

## DOĞRU AKIM ÖZDİRENÇ YÖNTEMLERİ İLE KÖMÜR ARAMALARI

Hayrettin KARZAOĞLU\* ve Gamze KARZAOĞLU\*

### ÖZ

Kömür aramalarında doğru akım öz direnç yöntemlerinin kullanılması havzanın jeolojik oluşum koşullarına göre şekillenmektedir. Düşey Elektrik Sondaj (DES) eğrilerinin Neojen çökel havzalarda (göl, akarsu) davranış özellikleri belirgindir. Bu özellik akımın iletme şeklinden kaynaklanmaktadır. Söz konusu iletim; iyonik yoldan gerçekleşmektedir. Aşınarak kayaların bünyesinden sökülerek değişik boyuttaki sedimanter birimler faylarla denetli graben havzalarda depolanmaktadır. Bu birikim akarsu rejimine ve göl ortamındaki fizikokimyasal koşullara bağlı olarak gerçekleşmektedir. Çökeller havza kenarlarında tane boyutu iri havzanın derin kesimlerine doğru tane boyutu küçülerek depolanmaktadır. Bu tür ortamlara gelen organik kökenli malzemeler çökel kalınlığının fazla olduğu durumlarda dış etkenlerden fazla etkilenmemekte ve korunmaktadır. Organik bu malzemeler göl sularının yeterli derinliğe ulaştığı durumlarda (150m) oksijenin bozucu etkisinden kurtulmaktadır. Üzerine gelen diğer çökellerin oluşturmuş olduğu ısı ve basınç etkisi ile zamanla kömüre dönüşmektedir. İletkenliğin iyonik iletkenlikten elektron iletkenliğine geçtiği derinlikler kömür için çoğu kez temeli oluşturmaktadır. Havzanın denizel özellik göstermemesi durumunda DES eğri modeli H tipi eğri modelidir. Bunun nedeni; elektriksel temelin masif özellik gösteren kayalardan oluşmuş olmasıdır. Elektriksel temelin denizel filiş olması durumunda DES eğri modeli Q tipi eğri modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun asıl nedeni ise; Eosen iç denizinin çekilmesi (orojenez) neticesinde Oligosen döneminde oluşan kalın tuz (jips, NaCl) oluşumlarıdır. Bu oluşumlar; iletkenliğin iyonik yoldan devam etmesi şeklinde DES eğrilerinde kendini göstermektedir.

## KÖMÜRÜN TANIMI

Kömür homojen olmayan, kompakt, çoğunlukla lignoselüzik bitki parçalarından meydana gelen, tabakalaşma gösteren, içerisinde çoğunlukla C, az miktarda H – O – S ve N elementlerinin bulunduğu ama inorganik (kil, silt, z elementleri gibi) maddelerinde olabildiği, batakliklarda oluşan, kahverengi ve siyah renk tonlarında olan, yanabilen, katı fosil organik kütlelerdir. Kömürler yakıt hammaddesi oldukları gibi, değişik amaçlarda (kok yapımı, kimyasal madde üretimi gibi alanlarda) da kullanılırlar.

## KÖMÜRÜN OLUŞUMU

Kömür, nebatların bataklik alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğraması neticesi meydana gelmiştir. Bu tabakalar üzerine çeşitli çökeltilerin birikmesi ve arz'ın hareketleri sonucu derinliklere gömülmüştür. Gömülmüş olan bu nebatlar; artan ısı ve basınca maruz kaldıklarında bünyelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliğe uğrayarak kömüre dönüşürler. Bu proses milyonlarca yıl içinde gerçekleşerek kömürler organik olgunluklarına göre Linyit, Altbitümlü, Kömür, Bitümlü Kömür ve Antrasit tiplerine ayrılırlar.

Neojen havzalarda (göl ve akarsu) havza derinliğinin artması sonucunda genellikle ince taneli kireçtaşı marn ardışımı gelir. Bazı devirlerde canlıların fazla oluşu bol miktarda organik gerecin göle taşınmasına neden olmaktadır. Bu taşınan organik gereç, göl sularının 150 m'yi aştığı havasız ortamlarda bitüm şekline dönüşmektedir. Orojenez ve bir takım nedenlerden dolayı göl sularının çekilmesi neticesinde ortama zaman zaman akarsu ortamı çökelleri gelmektedir. Bu tür ortamı temsil eden jeolojik birimler taşınma sonucu oluştuklarından dolayı kum, kil, silt, marn gibi sedimanter kökenlidirler.

