

## JEOFİZİK YÖNTEMLERLE YANAL SÜREKSİZLİKLERİN İNCELENMESİ

### Investigation of Lateral Discontinuity by Using Geophysical Methods

Çağlar ŞAHAN<sup>1</sup>, Seray ŞİRANÜN<sup>1</sup>, Ramadan ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Ozan Ali AKSAKAL<sup>1</sup>, Ender KAYNAK<sup>1</sup>, Hande AVCIOĞLU<sup>1</sup>, Metin AŞÇI<sup>2</sup> ve Cengiz KURTULUŞ<sup>2</sup>

#### ÖZET

Bu çalışmada Kocaeli Kent Ormanı içerisindeki yer altındaki jeolojik değişimin belirlenmesi amacı ile uygulamalı jeofizik yöntemlerinden sismik kırılma, elektrik özdirenç, self potansiyel (SP) ve yer radarı(GPR) kullanılmıştır. Sismik kırılma çalışması kapsamında 3 hat boyunca 4 profil ölçü alınmış ve Vp hızları hesaplanarak, yer altı tabaka modeli çıkarılmıştır. Çok elektrotlu sistemle 3 farklı dizilim türünde alınan elektrik özdirenç ölçüleri ve aynı hatlar üzerinde alınan self potansiyel ölçüleri yer altındaki ana kaya seviyesini ve yanal değişimdeki süreksizlikleri göstermiştir. Yapılan yer radarı çalışmasında hedef derinliğe inilememiş ve çok sığ derinliğin formasyon türü hakkında bilgi vermiştir.

#### ABSTRACT

Seismic refraction, resistivity, self potential (SP) and Ground penetrating radar methods were conducted to determine the lateral discontinuity in the Kent Orman area. The measurements were taken at 4 profiles along 3 directions. The ground model was obtained from P-wave velocities determined. The multi-electrodes resistivity and self potential measured data collected along the same profiles represented the level of the basement rock and lateral discontinuities. The GPR measurements did not show the deep rocks, but gave information about the type of the shallow formation.

## GİRİŞ

Yeryüzünde yanal yönde var olan değişimlerin gözlemler dışında tespit edilebilmesi ancak jeofizik yöntemlerle olur. Kullanım alanlarına göre tüm jeofizik yöntemler bu belirlemeyi yapabilir. Örneğin gravite yöntemi iki farklı yoğunluklu, özdirenç yöntemi iki farklı özdirençli, elektromanyetik yöntem iki farklı iletkenlikli, sismik yöntem iki farklı yoğunluklu (bağlı olarak hız) birim bir araya gelmiş ise bu değişim arakesitini bulabilir.

