

Kömür Üretimi ve Arkeoloji; Seyitömer Höyüğü Jeofizik Çalışması

Coal Production and Archeology; Seyitömer Cairn Geophysical Survey

İsmail Ergüder^{1*}, Ezel Babayigit¹

¹ *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü, Ankara*

* *Sorumlu Yazar: erguderi@tki.gov.tr*

Özet

Ülkemizin hemen her yerinde, tarihi binlerce yıl öncesine uzanan arkeolojik kalıntılara rastlamak mümkündür. Kömür sahalarında yapılan madencilik faaliyetleri sırasında karşılaşılan kültür varlıkları, zaman zaman kömür üretimini doğrudan etkileyebilmektedir. Böyle durumlarda, kültür varlıklarının kurtarma kazıları bitene kadar, madencilik faaliyetleri alternatif alanlarda sürdürülmektedir. Kömür sahalarında kültür varlıkları ile karşılaşıldığında, bu kalıntıların tam yerlerinin ve yayılımlarının sınırının bilinmesi, hem arkeoloji hem de madencilik faaliyetlerinin planlanması bakımından çok önemlidir. Günümüzde jeofizik yöntemler arkeolojik arama amacı ile yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Madencilik faaliyetleri öncesinde veya sırasında arkeologlar tarafından belirlenen potansiyel alanlarda yapılan jeofizik çalışmalar ile bu kalıntıların yerleri ve yayılımları belirlenerek tam yerinde kurtarma kazılarının yapılması sağlanmaktadır. Bu çalışmada, Kütahya İli Seyitömer kömür havzası içerisinde bulunan Seyitömer Höyüğü'nde yapılan jeofizik öz direnç etüdü ve sonuçları anlatılmaktadır. Önerilen yerlerde yapılan arkeolojik kazılar, jeofizik çalışma sonuçlarını doğrulamıştır.

Anahtar Kelimeler: Arkeoloji, jeofizik, kömür

Abstract

It is possible to come across with archaeological remains date back thousands of years in almost every part of our country. Cultural assets that encountered in coal fields during mining operations sometimes can effect coal production directly. In such cases, mining operations are kept on alternative fields till the end of excavation of salvage of cultural assets. Knowing exact location and distribution of cultural assets is very important in point of planning both archeological and mining activity when encounter with cultural assets in coal fields. At the present time, geophysical methods are widely and effectively used for archeological search. Excavation of salvage at exact location are provided by geophysical surveys at potential fields where determined by archaeologist before or during mining operations. This study contains the geophysical survey and its results performed at Seyitömer Cairn in Seyitömer coal basin in Kütahya. Archeological excavations carried out at recommended places verified geophysical surveys results.

Keywords: Archaeology, geophysics, coal

1. Giriş

Açık ocak işletmeciliği ile üretim yapılan kömür sahalarındaki gömülü kültür varlıklarının yerlerinin ve yayılımlarının tespit edilerek, kurtarma kazılarının hızla tamamlanması ve bu alanların tekrar madencilik faaliyetlerine açılması, kömür üretiminin kesintiye uğramaması açısından önemlidir. Arkeolojik alanlarda jeofizik yöntemler (Elektrik-özdirenç, jeoradar (GPR), doğal potansiyel (SP), manyetik gradyometre ve sismik) kullanılarak, kazı yapılacak alanın kazı öncesi yol gösterici ve yönlendirici haritası elde edilebilmektedir. Etütler sonucunda arkeologlara, arama zamanından ve giderlerden kazanç sağlanarak en hızlı ve en ekonomik bir biçimde kazı yapma olanağı sunulabilmektedir. 1940'lı yılların sonunda başlayan arkeoloji ve jeofizik ilişkisi hızlı bir ivmenin de etkisiyle, günümüzde jeofiziği arkeolojik aramacılığın vazgeçilmez yöntemlerinden biri durumuna getirmiştir. Yurdumuzda ilk uygulamaları ise 1960'lı yılların sonlarında görülür. Yöntem, özellikle 1980'li yılların bitimine doğru arkeolojik yerleşmeler üzerinde yoğun bir şekilde denenmeye başlamıştır. 1990 yılından günümüze arkeolojik alanlarda etkili bir biçimde kullanılmaktadır (Drahor, 1999).

Seyitömer kömür havzası içerisinde bulunan 150×140 m ölçülerinde ve orijinal yüksekliği 23.5 m olan Seyitömer Höyüğünde, höyüğün altında bulunan 12 milyon ton kömür rezervinin kullanılabilir duruma getirilebilmesi amacıyla, 1989 yılından itibaren ilk yıl Eskişehir Müzesi Müdürlüğü, 1990-1995 yıllarında Afyon Müzesi Müdürlüğü tarafından kazı çalışmaları yürütülmüştür. Bir süre ara verilen kazı çalışmaları 2006 yılında, Prof. Dr. A. Nejat Bilgen başkanlığında, Dumlupınar Üniversitesi Arkeoloji Bölümü tarafından yeniden başlatılmıştır (Bilgen, 2011).

