

AŞKER TEPE - KİLİMLİ (ZONGULDAK) YÖRESİNDEKİ BÜYÜK FAYIN KONUMUNUN YATAY GÖRÜNÜR ÖZDİRENÇ VE DOĞAL UÇLAŞMA ÖLÇÜMLERİ İLE SAPTANMASI

Determination of the Orientation of the Büyük Fault in Asker Tepe - Kilimli (Zonguldak) Region By Using the Horizontal Apparent Resistivity and Self-Potential Measurements

Ibrahim ONUR* ve Fethi ERGÜDER**

ÖZET

Taşkömürü üretimi hazırlık aşamasında, işletme projelerinin sağlıklı olması için, süreksizlik konumlarının önceden belirlenmesi önemlidir. Zonguldak taşkömürü üretim alanı, Asker Tepe - Kilimli yöresinde yer alan Büyük Fay, MTA tarafından yapılmış olan jeolojik haritada kuzeye eğimli ve normal fay olarak yorumlanmıştır. Ancak, üretim projesi hazırlama aşamasında, galeri sürülürken, Büyük Fayın eğiminin güneye olabileceği ortaya çıkmıştır. Bu çelişkiye çözüm getirebilmek için, sahadaki süreksizlik yüzey izine dik olacak şekilde alınan Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultusu üzerinde yatay görünür öz direnç ve doğal uçlaşma ölçümleri yapılmıştır.

Özdirenç ve doğal uçlaşma ölçümlerinin yorumundan, Büyük Fayın yaklaşık 80° güneye eğimli ve normal fay değil bir ters fay olduğu bulunmuştur. Ayrıca, sahadaki diğer süreksizlikler ve bazı kömür damarları saptanmıştır.

ABSTRACT

In order to prepare a sound mining project prior to the hard coal production determination of discontinuities is very important. The Büyük Fault in the area of Asker Tepe - Kilimli is accepted as normal fault dipping to the north by the geological study prepared by MTA in the Zonguldak Coal field. However, the observations made in development gallery driven for a production project have indicated that the initial finding may not be correct. In order to settle this disagreement, horizontal apparent resistivity and self-potential (SP) measurements have been performed along the NW-SE profile perpendicular to the surface trace of the discontinuity in the area.

According to the interpretation of the resistivity and SP measurements, it has been found that the Büyük Fault is not a normal but a reverse fault, dipping about 80° to south. Furthermore, additional information regarding the discontinuities and some seams have been obtained.

GİRİŞ

Süreksizlik, yerin fiziksel özelliklerinden birinin sürekliliğinin kesintiye uğramasıdır. Bu kesinti düzlem ya da yamuk bir yüzey boyunca oluşabilir. Süreksizlik düzleminin yatay düzlem ile yaptığı açıya süreksizlik eğim açısı denir. Süreksizlikler yer kesiti içindeki biçimlerine göre T, TT türü gibi isimler alır (Ercan 1982 a, 1982 b).

Yanal süreksizliklerin yerlerinin, eğim açılarının ve süreksizlik biçimlerinin saptanmasında elektrik öz direnç

yönteminin etkinliği çeşitli yazarlar tarafından gösterilmiştir (Long 1954, Appira ve Roy 1971, Ercan 1982 b). Karbonifer havzalarındaki kömür damarlarının elektrik öz direnç yöntemiyle saptanması konusunda çeşitli araştırmalar yapılmış (Verma ve Bruin 1979, 1982) ve bugün de sürdürülmektedir. Zonguldak taşkömürü havzasında süreksizlikler ile ilgili çalışmalar TTK Jeofizik ekibince yürütülmektedir. Süreksizliklerin saptanması, kaydırma doğrultusu boyunca kuramsal bir derinlik için elde edilen görünür öz direnç haritalarından yapılmaktadır (Karaoğlu ve Çalışkan 1987).

* H.Ü. Zonguldak Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü - ZONGULDAK