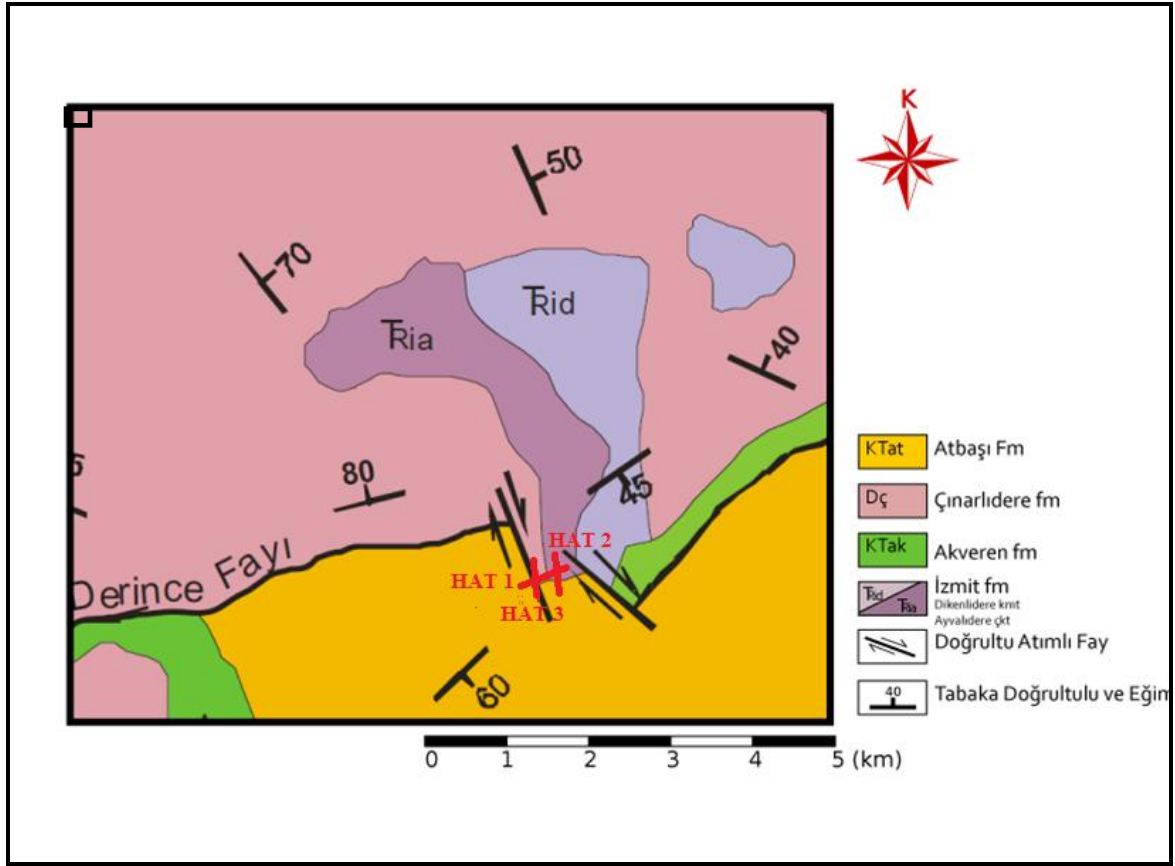
Bu çalışmamızda İzmit formasyonu ile Atbaşı formasyonu arasında bulunan yatay jeolojik geçişin jeofizik yöntemlerle ortaya konması için yapılmıştır. Bu amaçla yer radarı(GPR), çok elektrotlu özdirenç, sismik kırılma ve self potansiyel (doğal uçlaşma) yöntemleri uygulanmıştır. Bunun için yaklaşık 300 m boyunda üç profil seçilmiştir. Profillerin ikisi birbirine paralel üçüncüsü ikisini çapraz kesecek şekilde seçilmiştir.

## İNCELEME ALANININ YERİ VE GENEL JEOLJİSİ

İnceleme alanı, İzmit Kent Ormanı ve civarını kapsamaktadır. Alanın genel jeolojik özelliklerine bakıldığında; bölgede en yaşlı birim Trias yaşlı İzmit Formasyonudur (Tri). Bu formasyonun üzerine Kretase-Tersiyeer yaşlı Atbaşı formasyonu (KTat) gelmektedir (Şekil 1).

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Umuttepe Kampüsü 41300, İzmit/Kocaeli

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi



**Şekil 1.** Çalışma sahası jeoloji haritası ve çalışma sahasında ölçü alınan profilleri (Çakır 2000'den uyarlanmıştır)

**Figure 1.** Geology and profile map of the investigation area (Adopted from Çakır 2000)

### **İzmit Formasyonu (TRia ve TRid)**

Kocaeli Yarımadası'nın çeşitli kesimlerinde mostra verir. Sopalı formasyonunun açılı diskordansla örter Kumtaşı kilaşı ve konglomeratik seviyelerden oluşur. Birimin rengi koyu kırmızı ve yer yer koyu yeşil renklidir. Birimin kalınlığı 750-1000 m. dolayındadır. Birim Paleozoik yaşlı birimler üzerinde diskordan olarak bulunur. Baykal, (1943) birime Alt Triyas (Sikitiyen) yaşını vermiştir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda bu yaş ortak görüş olarak belirtilebilir (Baykal 1943; Erguvanlı 1949; Abdüsselamoğlu 1963; Altınlı 1968).