Bu çalışmada Seyitömer Höyüğü güney eteklerinde yapılan jeofizik etüt ve sonuçları anlatılmaktadır.

2. Çalışma Sahası

Çalışma sahası Kütahya İli, Seyitömer kömür havzası içerisinde bulunan Seyitömer Höyüğü'dür. Kütahya İl merkezinin kuzeybatısında olup, Kütahya-Tavşanlı karayolunun 17. kilometresine 11 km uzunluğunda asfalt bir yol ile bağlanmıştır (Şekil 1). Yine bu bölgede, kurulu gücü toplam 600 MW olan Seyitömer Termik Santrali bulunmaktadır. Santral bu havzadan üretilen kömürlerle beslenmektedir.



Şekil 1. Yer bulduru haritası (KGM, 2013)

Jeofizik çalışmanın yapıldığı Seyitömer Höyüğü'nün güney eteğindeki etüt alanı ile höyük üzerinde test ölçümlerinin yapıldığı alanın, doğu yönünden görünümü Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Etüt alanı ve test ölçümü yapılan alan

3. Rezistivite (Özdirenç) Yöntemi

Bu çalışmalarda arkeolojik nesnelere aranmasında en çok kullanılan ve en duyarlı jeofizik yöntemlerden biri olan rezistivite (özdirenç) yöntemi, elektrik profili ölçüsü şeklinde uygulanmıştır.

Rezistivite, bir materyalin elektrik iletkenliğini gösteren öziletkenliğin tersidir ve birimi ohm-m dir. Rezistivite yöntemleri, yere verilen suni bir akımın, yer altında yarattığı elektrik alanın potansiyelini ölçerek, potansiyel-akım şiddeti bağıntısından yeraltındaki katmanların rezistivite ve kalınlık değerlerinin hesaplanması prensibine dayanır.

$$\rho_{\alpha} = k (\Delta V / I) \quad (1)$$

k : Geometrik Faktör (Elektrot dizilim tekniğine göre değişir)

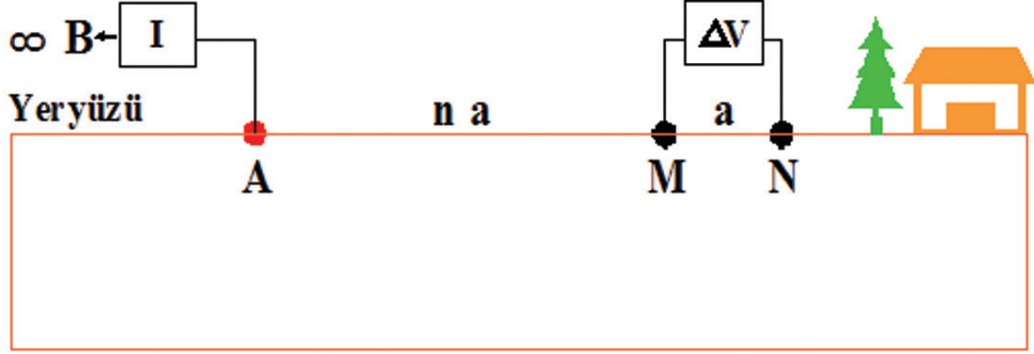
ΔV : Ölçülen potansiyel farkı (mV)

I : Yere verilen akım (mA)

ρ_{α} : Görünür rezistivite (ohm-m)

Bu yöntemle yeraltındaki kayaçların özdirençlerine bağımlı olan görünür özdirenç, bağıntı (1)'den belirlenerek, yer içinin jeolojik yapısı elektrik (özdirenç) özelliğine göre haritalanır. Yöntem maden, petrol, su, jeotermal, arkeolojik aramalar ve mühendislik jeolojisi problemlerinin çözümünde kullanılır (Candansayar, 2006). Arkeolojik nesnelere içinde buldukları ortamdan daha yüksek özdirenç değerine sahiptir. Boşluklar, mezarlar, taş duvarlar ve tümülüs içindeki koridorlar içinde buldukları ortamdan daha yüksek rezistivite gösterirler. Arkeolojik nesnelere yüksek özdirenç değerlerine sahip olması, bunların aranmasında jeofizik özdirenç yönteminin kullanımını olanaklı kılar (Başokur, 1999).

Ölçümler pole-dipole elektrot dizilimi ile alınmıştır. Bu dizilimde akım elektrotlarından biri, AM mesafesine göre sonsuz sayılabilecek bir mesafeye, arazinin durumuna göre profil doğrultusunda veya profile dik olacak şekilde irtibatlandırılır (Şekil 3).



Şekil 3. Pole-dipol elektrot dizilimi

Bu dizilimde geometrik faktör k , bağıntı (2)'den hesaplanır.

$$k = 2 \pi n (n \pi l) a \quad (2)$$

Şekil 3'de gösterilen A ve B akım elektrotlarını, M ve N ise gerilim elektrotlarını temsil etmektedir. $MN = a$, $AM = na$, $n=1, 2, 3, 4, \dots$, $\pi = 3.14159$ olarak kullanılmaktadır.