\*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi Başkanlığı – Ankara

## KÖMÜR VE DOĞRU AKIM YÖNTEMLERİ

Neojen havzalarda DES (Düşey Elektrik Sondaj) eğri karakteri H tipi eğri şeklindedir. Bunun nedeni; bu tür ortamların poroz ve permeabilitesinin yüksek olması nedeniyle elektriksel iletkenliğin elektron iletkenliğinden ziyade gözeneklerdeki tuzlu suyun etkisi ile iletkenliğin iyonik yoldan gerçekleşmesidir. Bu durum öz direnç açısından oldukça düşük öz direnç okumalarına karşılık gelmektedir. Göl çökelleri hem yatay hem de düşey yönde değişim göstermektedir. Gölün hareketli ya da durağan olmasına göre de çökelen birimler farklılık arz eder. Ülkemiz genelinde orojenez hareketlerinin neden olduğu volkanizmalar ve bu volkanik malzemelerin göl ortamına taşınması sonucunda ortama yoğun miktarda Na iyonu taşınmaktadır. Bu da ortamda jeokimyasal ve iklim koşullarının da etkisi ile tuz oluşumlarına neden olmaktadır. Tuzun varlığı birimler arasında öz direnç kriteri baz alınarak birim ayırt edilmesine pek olanak tanımaz. Bunun nedeni birimler arasında fiziksel bir ayırım oluşturacak kadar birimlerin kalınlık, litolojik ve devamlılık özellikleri göstermemesinden kaynaklanmaktadır. Bu olumsuzluğa gözeneklere dağılmış tuzlu suyu da koyarsak durum daha da karmaşık bir yapı arz eder.

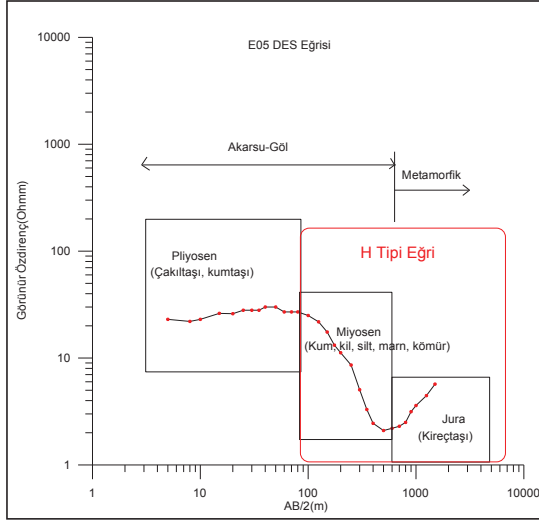
Ülkemiz genelinde bu tür organik madde zenginleşmeleri Karbonifer (Zonguldak) ve sonrası özellikle Eosen ve Miyosende etkindir. Jura yaşlı kömürlere Adana-Kozan,,- Bayburt; Eosen kömürlerine Amasya-Çeltik, Çorum-Mecitözü, Yozgat-Sorgun, Bolu-Mengen; Oligosen kömürlerine Tekirdağ-Malkara, Erzurum-Oltu, Erzurum-İspir; Miyosen kömürlerine Kütahya-Tunçbilek, Manisa-Soma, Muğla-Yatağan, Çanakkale-Çan, Bursa-Orhaneli, Ankara-Beypazarı, Eskişehir-Mihalıçık, Çorum-Alpagut, Bolu-Göynük, Konya-Ermenek, Adana-Karaisalı, Pliyosen Kömürlerine Konya-Beyşehir, Çankırı-Orta, Kahramanmaraş-Elbistan, Sivas-Kangal, Erzincan-Refahiye, Adıyaman-Gölbaşı, Ağrı-Eleşgirt, Van-Erçiş örnek olarak verilebilir. Özellikle Orta Anadolu'da Orta Miyosen ve sonrasında etkin düşey hareketler söz konusudur (Konya-Karapınar). Bu düşey hareketler neticesinde göl sularının

derinleşmesi ve havasız kalan bu ortamlarda organik malzemece zenginleşmeler kömür oluşumunu sağlamaktadır. Bu bakımdan jeofizik çalışmanın esasını direkt kömür değil; kömürün birikebileceği ortam kalınlığının ve derinliğinin tespiti olmalıdır. Kömür zenginleşmeleri 10-20cm.'den 30m.'ye kadar ardalımalı tabakalar şeklindedir. Elektrot tertibi sıklıkla seçilmiş olsa da; söz konusu iletkenlik iyonik yoldan sağlandığı için direkt kömüre ulaşmak bir hayli zordur.