### **Atbaşı Formasyonu (KTat)**

Birim, yeşil, grimsi yeşil ve yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı, şeyl, kil taşı ve marndan oluşur. Seyrek olarak, ara tabakalar halinde ince kumtaşı içerir. Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Atbaşı köyünden (Sinop-Ayancık arası) adlandırılmıştır. Kocaeli Yarımadası'nda yüzeylenen aynı yaş aralığı ve benzer kaya türündeki birimler kuzey alanlarda (Şile ve doğusunda) Baykal (1943) tarafından Eosen dönemine ait "Mavi marnlar" ve "Gri renkli kumtaşları"; güney alanlarda ise (Gebze-İzmit arası kuzeyi) Altınlı (1968) tarafından, "Korucu formasyonu" adı altında incelenmiştir. Ölçülü stratigrafik kesiti olmasına (Altınlı, 1968) karşın, bu çalışmada, isim birlikteliği sağlamak amacıyla, söz

konusu birimler için yaygın olarak kullanılan “Atbaşı Formasyonu” adı benimsenmiştir. Birim, Akveren Formasyonu için belirtilen alanlarda yaygın olarak izlenir.

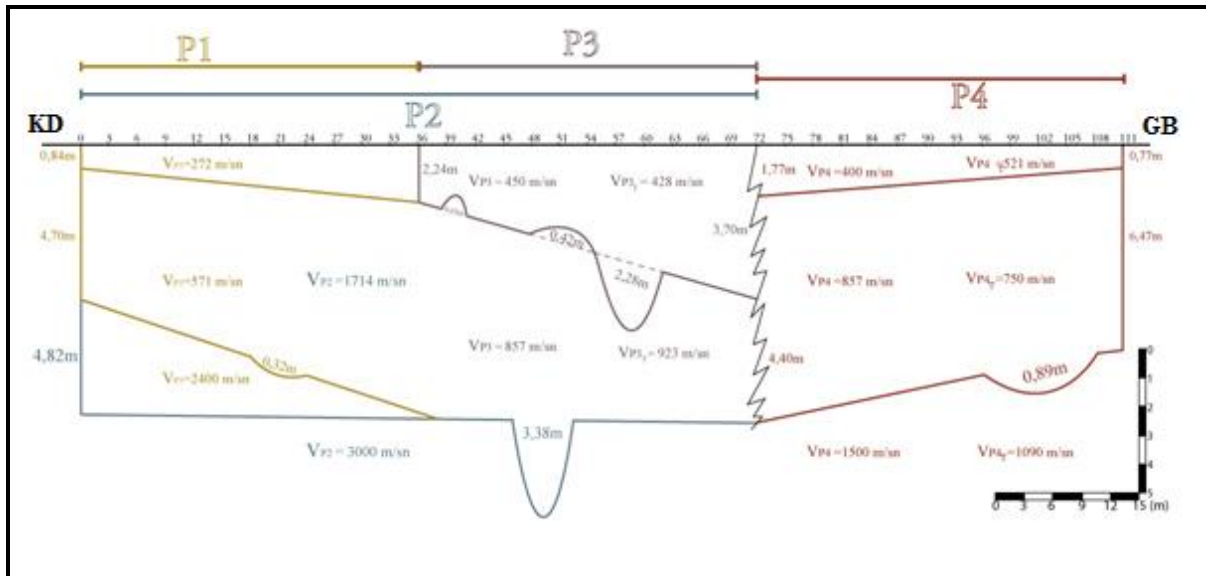
## ARAZİ ÇALIŞMALARI

Kent Orman bölgesindeki jeolojik geçişin ortaya çıkartılması için 3 hat boyunca 4 profil sismik kırılma ve buna ek olarak aynı hatlar üzerinde çok elektrotlu öz direnç, self potansiyel ve yer radarı yöntemleri yapılmıştır.

### Sismik Kırılma Çalışması

Bu çalışmada, GEOMETRICS model, 12 kanallı sismik kırılma cihazı kullanılmıştır. Çalışmalarda jeofon aralığı 3.0 m ve ofset aralığı P1, P3 ve P4 atışlarında 3.0 m P2 atışında ise, daha derinlere ulaşmak amacıyla 36.0 m olarak alınmıştır.

Arazinin üstünde yapılacak olan jeofizik ve jeolojik araştırmalarda esas teşkil etmek üzere tabaka hızlarının bulunabilmesi için Hat 1(Şekil 1)'in üzerinde 4 profil Sismik Kırılma ölçümü yapılmıştır. Tabakalardan bulunan P dalgası hızlarına göre yer altı tabakalanma kesiti hesaplanmış ve çizilmiştir(Şekil 2).