4. Arazi Çalışması

Elektrik profil ölçülerinde pole-dipole elektrot dizilimiyle 2.25, 3.75, 5.25 ve 6.75 metre arasındaki teorik derinliklere karşılık gelen seviyelerde, ölçümler yapılarak profiller boyunca öz direnç değişimleri incelenmiştir.

Ölçümler, Scintrex-Saris çok elektrotlu rezistivite cihazı ve çok kanallı kablo düzeniği kullanılarak yapılmıştır (Şekil 4). Kullanılan akımın değerleri 500 volt-1 amper, ölçü istasyonları arası uzaklık 1.5 metredir.

Ölçü başlangıcında, ölçülecek profile ait parametreler cihaza girilir ve ölçü başlatılır. Profilin tamamı kısa sürede otomatik olarak ölçülerek elde edilen veriler daha sonra kullanılmak üzere hafızaya depolanır.



Şekil 4. Otomatik rezistivite cihazı ve çok elektrotlu ölçü düzeniği

5. Değerlendirme ve Yorum

Verilerin araziden toplanıp işlenmesinden sonra değerlendirme (verilerin jeofizik, jeolojik ve arkeolojik yorumu) çalışmaları yapılmıştır.

Seyitömer Höyüğünde yapılan jeofizik ölçümler sonunda elde edilen rezistivite (özdirenç) değerlerine göre tüm kesitlerin SURFER, MATLAB, RES2DINV bilgisayar programları kullanılarak rezistivite grafikleri, yer-elektrik kesitleri, 2-B yapma-kesit ve ters çözüm kesitleri ile etüt alanlarının eş-rezistivite seviye haritaları, 3-B rezistivite anomali haritaları yapılmıştır.

Rezistivite grafikleri yeraltının yanal değişimlerini belirlemek için yapılır. Her seviye (derinlik) için hesaplanan ρ (özdirenç), profil boyunca x 'in (metre) fonksiyonu olarak çizilir. Yer-elektrik kesiti ve yapma-kesit, kesit boyunca ölçülen derinliklere ait rezistivite değerlerinin yerlerine yazılıp konturlanması ya da bu değerlere göre renklendirilmesiyle elde edilir. Profil uzunluğunun düşey düzlemindeki özdirenç değişimini gösterirler. Bu kesitler, katmanların doğrultu ve eğimleri, cevher oluşukları, süreksizlikler, boşluk, blok, duvar, mezar vb. yeraltı yapılarının belirlenmesini sağlarlar.

2-B Ters çözüm ise yeni bir veri işlem tekniğidir. Olası yapının konumu, derinliği ve boyutları hakkında bilgi verir. Eş-rezistivite seviye haritaları ölçülen teorik derinliklere ait rezistivite değerlerinin harita üzerinde yerlerine yazılıp konturlanması veya renklendirilmesiyle elde edilir, çizildikleri seviyedeki yatay özdirenç dağılımını gösterirler.

Bilgisayar ortamında yapılan tüm bu jeofizik kesit ve haritalar arkeolojik açıdan değerlendirilip yorumlanarak, antik yapıların buldukları ortam içerisindeki göstergesi olan yüksek özdirençli zonlar belirlenmiştir.

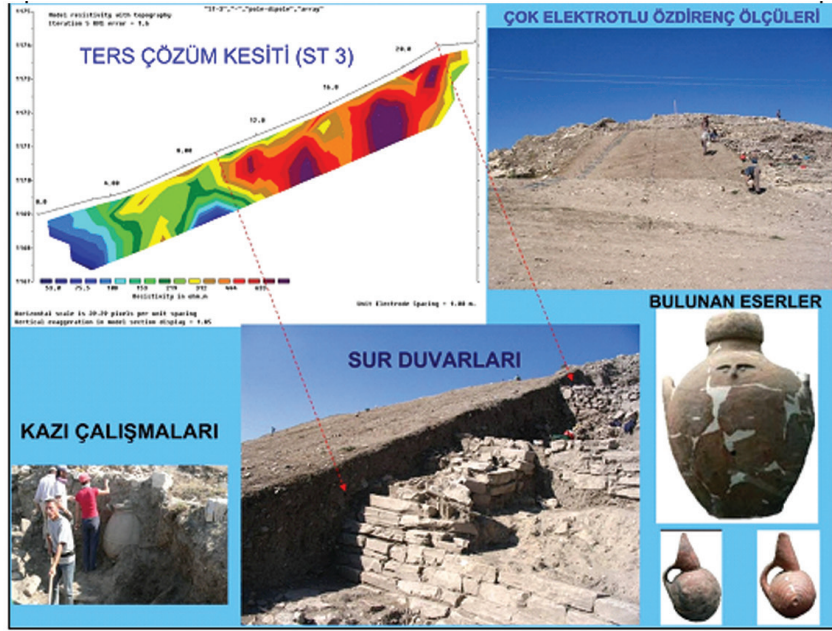
5.1 Höyük Üzerinde Test Ölçümü Yapılan Alan