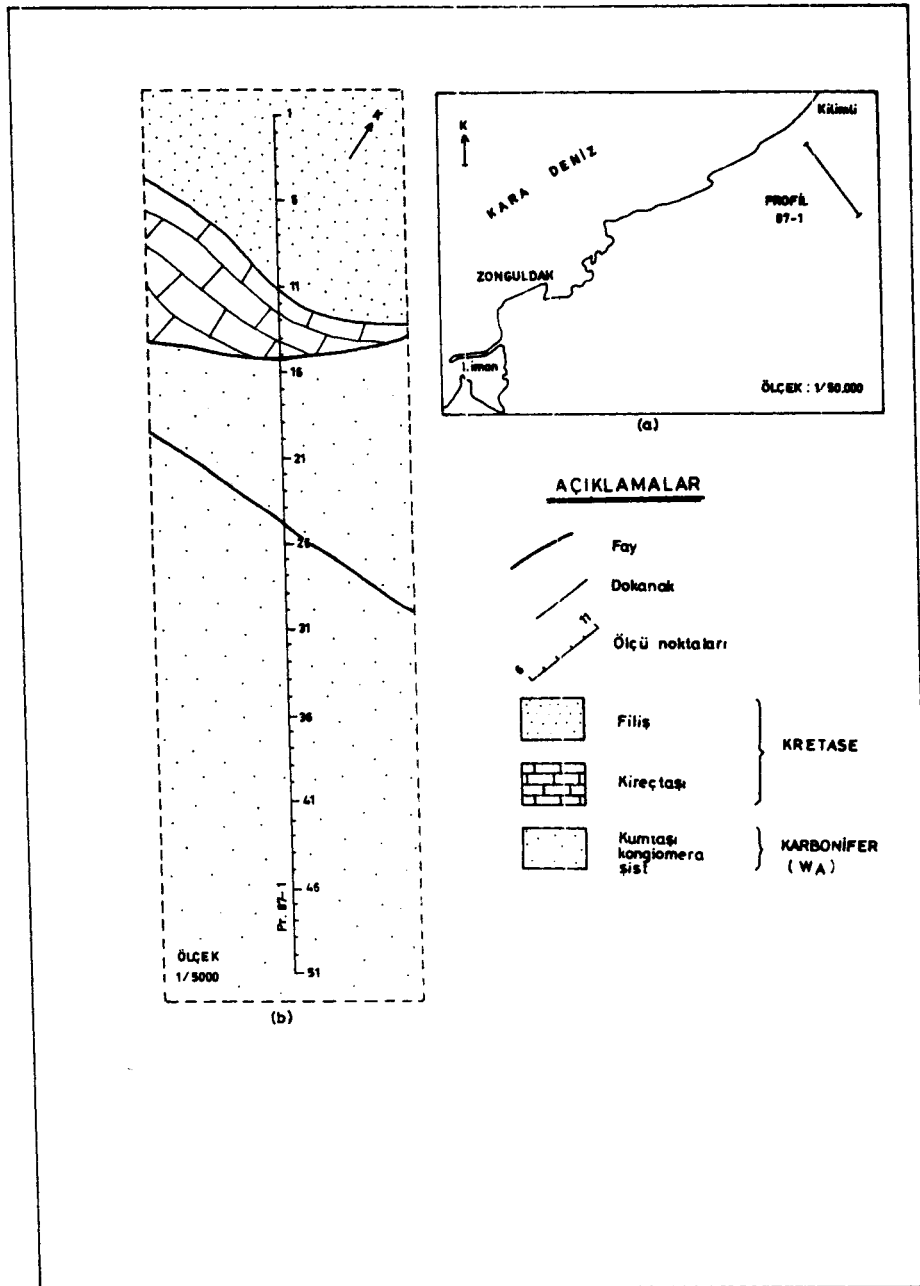
** T.T.K. - Genel Müdürlüğü - ZONGULDAK

Kömür damarlarının taban ve tavanları çoğunlukla kil bantlı olup, kömür damarı % 30'a varan gözeneklik içerebilir. Bu gözenekler içlerinde, yeraltı suyu seviyesine bağlı olarak bir miktar su taşır veya doygun olabilir (Verma ve Bruin 1979). Uygulama alanı olan Asker Tepe - Kilimli taşkömürü bölgesinde, bu koşullar altında ve dirençli taşkömürü ile onu çevreleyen iletken Karbonifer katları arasındaki öz direnç ayrılığından dolayı doğal uçuşma yöntemi uygulanabilir. Bu yöntem, ayrı işaretli iyonların bir süreksizlik boyunca yığıldıkları yerlerin bulunmasını amaçlar. Süreksizliklerin yeri ve eğim açısı yığınsal ve türev ölçülerinin biçimlerine bakarak yaklaşık olarak saptanabilir (Ercan 1982 c, 1982 d).

Çalışmada, Asker Tepe - Kilimli taşkömürü bölgesindeki Büyük Fayın ve diğer süreksizliklerin yerleri ve eğimlerini saptamak amacıyla yatay görünür öz direnç ölçümlerine ek olarak doğal uçuşma ölçümleri yapılmıştır.

ÇALIŞMA ALANI VE JEOLojİSİ

Çalışma alanı, Zonguldak iline bağlı Kilimli Asker Tepe ve civarındadır. Çalışma alanının yeri, Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultulu 1000 m uzunluğundaki çalışma doğrultusu ve çalışmamıza temel teşkil eden MTA tarafından yapılmış 1/5000 ölçekli jeolojik harita (Tongal ve diğ. 1982) Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. a) Asker Tepe-Kilimli bölgesinin yeri. b) Jeolojik haritası (Tongal ve diğ. 1982'dan) ve KB-GD ölçü doğrultusu.
Fig. 1. a) Location of Asker Tepe - Kilimli region. b) Geological map (After Tongal ve diğ. 1982) and the NW-SE line.

Çalışma doğrultusu üzerinde Karbonifer ve Kretase yaşlı birimler gözlenmiştir. Karbonifer, Westfaliyen-A yaşlı birimlerle temsil edilmektedir. Kilitaşı, kumtaşı, konglomera, şist ve kömür damarlarından oluşmaktadır. Kumtaşları gri-açık gri renkli ve ince-iri tanelidir. Konglomeraların çakılları kuvars, kuvarsit, porfirit ve siyenit içeriklidir. Serinin altında ince denizel kireçtaşları gözlenmektedir. Yapılan sondajlardan Westfaliyen-A'nın ortalama kalınlığı 800 m olarak belirlenmiş ve içerisinde 22 adet kömür damarı bulunmuştur. Kömür damarlarının kalınlıkları 0,60-5,60 m eğimleri ise $15^{\circ}\text{KB} - 45^{\circ}\text{KB}$ arasında değişmektedir. Bu birim üzerine faylı olarak Apsiyen kireçtaşı gelmektedir. Birim, litolojik olarak gri-koyu gri renkli ve bol fosillidir. Orta-iyi tabakalanma göstermekte olup yer yer kumlu marn seviyeleri içerir. Apsiyen kireçtaşının üzerine uyumlu olarak Apsiyen yaşlı filiş gelmiştir. Birim, kumlu marn seviyeleri içeren grı-mavi renkli marnlardan oluşmuştur. Ortalama kalınlığı ise 700 m'dir (Örek 1988).