Şekil 2. Sismik hızlardan elde edilen yeraltı kesiti, (KD-GB)

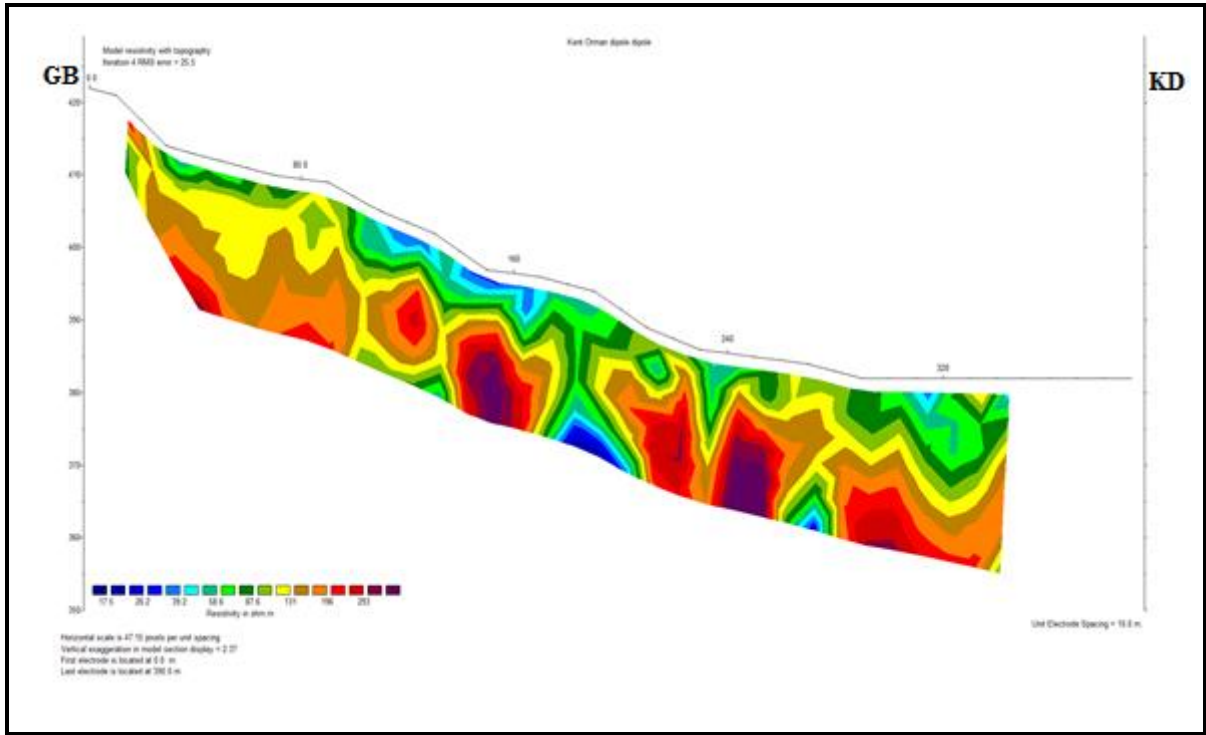
Figure 2. The cross section of investigation area determined from seismic velocities, (NE-SW)

Yapılan çalışmadan elde edilen  $V_p$  hızlarına göre yüzeyden yaklaşık 2 m. derinliğinde örtü tabakasının olduğu anlaşılmıştır. Bu tabakanın altında killi kumtaşının bulunduğu ve  $V_p$  hızlarından elde edilen derinlik hesaplarına göre 2-10 m. derinlikler arasında başladığı gözlenmiştir. Bu birimin bazı kesimlerinde ortalama birer metre derinliğinde tümsek ve çukurların var olduğu görülmüştür. Tespit edilmiş ondülasyonların var olması, yer yer kırıklı çatlaklı bir oluşumun bulunduğunu, ayrıca fayın bulunduğu yere yakın ya da üzerinde olduğunu göstermiştir. Ayrıca yer altı kesitinden (Şekil 2) görüldüğü gibi ofset aralığını 3m. (P4 atışı) ile 36 m (P2 atışı) seçmenin elde edilen çözümlerde değişiklik göstermediği buna dayanarak ta 10 metrelerde başlayan birimin daha derinlerde devam ettiği anlaşılmıştır.