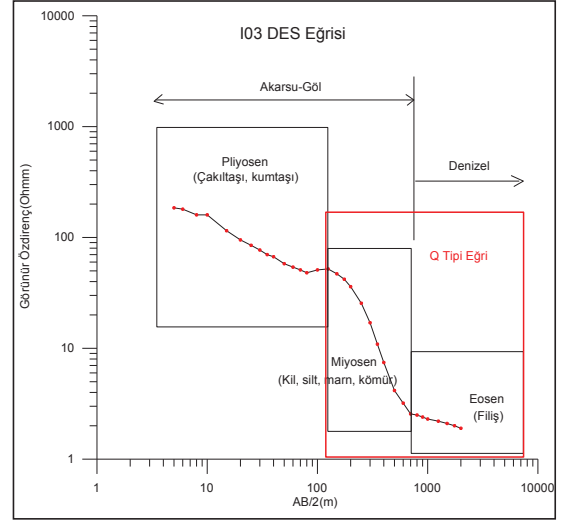
Konya Karapınar havzasında tespit edilen organik malzeme zenginleşmesi jeolojik zaman olarak Miyosene işaret etmektedir. Temel birim olarak da Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları söz konusudur. Göl çökelleri ile temel birimler arasında net bir ayırım yapmak öz direnç açısından sorun oluşturmamıştır. Jeolojik yapı buna olanak tanımaktadır.

Havza; öz direnç farklılığını net olarak oluşturmayan bir yapı şeklinde gelişmiş olsaydı durum çok daha karmaşık hale gelirdi. Bazı havzalarda denizel bir filiş çökeli mi de söz konusudur. Bu durumda Kömür için temel oluşturacak yapıyı tespit etmek daha da zordur. Bu durumda göz önüne alınması gereken jeolojik süreçtir. Bu süreç; Ülkemiz genelinde Eosen denizinin çekilmesi neticesinde Oligosen'de oluşmuş olan kalın evaporitik tuzlardır. Bu tuzlar DES eğrisine Q tipi eğri modeli olarak yansımaktadır. Oligosende Orta Anadolu'da oldukça kalın jips ve Halit oluşumları görülmektedir.

Sonuç olarak; kömür aramalarında doğru akım öz direnç yöntemleri ile ön kabul yapılamaz. Önemli olan jeolojik oluşumdur. Oluşum mekanizması ve ortamda temeli oluşturan birimlerin özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Hedef kömürün kendisi değil; kömürün oluşabileceği ortamın tespit edilmesi olmalıdır. Kömür için temeli oluşturan jeolojik birim masif bir yapı arz ediyorsa H tipi eğri modeli (Şekil 1); temel filiş şeklinde bir yapı gösteriyorsa Q tipi eğri modeli ile karakterize edilmelidir (Şekil 2).



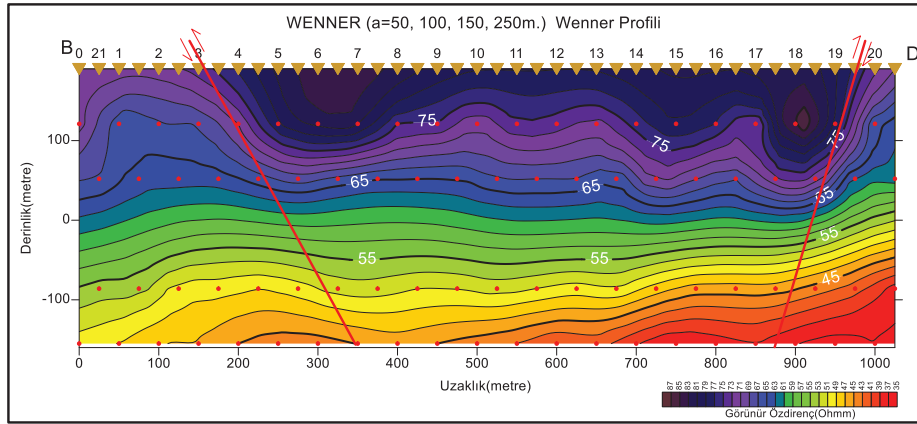
Şekil 1- H tipi eğri modeli



Şekil 2- Q tipi eğri modeli

Kömür havzalarında önem arz eden diğer bir konu; tektonik hareketlerin kömür tabakalarına olan etkileridir. Bu etkilerin tespit edilebilmesi için Wenner elektrot tertibi seçilerek yanal değişimlerin tespit edilmesi, tespit edilen fayların doğrultu ve eğimleri için ise profil çalışmalarına yer verilmesi gerekmektedir. Elektrot açıklığı (a= 50, 100, 150, 250m) olmak üzere 4 seviyede alınan ölçüler (Görünür Öz direnç) 25m aralıklarla yatay eksen uzak-

lık düşey eksen derinlik olmak üzere çizilmiştir. Profil boyunca 65-100 Ohmm.'lik görünür eşöz direnç değerleri akarsu ortamı çökellerini temsil etmektedir. Bu birimler çakıltaşı, kumtaşı ağırlıklı çökel birimleri temsil etmektedir. 65 Ohmm.'den daha düşük görünür eşöz direnç değerleri gölsel birimleri temsil etmektedir. Bu birimler kil, silt, marn ve kömürlü seviyeleri temsil etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3- Wenner Profil çalışması