YATAY ELEKTRİK GÖRÜNÜR ÖZDİRENÇ ÖLÇÜMLERİ

Süreksizliklerin yerlerinin ve eğimlerinin bulunmasında en etkin yöntem elektrik özdirenç geçişlerine duyarlı olan yatay elektrik görünür özdirenç (Kaydırma) ölçümleridir. Süreksizlikler en büyük, seçik ve simgesel belirtilerini, süreksizlik yüzey izini 90° ile geçen doğrultulardaki ölçümler üzerinde gösterirler (Ercan 1982 b).

Çalışmada, süreksizlik yüzey izini dik geçecek şekilde alınan KB-GD doğrultusu üzerinde, kaydırma aralığı 20 m alınarak Wenner ve Schlumberger dizilimleri ile görünür özdirenç ölçümleri yapılmıştır. Wenner diziliminde elektrot aralığı $r = 40$ m, Schlumberger diziliminde

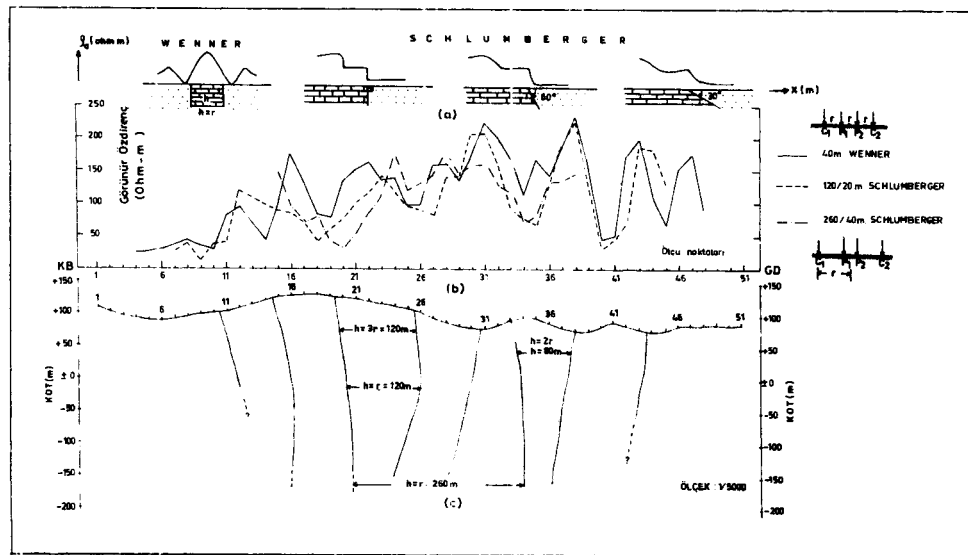
yarı açılım boyu $r = 120$ m ve $r = 260$ m seçilerek bu kuramsal derinliklere ait yatay görünür özdirenç eğrileri elde edilmiştir (Şekil 2).

Wenner ve Schlumberger dizilimlerine ait yatay görünür özdirenç eğrileri, Ercan (1982 b)'nin T ve TT türü süreksizlikler için sunduğu kuramsal yatay görünür özdirenç eğrilerinden yararlanarak değerlendirilmiştir. Saptanan süreksizlikler ve 15 numaralı ölçü noktası civarında bulunan Büyük Fayın değerlendirilmesinde kullanılan kuramsal eğriler Şekil 2'de gösterilmiştir.

Büyük Fayın değerlendirilmesinde, $r = 40$ m Wenner dizilimi görünür özdirenç eğrisi için TT türü süreksizlik biçimi, $r = 120$ m ve 260 m yarı açılım boyulu Schlumberger dizilimi eğrileri için ise T türü süreksizlik biçimi göz önüne alınmıştır. Wenner dizilimi yatay görünür özdirenç eğrisinin kuramsal eğriden farklı olarak sağ yanının yukarı kalkmasından bu süreksizliğin tam 90° eğime sahip olmadığı, $60^{\circ} - 90^{\circ}$ arasında bir eğimle güneye dalaacağı, aynı süreksizliğin $r = 120$ m Schlumberger dizilimi için $30^{\circ} - 60^{\circ}$ arasında bir eğime, $r = 260$ m için ise $60^{\circ} - 90^{\circ}$ arasında bir eğime sahip olacağı bulunmuştur. Nitekim Domuzcu damarının üretimi için sürülen -100 m ile -150 m kotu arasındaki galeride Büyük Fayın dike yakın bir eğimde olduğu gözlenmiştir (Örek 1988).

DOĞAL UÇLAŞMA ÖLÇÜMLERİ

Çözelti içerik yoğunlukları ayrı iki oluşuğu dokunağa getiren olgu genellikle bir kırık olabilir. Kırığın, yanlardaki çözelti ayrılıkları için bir sınır oluşturması, dolaylı olarak kırığın bir yanında (+) bir yanında (-) yüklerin toplanmasına neden olur. Bu sınır geçilirken gerilim ayrılığı genlikçe büyür. Asker Tepe - Killimli yöresinde izlenen doğal uçlaşma belirtilerinin çözelti



Şekil 2. a) Büyük Fayın değerlendirilmesinde kullanılan kuramsal yatay görünür özdirenç eğrileri (Ercan 1982'dan). b) KB-GD doğrultusu üzerinde ölçülen yatay görünür özdirenç eğrileri c) Saptanan süreksizliklerin konumları.

