



Maden Tetkik ve Arama Dergisi

<http://dergi.mta.gov.tr>



ESKİŞEHİR GRABENİNİN NEOJEN STRATİGRAFİSİ VE SİSMİK YANSIMA ETÜDÜ İLE KÖMÜR ÇÖKELİM ALANININ ARAŞTIRILMASI

İlker ŞENGÜLER ^{a,*} ve Erdener IZLADI ^b

^a MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammade Etüt ve Arama Dairesi 06800 Ankara

^b MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Dairesi 06800 Ankara

Anahtar Sözcükler:
Eskişehir,
Stratigrafi,
Kömür,
Sismik Yansım

ÖZ

Çalışma alanı Eskişehir grabeni içinde Eskişehir ilinin doğusunda, Sevinç Mahallesi ile Ağapınar Köyü'nün kuzeyinde yer alır. Sahada temel kayalar Paleozoyik yaşlı metamorfikler ve Mesozoyik yaşlı ofiyolitler oluşturur. Temel kayaları üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı çökeller gelir. Miyosen yaşlı çökellerin tabanında çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşından oluşan m1 serisi yer alır. Üzerine gelen m2 serisi, tabandan tavana doğru yer çakıllı, yeşil renkli kiltaş, kömür, gri renkli kumtaşı, koyu gri yeşil renkli silttaş, bitümlü marn, kiltaş, kömür ve yeşil renkli kiltaş, kumtaşı, ince taneli çakıltaşı ardışımından oluşan bir istif sunar. Daha üstte ise, yer yer gözlenen kireçtaşı ve çakıltaşından oluşan m3 serisi ile gevşek çakıltaşı, kiltaş düzeylerinden oluşan Pliyosen yaşlı çökeller yer alır. Neojen yaşlı çökeller ile kaplı olan bölgede stratigrafik istif, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsatlarda yapılan araştırma ve rezerv sondajları ile belirlenmiştir. Havzada arazi şartları (ekili alanlar, sulama kanalları, porsuk çayı, demiryolu hattı vs) ve yapılan sondaj lokasyonları dikkate alınarak birbirini kesen iki hat üzerinde yüksek çözünürlüklü sığ sismik yansımaya verisi toplanmıştır. Toplanan bu veriler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Dairesi Sismik Etütler Birimi veri işlem merkezinde değerlendirilerek sismik yansımaya final kesitleri elde edilmiştir. Elde edilen sismik yansımaya kesitleri hatların üzerinden ya da çok yakından geçen sondaj verileri ile denetlenmiştir. Sismik kesitler genel olarak ele alındığında tüm kesitler boyunca sürekli olarak izlenebilen yansımaya yüzeyi (sarı renkli seviye) sismik temel girişi olarak belirlenmiş olup, sondaj verileri ile yapılan korelasyon sonucunda bu seviyenin ofiyolitlere karşılık geldiği saptanmıştır. Yorumlanmış kesitler üzerinde özellikle sismik temelin basamaklı süreksizlik yüzeyleri ile derinleştiği alanlarda izlenen ve sismik temel yamaçlarına yaslanan yansımaya yüzeyleri (yeşil renkli seviyeler) kömür-kil giriş-çıkış zonu olarak belirlenmiş ve bölgede devam eden sondaj çalışmalarından elde edilen veriler ile sismik kesitlerden yapılan jeofiziksel yorumların örtüştüğü ortaya konmuştur.

ABSTRACT

The study area is located within the Eskişehir Graben, north of Ağapınar village in the Sevinç district and east of Eskişehir City. Miocene deposits unconformably overlie the basement of Paleozoic metamorphites and Mesozoic ophiolites. The m1 series constituted by gravel, sandstone and claystone is observed at the base of Miocene deposits. The overlying m2 series, from bottom to top, represents a sequence of partly conglomerate, green claystone, coal, gray sandstone, dark gray to green siltstone, bituminous marl, claystone, coal, green claystone, sandstone and fine grained conglomerate. The m3 series of limestone and conglomerate is patchy and Pliocene deposits consisting of loose gravel, claystone overly them. The stratigraphical succession in the region covered by Neogene deposits has been investigated during surveys and reservoir drilling. High resolution shallow seismic reflection data were collected on two lines crossing each other considering field conditions (vegetated areas, irrigation channels, Porsuk River, railway line, etc.) and locations of boreholes made in the basin. These collected data were assessed in the Data Processing Center of the Seismic Research Division of the Geophysical Research Department (MTA), to produce the final sections of the seismic reflection. The data were then correlated with borehole data on or adjacent to the lines. The surface of reflection (yellow colored level) which could be continuously traced through all sections was deduced as the Paleozoic basement corresponded to ophiolites in borehole data. Reflection surfaces which are observed in areas, where the seismic basement deepened by multi-staged discontinuity surfaces of the seismic basement and rely especially on slopes of seismic basement, were determined as coal-clay contact zone. It was also revealed that, data obtained from drilling works continuing in the region correlate with geophysical interpretations made on seismic profiles.

Keywords:
Stratigraphy,
Charcoal,
Seismic Reflection

* Başvurulacak yazar : İ. ŞENGÜLER, ilker@mta.gov.tr

1. Giriş

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı ülkemizdeki Neojen havzalarında sondajlı aramalara başlamadan, havzada kömür çökeline uygun alanların ve kömürlü seviyelerin jeofizik yöntemlerle tespit edilebilirliğini araştırmaktır. Jeofizik araştırma yöntemlerinden olan sismik yansıma yöntemi, tabakalar halinde oluşan, üst/alt ve çevre birimlere göre yeterli akustik empedans farkı olan ortamlarda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Çalışma sahasında da kömür damarları, elastik özellikler bakımından çevre birimlerden önemli farklılıklar gösterdiğinden bu çalışmada sismik yansıma yöntemi uygulanmıştır.

Son yirmi yıllık süreçte 2B ve 3B yüksek çözünürlüklü sismik yansıma yöntemleri kömürün yapısal ve stratigrafik özelliklerini detaylı belirlemede çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Henson ve Sexton, 1991; Gochioco, 1991*a,b*; Miller vd., 1992; Pietsch ve Slusarczyk, 1992; Gang ve Goulty, 1997; Peters, 2005; Hendrick, 2006). Yüksek çözünürlüklü sığ sismik yansıma yönteminde düşey çözünürlük, kaydedilen verinin frekans spektrumu ve ilgilenilen tabakanın ara hızına bağlıdır. Çözümünebilir tabaka kalınlığı sismik dalgacığın hakim dalga boyunun dörtte birine eşittir (Widess, 1973). Bu çalışmada hakim sinyal frekansı 45 Hz. ve kömür ara hızı ortalama 1850 m/sn olarak tespit edilmiştir. Buna göre minimum çözümlenebilir tabaka kalınlığı yaklaşık 10 m bulunmuştur.

Kömür üretim aşamasında karşılaşılan en önemli maliyet yükselten problemlerin başında, kömür damarları boyunca yer alan jeolojik süreksizlikler gelmektedir. Sismik yansıma yöntemi, üretim planlaması aşamasında ortaya çıkacak bu tür problemleri önceden belirlemesi nedeniyle de ayrı bir önem taşımaktadır.

Kömür tabakalarının araştırıldığı sismik etütlerde, kömür damarının hem üst hem de alt sınırının belirlenmesi eşit derecede önem taşımaktadır. Bu nedenle bu tür havzalarda araştırma çözünürlüğünün yüksek olması tercih edilir.