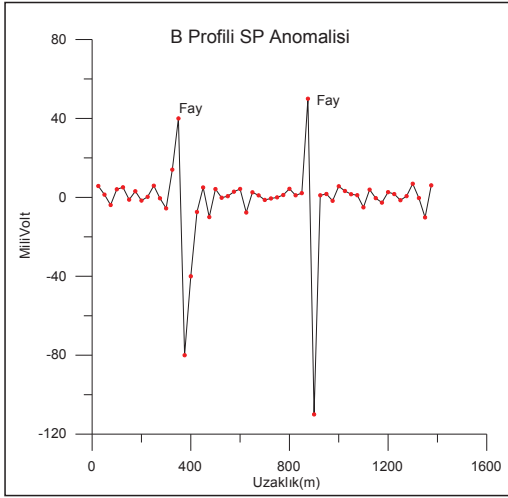
Tespit edilen faylara dik yönde SP (Doğal Potansiyel) çalışması yapılmıştır. Profil boyunca 10, (-15) MiliVolt'luk gerilim değerleri okunurken fay kesim noktalarında 55, (-115) Mi-

liVolt'luk gerilim değerleri okunmuştur. Bunun nedeni Fay düzlemleri boyunca hareket eden akışkanın oluşturmuş olduğu potansiyel gerilimdir (Şekil 4).

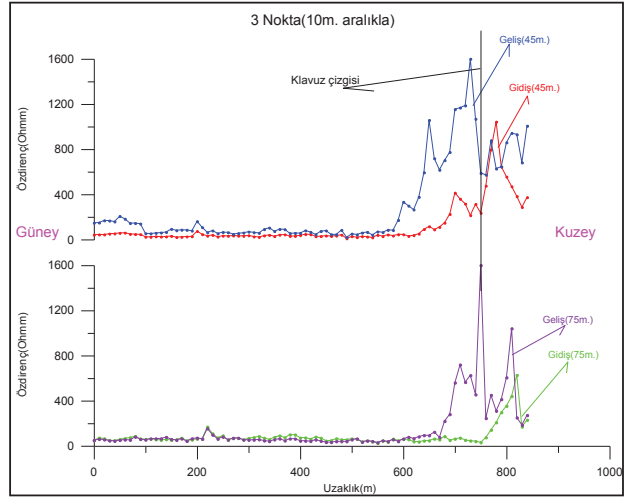
Profil çalışması ile iki seviye de (45-75m) 10m aralıklar ile 850m.'lik bir profil boyunca Yarım Schlumberger elektrot tertibi ile gidiş-dönüş olmak üzere profil ölçüsü alınmıştır. Fayı işaret eden bölüm yüksek öz direnç değerleri vermiştir (Şekil 5). Fay düzlemleri elektrik akımının geçişine engel oluşturdukları için birimlerin öz direncini maskeleyen ve okunması gerekenden daha yüksek öz direnç değerlerinin okunmasına neden olmaktadır (Şekil 6).

Fayların konumu gerek açık gerekse kapalı işletmeler için işletme verimliliği açısından önemlidir.

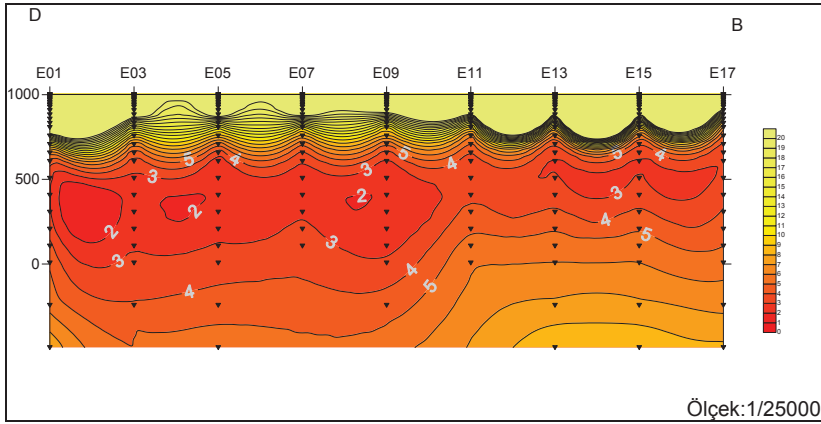
5-30 Ohmm.'lik görünür eşöz direnç konturları Pliyosen birimlerini temsil etmektedir (çalkıtaşı, kumtaşı). 1-5 Ohmm.'lik görünür konturlar Miyosene ait birimleri (kil, silt, tuz, kömür) temsil etmektedir (Şekil 6).