Fig. 2. a) Theoretical apparent resistivity curves used for the interpretation of the Büyük Fault (After Ercan 1982 b). b) The horizontal apparent resistivity curves observed on the NW-SE line. c) The orientations of the discontinuities determined by using the theoretical curves.

yükü ayrılığının doğurduğu öz direnç ayrılığından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Çalışma alanındaki dirençli taşkömürü ile onu çevreleyen karbonifer katlarının, iletken Apsiyen filiş ile dirençli kireçtaşlarının öz direnç değerlerindeki ayrılık ve gözenekliliklerinden dolayı içlerindeki su sızıntı ya da akmaları, uçlaşma ayrılığına neden olabilir.

Çalışmada, doğal uçlaşma ölçümleri aynı KB-GD doğrultusu boyunca açma biçiminde sürdürülmüştür. Kullanılan açma biçimi Şekil 3'de görülmektedir.

Uygulamada, önce iki fincan arasındaki gerilim ayrılığı (FG) milivolt olarak ölçülmüştür. Sonra fincanlardan negatif uçlu olanı öncü fincan olarak adlandırılıp, hep önde sürülmüştür. Her 100 metrede bir FG değerindeki değişim belirlenip, ölçü noktalarına dağıtılmış (çözelti yoğunluğu gerilim düzeltilmesi) ve her noktada ölçülen toplam gerilim (TG) değerlerinden çıkartılarak o noktadaki doğal gerilim (DG) (mV) elde edilmiştir (Ercan ve diğ. 1983).

$$DG = TG - FG \text{ (mV)} \quad (1)$$

Ölçüler her 20 metrede bir alınmıştır. 100 metrede bir ardçı fincan öne geçtiğinde, her atlama noktasında gözlenen düzeltilmiş değerler son noktadaki değere eklenerek, tüm ölçüler başlangıç noktasına yığılmıştır. Elde edilen yığımsal gerilim (YG) değerleri, seçilen başlangıç noktasına göre gerilim ayrılığını simgeler.

Gerilim değerlerinden Türev değerlerini elde edebilmek için, önce doğal uçlaşma elektrik alan (E) değerleri bulunmuştur. Bunun için, her 20 metrede bir, bir sonra ölçülen DG bir öncekinden çıkarılmış, bulunan değer (-1) ile çarpılıp gerilim kol boyuna ($\Delta x = 20 \text{ m}$) bölünmüştür (Ercan ve diğ. 1983)

$$E = - \frac{\partial G}{\partial x} = - \frac{DG_{i+1} - DG_i}{\Delta x} \text{ (mV/m)} \quad (2)$$

Türev (T) ise eksi elektrik alan olduğundan, T değerleri,

$$T = -E \text{ (mv/m)} \quad (3)$$

bağıntısından bulunmuştur. YG değerleri öncü fincanın bulunduğu noktaya, T değerleri iki ölçü noktasının ortasına atanarak, YG değerleri sürekli eğri, T değerleri ise basamak biçiminde KB-GD doğrultusu üzerine çizilerek gösterilmiştir (Şekil 4).

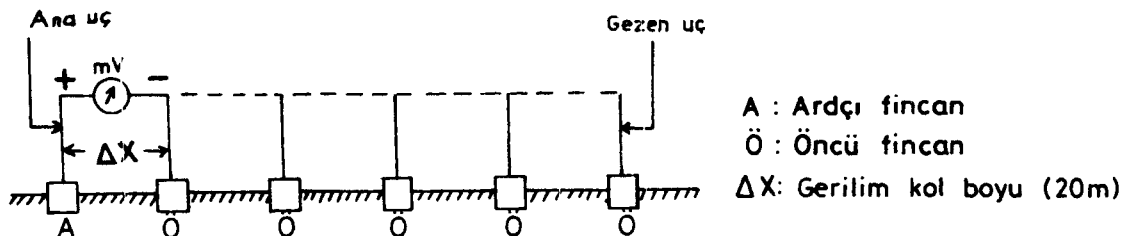
Apsiyen filiş üzerinde +0.35 ile + 2.05 mV/m arasında değişen, Apsiyen filiş ile Apsiyen kireçtaşı kantağında -1.85 mV/m'ye varan T değerleri bulunmuştur. Apsiyen kireçtaşı ile karbonifer kantağını temsil eden 14-15 ölçü noktaları arasındaki Büyük Fayın üzerinde - 5.3 mV/m'lik T değeri saptanmıştır. Karboniferi temsil eden Westfaliyen - A yaşlı birimler üzerinde ise T değerleri -2.4 ile +8.8 mV/m arasında değişmektedir (Şekil 4).

Yığımsal gerilim filiş üzerinde +147 mV doruk değerine ulaşırken, filiş-kireçtaşı kantağında +17 mV'a değin bir düşüş göstermektedir. Kireçtaşı-Karbonifer kantağı ise +60 mV doruk değeri ile -45 mV çukur değeri arasındaki ani bir düşüşle kendisini göstermektedir. Karbonifer üzerinde YG eğrisi salınarak -320 mV değerine ulaşmıştır (Şekil 4).

Süreksizlik kanatlarındaki ayrı uçlaşmayı doğal uçlaşma ölçülerinden değerlendirmek için, α açısıyla uçlaşmış küre taslağı seçilmiştir. Bu taslak biçimi süreksizliklerin eğimlerinin saptanmasında da kullanılır (Ercan 1982 c, 1982 d). α artı ve eksi uçları ayıran çizginin yatay ile saat yelkovanı yönünde yapmış olduğu açıdır. Kuramsal yoldan elde edilen YG ve Y eğrilerinin biçimi α uçlaşma açısına, genliği ise uçlaşma derinliğine bağlıdır. Kuramsal YG ve T eğrileri Ercan (1982 c) tarafından sunulmuştur. Değerlendirme, araziden elde edilen YG ve T eğri biçimlerini kuramsal YG ve T eğri biçimleriyle karşılaştırmak suretiyle yapılmıştır.