Test ölçümü höyüğün güneyinde yer alan ve açılmış olan sur duvarlarının arasında kalan kazılmamış alanda yapılmıştır. Sur duvarlarının jeofizik kesitlerde vereceği anomaliyi görmek için duvarlarının hemen kontağında istasyon aralıkları 1m ve kesit aralıkları yaklaşık 4 m olan kuzey-güney doğrultulu 3 adet profil (ST1, ST2 ve ST3) üzerinde pole-dipole elektrot dizilimi kullanılarak elektrik ölçümleri alınmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Test ölçümü yapılan alan ve ST1, ST2 ve ST3 profilleri (güneydoğudan görünümü)

Sur duvarlarının gerçek konumları ile jeofizik kesitlerdeki yerleri çakışmıştır. ST3 Profilinin 2-B ters çözüm kesiti örnek olarak konulmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. ST3 profilinin 2-B ters çözüm elektrik (rezistivite) kesiti ve sur duvarlarının konumu

ST3 Profilinin 2-B ters çözüm programı yapılan ters çözüm elektrik kesitinin 9. ve 24. metreleri arasında 4 adet anomali görülmüştür (koyu kırmızı, morumsu renk). Bu aralıkta rezistivite değerleri çevresine göre daha yüksek çıkmıştır. Gerçek rezistivite 528 ohm-m den başlayıp, 852 ohm-m'yi aşan değerlere ulaşmıştır. Kesitte görülen ilk 3 anomali, test alanının doğu tarafında açılan sur duvarlarına karşılık gelmektedir.

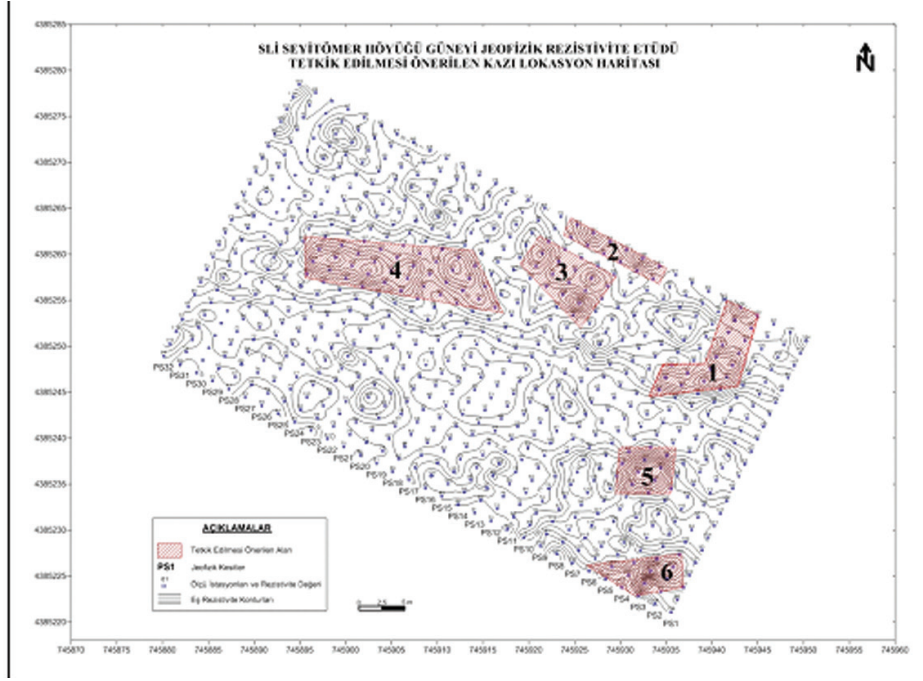
5.2 Höyüğün Güneyinde Jeofizik Etüdü Yapılan Alan

Seyitömer Höyüğünün güney eteklerindeki 2160m² (36×60) alanda, istasyon aralıkları 1.5 m ve kesit aralıkları 2 m olan 32 adet profil (PS1- PS32) üzerinde pole-dipole elektrot dizilimi kullanılarak elektrik ölçüleri alınmıştır. Bu ölçümler sonunda sahanın 4 seviye (derinlik) için eş-rezistivite seviye haritaları yapılmıştır.

Eş-rezistivite haritaları SURFER programı kullanılarak 2.25, 3.75, 5.25 ve 6.75 m teorik derinliklere ait rezistivite değerlerinin harita üzerinde yerlerine yazılıp 10 ohm-m kontur aralığı ile konturlanmasıyla elde edilmiştir. Yapılan haritada, ölçülen jeofizik kesitler, ölçü istasyonları mavi küçük daire şeklinde gösterilmiş ve üzerine rezistivite değeri yazılmıştır. Bu haritalarda konturların sıklaştığı yerler, olası arkeolojik nesnelere işaret edebilecek çevresine göre yüksek rezistiviteli zonlardır (Şekil 7).