Çalışma alanı Eskişehir'in doğusunda Sevinç Mahallesi ile Ağapınar köyünün kuzeyinde yer alır (Şekil 1). Başka bir ifade ile Eskişehir Fay Zonu'nun kuzeyinde, Eskişehir grabeni (Ocaoğlu, 2007) içindedir. Sahada temel kayalar Paleozoyik yaşlı metamorfikler ve tektonik ilişkili Mesozoyik

yaşlı ofiyolitler oluşturur (Şekil 2). Temel kayaları üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı çökeller gelir. Miyosen yaşlı çökellerin tabanında çakıltaşı, kumtaşı ve kıltaşından oluşan m1 serisi yer yer kırıklı, üzerine gelen m2 serisi tabandan tavana doğru yer yer kırıklı, yeşil renkli kıltaşı, kömür, gri renkli kumtaşı, koyu gri yeşil renkli silttaşı, bitümlü marn, kıltaşı, kömür ve yeşil renkli kıltaşı, kumtaşı, ince taneli çakıltaşı ardışımından oluşan bir istif sunar. Daha üstte ise yer yer gözlenen kireçtaşı ve çakıltaşından oluşan m3 serisi ile gevşek çakıltaşı, kıltaşı düzeylerinden oluşan Pliyosen yaşlı çökeller yer alır. Kuvaterner yaşlı alüvyon, güncel çökeller ve yamaç molozu kendinden yaşlı bütün birimleri uyumsuz olarak örter (Şekil 3).

2. Çalışma Yöntemleri

2.1. Veri Toplama

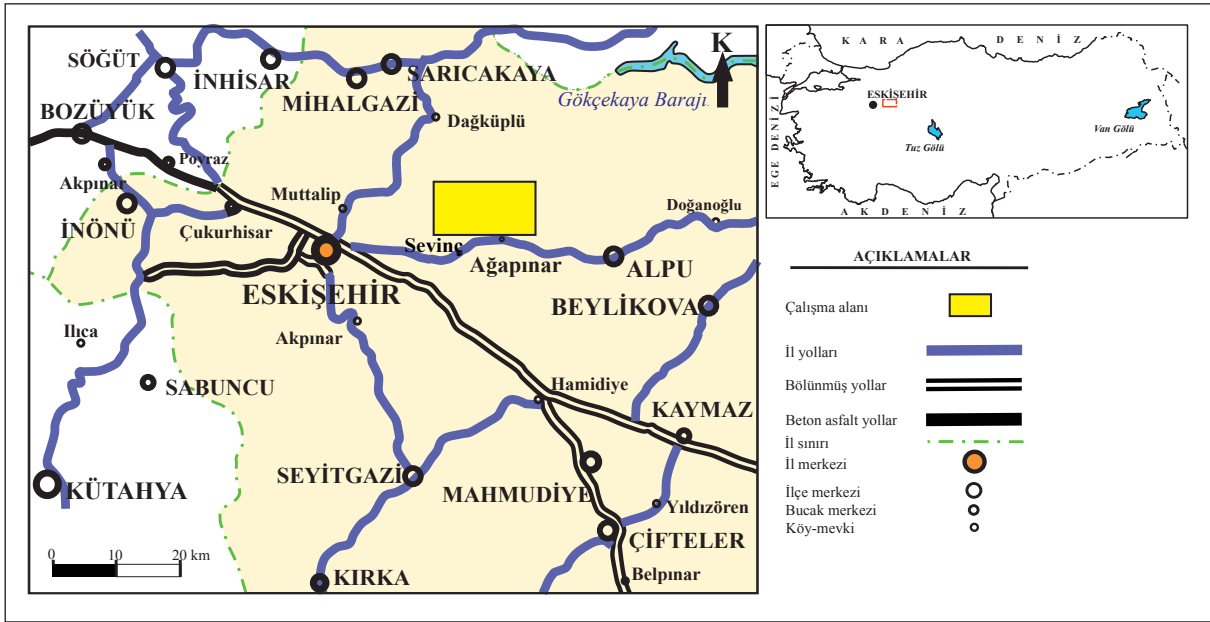
Sevinç-Ağapınar (Eskişehir) sahasında yapılacak çalışma için sismik program dizaynı ve arazi parametrelerinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda gerçekleştirilecek hatlar belirlenmiş ve sahada gözlemleri ile yerleri kesinleştirilmiştir. Bu bilgiler ışığında veri toplama ve kayıt parametrelerinin seçimi için ilgili hatlar üzerinde test atışları yapılarak QC (kalite kontrol) işlemleri sonucunda parametreler belirlenmiş ve değerlendirmeye alınmıştır.

Proje kapsamında yapılan sismik yansıma çalışmasında birbirini kesen kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu ESV0903 hattının uzunluğu 15.324 metre, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu ESV0904 hattının uzunluğu 7.452 metredir (Şekil 4).

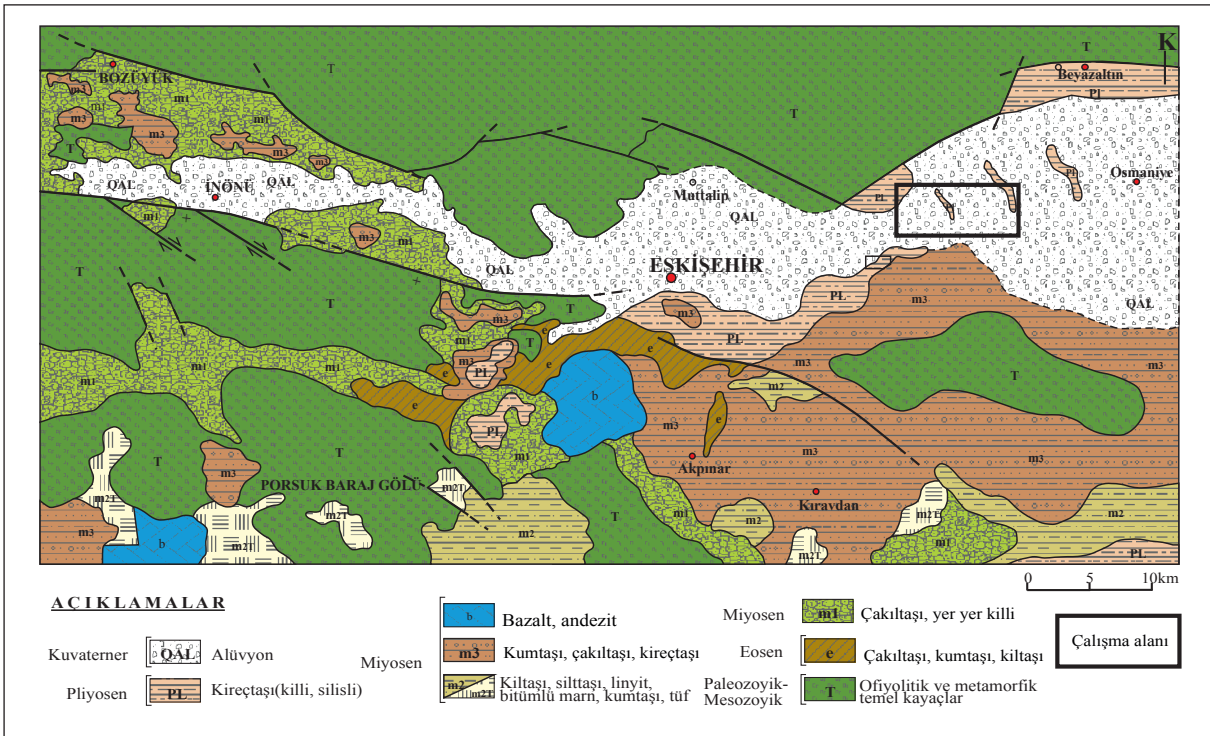
Test atışları için 240 kanal serim yapılarak 30 m den itibaren ofset miktarının artırılması düşünülmüştür. Kaynağa yakın olan izlerin atıştan kaynaklanan gürültülerden etkileneceği ve araştırmada ele alınan en sığ seviye göz önünde bulundurularak optimum mesafe belirlenmiştir.