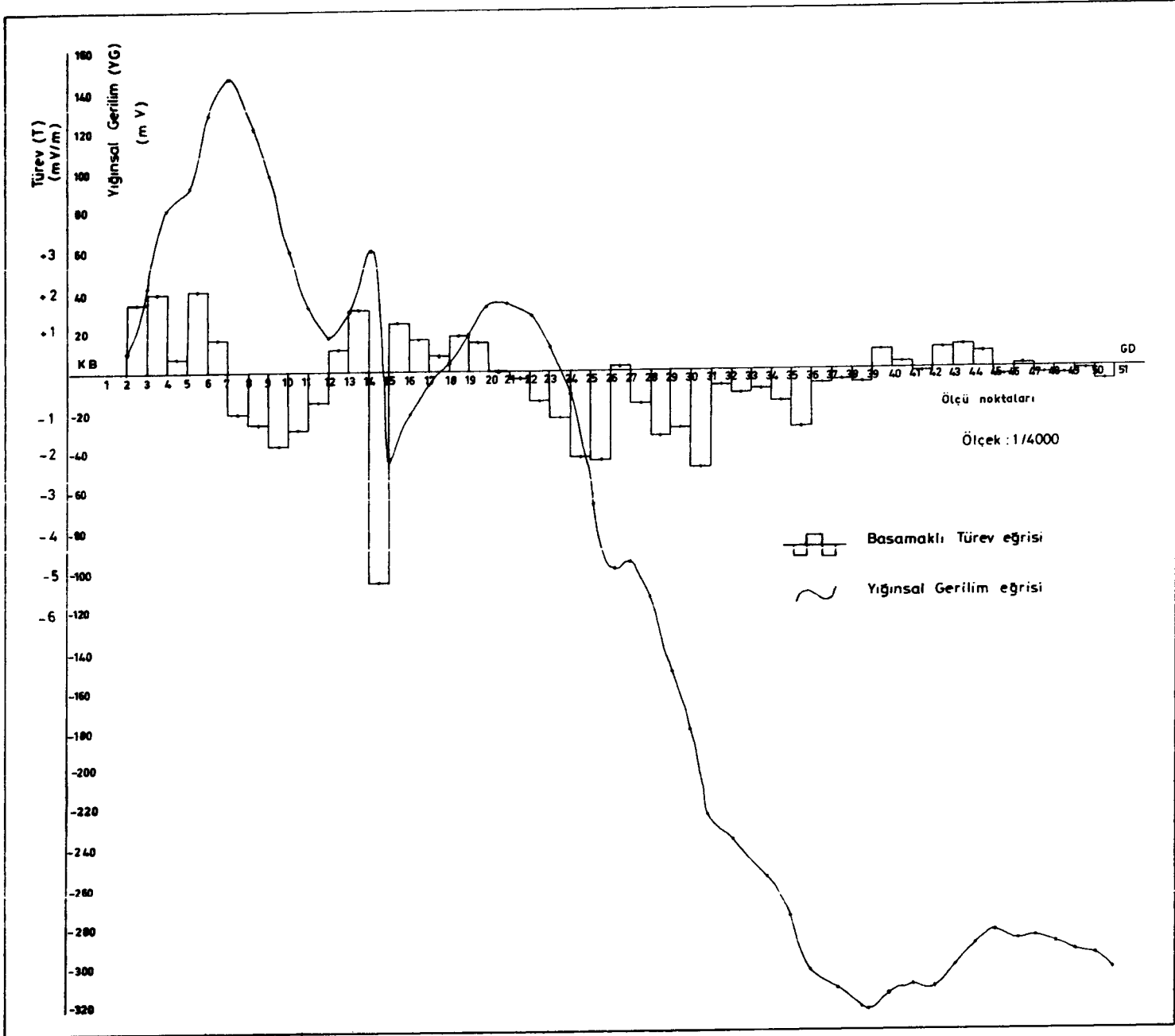
Bölgesel doğal uçlaşma belirtisi, 24 numaralı ölçü noktası civarında kuzeybatısı (+), güneydoğusu (-) mV değeri gösteren yaklaşık 400 m derinliğinde (YG eğrisinin doruk ve çukur noktaları arasındaki yatay uzaklığın 1.42 ile çarpılması sonucu bulunmuştur) 270° (-90°)'lik düşey bir uçlaşma mekanizmasının varlığını simgelemektedir. Uçlaşma açısının 90° olması Karboniferin, 24 numaralı ölçü noktası yakınında yüzey izi olabilecek bir kırıkca (Şekil 5 ve 7'de 25-26 noktaları arasında görülen Kuzey Fayı olarak bilinen süreksizlik) süreksizliğe uğratıldığı kamsını güçlendirir.