### Çok Elektrotlu Özdirenç Çalışması

Özdirenç ölçümleri WDJ-3 marka, 30 elektrotlu Özdirenç/IP cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler toplam profil boyu 300 m ve araları 10 m olan 30 elektrotla alınmıştır. Elektrot açılım sistemi olarak Dipol-dipol dizilimi seçilmiştir. Alınan kayıtlar, RES2DINV adlı program aracılığıyla işlenerek yer altı modelleri oluşturulmuştur.

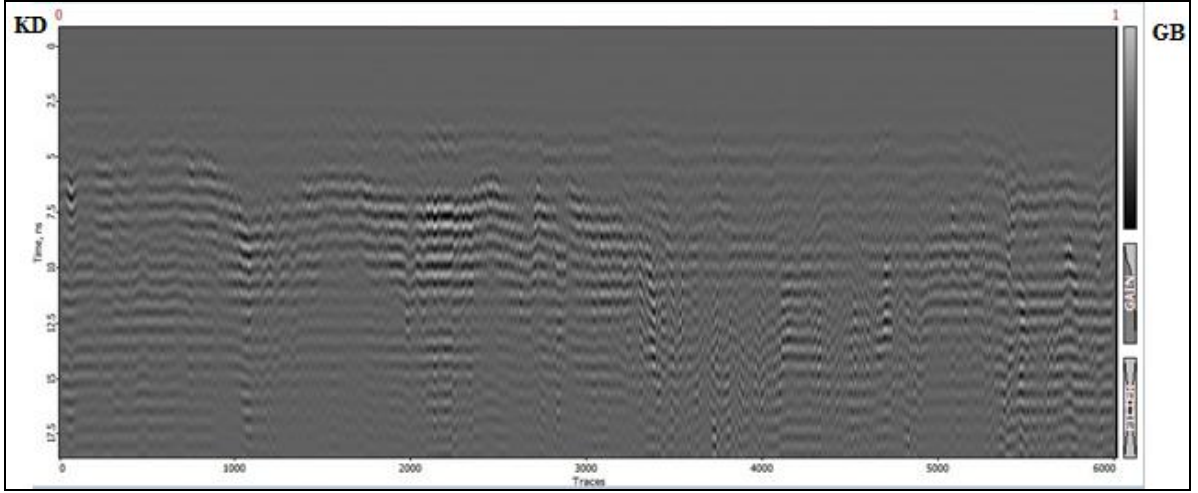
Ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda, üstte örtü çok belirgin çıkmamıştır ancak, bu arazideki eğim nedeniyle üstte bulunan dolgunun yer yer kalınlık değişiminden kaynaklanmıştır. 160-240 m arasında düşük özdirenç gözlemlenmekte, bu fay zonundaki herhangi bir çatlaktan bir su çıkışı olarak anlaşılmıştır. Yüksek özdirençler aynı birimin içinde olduğumuzu ancak GB ye doğru birimdeki tane boylarının azaldığına işaret etmektedir. Bu durum killi kumtaşından kiltasına geçiş olarak değerlendirilebilir (Şekil 3). Temel kayanın başladığı derinlikler 4-5 m civarlarında olduğu görülmüştür.



