etmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sondajları, yoklama kazılarını vb. bunlara örnek olarak göstermek mümkündür. Ancak bu yöntemler oldukça pahalı olup sadece o nokta için bilgi

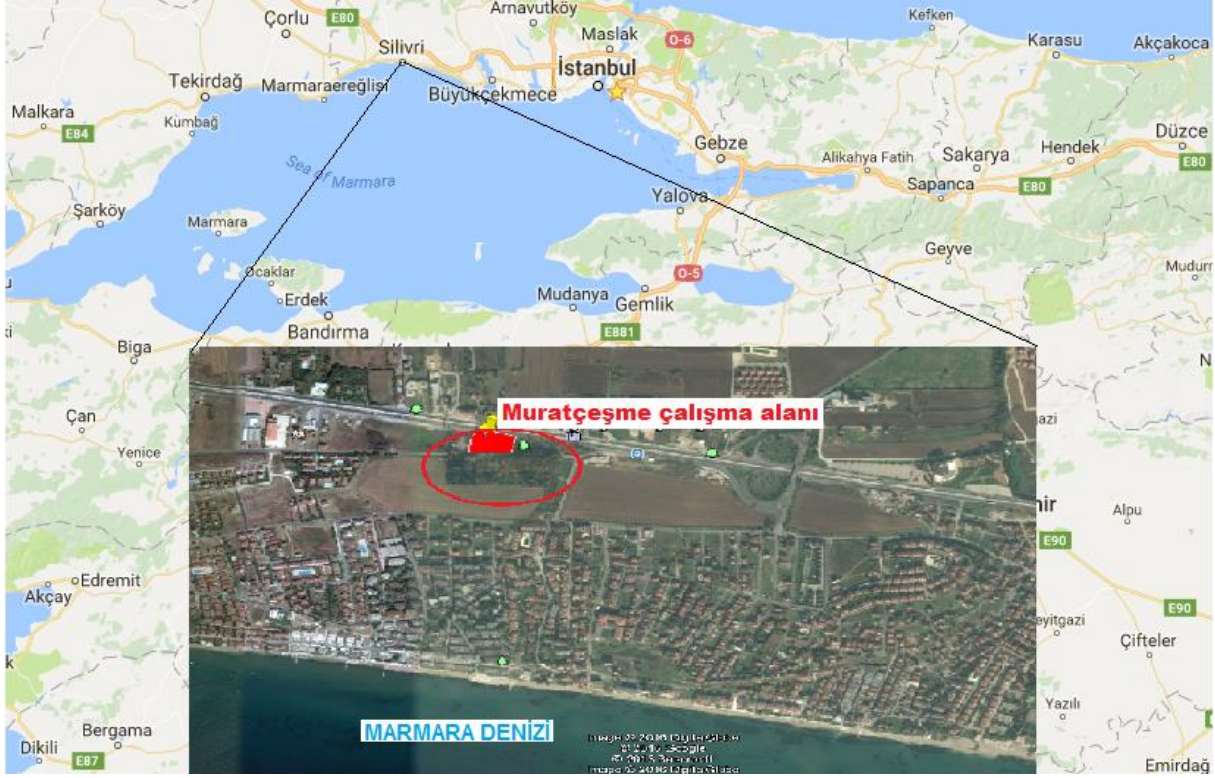
vermektedirler. Jeofizik ise, belirti farklılıklarından geniş alandaki değişimleri çok hızlı bir şekilde ekonomik olarak belirleyebilmektedir. Yani jeofizik cihazlarla yeraltının; iletkenlik, hız, yoğunluk, mıknatıslanma, sıcaklık gibi bazı fiziksel özelliklerindeki değişimler ölçülür ve elde edilen belirtilerin değerlendirilmesi ile sonuca ulaşılır. Burada Jeofiziğin amacı; araştırma programının daha iyi yönlendirilerek zaman ve ekonomik faktörlerin en uygun şekilde kullanılmasına yardımcı olmaktır.

Son yıllarda elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımı alanlarında sağlanan gelişmeler sığ jeofizik araştırmalarda önemli gelişmelere sebep olmuştur. Kullanılan ileri teknoloji ürünü cihazlarla araziden yüksek kalitede veri toplanabilmektedir. Toplanan verilerin çeşitli yazılımlarla bilgisayarlarda ters çözümü yapılarak yeraltı yapısı modellenabilmektedir (Olayinka ve Yaramancı, 1999, 2000; Dahlin ve Zhou, 2004).