Çalışmada Sercel 428 XL veri toplama ekipmanı kullanılmıştır. Sistem yer ekipmanı ve kayıt ekipmanından oluşmaktadır. Çalışmada sismik enerji, 2 adet (Mini Vib II) vibro sismik enerji kaynağı kullanılarak oluşturulmuştur.

Yeraltından bilgi alınmak istenen derinliğe, çalışmanın amacına, düşünülen yatay-düşey ayrımlılığa ve veri kalitesini arttırmaya yönelik olarak aşağıdaki parametreler seçilmiş ve yayım geometrisi olarak asimetrik yayım tercih edilmiştir (Çizelge 1).

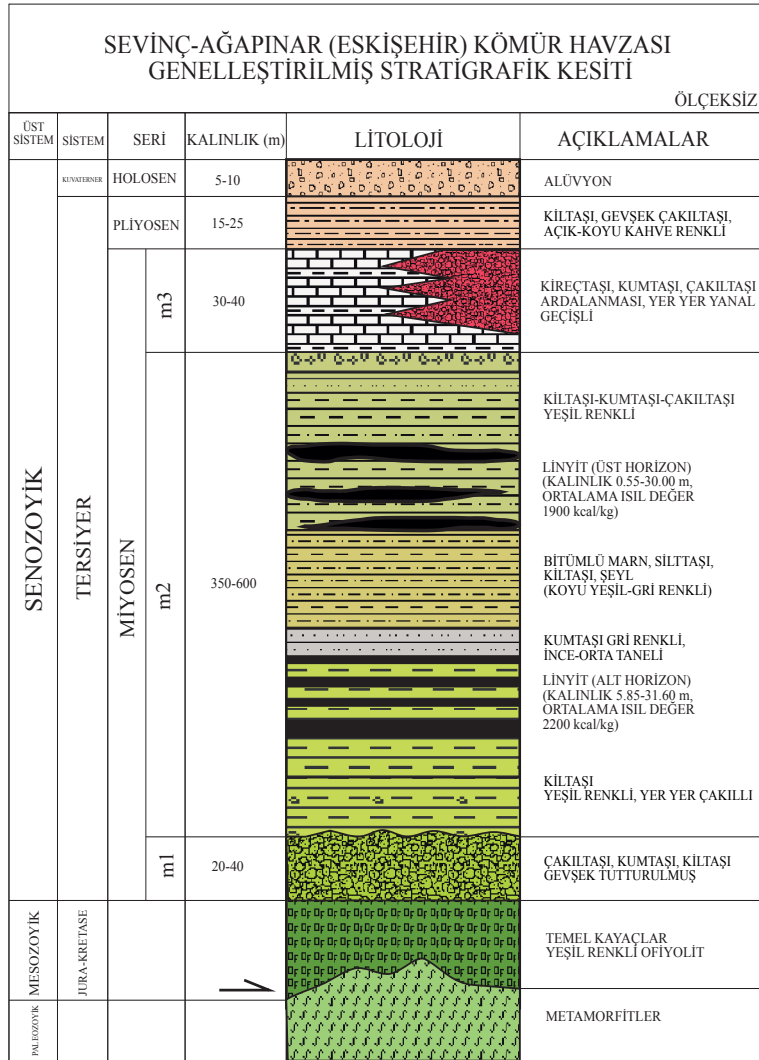


Şekil 1- Sevinç - Ağapınar (Eskişehir) kömür sahası yer bulduru haritası.



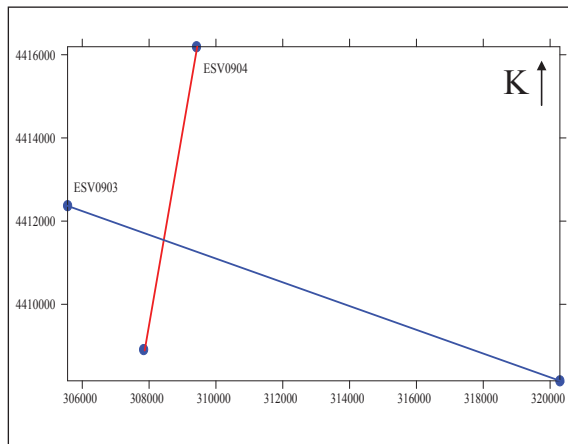
Şekil 2 - Eskişehir havzasının geliştirilmiş jeoloji haritası (Şengüler, 2011)

Eskişehir Grabeninin Kömür Çökelim Alanlarının Araştırılması



Şekil 3 - Sevinç - Ağapınar (Eskişehir) kömür havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şengüler, 2010)

Çizelge 1- Sismik yansıma çalışmasında uygulanan atış geometrisi ve kayıt parametreleri



Şekil 4 - ESV0903 ve ESV0904 hatlarının konumu

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Sweep Tipi | Lineer |
| Sweep Frekans aralığı | 20-200 Hz |
| Sweep Sayısı | 8 |
| Sweep Süresi | 8 Sn |
| Sweep Taper | 300 ms |
| Kayıt Boyu | 2 sn |
| Örneklemeye | 1 ms |
| Yayımlı Tipi | Asimetrik |
| Atış aralığı | 12m |
| Grup Aralığı | 6 m |
| Fold | 60 |
| Alıcı Düzeni in-line | 50cm (6'lı 2 string) |
| Offset | 48 m |