Büyük Fayın değerlendirilmesinde kullanılan kuramsal YG ve T eğri biçimleri Şekil 5'de sunulmuştur. 14-15 ölçü noktaları arasında saptanan Büyük Fayın uçlaşma açısı: $\alpha > 225^\circ$ ve $\alpha < 270^\circ$ (-90°) arasındadır. Arazi YG ve T eğri biçimleri, daha çok -90° ile uçlaşmış küre taslağına ait YG ve T eğri biçimleri ile uyum içinde olduğundan, Büyük Fayın uçlaşma açısı yaklaşık 80° olarak alınmıştır. Süreksizlik, Kuzeybatısı artı Güneydoğusu eksi uçlaşma gösterecek şekilde güneye doğru dalmak-

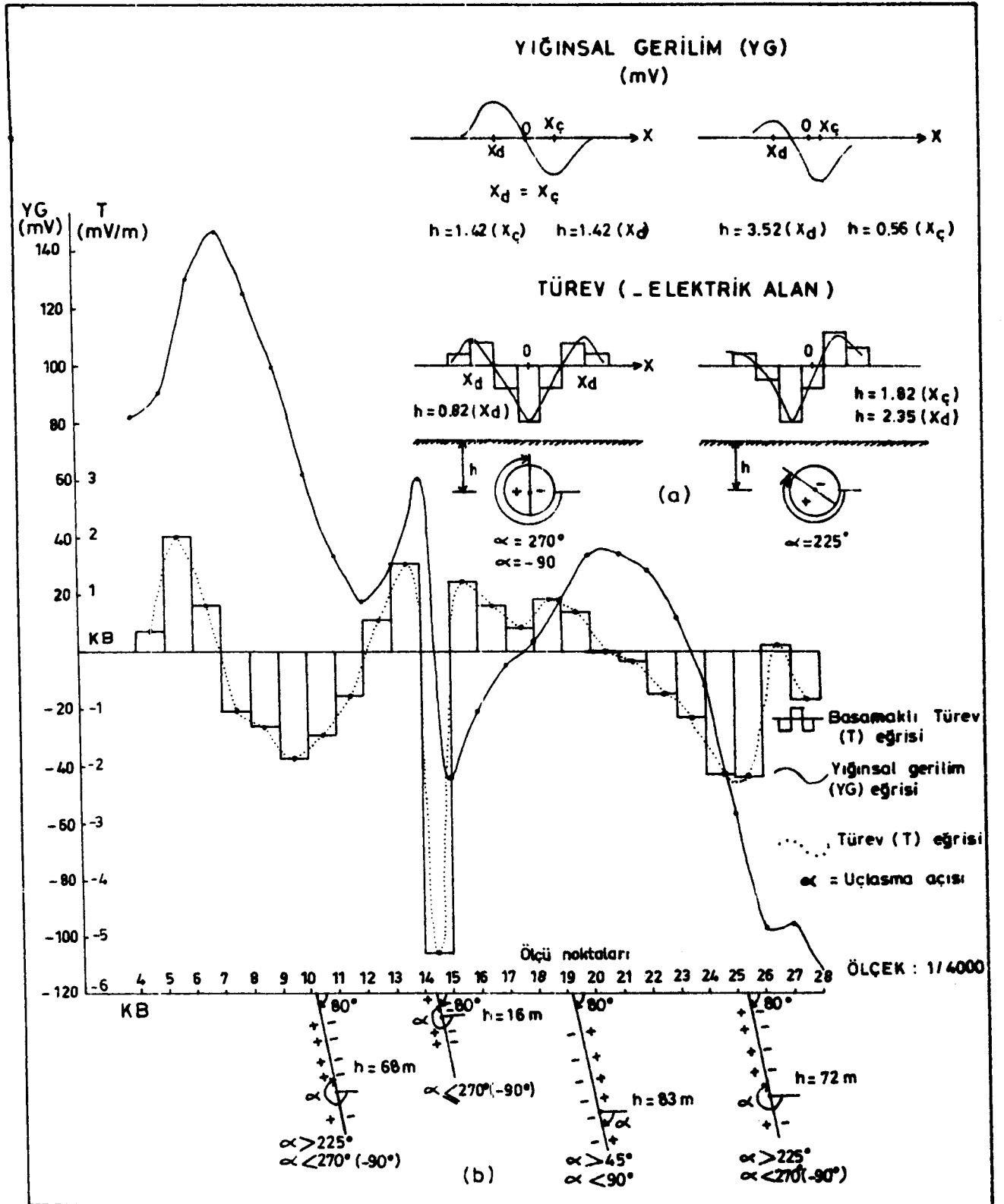


Şekil 3. Doğal Uçlaşma ölçme düzeni (Ercan 1982 c'dan).

Fig. 3. Self-Potential measuring system (After Ercan 1982 c).



Şekil 4. Asker Tepe - Kilimli alanında KB-GD doğrultusu üzerinde ölçülen Doğal Ulaşma değerleri.
Fig. 4. Self-Potential values measured on the NW-SE Line in the Asker Tepe - Kilimli area.



Şekil 5. a) Büyük Fayın değerlendirilmesinde kullanılan kuramsal Doğal Uçlaşma eğrileri (Ercan 1982 c'dan). b) Kuramsal Doğal Uçlaşma eğrilerinin kullanımı ile saptanan süreksizlikler.

Fig. 5. a) Theoretical Self-Potential curves used for the interpretation of the Büyük Fault (After Ercan 1982 c). b) The discontinuities determined by using the theoretical Self-Potential curves.

tadır. Uçlaşma odak derinliği ise $h = 16$ m bulunmuştur. Büyük Fay çizilen jeolojik kesitten de görüleceği gibi bir ters faydır.