Griffiths ve Barker (1993) tarafından sığ 2-B elektrik görüntüleme haritalarının hazırlanması konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır. Hatta teknolojiye hızlı gelişmeler sebebiyle 2-B ve 3-B incelemelerinin daha pratik hale geldikleri görülmektedir. Bunun nedeni çoklu-elektrot özdirenç incelemelerindeki ve hızlı bilgisayar ters çözüm yazılımlarındaki gelişmelerdir (Griffiths ve diğ. 1990). Bu çalışmalarda en iyi sonuçların elde edilebilmesi için arazi incelemesi bir sistematik düzen içinde ele alınmalı ve mümkün olan tüm ölçümler yapılmalıdır. Çünkü görünür özdirenç ölçümlerinin ters çözümünden elde edilen model, yorumların kalitesini etkilemektedir (Dahlin ve Loke, 1998).

ÇALIŞMANIN AMACI VE YERİ

Çalışma yeri İstanbul ili Silivri ilçesi Muratçeşme mevkiidir (Şekil 1). Burada bir girişimci tarafından kazı yapılmak istenmiştir. Ancak buradaki tarihi çeşme için koruma kararı olduğundan ve çeşmenin kazı yapılacak alan doğrultusunda yeraltında devam ettiği düşünüldüğünden bu isteğe TC Kültür ve Turizm Bakanlığı İstanbul 1 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğüne olumsuz cevap verilmiştir. Girişimcinin yazışmaları ve son müracaatı sonrasında ilgili kurul müdürlüğüne, bir üniversite tarafından, sözkonusu tarihi çeşme ile olası kazı alanı arasında yeraltında çeşmenin devamı şeklinde bir bağlantının olup olmadığının araştırılması istendiğinden bu çalışma yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Tezel ve diğ., 2016).

KULLANILAN YÖNTEM

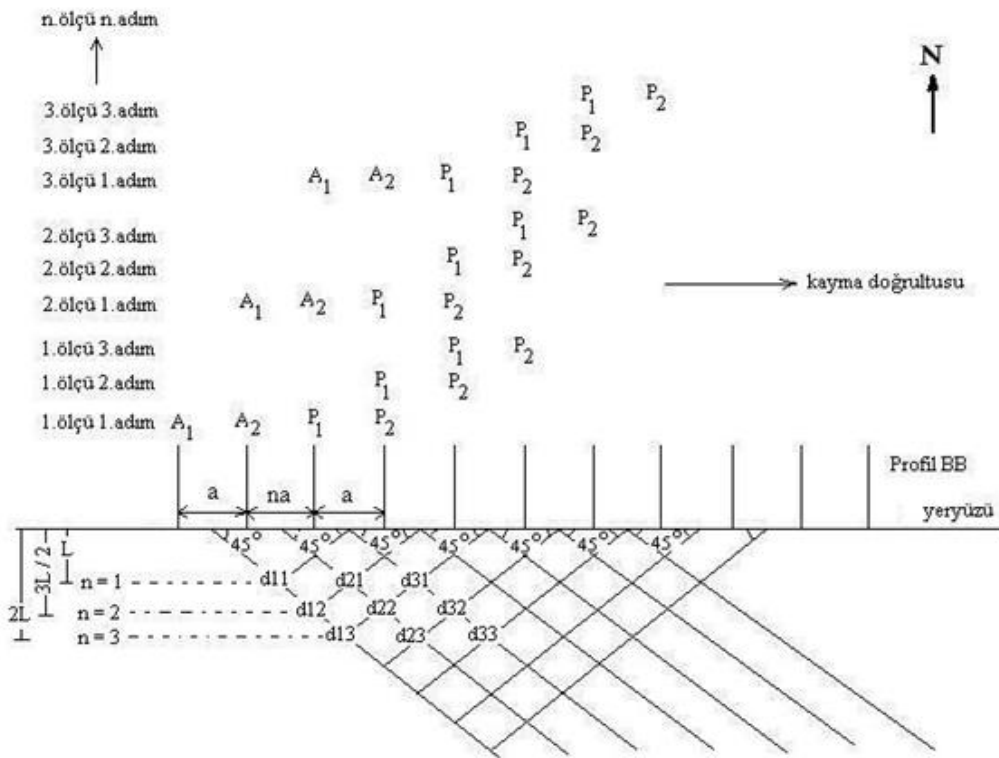
Yapılan bu çalışmada araştırma için uygulanan yöntemlerden (manyetik, radar, elektrik) Elektrik Özdirenç Yöntemi (EÖY) sonuçları sunulmuştur. EÖY’de eğer yeraltının görüntülenmesi isteniyorsa bu durumda yapılacak çalışma Elektrik Tomografi (ET) olup buradan Yer Elektrik Haritası (YEH) oluşturulur. YEH ile, yeraltındaki boşluk, mezar, oda, gömülü metal nesnelere vb yapıları görüntülemek; yer, boyut ve derinlikleri hakkında tahminde bulunmak mümkündür. Arkeolojik kalıntılarda görülmesi beklenen elektriksel dirençteki farklılıkların nedenleri; gözeneklilik, nemlilik, kalıntı ve gömü ile çevrenin direnç ayrılığı, toprağın gevşek ve sıklığı, iyon yoğunluğu, taşın ve toprağın mineral katkıları vb şeklinde sıralanabilir. EÖY ile,