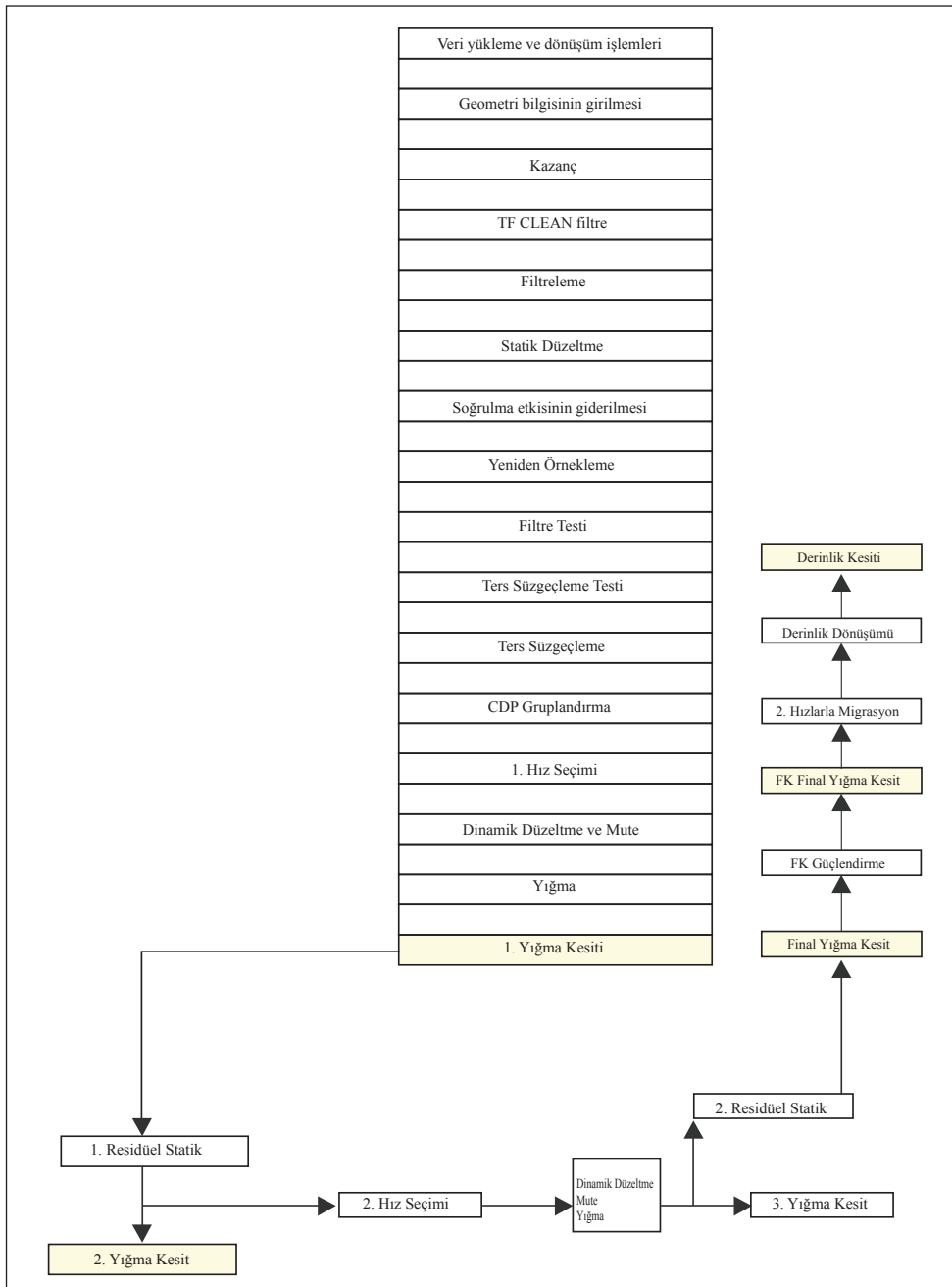
2.2. Sismik Veri İşlem

Sismik veri işleminde amaç, toplanan verilerin gürültülerden arındırılarak, çalışma amaç ve hedefine yönelik çeşitli veri işlem teknikleri ile anlamlı ve yorumlanabilir hale getirmektir.

Proje kapsamında yürütülen ve arazide toplanan veriler üzerinde veri işlem yapılarak en ideal sismik kesit elde edilmeye çalışılmıştır. ESV0903 hattının veri işlem aşamasında 1127 adet, ESV0904 hattının

veri işlem aşamasında 520 adet olmak üzere toplam 1647 (geçerli atış sayısı) adet atış noktası ele alınmıştır (Izladı vd., 2010).

Arazide toplanan veriler SEG D formatında kayıt edilmiş ve Disco Focus programında mevcut olan veri analiz modunda incelenerek her bir atışın kalite kontrolü yapılmıştır. Sismik Etütler Birimi için oluşturulan ve çalışma sahasında toplanan verilerin işlenmesi için de baz alınan temel veri işlem akış şeması aşağıda verilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5 - MTA Sismik Birimi genelleştirilmiş veri işlem akış şeması

3. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı Eskişehir'in doğusunda, Eskişehir Fay Zonu'nun kuzeyinde, Eskişehir grabeni içinde yer alır (Şekil 1).

3.1. Temel Kayaçları

Sahada temel kayaçları Paleozoyik yaşlı metamorfitle ve Mesozoyik yaşlı ofiyolitler oluşturur. Metamorfik kayaçlar havzanın kuzeyinde ofiyolitik kayaçlarla tektonik dokanaktır (Şekil 2). Bu tektonik ilişki kuzeyden güneye doğru ekaylı bir yapı şeklinde gelişmiştir (Gözler vd., 1996). Kıvrımlı, kırıklı ve çatlaklı bir yapı gösteren bu kayaçlarda kesin bir kalınlık söylemek çok zordur. Ancak şistlerin yaklaşık 1000 metre, mermerlerin ise 200 metre kalınlık sundukları gözlenmektedir.

Düzenli bir istif göstermeyen ofiyolitli melanj; radyolaritler, radyolyalı kireçtaşları, çamurtaşları, serpantin, diyabaz, kireçtaşı, şist blokları ile yer yer serpantinleşmiş peridotit ve kısmen metamorfizma geçirmiş diyabaz ve gabrolarla temsil edilirler. Birimin rengi genelde koyu yeşil, kahverengi, kırmızı olup, radyolitlerde, çamurtaşlarında çok kıvrımlı ve kırıklı yapılar izlenmektedir. Peridotit naplarının dokanaklara yakın olan kısımlarında serpantinleşme yaygın olup, masifin içinde serpantinleşme oranı azalmaktadır. Peridotitler ve gabrolar inceleme alanının hemen kuzeyinde ve havzanın güneyinde büyük ve sivri tepeler oluşturmuştur.

Melanj, peridotit ve gabroyik kayalar birbirleriyle, metamorfitle ve metadetritikler de birbirleri ile tektonik ilişkilidirler. Bu ilişki oldukça kalın ve uzunluğu yer yer birkaç km boyunca takip edilen limonitleşmiş, karbonatlaşmış silisifiye listvenit zonları ile belirlenmektedir (Gözler vd., 1996).

3.2. Miyosen Çökelleri

Havzanın temelini oluşturan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayaçlar üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı çökeller gelir. Miyosen yaşlı çökellerin tabanında çakıltaşı, kumtaşı ve kiltasından oluşan m1 serisi yer alır. Üzerinde ise m2 ve m3 serileri yer alır (Şekil 3).

3.2.1. m1 Serisi

Miyosen yaşlı kayaçların tabanını oluşturan m1 serisi kalın ve çok kalın tabakalı, kırmızı, sarımsı boz, gri ve açık gri renklerde, çoğunlukla kırmızı ve

kahverengi-kırmızı rengi ile belirgindir. Bu birim, üzerine geldiği kendisinden daha yaşlı birimlerin çakıl boyutundan blok boyutuna kadar değişen parçalarını içeren konglomera ve çakıltaşı ile başlar (Siyako vd., 1991). Konglomeraların çakılları çoğunlukla şist, mermer, radyolarit, çört, gabro, diyabaz, serpantin ile granodiyorit ve kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Havzada konglomeraların çimentosu ultramafiklere yakın yerlerde genellikle dolomittir. Lisvenitleşmenin yoğun olduğu yerlerin yakındaki konglomeralarda çimento kalsedon ve limonit olup metamorfik ve karbonatlara yakın yerlerdeki konglomeralarda ise çimento CaCO_3 olarak görülür (Gözler vd., 1996).

3.2.2. m2 Serisi

m1 üzerine gelen m2 serisi tabandan tavana doğru yer yer çakıllı, yeşil renkli kiltası, kömür, gri renkli kumtaşı, koyu gri yeşil renkli silttaşı, bitümlü marn, kiltası, kömür ve yeşil renkli kiltası, kumtaşı, ince taneli çakıltaşı ardışımından oluşan bir istif sunar. İstif çoğunlukla yeşil ve sarı renkli olup yer yer alacalı renktedir. Çok ince tabakalı olarak görülen kiltası ve marnların alt seviyeleri kırmızı ve morumsu kırmızı renklerde olup, üste doğru yeşil renge geçer.

m2 serisinin sarı renkli kısımları, genellikle kiltası ve marnların üst seviyelerinde yer alır. Marnlar arasında yer yer ince kumlu kireçtaşı bantları, sarı-sarımsı boz renkli kumlu kireçtaşları içerisinde de kuvarsit, mermer, ofiyolit, radyolarit ve granodiyorit çakılları görülür. Marn kiltası düzeyleri içinde konglomera ile geçişli ince kumtaşı seviyeleri görülmekte olup inceleme alanında alt kömür damarı üzerinde yer alan ve 2-5 m arasında değişen kalınlıklar sunan gri renkli, ince orta taneli kumtaşı tabakası ayırtman özelliğindedir (Şengüler 2011). m2 serisinin kalınlığı havzanın derin kesimlerinde 350-600 m arasında değişmektedir. Ancak çalışma alanında bu kalınlık 400 m kadardır (Şekil 3).

m2 serisi içinde tüf ve tüfite özellikle havzanın güneyinde rastlanır. Bu birimler beyaz, alacalı, pembemsi ve tuğla kırmızısı renklerde ince piroklastik malzemelerden oluşmuştur. Havza kenarında kaynamış tüf, havza içinde ise marn ve kil arakatlı tüfit olarak görülürler. Marn ve killer genellikle yeşil, sarı, boz, yer yer alacalı renklerde olup havzanın en derin kesiminde görülür. Marn ve killer arasında yer yer çok ince bantlar halinde kireçtaşlarını görmek mümkündür.