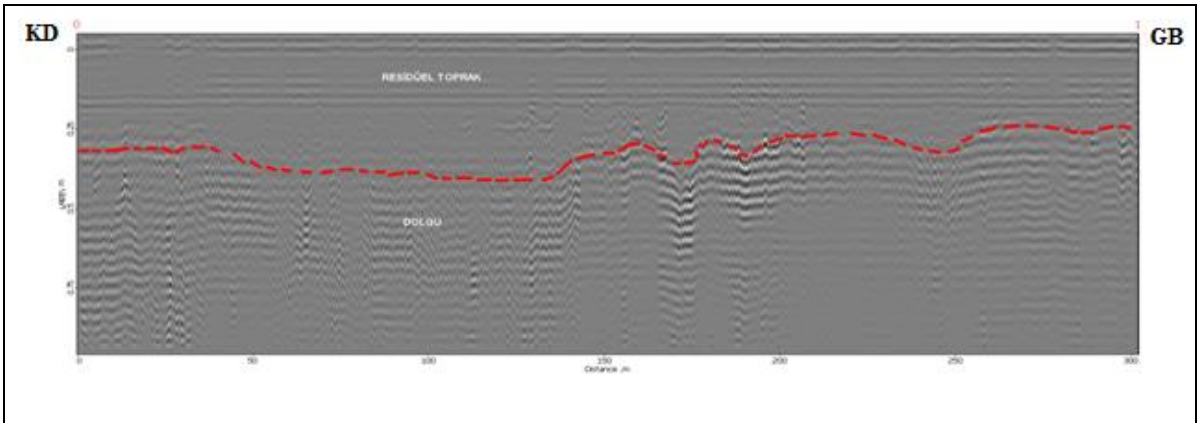
Şekil 3. 2D özdirenç yer altı model kesiti (Dipol-dipol), (GB-KD)  
Figure 3. 2D resistivity cross-section (Dipole-dipole), (SW-NE)

### Yer Radarı (GPR)

İnceleme alanında yaptığımız GPR çalışmasında Zond Marka GPR cihazı ile 300 MHz kapalı anten kullanılmıştır. Her üç hat içinde 120 metrelik profil boyunca GPR verisi alınmıştır. Cihazın ölçüm esnasında görüntü vermesi nedeni ile arazide kaliteli ölçü alınabilmektedir. İnceleme alanındaki kırıklı yapıları ve çatlakları analiz etmek amacı ile 2 boyutlu tomografik kesit elde edilmiştir (Şekil 4). Bu kesit veri işlemden geçirildiğinde oluşan tabakalanma Şekil 5 de görülmektedir.



Şekil 4. 2D elde edilmiş radagram, (KD-GB)  
Figure 4. The radargram obtained 2D, (NE-SW)