1. Sit alanlarının sınırlarını,
2. Gömülü kalıntıların yer, derinlik ve geometrilerini,
3. Yeraltında mevcut olası boş alanların (oda, mezar vb) yer ve boyutlarını,
4. Eski su yollarını vb belirlemek mümkündür.

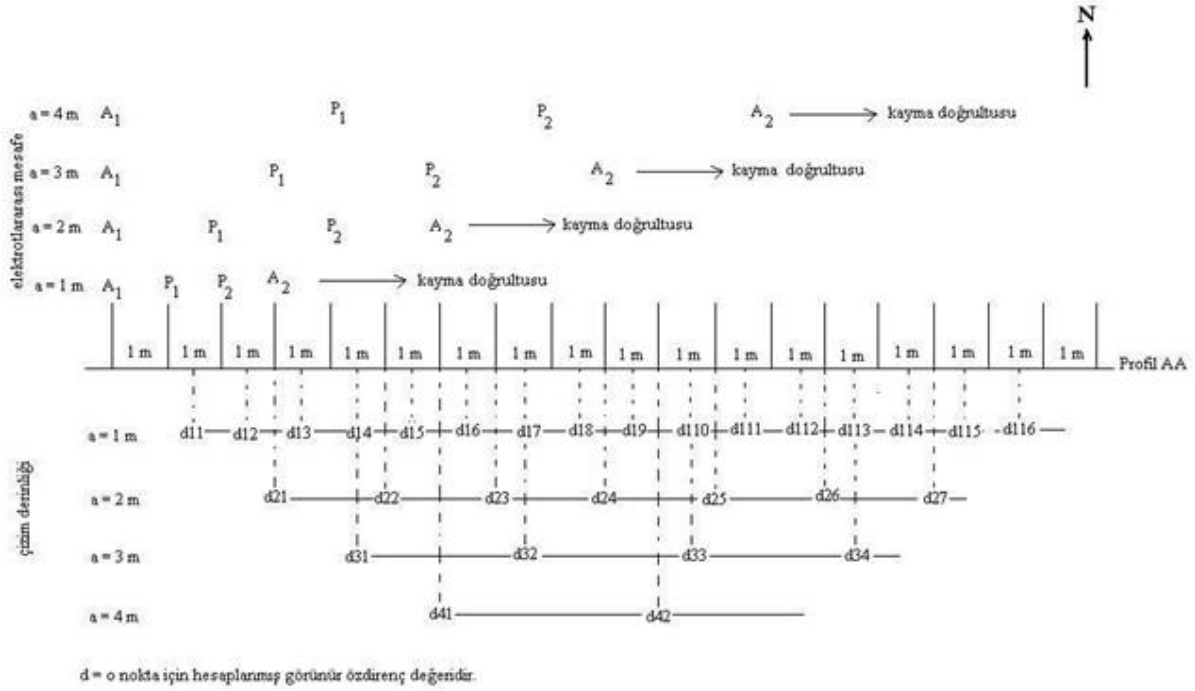
EÖY Jeofizikte çok yaygın olarak kullanılmaktadır. ET EÖY’nin uygulama biçimlerinden biridir. ET’de de ana prensip akım elektrotları ile yere akım verilmesi ve potansiyel elektrotları ile aralarındaki gerilim farkının ölçülmesidir. Kullanılan elektrotlar yer yüzeyine farklı geometrilerle yerleştirilerek ölçüm yapılır. Bu farklı geometriler elektrot dizilimleri olarak bilinir ve geometriden gelen faktöre bağlı olarak gerilim farkı ölçülür. Ölçülen gerilim farkının elektrotların konumuna bağlı bir katsayı ile çarpılması ve bulunan değer de Ohm kanununa bağlı olarak verilen akım değerine bölünmesiyle, görünür özdirenç değerleri elde edilir. Bu çalışmada elektrot dizilimi olarak; dipol-dipol ve wenner alfa kullanılmıştır. Dipol-dipol (Şekil 2) ve wenner alfa (Şekil 3) elektrot dizilimleri kullanılarak ET yapılmış ve YEH oluşturulmuştur. Sonuçta yeraltındaki jeolojik yapı ve sınırları ya da yukarıda sıralanmış olan özellikler çizilen grafiğin ya da haritanın taşıdığı bilgilerin yorumu ile saptanmıştır. Elektrot