Eş-rezistivite ve 3 boyutlu rezistivite anomali haritaları da aynı şekilde SURFER programı ile yapılarak renklendirilmiştir. Her iki haritada, ölçülen jeofizik kesitler ve ölçü istasyonları küçük daire şeklinde gösterilmiştir. Bu haritalarda yüksek rezistiviteli zonlar, sarımsı kırmızımsı renk ile görülmektedir. Mavimsi tonlar düşük rezistivite değerlerini, yeşil renk ise düşük rezistivite değerlerinden yüksek rezistivite değerlerine geçişi ifade etmektedir.

Bu alanda öncelik sırasına göre belirlenen ve olası bir arkeolojik nesneyi işaret edebilecek,



Şekil 7. Etüt alanının eş-özdirenç haritası ve önerilen kazı yerleri

çevresine göre yüksek öz dirençli 6 adet anomali alanı belirlenmiştir.

Sur duvarlarının görünür-rezistivite değerleri 600 ohm-m'nin üstünde ölçülmüştür. Höyüğün güneyindeki alanda yapılan çalışmada ise, en yüksek görünür-rezistivite değeri 250 ohm-m civarındadır. Rezistivite değerlerindeki bu farklılık, çalışma sahası içerisinde, höyük içerisinde görülen sur duvarları niteliğinde yapıların olmayacağı, buna karşılık daha küçük yapı taşları ile oluşturulmuş kalıntıların olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

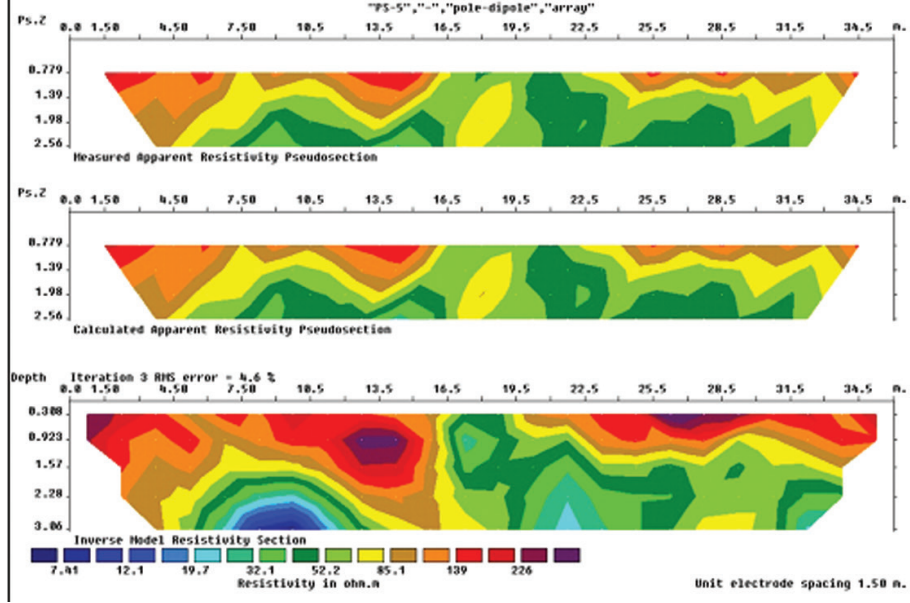
5.2.1 Tetkik Edilmesi Önerilen Kazı Alanları

Bu bölümde höyüğün güneyindeki etüt sahasında tespit edilen 6 adet anomali alanlarının resimleri ile bu anomalilerin ölçüldüğü jeofizik kesitlere ait örnekler verilmiştir. Tetkik edilmesi önerilen 6 adet anomali alanının yaklaşık sınırları Şekil 8'de görülmektedir.



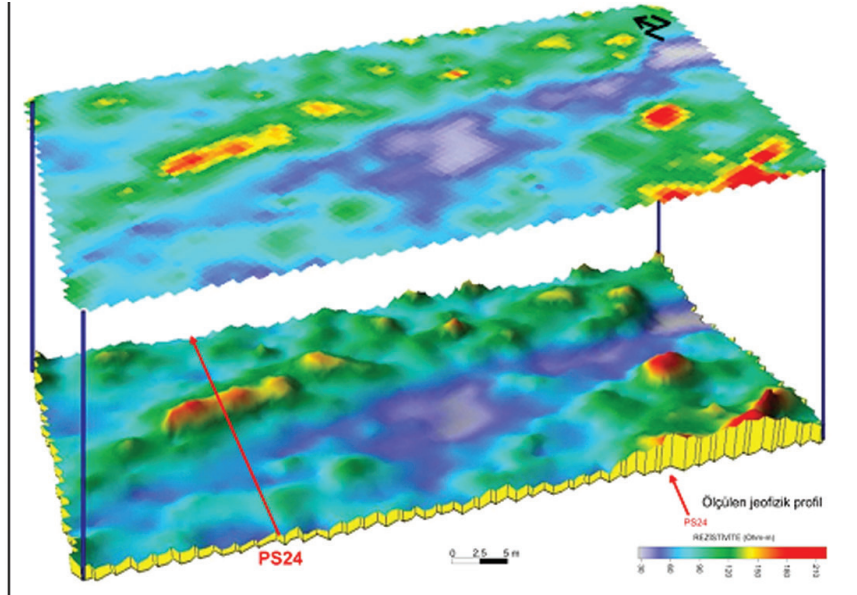
Şekil 8. Tetkik edilmesi önerilen anomali alanları (kuzeyden görünümü)

