

YERALTI YAPILARININ ÖZDİRENÇ YÖNTEMİYLE SAPTANMASI VE UYGULAMALARI

Fethi ERGÜDER (*)
Lütfi KARAOĞLU (*)

ÖZET

Jeofizikte yanal süreksizlikler olarak tanımlanan yer yapıları (fay, bindirme, antiklinal vb.) Öz direnç profil (kaydırma) yöntemiyle ayrıntılı biçimde saptanabilmektedir. Yöntemin Zonguldak TaşkÖmir havzasındaki uygulamalarında olumlu sonuçlar alınmış, uygulama ve değerlendirmelerine bazı gelişimler sağlanmıştır, özellikle sonucu sondajla da kanıtlanan Akkonak yöresi çalışması bunun ilginç bir örneğidir.

ABSTRACT

It is possible to determine the horizontal discontinuities, such as faults, overlappings or charriages and anticlines, by using the geoelectrical profiling techniques. Its application resulted with satisfactory solutions and related interpretations and techniques were developed at Zonguldak Coat Basin. Especially, survey, at Akkonak province is an interesting example where the geophysical interpretations proven to be correct by mechanical drilling.

(*) Jeofizik Mühendisi, TTK Aramalar Dairesi, ZONGULDAK.

1. GİRİŞ

Jeofizik yöntemler, yer içinde elektrik iletkenlik, yoğunluk, mıknatıslanma, ses hızı gibi fiziksel değiştirgen (Parametre) lerin değişimini inceleyerek, yeraltı yapılarını belirlemeyi amaçlar. Yeraltı yapısına ve kayaç türlerine göre farklılık gösteren fiziksel değiştirgenler, jeofizik aletleri ile ölçülerek saptanırlar. Parametrelerdeki değişimler yeraltındaki süreksizlikleri belirler.

Özdirenç yöntemleri, kayaçların elektriği geçirme yeteneği olan iletkenlik kavramıyla bağımlıdır. Günümüzde geniş bir kullanım alanı olan özdirenç yöntemlerinin başlıca iki ana uygulaması vardır.

a) Düşey süreksizliklerin saptanmasını sağlayan elektrik sondaj yöntemiyle katmanların kalınlık, derinlik ve özdirençleri belirlenir.

b) Yanal süreksizliklerin belirlenmesini sağlayan elektrik profil (Kaydırma) yöntemiyle de fay, dokunak, senklinal, antiklinal vb. yeraltı yapı biçimleri saptanır.

Özellikle yeraltı işletmeciliğinde yapısal jeolojik sorunların ayrıntılı olarak çözümlenmesi gerekmektedir. Bildirinin konusu olan kaydırma yöntemi, anılan sorunların çözümünde olumlu sonuçlar vermektedir.

Bu bildiriye TTK Jeofizik ekibinin Zonguldak taşkömürü havzası, Amasra (Akkonak), Maksut ve Armutçuk yörelerinde, sonuçları mekanik sondajlarla kanıtlanmış olan elektrik profil yöntemi uygulamalarından örnekler verilmiştir.

2. YÖNTEM TEKNİĞİ VE TEMEL İLKELER

Yapay doğru akım elektrik özdirenç yöntemleri, en az iki uçtan (elektrottan) yere verilen elektrik akımına karşı yerin gerilmesi esasına dayanır. Özdirenç, kayaçların elektrik akımına karşı koyma kuvveti ya da birim küp materyalin elektriksel direnci anlamındadır. Yerin gerilme durumu yapının özelliklerini belirtir. Söz gelimi, aşırı gerilme dirençli, gerilimsizlik ise iletken ortamları yansıtır.

Elektriksel iletkenlik, kayaç dokusunun sık ya da seyrekliğine, tane büyüklüğüne, gözenekliliğine, gözenekler arası bağlantı ve suya doygunluk oranına, kayacın bulunduğu derinliğe, basınca, sıcaklığa, dolgu sıvısının tuzluluğuna, komşu kayaçların özdirenç ve arıdanma biçimi vb. etkenlerine bağlıdır.

Özdirenç fiziğinin Ohm yasasıyla açıklanır. Yere verilen I (mA) akımına karşı, yerde YG büyüklüğünde bir gerilim oluşmuşsa, görünür özdirenç;

$$GOZD = k \frac{Y G}{I} \text{ ohm-m. eşitliğiyle hesaplanır. Burada;}$$

GOZD : Görünür özdirenç

YG : Gerilim farkı, mV

I : Yere verilen akım, m A

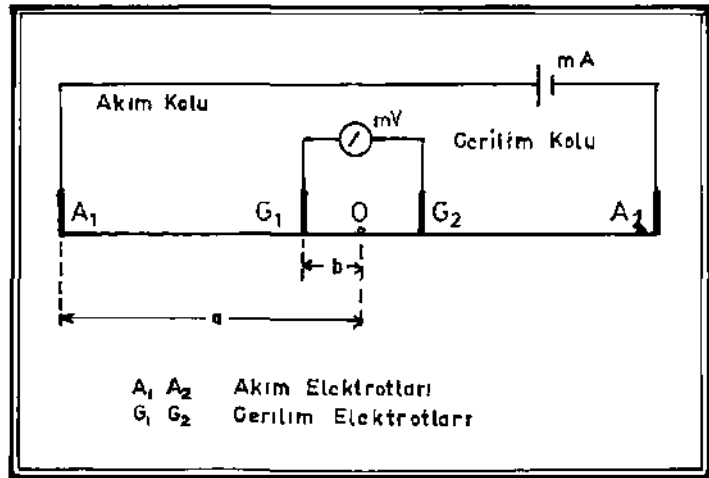
k : Seçilen ölçme düzeninde, akım ve gerilim uçlarının birbirine göre konumunu tanımlayan değişken katsayıdır.