dizilimleri yapılacak çalışmanın amacına, araştırılacak derinliğe ve aranan şeyin geometrisine göre seçilir. ET'de sabit elektrot aralığı için (wenner alfa) bir profil boyunca belli aralıklarla ölçüm yapılır (Şekil 3). Alınan ölçüler bir hat (profil) boyunca birleştirilerek elektrik profili elde edilir. Elektrot aralığı sabit tutulduğundan elde edilen öz direnç eğrisi profil boyunca aynı derinlikteki rezistivite değişimini temsil etmektedir. Elektrot aralığının (a) arttırılması ile her profilde daha derinden bilgi alınması sağlanır.

Arama jeofizikinde amaç elde edilen belirtilere neden olan ve yüzeyden gözle görülemeyen gömülü yapıların şeklini (geometrisini) ve bu yapının fiziksel özelliklerini kestirmektir. Farklı biçimsel ve fiziksel özelliklere sahip yer altı yapılarının farklı büyüklük ve görünümde belirtiler verecekleri açıktır. Buna bağlı olarak jeofizikte, çeşitli geometri ve fiziksel özelliklere sahip yeraltı yapılarını tanımlayabilmek için oluşturduğumuz geometrik şekiller model olarak adlandırılır. Yapılan işleminde amaç, jeofizik veriden bu veriyi ölçmemize neden olan yeraltındaki modelin parametrelerini kestirmektir. Bu işleme jeofizikte modelleme denir. Yapılan işlem jeofizikte mevcut problemin çözümünü verir. Bu şekildeki problem çözümü jeofizikte düz ve ters çözüm olmak üzere iki şekilde yapılır. Düz çözümde (1-B), jeolojik modelden hareketle bu modelin vereceği jeofizik belirti saptanmaya çalışılır. Ters çözümde ise (2-B), elde edilmiş olan jeofizik belirtiden yola çıkılarak jeolojik modele ait parametreler belirlenmeye çalışılır.



Şekil 2. Dipol-dipol elektrot dizilimi ve ölçü alım aşamaları (n, kayma miktarıdır).



Şekil 3. Wenner alfa elektrot dizilimi ve ölçü alım aşamaları.

BULGULAR

İnceleme alanını gösteren bir fotoğraf Şekil 4'te verilmiştir. Bu fotoğraf üzerinde olası kazı alanı ve çeşmenin konumları gösterilmiştir. Şekil 5'te ise olası kazı alanı ile tarihi çeşme arasında yeraltında bağlantı olup olmadığını belirlemek amacıyla, farklı konum ve doğrultularda alınan ölçülerin yerleri ve açılım doğrultularının izlenebileceği vaziyet planı (ölçekli) gösterilmiştir.

Si-1-dip ve si-2-dip ölçüleri dipol-dipol elektrot dizilimi kullanılarak alınmış, elde edilen veriler Res2dinv programı kullanılarak değerlendirilmiş ve oluşturulan YEH'ları Şekil 6 ve 7'de sunulmuştur. Wenner alfa elektrot dizilimi kullanılarak alınan s_{1w} ölçüsü değerleri de yine Res2dinv programı kullanılarak değerlendirilmiş ve oluşturulan YEH Şekil 8'de verilmiştir.