Şekil 4- B Profili SP Anomalisi



Şekil 5- 3 Nokta yöntemi



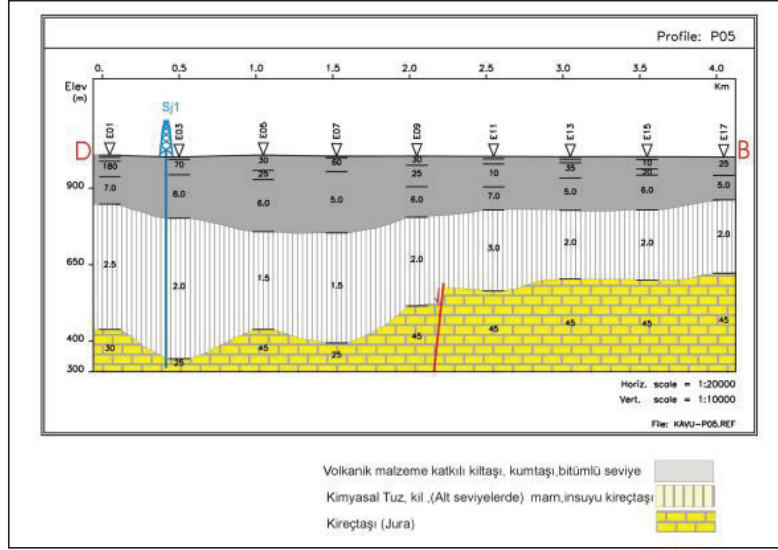
Şekil 6- E Profili görünür eşöz direnç kesiti

E Profili boyunca Elektriksel Yapı Kesiti çıkarılmıştır. Kömür için temeli oluşturan Jura yaşlı kireçtaşlarının derinliği ve önerilen sondaj lokasyonu neojenin en kalın olduğu DES

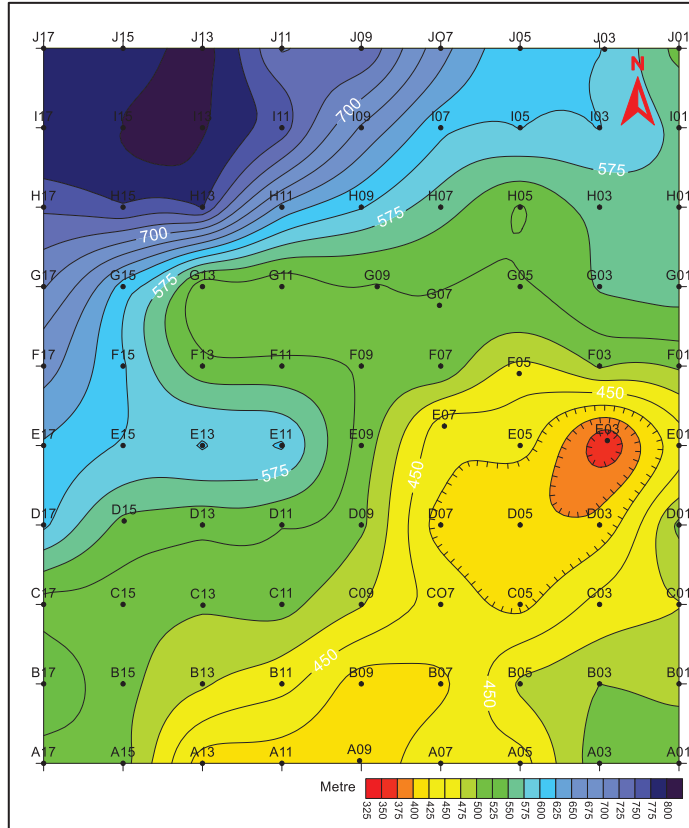
noktasına verilmiştir (Şekil 7). Şekildeki elektrik yapı kesiti H tipi eğri modeli baz alınarak çizilmiştir (Şekil 1).

Taban Topoğrafyası E03 DES noktasını en derin nokta olarak göstermektedir. Çalışma sahası doğuya doğru derinleşmektedir (Şekil 8). Taban topoğrafya haritası havzanın KD-GB doğrultulu faylar ile kontrol edildiğini göstermektedir. Çalışma sahasının kuzeydeki yük-

sek taban konturları Meke volkanik konisinin yüzeye çıkarken tabanı oluşturan Jura kireçtaşlarını yüzeye doğru zorlayarak kaldırdığının belirtisi gibidir. Bu zorlama KD-GB doğrultulu 2 adet graben fayın oluşmasına neden olmuştur (Şekil 10).