Konglomera veya kumtaşları üzerine geldiği

yerlerde marn ve killerin alt seviyelerinde kömür oluşumları gözlenir. Sevinç-Ağapınar kuzeyinde kömür ve bitümlü marn oluşumu 250 m ile 450 m arasındaki derinliklerde yer alır (Şengüler 2010). Sahada kömürleşme iki horizon halindedir. Kömürlerin ısı değeri 1500-3000 kcal/kg arasında değişmekte olup, ortalama ısı değeri 2050 kcal/kg'dır. Yine ortalama olarak nem % 34, kül %32, uçucu madde %21, sabit karbon %13 ve kükürt % 1.5'dir. Alt kömür horizonu ile üst kömür horizonunda ortalama kömür kalınlıkları farklı olup, sahada her iki horizon için ortalama kömür kalınlığı 13-14 m civarındadır.

Tüfit ve marn ara katkıları özellikle havzanın güneyinde olağandır. Altındaki birim ile yanal ve düşey geçişli olup, genellikle konglomera-kumtaşı (m1) ile giriktir. Üstteki tüfitler ile de aralanmalı bir düşey geçiş olduğu yerler yine havzanın güney kesimlerinde gözlenmektedir. Konglomera kumtaşları ve tüfitler içerisinde kireçtaşı arakatıkları görülmekte, ayrıca kireçtaşları arasında da merceknel ve kamalanmalı tüfit ile konglomeralara rastlanmaktadır.

3.2.3. m3 Serisi

Daha üstte yer yer gözlenen kireçtaşı ve çakıltaşından oluşan m3 serisi yer alır. Kireçtaşı krem, beyaz ve gri renklerde olup, genellikle mercekler halinde görülür. Havzanın batısında silisifiye olmuş ve yer yer silis arabantlı, doğusunda poroziteli killi ve tüflü kireçtaşları şeklinde görülür ve aralanmada kumtaşı da gözlenir. Havzanın kuzeyinde, çalışma alanında kireçtaşları ile çakıltaşları yanal geçiş gösterir. Çalışma alanında birimin kalınlığı 30-40 m arasındadır (Şekil 3).

3.3. Pliyosen Çökelleri

Pliyosen çökelleri çalışma alanında krem, açık kahverenkli kıltaşı ve gevşek tutturulmuş çakıltaşı ile temsil edilir. m3 serisi üzerinde yer alan çakıltaşı düzeyleri kendisinden daha yaşlı tüm birimlerin çakıllarını içerir. Çakıl boyları 1-10 cm arasında değişmekte olup, birimin kalınlığı çalışma alanında 15-25 m arasındadır.

3.4. Kuvaterner Çökelleri

Kuvaterner yaşlı alüvyon, güncel çökeller ile yamaç molozu uyumsuz olarak kendinden yaşlı bütün birimleri örter (Şekil 3).

4. Sondaj Çalışmaları

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsat alanlarında "Eskişehir Havzası Kömür Aramaları Projesi" kapsamında 2008 yılında başlatılan rezerv tespitine yönelik sondaj çalışmaları devam etmektedir. Proje kapsamında yürütülen arama ve rezerv sondajlarından bazıları (çalışmada değerlendirilen) sismik hatlar üzerinde ve yakınında yer almakta olup, bunlar şekil 4' de mavi noktalar ile gösterilmiştir.

5. Sismik Yansıma Kesitlerinin Jeolojik ve Jeofizik Yorumu

2009 yılı çalışma döneminde Eskişehir'e bağlı Sevinç Mahallesi ve Ağapınar Köyü kuzeyindeki MTA Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsat alanlarında yürütülen sismik yansıma çalışmalarında, iki hat üzerinde sismik kesit oluşturulmuştur. Bu kesitlerin veri işlemi Jeofizik Etütleri Dairesi Sismik Veri İşlem Merkezinde tamamlandıktan sonra yorumlanmış ve jeolojik ortamın ana yapı unsurları belirlenmeye çalışılmıştır.

Sismik yansıma yönteminde sismik veri işlem sonrası çıkan ürün bir sismik zaman kesitidir. Sismik zaman kesitinde yatay eksen, mesafe olarak metre cinsinden arazide ölçülmüş sismik hat üzerindeki CDP numaralarını göstermektedir. Düşey eksen ise saniye cinsinden gidiş-geliş (seyahat zamanını) göstermektedir.

Sözü edilen yorumlanmış iki adet sismik zaman kesitinin hatlara yakın olarak açılmış olan sondaj litolojileri ile denetirilerek yapılan değerlendirmesinde, sismik veri işlem aşamasındaki elde edilen ortalama hızlar kullanılmıştır. Bu hızlar gerçek formasyon tabaka hızlarını temsil etmez ancak yaklaşım gösterir. Eğer çalışma sahasında açılan sondaj kuyularında; düşey sismik profil (VSP) ölçüsü, kontrol atışları (check shot) ve/veya jeofizik kuyu log ölçüsü (yoğunluk, sonik) bilgileri elde edilememiş ise sadece veri işleminden elde edilen ortalama hızlar kullanılarak hesaplanan derinlikler, gerçek derinliklere tahmini bir yaklaşım olur.

Sismik kesitler genel olarak değerlendirildiğinde, tüm kesitler boyunca sürekli olarak izlenebilen yansıma yüzeyi (sarı renkli seviye), sismik temel girişi olarak belirlenmiştir. Yorumlanmış kesitler üzerinde özellikle sismik temelin basamaklı süreksizlik yüzeyleri ile derinleştiği alanlarda izlenen ve sismik

temel yamaçlarına yaslanan yansıma yüzeyleri (yeşil renkli seviyeler) kömür-kil giriş-çıkış zonu olarak belirlenmiştir.

Yorumlanmış sismik zaman kesitlerinde izlenebilen yansıma yüzeylerinde gözlenen süreksizliklerin kırık hatlarına karşılık geldiği düşünülmektedir. Büyük bir olasılıkla havza, ESV0903 hattında 14063-15280 no.lu CDP noktalarına ve ESV0904 hattında 22120-23640 nolu CDP noktalarına karşılık gelen kırık hatlarının etkisiyle derinleşmekte olup, kendi içerisinde de basamaklı ve kırıklı bir yapı göstermektedir. Bu CDP noktalarından itibaren sismik temel de kuzey-güney yönünde ve doğu-batı yönünde yükselim göstermektedir. Ayrıca havzada sismik temel ile yer yer örtü seviyelerini de kesen kendi içerisinde basamaklı ve oldukça kırıklı bir yapı gözlenmektedir.

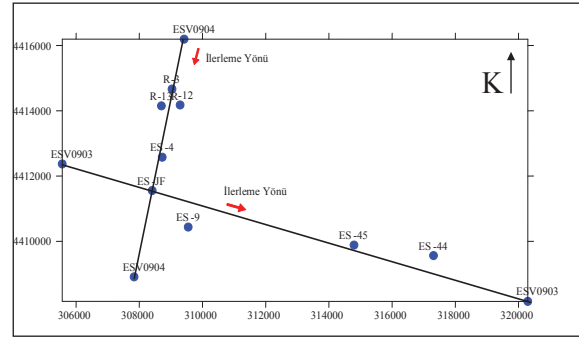
5.1 ESV0903 Hattı

Yorumlanmış zaman kesiti üzerinde sismik temel olarak belirlenen seviye için hat boyunca olası en derin yerin; Hız analizi sonucu elde edilen ortalama hızın 14560-14600 CDP noktaları arasında yaklaşık 2030 m/sn olduğu göz önüne alınarak, 650 m olduğu saptanmıştır.