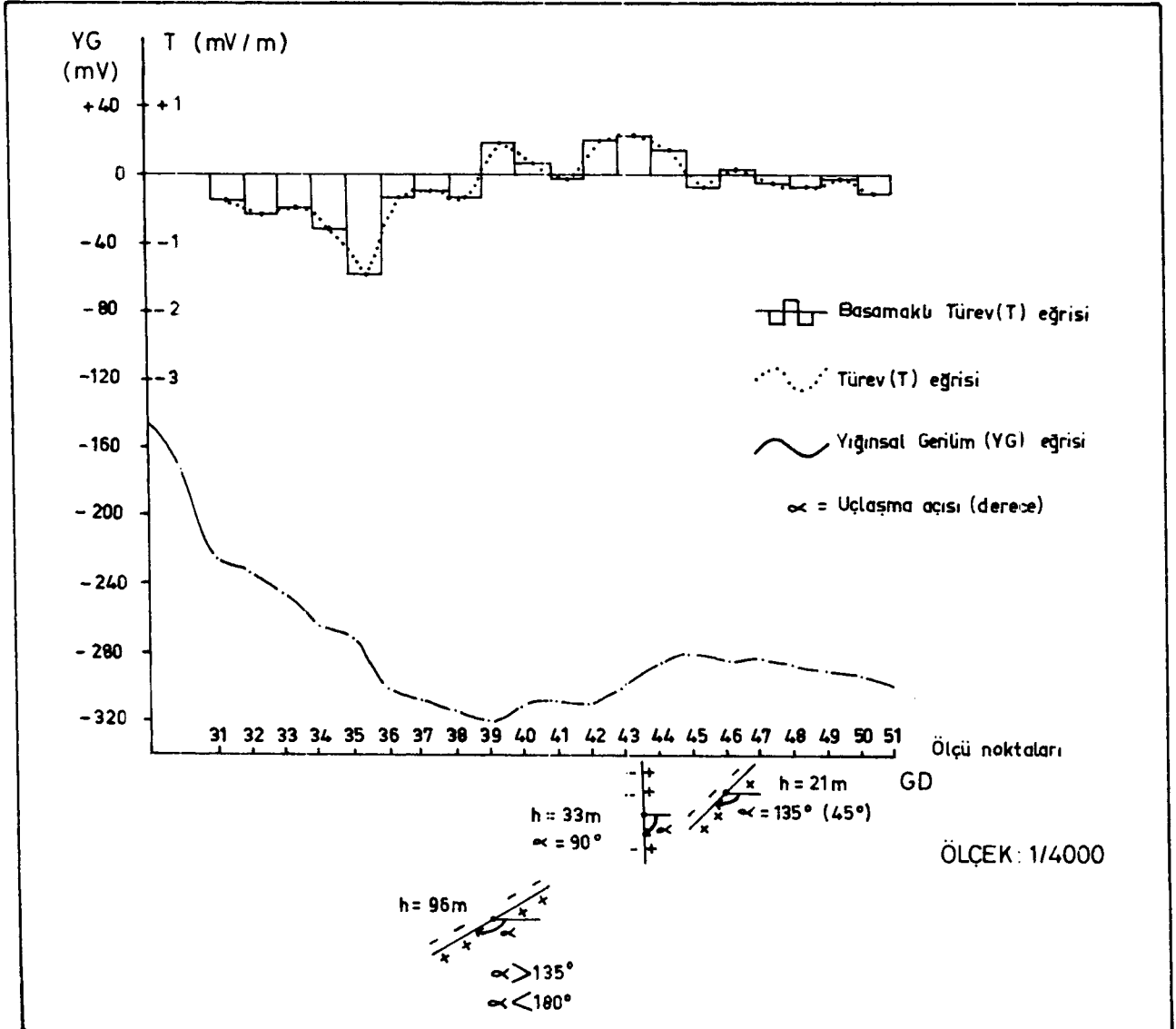
Çalışma alanındaki diğer süreksizliklerin yerleri, eğim açıları ve uçlaşma derinlikleri de saptanarak Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. 39 numaralı ölçü noktası altında, uçlaşma odak derinliği $h = 96$ m, uçlaşma açısı 135° ile 180° (ya da 0° ile 45°) arasında saptanan kuzeybatıya eğimli süreksizlik, işletilmekte olan Kurul kömür damarına (ortalama kalınlığı 1.2 m) denk gelmektedir (Şekil 6). T eğrisinden, 46 ölçü noktası altında, uçlaşma odak derinliği $h = 21$ m olarak saptanan yaklaşık 135° (45°) kuzeybatıya eğimli süreksizlik de Piriç kömür damarı (ortalama kalınlığı 1.0 m) ile çakışmaktadır (Şekil 6).

ÖLÇÜ DOĞRULTUSUNUN JEOLOJİK KESİTİ

Asker Tepe - Kilimli yöresindeki çalışma doğrultumuz için, Örek (1988) tarafından bir jeolojik kesit