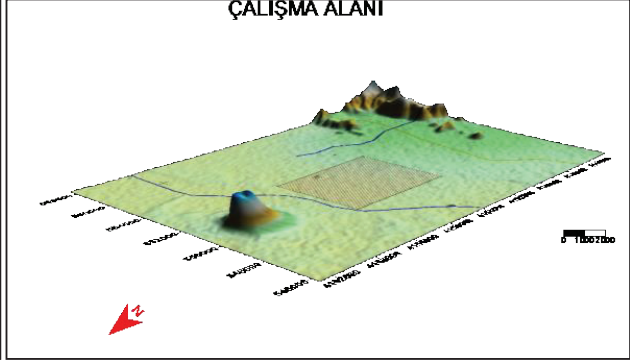
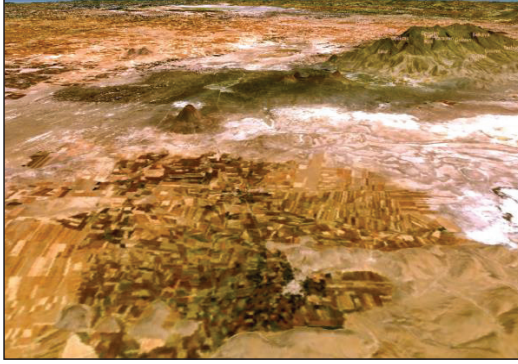
Şekil 7- E Profili elektrik yapı kesiti



Şekil 8- Taban topoğrafyası

Şekil 9-10'da Çalışma sahasında DES lokasyon noktaları görülmektedir. Nokta aralıkları

250m olmak üzere 20km<sup>2</sup>lik bir alan modellenmiştir.



Şekil 9- Konya- Karapınar Havzası Uydu Görüntüsü

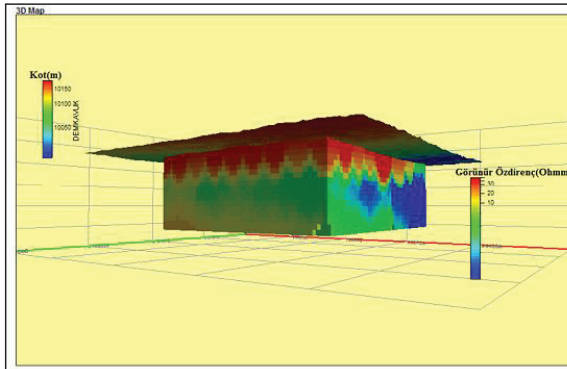
Şekil 10- DES Lokasyon Haritası

### 3 BOYUTLU GÖRÜNÜR ÖZDİRENÇ DAĞILIMININ GÖSTERİMİ

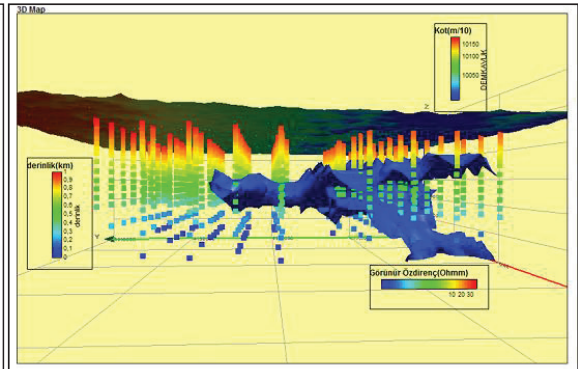
Karapınar-Kavuklar sahasında alınan DES ölçülerinin 3 boyutta dağılımının topografya ile beraber gösterilmesi amaçlanmıştır. Kırmızı renkli yüksek öz dirençli yapılar akarsu ortamı çökellerini ağırlıklı olarak kumtaşlarını göstermektedir (Şekil 11).

Blok diyagramının solunda Görünür öz direnç lejantı (Ohmm), solunda ise topografyaya (Kot(m)) ait lejantlar görülmektedir.

Çalışma sahasında alınan DES ölçülerinin 3 boyutta dağılımının topografya ile beraber gösterilmesi amaçlanmıştır. Mavi ile gösterilen düşük öz direnç kapalıları 5 Ohmm.'den daha küçük öz direnç dağılım alanlarını göstermektedir. Bu alanlar tuzluluğun yoğun olduğu kuzey kesimleri göstermektedir (Şekil 12).