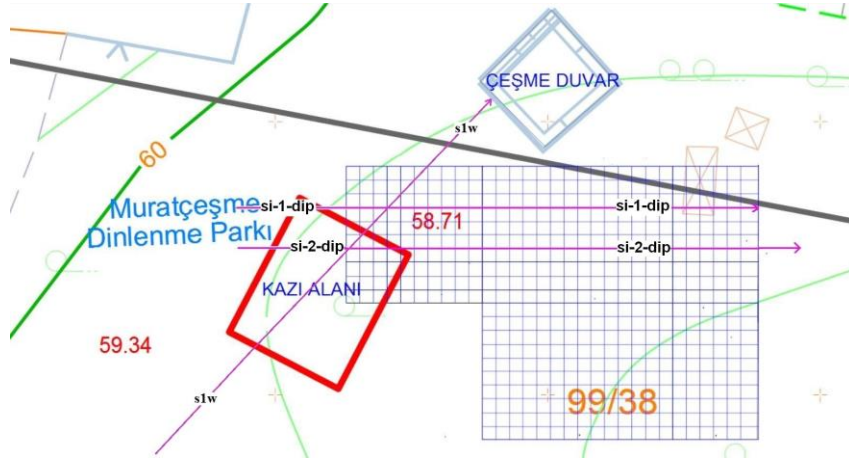


Şekil 4. İnceleme alanının fotoğrafı (Tezel ve diğ., 2016).

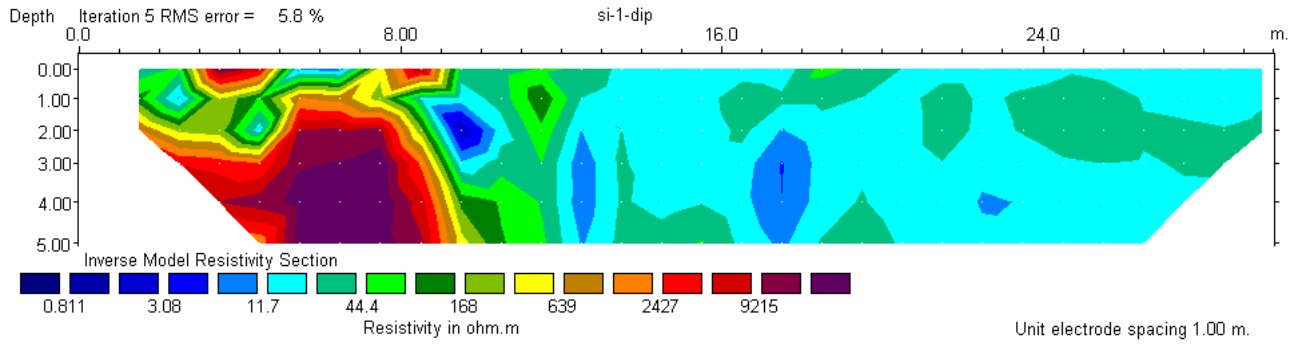
DEĞERLENDİRME

Ölçülerin değerlendirilmesi sonrasında çalışma alanı için aşağıdaki bilgilere ulaşılmıştır.

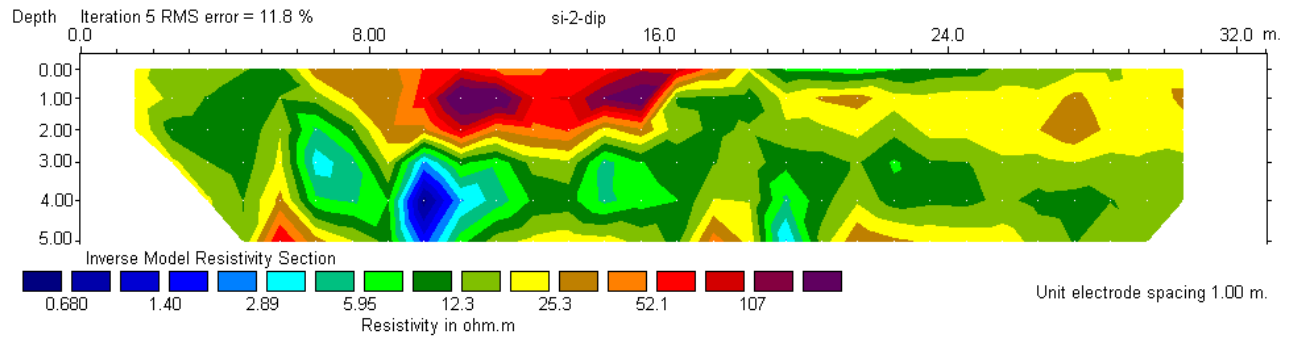
Si-1-dip ölçü profilinde yüzeyde 30 m açılım mesafeli bir ölçü yapılmış ve yaklaşık 5.00m derinden veri toplanmıştır. Bu ölçü profilinin çeşmeye olan dik ve yatay mesafesi 4m'dir. Profildeki ölçü noktalarının aralıkları 1.00m olacak şekilde seçilmiş ve dolayısıyla 0.5m aralıklarla yer altı haritası oluşturulmuştur. Ölçü profilinin baş tarafında 0.00-08.00m açılım