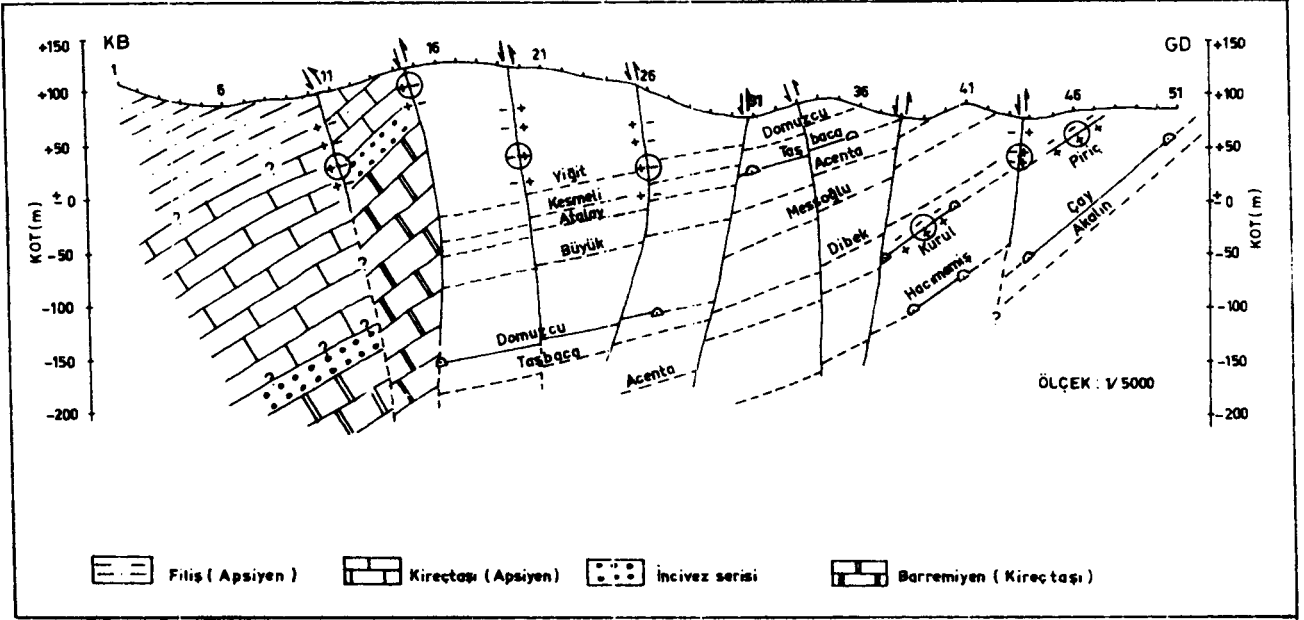
çalışması yapılmıştır. Bu jeolojik kesit üzerine, yatay elektrik görünür öz direnç ve doğal uçlaşma ölçülerinin değerlendirilmesi sonucu saptanan Büyük Fay ve diğer süreksizlikler işlenerek, çalışma alanının jeolojik yapısı çıkarılmıştır (Şekil 7). Karbonifer içinde görülen düz çizgiler, üretim planından jeolojik kesit üzerine aktarılan kömür damarlarını, kesikli çizgiler ise olası diğer kömür damarlarını göstermektedir. Süreksizlikler üzerinde görülen daireler ise bu süreksizliklerin doğal uçlaşma yöntemi ile de saptandıklarını belirtmekte ve uçlaşma odak derinliklerini simgelemektedir.

Saptanan süreksizlikler genelde yaklaşık 80° güneye eğimlidirler. Süreksizliklerden birkaçının ise kuzeye eğimli olduğu görülmektedir (Şekil 7). Bunlardan Kuzey Fayı olarak bilinen 25-26 ölçü noktaları arasındaki süreksizliğin yaklaşık -50 m kotundan sonra kuzeye eğimli olacağı bulunmuştur.



Şekil 6. Kuramsal Doğal Uçlaşma eğrilerinin kullanımı ile saptanan süreksizlikler.

Fig. 6. The discontinuities determined by using the theoretical Self-Potential curves.



Şekil 7. Asker Tepe - Kilimli alanının jeolojik kesiti.

Fig. 7. The geological section of the Asker Tepe - Kilimli area.

SONUÇLAR

Asker Tepe - Kilimli (Zonguldak) yöresinde alınan yatay Elektrik Görünür Özdirenç ve Doğal Uçlaşma ölçümlerinin değerlendirmesi sonucunda, çelişkiye neden olan Büyük Fayın yaklaşık 80° güneye eğimli bir ters fay olduğu bulunmuştur. Ayrıca, diğer süreksizliklerin konumları da saptanarak çalışılan doğrultunun jeolojik kesiti hazırlanmıştır. Üretim planlarından konumu bilinen Piriç ve Kurul isimli taşkömürü damarlarında Doğal Uçlaşma belirtisi elde edilmiştir. Bu sonuç, yüzeye yakın olan kömür damarlarının anılan yöntemle seçilebileceğine olumlu bir işaretidir.

KAYNAKLAR

- Appira, A. and Roy, A. 1971, Resistivity model experiment, *Geoexploration* 7, 45-54.
- Ercan, A. 1982 a, Yer elektrik çalışmalarında süreksizlik tanımları, *Jeofizik* 9, 3-17.
- Ercan, A. 1982 b, Yapay Doğru Akım Özdirenç Yöntemlerinde Süreksizlikler Üzerine Kaydırma Ölçümleri, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Ercan, A. 1982 c, Doğal Uçlaşma Yöntemi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Ercan, A. 1982 d, Kızıldere sıcak alanında doğal uçlaşma ölçümleri, *Jeofizik* 9, 19-34.
- Ercan, A. ve diğerleri 1983, Kozlu Taşkömürü Bölgesi Jeofizik Çalışmaları, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Karaoğlu, L. ve Çalışkan, S. 1987, Kilimli Büyük Fay çalışması raporu, No. 43, TTK, Zonguldak.
- Long, O. 1954, Mapping nearly vertical discontinuities by earth resistivities, *Geophysics* 19, 739-760.
- Örek, A. 1988, Asker Tepe ve civarının jeolojik kesiti çalışması, TTK, Zonguldak (yayınlanmamış).
- Tongal, O. ve diğerleri 1982, Asker tepesi ve civarının jeolojik harita çalışması, MTA, Zonguldak (yayınlanmamış).
- Verma, R.K. and Bruin, N.C. 1979, Use of electrical resistivity methods for study of coal seams in part of the Jharia Coalfield, India, *Geoexploration* 17, 163-176.
- Verma, R.K., Bandopodhyay and Bruin, N.C. 1982, Use of electrical resistivity methods for the study of coal seams in parts of the Reninganz Coalfield (India), *Geoexploration* 30, 115-127.