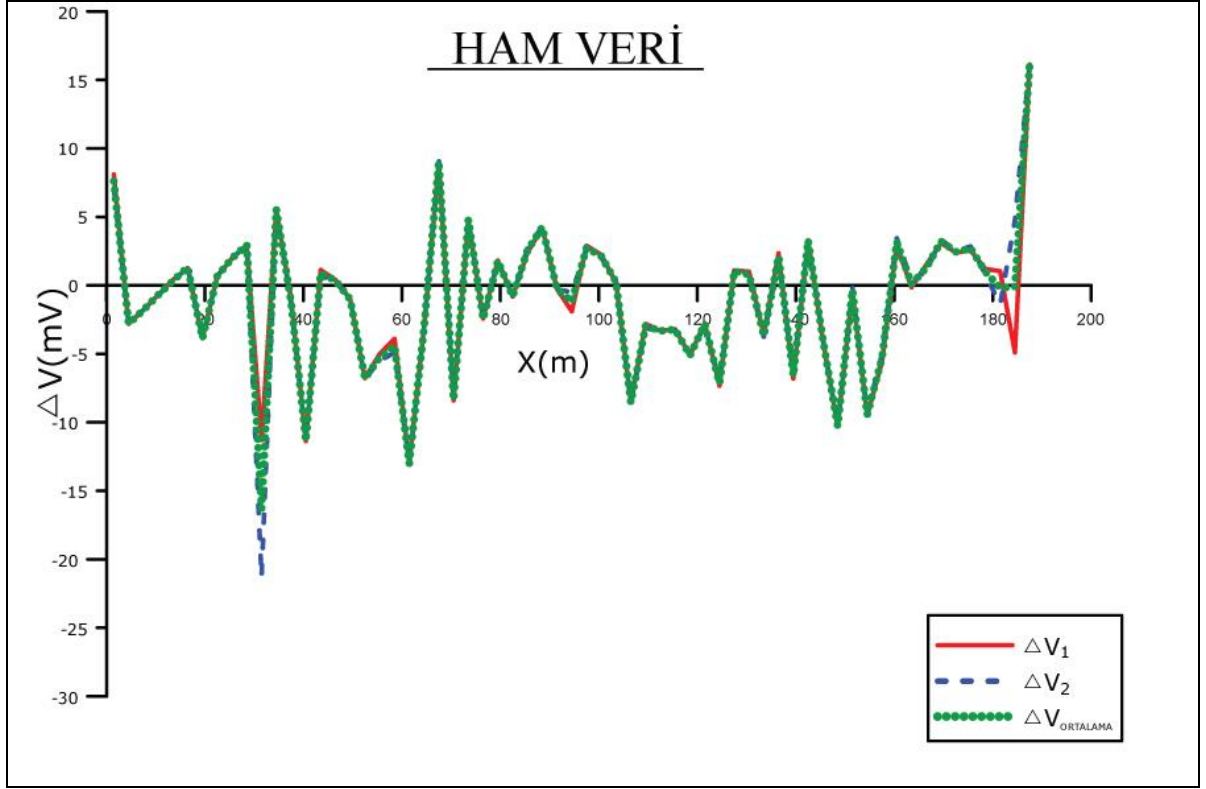


Şekil 5 GPR verilerinin veri işleminden elde edilen yeraltı tabaka sınırları, (KD-GB)  
Figure 5. The boundary of the layers determined after data processing of GPR data, (NE-SW)

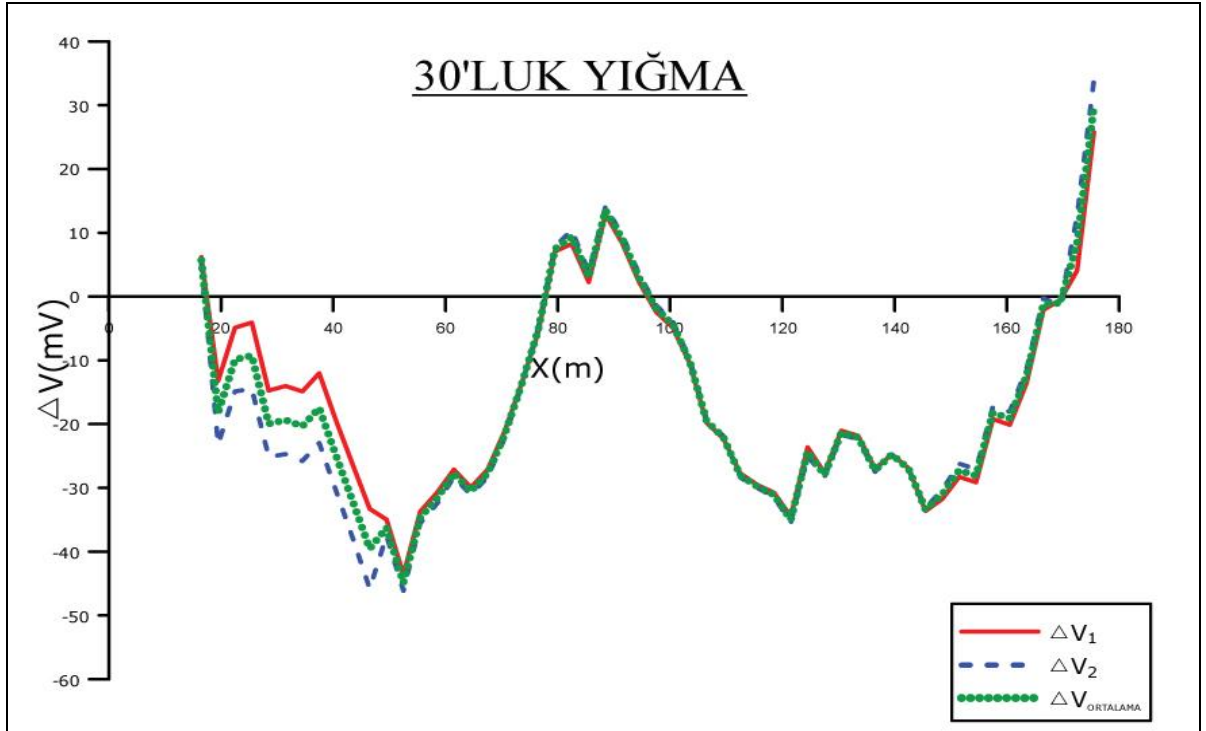
300 Mhz kapalı anten ile alınan ölçüde 80 cm. derinlik altına inilememiştir. İlk 40 cm. derinlik rezidüel toprak, 40 cm in altı ise dolgu tabakası olarak belirlenmiştir (Şekil 5).