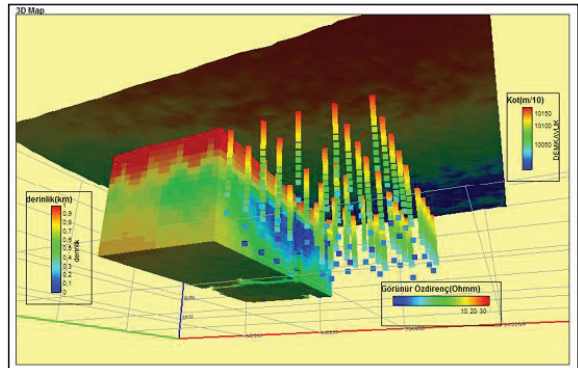


Şekil 11- Karapınar-Kavuk Sahası görünür öz direnç (blok)



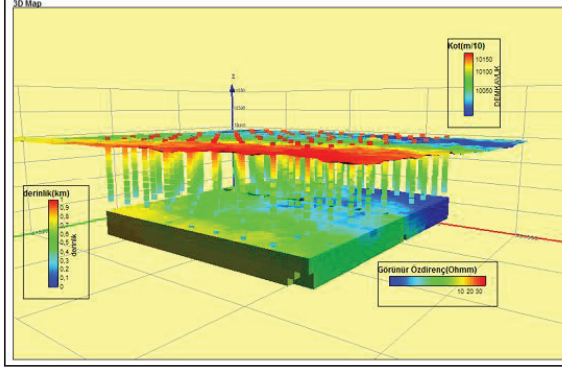
Şekil 12- Düşük öz direnç (5 Ohmm'den küçük) dağılımı

Kesitte istenilen doğrultuda kesit alınmış olup; bu aralıkta K-G doğrultusu boyunca görünür öz direnç dağılımının konumu görülmektedir (Şekil 13). Yüzeyde sahanın güneyinde görülen kırmızı renkli kısımlar Pliyosen-Kuvaterner yaş aralığında oluşmuş olan kumtaşlarını ifade etmektedir. Mavi renkli bölümler Miyosen birimleri ile tuzluluğu onun altında kalan sarı-yeşil renkli alanlar ise Jura kireçtaşlarını ifade eden görünür öz dirençlerdir (Şekil 13).



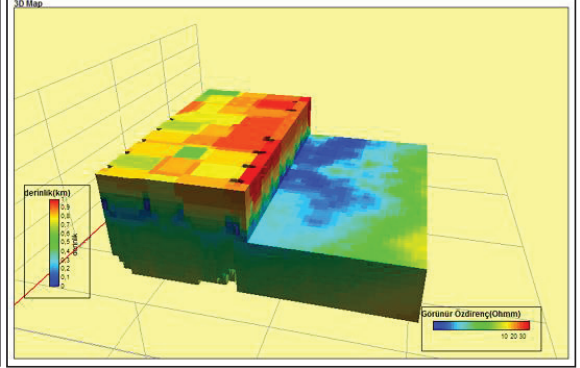
Şekil 13- K-G doğrultulu görünür öz direnç kesiti

Sahada alınan DES ölçüleri belirli seviyeler seçilerek, bu seviyedeki öz direnç dağılımı görülebilir. Şekilde 750m seviyesi için öz direnç dağılımı görülmektedir (Şekil 14).



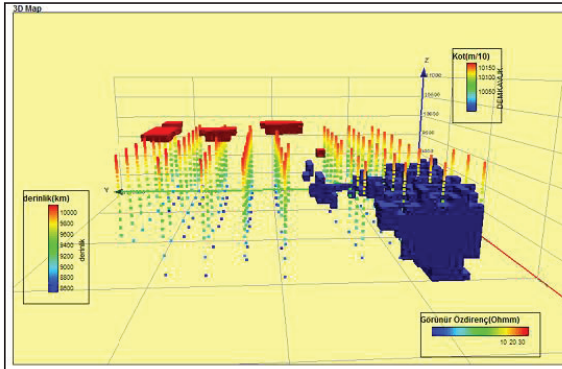
Şekil 14- Yatay 750m görünür öz direnç kesiti

Şekilde öz direnç dağılımının isteğe uygun olarak alınabileceği gösterilmiştir. Sağdaki blok da Pliyosen birimleri görülmektedir. Bu blok Miyosen ve Jura yaşlı birimlerin öz direnç dağılımını temsil ederken soldaki blok ek olarak Pliyosen yaşlı birimlerin de öz direnç dağılımı hakkında bilgi vermektedir (Şekil 15).