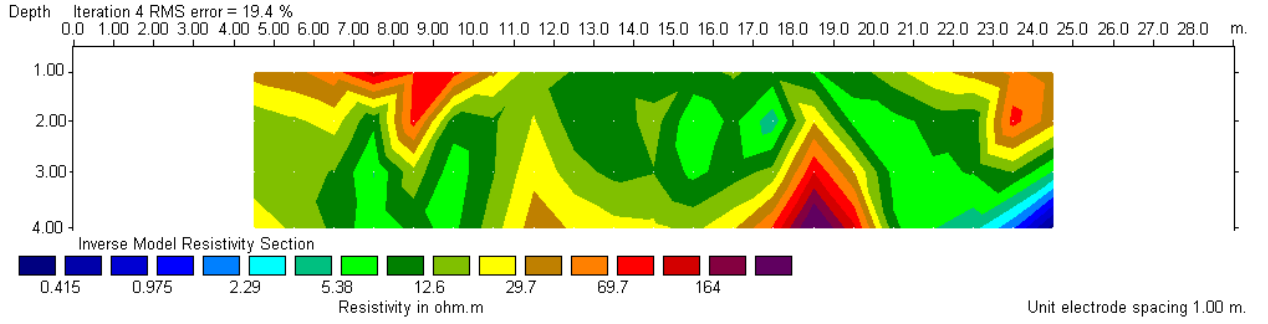
Şekil 5. İnceleme alanındaki ölçülerin yerleri ve açılım doğrultuları (Tezel ve diğ., 2016).



Şekil 6.Si-1-dip ölçü profili için yer elektrik haritası.



Şekil 7. Si-2-dip ölçü profili için yer elektrik haritası.



Şekil 8. S1w ölçü profili için yer elektrik haritası.

mesafeleri arasında 1.00m derinlikten başlayıp 5.00m ve sonrasında da devam eden yüksek özdirençli yalıtkan bir ortam izlenmiştir. Düzgün geometrik bir şekli olmadığından bu yüksek özdirençli ortamın bir boşluk ya da kaya ortamından kaynaklandığı düşünülmüştür. Açılım doğrultusu boyunca devam eden kısımlarda yer yer iletken ve genellikle kil içerdiği düşünülebilecek ortamlar izlenmiştir.

Si-2-dip ölçü profilinde yüzeyde 33m mesafeli bir açılım yapılmış ve yaklaşık 5.00m derinlikten veri toplanmıştır. Buradaki yapının si-1-dip profiline göre oldukça karmaşık olduğu görülmüştür. İletken ve yalıtkan ortamlar açılım doğrultusu boyunca, herhangi bir geometrik şekle benzemeksizin, birbirlerini izleyecek şekilde devam etmektedir. Si-1-dip profilinde hemen baş tarafta izlenen yalıtkan ortam burada görüntülenememiştir. Ancak bu ölçü profilinde 8.00-16.00m arası açılım mesafelerinde hemen yüzeyde yüksek özdirençli bir ortam görülmüştür. Fakat bu ortamın devamı da si-1-dip profilinde izlenememiştir. Bu yüksek özdirenç değerlerinin hemen yüzeyde yer alan moloz vb malzemelerden kaynaklandıkları belirlenmiştir. Ayrıca 3 m aralıkla aynı doğrultularda alınmış olan her iki profilde de, olası kazı alanı yönünde, devam eden geometrik bir yapı ya da iletkenlik izlenememiştir.