#### Self Potansiyel (SP)

Self Potansiyel çalışmasında 200 metrelik profil boyu seçilmiştir. Elektrot açılım sistemi olarak gradyent dizilimi kullanılmıştır. Elektrot aralıkları 3 metre olarak ölçüler alınmıştır. Ölçülere fincan düzeltmesi yapılmış ve ham veri grafiği oluşturulmuştur (Şekil 6). Ayrıca elde edilen ham veriyi daha ayrıntılı görüp derine de inmek amaçlı yığma işlemi uygulanmış ve fay belirtisini gösteren 30 luk yığma işlemi burada gösterilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6 Fincan Düzeltmesi yapılmış SP ölçü Grafiği, (KD-GB)  
Figure 6. SP graphic after cup correction, (NE-SW)



Şekil 7 30'luk yığma yapılmış SP ölçü Grafiği, (KD-GB)  
Figure 7. SP graphic made of 30 stack, (NE-SW)

Self Potansiyel ölçümleri sonucunda ham veride 50-80 m. arasında ani bir değişim görülmüştür. Bu değişim 30'luk yığma işlemi sonucunda apaçık ortaya çıkmıştır. Bu ani değişim de bir fay zonu içinde olduğumuzu göstermektedir.

## **SONUÇLAR**

Yapılan çalışmalar sonucunda çoklu elektrotlu öz direnç, self potansiyel ve radar verileri birlikte değerlendirilmiştir. Çoklu elektrot çalışmasında yapılan Dipol-dipol görüntüsünde fay belirtisi açıkça görülmektedir. Görüntüde görülen süreksizlikler ezilme zonunu göstermektedir.

Fayın varlığı Sp ölçümlerinde de kendini göstermektedir. Fay görünümünün hem ham verilerde hem de yapılan yığma işlemlerinden sonraki grafiklerde 160 metreden sonra başladığı anlaşılmaktadır.

Sismik kırılma çalışmasında kısa ofsetle de uzun ofsetle de 10 metrenin altında bir tabaka bulanamamıştır. Bu on metrelerde başlayan birimin incelediğimiz derinliğin altına devam ettiğini gösterir. Fay belirtisi kendisini 60-70 m. arasında göstermektedir.

Radar verilerinde istenilen derinliğe inilememiştir. Ancak mevcut veriler incelendiğinde yine bir ezilme zonu çok açık olmamakla beraber görülmektedir.

Sonuç olarak, amaçlanan birim değişikliği tespiti, çok belirgin olarak ortaya konmuştur. Bu tür birim değişikliklerinin tek bir çizgisellik gibi olması beklenemez. Fay birçok çizgiselliği içerisinde barındıracaktır. Bu nedenle, jeofizik yöntemlerin kesitlerinde her bir çizgisellik belirtisinin birbirleriyle uyum içinde olma zorunluluğu yoktur. Kesitler incelenirken bu durum göz önünde tutulmalıdır. Genel olarak tüm kesitlerde yatay süreksizlikler gözlenmektedir. Teorik fay anomalilerindekine benzer bir görüntü ortaya konabilmesi için profil boyunun çok uzun tutulması gerekmektedir.

## **KAYNAKLAR**

ABDÜSSELAMOĞLU Ş., 1963. Geology of Kocaeli Peninsula. MTA Institute Report No 3249 (Unpublished) Ankara.

ALTINLI E., 1968. İzmit-Hereke-Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi: MTA Derg., 71,1-26.

BAYKAL F. , 1943. Şile Bölgesinin Jeolojisi İ.Ü.F.F.

ÇAKIR Ş., 2000. Geology of Demirciler-Sadıklar- Gündoğdu- Tütünçiftlik (Kocaeli) Area (Unpublished Ph.D. Thesis) Kocaeli University Natural Sciences Institute 173 İzmit.

ERGUVANLI K., 1949. Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının İnşaat Bakımından Etüdü ve Civarlarının Jeolojisi. İTÜ. İnşaat Fak. Yayını. İstanbul.

KETİN, İ. ve Gümüş, A., 1963. Sinop-Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahalarn jeolojisi. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Arşiv No. 288, Ankara (yayımlanmamış).