PS5 Profilinin 2-B ters çözüm programı (Loke, 2003 RES2DINV) ile yapılan görünür, kuramsal ve ters çözüm elektrik kesitinde 3 adet anomali görülmüştür (kırmızımsı-morumsu renk). Kesitin 0-4.5 metreleri arasında görülen anomali 6 No'lu anomali alanına, 12-15. metreler arasında görülen anomali 5 No'lu anomali alanına ve 24-36. metreler arasında görülen anomali ise 1 No'lu anomali alanına aittir. Bu aralıkta rezistivite değerleri 226 ohm-m'nin üstüne çıkmıştır (Şekil 9).



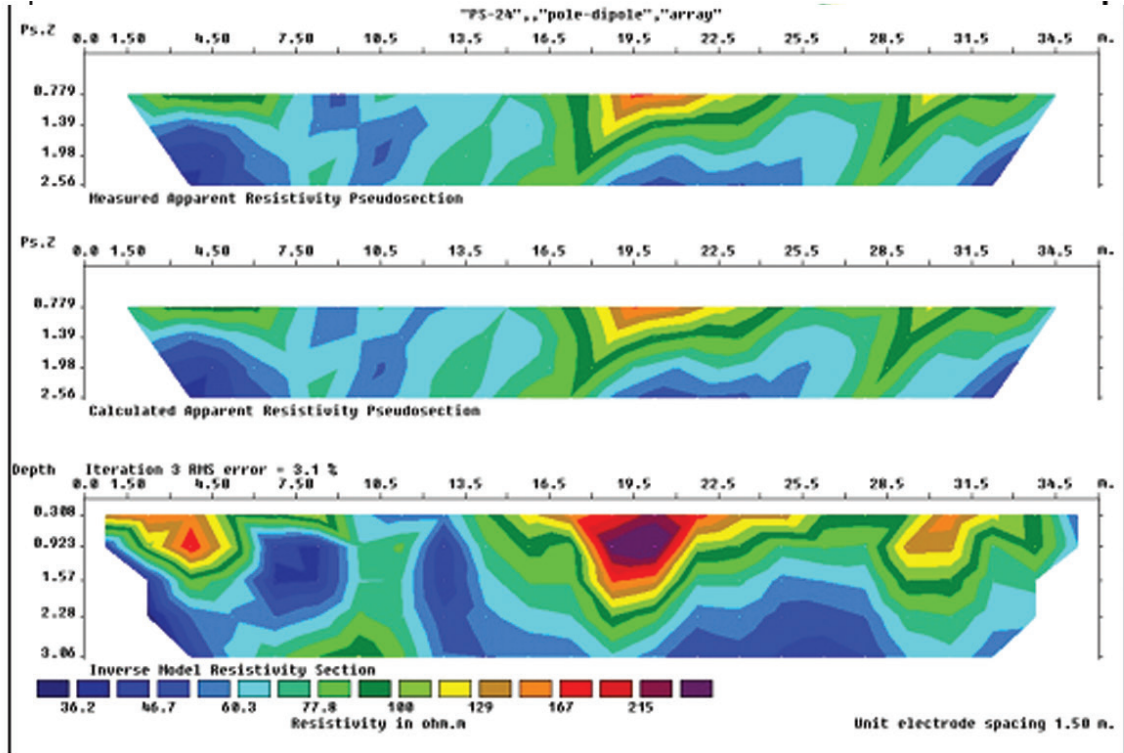
Şekil 9. PS5 profilinin 2-B görünür, kuramsal ve ters çözüm elektrik (rezistivite) kesiti

Şekil 10'da PS24 profilinin image ve 3B anomali haritalarındaki konumu gösterilmekte ve Şekil 11'de bu profile ait ters çözüm kesiti görülmektedir.