Hattın üzerindeki ES-JF kuyusu, ES-44 kuyusu, ES-45 ve ES-9 kuyusu karşılık gelen CDP noktasında ölçekli olarak kesite yerleştirilmiştir (Şekil 6). Yapılan çalışmada kömür-kil zonu olarak belirlenen seviye ile kuyuda kesilen kömürlü seviye birebir örtüşmektedir. ES-JF kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önüne bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1871 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan kömür başlangıç olası derinliği 355 m. belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 356.15 m ile hemen hemen yaklaşık olarak örtüşmektedir. Hat üzerindeki ES-9 kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önünde bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1867 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan kömür başlangıç olası derinliği 399 m belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 376.15 m ile yaklaşık olarak örtüşmektedir. Hattın yakınlarında bulunan ES-44 ve ES-45 kuyularında herhangi bir kömür emaresine rastlanmamıştır.

5.2. ESV0904 Hattı

Yorumlanmış zaman kesiti üzerinde sismik temel olarak belirlenen seviye için hat boyunca olası en



Şekil 6 - Hatların üzerinde ve yakınında olan sondajların konumu

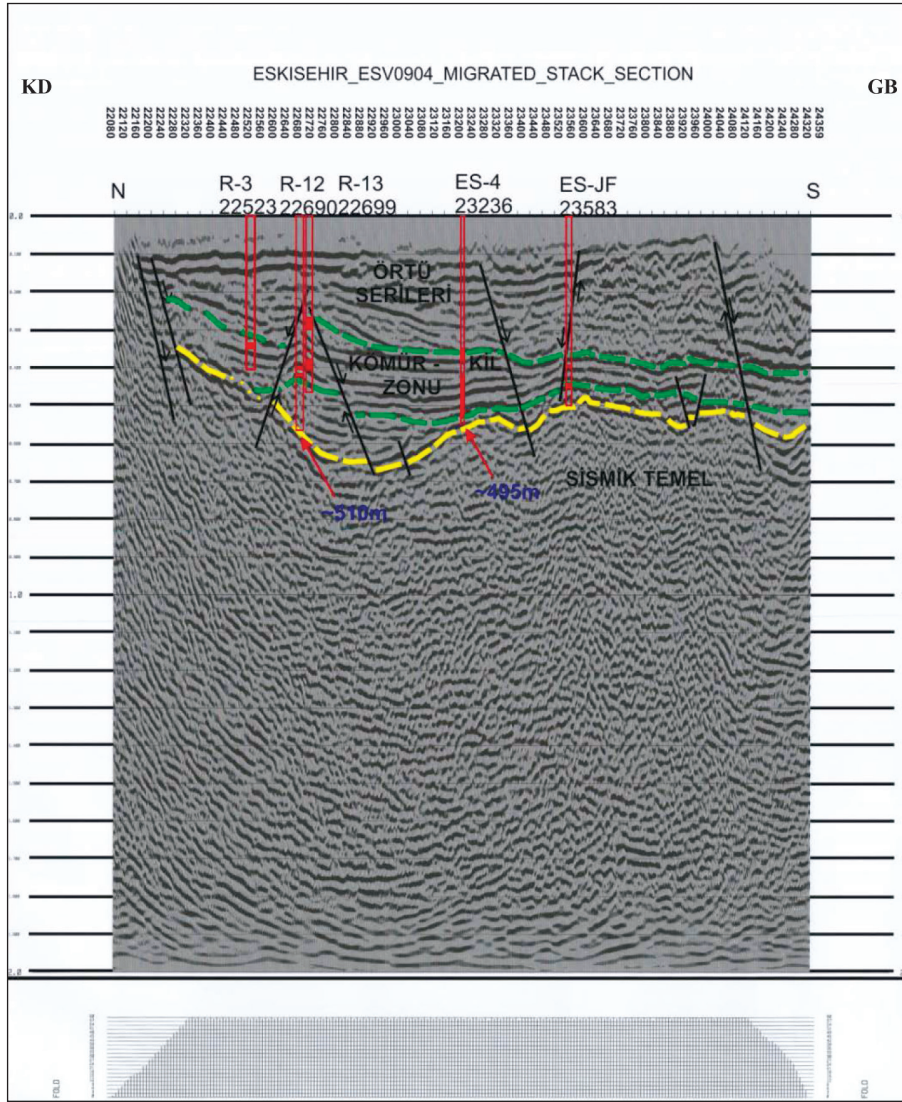
derin yerin; Hız analizi sonucu elde edilen ortalama hızın 22840-22880 CDP noktaları arasında yaklaşık 2100 m/sn olduğu göz önüne alınarak, 741 m olduğu saptanmıştır.

Hattın üzerindeki R-3 kuyusu, R-12 kuyusu, R-13 kuyusu, ES-4 ve ES-JF kuyusu sismik kesit üzerine denk gelen CDP noktalarına ölçekli olarak oturtulmuştur. Yapılan çalışmada kömür-kil zonu olarak belirlenen seviye ile kuyuda kesilen kömürlü seviye birebir örtüşmektedir (Şekil 7). ES-JF kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önüne bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1810 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan olası kömür-kil zonu olası başlangıç derinliği 348 m belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 356.15 m ile hemen hemen örtüşmektedir.

Hat üzerindeki ES-4 kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önünde bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1808 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan kömür-kil zonu olası başlangıç derinliği 316 m. Olarak belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 316.7 m ile örtüşmektedir.

Hat üzerindeki R-3 kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önünde bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1814 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan kömür-kil zonu olası başlangıç derinliği 290 m belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 304.85 m ile yaklaşık olarak örtüşmektedir.

Hat üzerindeki R-12 kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önünde bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1819 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan kömür-kil zonu olası başlangıç derinliği



Şekil 7 - ESV0904 hattına ait migrasyonlu yorumlanmış yığma kesiti

364 m belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 358.8 m ile hemen hemen örtüşmektedir.

Hat üzerindeki R-13 kuyusuna denk gelen CDP noktalarındaki ortalama hızlar göz önünde bulundurularak belirlenen kömür hızının yaklaşık 1818 m/sn olduğu tespit edilmiştir. Bu hız kullanılarak hesaplanan kömür-kil zonu olası başlangıç derinliği 250 m olarak belirlenmiştir. Bu da elimizdeki sondaj verilerine göre belirlenen 243.3 m ile hemen hemen örtüşmektedir. Sismik kesitler üzerindeki tüm sondaj kuyu jeoloji logları yapılan çalışmada derinliğin izafi olarak görülebilmesi amacıyla ölçekli olarak hatlar üzerine yerleştirilmiştir.

Sahada sismik yansıma çalışması tamamlandıktan sonra açılan sondaj verileri de kömürlü sahalarda sismik yansıma yönteminin kullanılabileceğini göstermektedir. 2010 yılında sahada gerçekleştirilen sondaj çalışmalarından sismik hatlar üzerine denk gelen kuyular (Şekil 8) incelendiğinde, bu kuyular ile 2009 yılında yorumlanmış yığma kesit üzerinde belirlenen kömürlü zonu uyumluluğu çok disiplinli çalışmaların hem ekonomik açıdan hem de zaman açısından ülke ekonomisine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Veri işlem merkezinde yapılan sismik proses neticesinde, ESV0903 hattı üzerine denk gelen R230 sondajı için ortalama hız 1817 m/sn kullanılmıştır. Bu hız kullanılarak yapılan derinlik dönüşümünde 15610

no.lu CDP noktasında kömürlü zona giriş derinliği 410 m bulunmuştur. Aynı noktada yapılan sondajda kömürlü zona 399 m'de girilmiştir. ESV0904 hattı üzerine denk gelen R34 sondajı için ortalama hız 1810 m/sn kullanılarak yapılan derinlik dönüşümünde, 23909 no.lu CDP noktasında kömürlü zona giriş derinliği 348 m bulunmuştur. Aynı noktada yapılan sondajda kömürlü zona 306 m'de girilmiştir. Hatlara ait ortalama hız anomali kesitleri şekil 9 ve şekil 10 da verilmiştir.