S1w ölçü noktasında yüzeyde 26m mesafeli bir açılım yapılmış ve 4m derinlikten veri toplanmıştır. 17 ve 20m açılım mesafeleri arasında 2.5m derinlikten itibaren başlayıp 4m'den de fazla derine kadar devam ettiği izlenen oldukça yalıtkan yani yüksek özdirençli bir alan saptanmıştır. Fakat S1w verisinde de tarihi çeşmenin bu yönde devam ettiğini düşündürebilecek yüksek özdirençli geometrik bir yapı ya da su bağlantısını gösterecek doğrusal bir iletkenliğe rastlanmamıştır. Bu ölçüde açılımın son kısmı olan 24m ve sonrasında tarihi çeşmenin üstüne geldiğinden yaklaşık 3 ve 4m arası derinlikte çeşmeden kaynaklanan iletken bir ortam saptanmıştır.

SONUÇ

Bu çalışma İstanbul ili, Silivri ilçesi, Sinekli mahallesi, Murat Çeşme mevki, 99 ada, 38 parsel ile D-100 Karayolu arasında kalan alanda mevcut tarihi çeşme ile olası kazı alanı arasında çeşmenin yeraltında devamının olup olmadığının araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Elde edilen verilerde tarihi çeşmenin olası kazı alanı doğrultusunda devam ettiğini düşündürebilecek düzenli, devamlı, geometrik şekilli ve suyun taşınabileceği kesintisiz çizgisel-iletken bir yapıya rastlanmadığı rapor edilmiş ve nitekim yapılan kazı sonrasında da çeşme ile kazı alanı arasında bir bağlantı olmadığı görülmüştür (Şekil 9).

Kullanılan yöntem, seçilen araştırma derinlikleri ve elde edilen bulgular doğrultusunda oluşturulan yüksek çözünürlükteki YEH ile uzun süren belirsizlik kısa zamanda ortadan kaldırılmıştır. Böylece benzer çalışmalarla hem zamandan kazanılacağı hem de olası tarihi eserlerin tahrip edilmesinin önüne geçilebileceği görülmüştür.

Ayrıca yapılacak benzer çalışmalarla kazı maliyetlerinin ve kazı sürelerinin düşeceği gösterilmiştir.



Şekil 9. Çalışma alanında yapılan kazıdan bir görüntü.

KAYNAKLAR

- Dahlin, T. and Loke, M.H., 1998, Resolution of 2D Wenner resistivity imaging as assessed by numerical modelling, *Journal of Applied Geophysics*, 38, 237-249.
- Dahlin, T., and Zhou, B., 2004. A numerical comparison of 2-D resistivity imaging with 10 electrode arrays. *Geophysical Prospecting*, 52, 379-398.
- Griffiths, D.H., Turnbull J. and Olayinka A.I., 1990, Two-dimensional resistivity mapping with a computer- controlled array. *First Break* 8, 121-129.
- Griffiths, D.H. and Barker, R.D., 1993, Two-dimensional resistivity imaging and modelling in areas of complex geology. *Journal of Applied Geophysics*, 29, 211-226.
- Geophysics*, 45, 63-82.
- IPI2Winlite, 2002. Resistivity Sounding Interpretation, Version 2.2, Moscow State University.
- Olayinka, A.I., and Yaramanci, U., 1999. Choice of the best model in 2-D geoelectrical imaging: case study from a waste dump site. *European Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 3, 221-244.
- Olayinka, A.I., and Yaramanci, U., 2000. Use of block inversion in the 2-D interpretation of apparent resistivity data and its comparison with smooth inversion: *Journal of Applied RES2DINV software*, ver. 3.4, 2001. Geotomo software, <http://www.geoelectrical.com>.
- Tezel, O., Hisarlı Z.M., Hoşgörmez H., Akkaya U.G., 2016, İstanbul İli, Silivri İlçesi, Sinekli Mahallesi, Muratçeşme Mevkii, 99 Ada 38 Parsel İle D-100 Karayolu Arasındaki Alanda Tarihi Çeşmenin Olası Kazı Alanıyla Bağlantısının Araştırılması Raporu, İ.Ü Mühendislik Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Raporu (yayınlanmamış rapor).