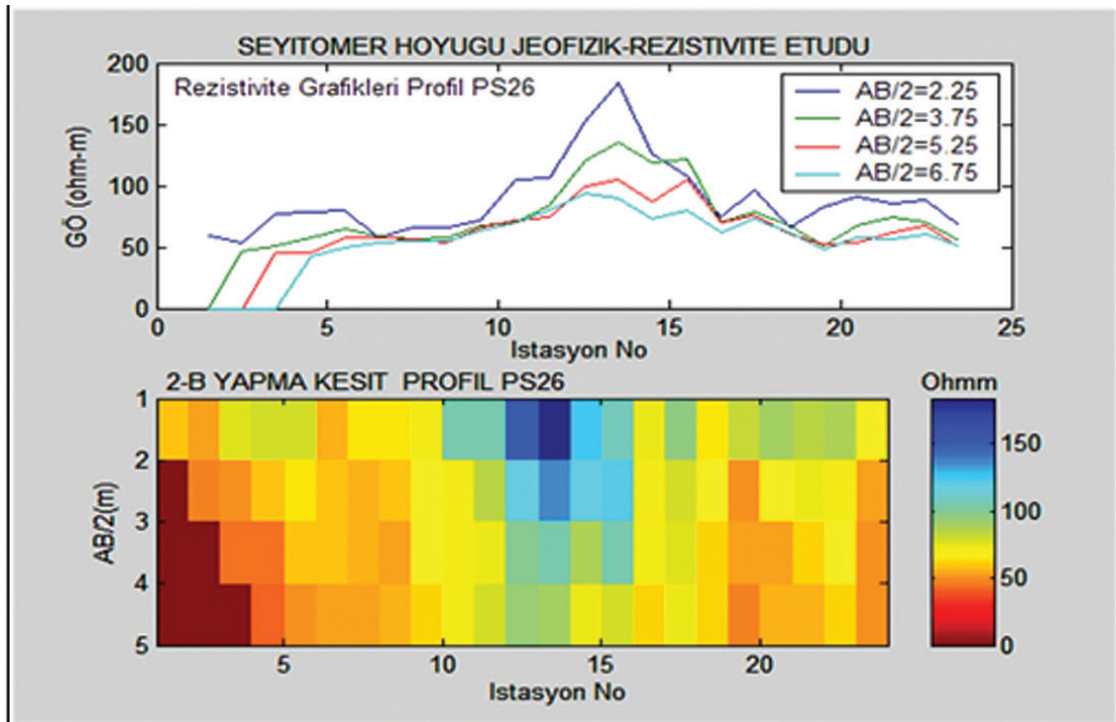


Şekil 10. Etüt alanının görünür öz direnç 3B ve image anomali haritası ile PS24 profili.

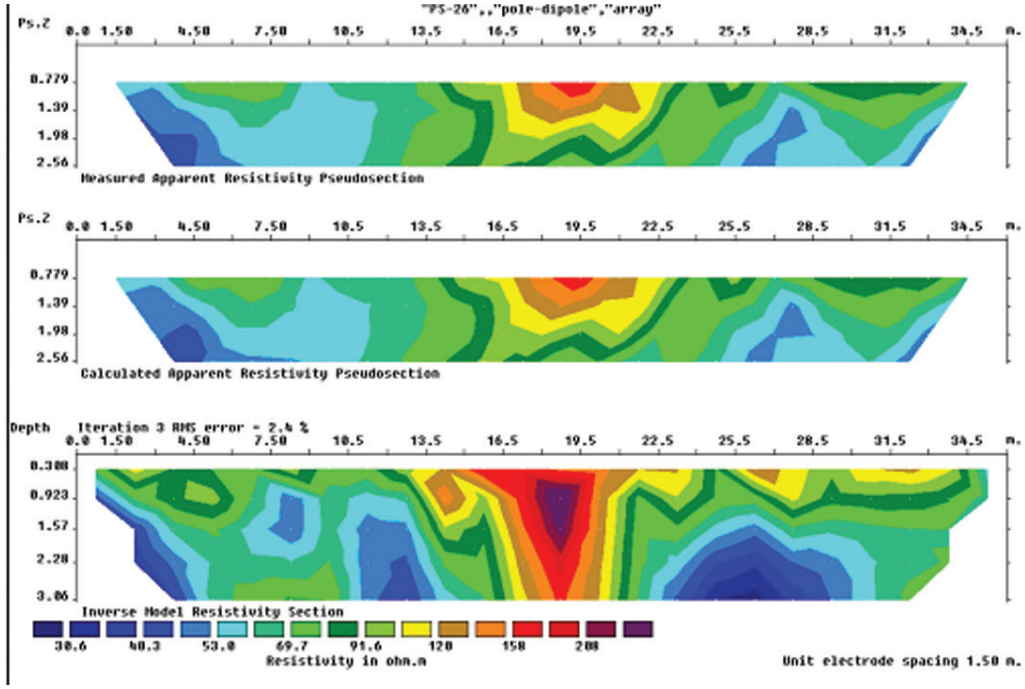
Her iki şekilde de profilin 17-21 metreleri arasında yüksek öz dirençli anomali gözlenmektedir.



Şekil 11. PS24 profilinin 2-B Ters çözüm elektrik (rezistivite) kesiti.