6. Sonuçlar

Yukarıda görülebilir ki; kömürlü zona giriş için veri işlem aşamasında hesaplanan derinliklerle, sondajların kömürlü zona giriş değerleri arasında küçük farklar vardır. Bunun sebebi, veri işlem aşamasında hesaplanan ve kullanılan hızların, ortamın gerçek hızları ile tamamen aynı olmamasıdır. Ortamı temsil eden en ideal hızlar Sonik log ve Check shot gibi yöntemlerden elde edilebildiği için hesaplanan derinlikler, gerçek derinliklere en iyi yaklaşımı sağlayacaktır. Ancak bu yöntemler kullanılmadığı durumlarda ise veri işlem aşamasında hesaplanan hızlar kullanılarak derinlik dönüşümleri yapılır ve gerçek derinliklere bir yaklaşım sağlanır. Sonuç olarak tüm yöntemler ortamın gerçek hızına bir yaklaşım sağlar ve yukarıda verilen derinlik değerlerindeki farklılıklar, veri işlem aşamasında seçilen hızlardan

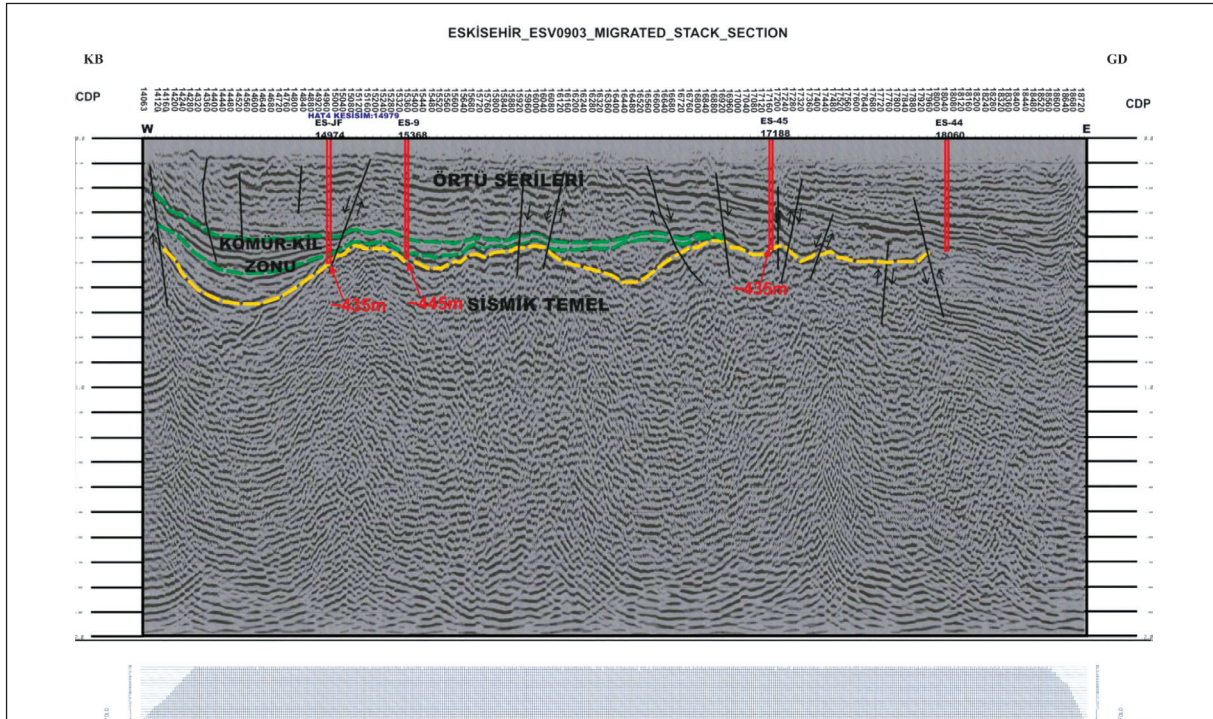
hesaplanan derinlikler için kabul edilebilir sınırlar içerisinde dir.

Yorumlanmış ESV0903 ve ESV0904 kesitleri üzerinde, özellikle sismik temelin sağlı sollu basamaklı kırık hatların etkisiyle derinleştiği alanlarda izlenen yansıma yüzeyleri (yeşil renkli seviyeler), kömür-kil zonuna giriş ve çıkışlar olarak belirlenmiştir. Sahada yapılan sondaj verileri ile de karşılaştırıldığında belirlenen bu seviyelerin litolojik birim sınırları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

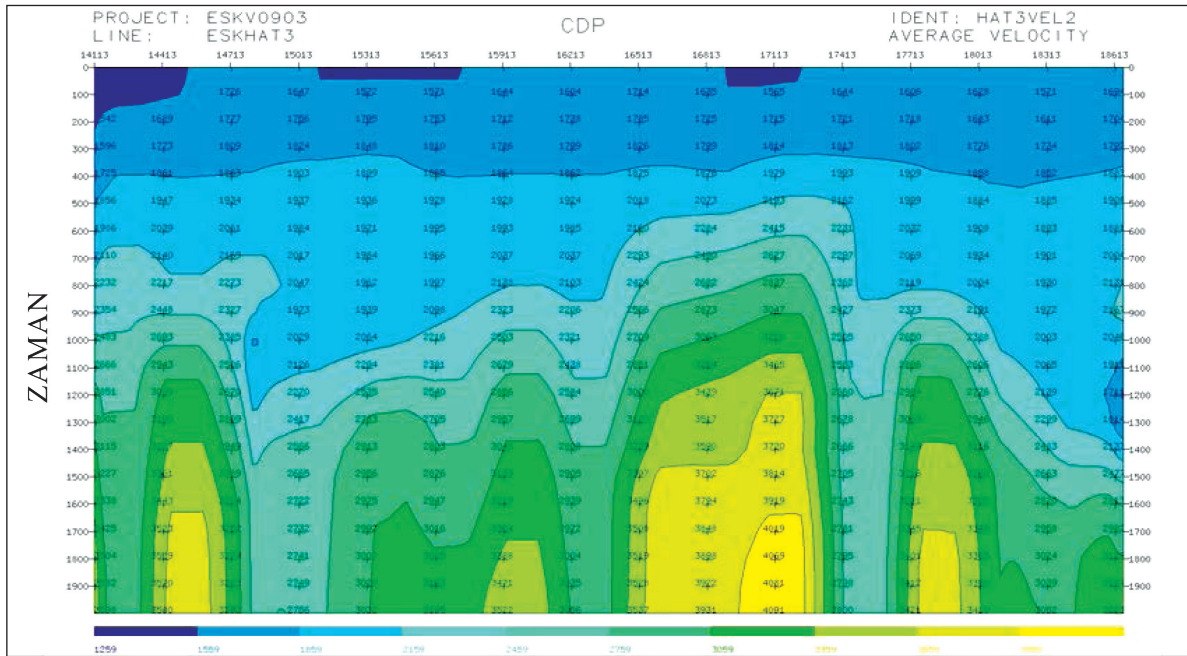
Çalışma sahasının batısında özellikle ESV0904 hattının olduğu bölgede sismik temelin derinleştiği ve kömür kalınlığının fazla olduğu görülmektedir.

Yorumlanmış sismik zaman kesitinde izlenebilen yansıma yüzeylerinde gözlenen süreksizliklerin kırık hatlarına karşılık geldiği düşünülmektedir. Büyük bir olasılıkla havza karşılıklı kırık sistemlerinin etkisiyle yer yer derinleşmekte ve kendi içerisinde basamaklı ve kırıklı bir yapı göstermektedir. Bu olgu geçmiş yıllarda Eskişehir Havzasında yapılan rezistivite çalışmaları ile elde edilen kesitler ile de uyumludur.