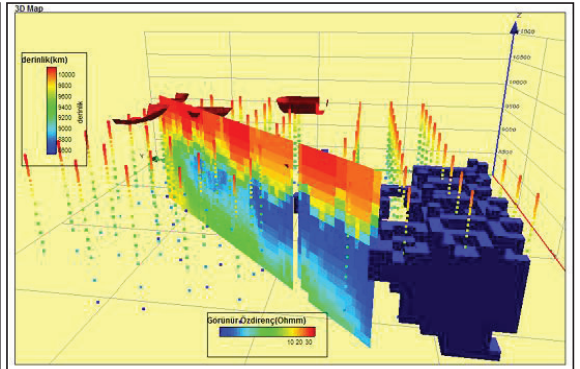
Şekil 15- İsteğe uygun görünür öz direnç kesiti

Blok diyagramda Pliyosene ait kumtaşları ve tuzlu Miyosen birimlerine ait öz direnç dağılımı görülmektedir. Mavi ile ifade edilen hacim kalın kömür tabakalarının yoğun olduğu bölgeleri göstermektedir (Şekil 16).



Şekil 16- Yüksek-Düşük görünür öz direnç dağılımı

Şekilde amaca uygun olarak yüksek öz dirençli alüvyonlar kırmızı renkli, mavi renk 5 Ohm.m.'den küçük bölümleri göstermektedir. Kesit KD-GB doğrultusu boyunca isteğe uygun olarak öz direnç dağılımı hakkında bilgi vermektedir (Şekil 17).



Şekil 17- Yüksek-Düşük Öz direnç - Açılı öz direnç kesiti

## SONUÇ

Kayaçların fiziksel özellikleri hakkında ön yargı taşınmamalıdır. Kayaçlar buldukları ortamın fizikokimyasal şartlarına göre bir takım elektriksel özellikler göstermektedirler. Tarihsel jeolojik süreç de ekonomik değer taşıyan pek çok cevherin oluşumunda etkin rol oynamaktadır. Dolayısıyla her hangi bir jeofizik yöntemle aranan bu cevher zenginleşmelerinin oluşum koşulları bilinmelidir. Bu değişik oluşum koşulları jeofizik verilerin modellenmesi aşamasında önem arz etmektedir. Jeofizik yöntemler kullanılarak elde edilen fiziksel parametreler ile jeolojik veriler ile bütünleştirildiği durumlarda bir anlam ifade edebilir. Kömür arama çalışmaları içinde bu koşullar göz ardı edilemez. Doğru akım yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmaların esasını direkt kömür değil; kömürün oluşabileceği ortamın tespiti esas alınmalıdır. Açılımın fonksiyonu olan DES eğrileri tek boyutlu modellenirken göz önüne alınması gereken en önemli faktör kömürün yaşıdır. DES eğrisinde kömürün yaşını ifade eden aralık kömür olu-

şabileceği tavan ve taban derinliklerini verecektir. Orta Anadolu Paleosen'den başlayarak Kuvaterner'e kadar devam eden süreç içerisinde yoğun volkanik faaliyetlere maruz kalmıştır (Karadağ, Karacadağ, Hasandağı, Melendiz dağı, Erciyes dağı). Bu volkanik faaliyetler Tuz gölü havzasına ürünlerini bırakmıştır. Bırakılan bu ürünler havzada evaporitik kalın tuz (Jips, NaCl) oluşumlarına neden olmuştur. Tuzluluk; birimler arasında özdirenç açısından bir farklılık oluşmasına olanak tanımamaktadır. DES eğrilerinin modellenmesinde belirleyici unsurlar; Eosen denizinin kapanması sonucu (orojenez) oluşan kalın evaporitik seviye, bir diğeri ise Üst Miyosen gölünün çekilmesi sonucu oluşan ikinci bir evaporitik seviyedir. Bu iki seviye DES eğrilerinin modellenmesinde gölsel ve denizel birimlerin ayırt edilmesinde klavuz seviyelerdir.

Çok elektrot tertipli doğru akım özdirenç cihazları yanal değişimlerin rahat görüntülenmesinde daha etkin olduğu gerçeği de profil çalışmalarında göz önünde bulundurulmalıdır.

## KAYNAKÇA

- MTA Orta Anadolu Endüstriyel Hammadde Aramaları Projesi Jeofizik Etüt Raporu; Aralık-2005
- Tuzgölü fay zonunun Neotektonik özellikleri ve Paleosismolojisi-2010

-<http://www.baktabul.net/kimya/157288-komur-nedir-nasil-olusur-komur-tarihcesi-komur-hakkinda.html>

-[http://www.geol.eng.ankara.edu.tr/lecture/notes/komur/15\\_turkiye\\_komur](http://www.geol.eng.ankara.edu.tr/lecture/notes/komur/15_turkiye_komur)