PS26 Profilin MATLAB 6.5 programı kullanılarak yapılan rezistivite grafikleri, 10 ve 14. istasyonları arasında pik değere (184 Ohm-m) ulaşmaktadır. 2-B yapma-kesitinde de bu anomali mavi renk ile görülmektedir (Şekil 12). Aynı Profilin 2-B ters çözüm programı (Loke, 2003) ile yapılan, ters çözüm kesitinin 15 ve 21 metreleri arasında anomali (kırmızımsı, morumsu renk) görülmüştür (Şekil 13).



Şekil 13. Profil PS26 görünür, kuramsal ve ters çözüm elektrik (Rezistivite) kesiti

6. Tartışma ve Sonuçlar

Kütahya İli Seyitömer kömür havzası içerisinde yer alan Seyitömer Höyüğünün güney eteklerinde, Seyitömer Höyüğü Kurtarma Kazısı Başkanlığı ile mutabık kalınarak belirlenen parselde, gömülü antik yapıları araştırmak amacıyla, 25-28 Eylül 2007 tarihleri arasında yapılan jeofizik-rezistivite (özdirenç) etüdünde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Bu yöntem ile yüzeyden 2.25, 3.75, 5.25 ve 6.75 m teorik derinliklere ait rezistivite (özdirenç) değerleri tespit edilerek, yer içinin hem düşey, hem de yatay yöndeki rezistivite yapısı hakkında bilgi edinilmiştir.

Çalışma sahası tüm verilerin denetiminde ve höyük üzerinde alınan test ölçüleriyle analiz edilmiş, arkeolojik açıdan yapılan değerlendirmeler, yorumlar ve yerinde gözlemsel incelemeler sonucunda; olası bir arkeolojik nesneyi işaret edebilecek 6 adet anomali alanı belirlenmiştir.

Öncelik sırasına göre tespit edilen 6 adet anomali alanından 1 ve 2 No'lu alanda Kazı Başkanlığı tarafından arkeolojik sondaj yapılması ve kazı sırasındaki bulgulara göre de kazının 3 No'lu alana yönlendirilmesi önerilmiştir. 4, 5 ve 6 No'lu anomali alanlarının ise, Seyitömer Höyüğü Kurtarma Kazısı Başkanlığı tarafından yapılacak yüzey araştırmalarıyla desteklenmesi durumunda, kömür üretimi faaliyetlerinden önce arkeolojik sondaj ile tetkik edilmesinde yarar görülmüştür.

Kazı Başkanlığı tarafından bu alanlarda yapılan arkeolojik kurtarma kazılarıyla höyük ile bağlantılı yapı kalıntılarına ulaşılmış olup sonuçlar jeofizik etüt sonuçları ile uyum sağlamaktadır. Şekil 14'de, jeofizik etüdü yapılan alanın bir bölümü ve bulunan yapı temelleri görülmektedir.



Şekil 14. Jeofizik etüdü yapılan alan ve ortaya çıkan yapı kalıntıları (Bilgen'den değiştirilerek)

Jeofizik Etütler sonucunda; geleneksel kazı yöntemlerine göre, daha hızlı ve daha ekonomik kazı yapılması olanağı sağlanmış, kazı öncesi yol gösterici haritalar, arkeolojik yüzey araştırması yapılacak alan ve arkeolojik sondaj lokasyonu belirlenerek bilimsel yol izlenmiş, Arkeoloji ve Jeofizik bilim dallarının birlikte çalışmasının güzel bir örneği verilmiştir.

Katkı Belirtme

Yazarlar, çalışmalar sırasında gösterdikleri ilgi ve sağladıkları destekten dolayı, Seyitömer Linyitleri İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü'ne, Seyitömer Höyüğü Kurtarma Kazısı Başkanı Sn. Prof. Dr. A. Nejat Bilgen'e ve Arkeolog Sn. Ahmet İlaslı'ya teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Başokur, A. T., 1999. Doğru Akım Yönteminin Arkeolojik Amaçlı Kullanımı Üzerine Bir Derleme. Workshop Arkeoloji ve Jeofizik Bildiri Özetleri Kitabı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Yayını, İzmir, s.4.
- Bilgen A. N., 2011. Seyitömer Höyüğü Kurtarma Kazısı 2006 yılı Çalışması. Seyitömer Kurtarma Kazısı Başkanlığı, Kütahya.
- Candansayar, M.E., 2006. Doğru Akım Özdirenç Yöntemi. Lisans Ders Notları, Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü (yayınlanmamış).
- Drahor, M. G., 1999. Arkeojeofizik Aramacılığın Tarihi. Workshop Arkeoloji ve Jeofizik Bildiri Özetleri Kitabı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, İzmir, s.3.
- KGM, Karayolları Genel Müdürlüğü, 2013.
- www.kgm.gov.tr/SiteCollectionImages/KGMimages/Haritalar/ (Erişim Tarihi: 11.01.2013)
- Loke M.H., 2003. RES2DINV, ver. 3.51, www.geoelectrical.com