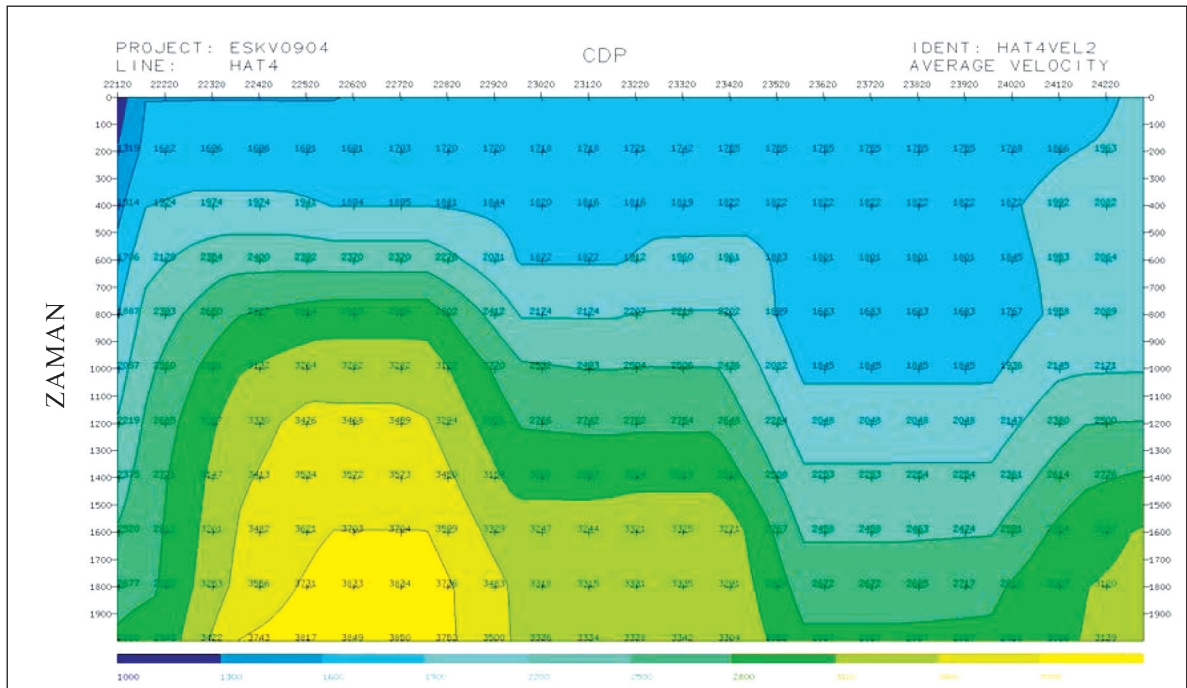
Proje kapsamında yapılan tüm bu çalışmalar, jeofizik yöntemlerin jeolojik veriler desteğinde örtülü Neojen alanlarında temel topoğrafyasının tespitinde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 8 - ESV0903 hattına ait migrasyonlu yorumlanmış yığma kesiti



Şekil 9 - ESKV0903 Sismik hattına ait ortalama hız anomali kesiti



Şekil 10 - ESKV0904 Sismik hattına ait ortalama hız anomali kesiti

Katkı Belirtme

Bu çalışma Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı tarafından yürütülen “Eskişehir Havzası Kömür Aramaları Projesi” kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Saha çalışmalarından önce literatür araştırmaları, incelenen havadan manyetik ve rejyonal gravite haritaları ve çalışmanın amacına uygun olarak sismik program dizaynı ile hatların konumlandırılması Jeofizik Y. Müh. Korhan Köse ve Jeofizik Y. Müh. Vasfi Pektaş tarafından yapılmıştır.

Arazide toplanan veriler, Jeofizik Etütleri Dairesi Sismik Etütler Birimi Veri İşlem Merkezinde Jeofizik Y. Müh. Z. Rezzan Özerk ve Jeofizik Y. Müh. Sinem Aykaç tarafından işlenerek yoruma hazır hale getirilmiştir.

Sismik yansıma çalışmalarında, iki hat üzerinde sismik kesit oluşturulmuş ve bu kesitlerin veri işlemi Jeofizik Etütleri Dairesi Sismik Veri İşlem Merkezinde tamamlandıktan sonra A. Tolga Toksoy ve Abdullah Gürer tarafından yorumlanmıştır.

Çalışmaların değişik aşamalarında katkıları olan Jeoloji Y. Müh. Yılmaz Bulut, Jeoloji Müh. Korhan Usta, Jeoloji Müh. Mahir Sezgin, Jeofizik Müh. Semih Kutlu ve Jeofizik Müh. İmam Çelik'e, Jeofizik Etütleri Dairesi Laboratuvar Biriminin tüm çalışanlarına, sismik veri toplama ekibi ile harita teknikerlerine teşekkürlerimizi sunarız.

Geliş Tarihi : 23.07.2012

Kabul Tarihi : 20.11.2012

Yayınlanma Tarihi : Haziran 2013

Değerlenen Belgeler

- Gang, T., Goult, N. R. 1997. Seismic inversion for coal seam thicknesses: Trials from the Belvoir coalfield, England. *Geophysical Prospecting* 45, 535–549.
- Gochioco, L. M. 1991a. Advances in seismic reflection profiling in U.S. coal exploration. *The Leading Edge* 10, No. 12, 24–29.
- Gochioco, L. M. 1991b. Application of the seismic interactive interpretation work station for the coal industry. *Mining Engineering* 43, 1057–1061.
- Gözler, Z., Cevher, F., Ergül, E., Asutay, J. H. 1996. Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No. 9973* (yayımlanmamış), Ankara.

- Izladı, E., Toksoy, A.T., Kutlu, S., Pektaş, V., Aykaç, S., Özerk, Z. R., Öztay, E., Kurt, B. B., Gergin, Ş., Köse, K. 2010. Eskişehir-Alpu Neojen Havzasının Jeofizik Sismik Yansıma Etütü ile Araştırılması. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Dairesi Raporu, 1136*, Ankara (yayımlanmamış).
- Hendrick, N. 2006. Integrated P-Wave / PS-Wave Seismic Imaging for Improved Geological Characterisation of Coal Environments. ACARP Project C13029.
- Henson, H., Jr., Sexton, J. L. 1991. Preliminary study of shallow coal seams using high-resolution seismic reflection methods. *Geophysics* 56, 1494–1503.
- Miller, R. D., Saenz, V., Huggins R. J. 1992. Feasibility of CDP seismic reflection to image structures in a 220-m deep, 3-m thick coal zone near Palau, Coahuila, Mexico. *Geophysics* 57, 1373–13811.
- Ocakoğlu, F. 2007. A re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey. *Journal of Asian Earth Science* 31, 2, 91–103.
- Peters, T. 2005. The successful integration of 3D seismic into the mining process: Practical examples from Bowen Basin underground coal mines. 165–169.
- Pietsch, K., Slusarczyk, R. 1992. The applications of high resolution seismics in Polish coal mining. *Geophysics* 57, 171–180.
- Siyako, F., Coşar, N., Çokyaman, S., Coşar, Z. 1991. Bozüyük - İnönü - Eskişehir - Alpu - Beylikova - Sakarya Çevresinin Tersiyer Jeolojisi ve Kömür Olanakları. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No. 9281* (yayımlanmamış), Ankara.
- Şengüler, İ. 2010. Coal Explorations in Turkey: New Projects and New Reserves. Twenty-Seventh Annual International Pittsburgh Coal Conference (October 11-14, 2010). Abstract Booklet, 11, Istanbul, Turkey.
- Şengüler, İ. 2011. Eskişehir Sivrihisar Havzası Neojen Kompilasyonu ve Kömür Potansiyeli. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No. 11473* (yayımlanmamış), Ankara.
- Widess, M. B. 1973, “ How thin is a thin bed?” *Geophysics* 38, 6, 1176–1180.