Yeraltında kimi bölümlerden akım kolay geçer. Öyle bölümler vardırki, akım ne denli artırılırsa artırılın geçmez. Diğer bir deyişle yerin direnci elektrik akımının gücünü yenmiştir. Ulaşılan bu derinliğe elektrik temel denir. Örneğin yeraltı boşlukları da akıma karşı direndiklerinden elektrik temel kimliğinde kendilerini ele verirler.

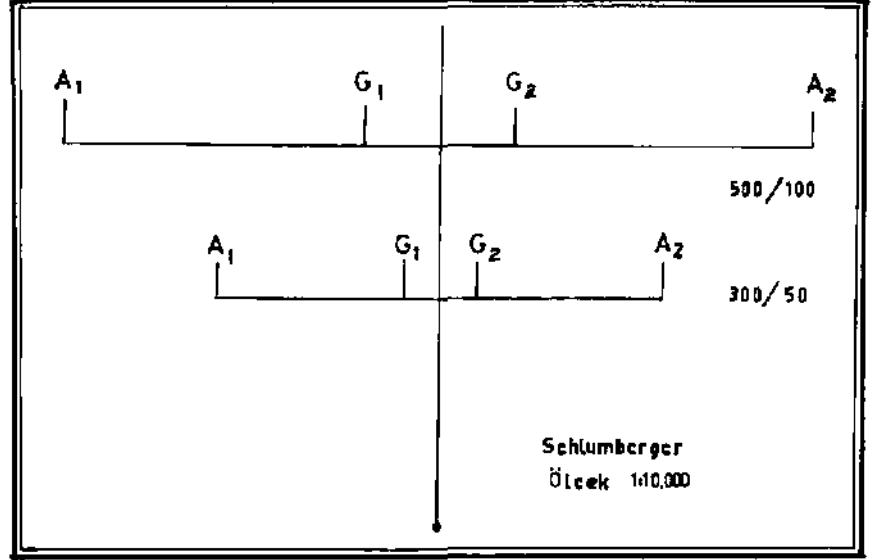
özdirenç yöntemi uygulamalarında genellikle dört elektrotlu sistemler kullanılır (Şekil 1). Dışlarda yer alan akım elektrotlarıyla yere akım verilir. Yaratılan gerilim içerde yer alan gerilim elektrotlarıyla algılanır. Özdirenç kaydırma yönteminde, yanal süresizliklere daha duyarlı olması nedeniyle Schlumberger elektrot dizilim tekniği uygulanır.

Kaydırma yönteminin arazi uygulamasında, sistem bir doğrultu boyunca, derinliğe göre önceden belirlenen elektrotlar arası uzaklıklar değiştirilmeden, olduğu gibi yeni ölçü noktasına kaydırılır. Böylece aynı derinlik için her ölçü noktasında ölçümler alınır. Daha sonra elektrotlar arası uzaklık başka bir derinliğe göre değiştirilir. Böylelikle istenilen derinliklere özgül dizi ölçümler alınır.

Elde edilen görünür özdirenç verileri yatay uzaklık ölçü noktaları eğrileri (grafikleri) ve yer elektrik kesitleri biçiminde değerlendirilir.



Şekil 1. Schlumberger türü dört elektrotlu dizilim.



Şekil 2. ölçü noktaları konumlarını belirleme çizelgesi.

Yer elektrik kesitlerinin hazırlanışında; ölçülerin yeraltındaki konumları, kesit ölçeğiyle aynı olan çizelgeler (abaklar) yardımıyla (Şekil 2) belirlenir ve ölçü değerleri konumlarına atanır. Özdirenç değerleri yardımıyla eş özdirenç eğrileri (konturları) çizilerek "yer elektrik kesiti" elde edilir.

Anılan çizelgelerle, bozuk yeryüzeyi biçimlerinin, ölçü noktaları konumlarına olan etkileri, en aza indirgenmekte ve yükseklik düzeltmesi yapılmaktadır.

Yer elektrik kesitleri, yerin düşey doğrultuda belli bir derinliğe kadar olan elektrik iletkenlik özelliğini yansıtır. Aynı özdirenç değerli noktaların birleştirilmesinden oluşan eş özdirenç eğrilerinin biçimleri ve değerleri yeraltındaki süreksizliklerin dolayısıyla yeraltı yapılarının belirlenmesini sağlarlar.

Eş özdirenç eğrileri fay düzlemi boyunca sıklaşırlar ve fayın eğimine uygun biçimde aralanırlar. Eğri yoğunluğundan fay zonu (boşluğu) da belirlenir. Anılan eğriler genellikle katman eğimlerini izlerler. Bu özelliklerinden katman eğim ve doğrultulan hakkında da bilgi sağlanır, özellikle kıvrım, bindirme düzlemi, yataklanma sınırları, yeraltı boşlukları ile karstik oluşuklar ve cevher oluşuklarının geometrisi belirlenebilmektedir. Yeraltı boşluklarında genellikle boşluğun biçimine uygun olarak yüksek değerli Özdirenç eğrileriyle kapanışlar olmaktadır. Eğer boşluk kireç taş in da İse ve İçi İyonize suyla dolu İse kapanışlar düşük değerli Özdirenç eğrileriyle belirlenmektedir. Kimi zaman da dolaylı değerlendirmelerle sonuca gidilir, örneğin kurşun - çinko yataklan mal arı genelde büyük oranlarda kil içerirler

ve kilin özdirenç değeri oldukça düşüktür. Bu tür bölgelerde aynı yöntemin uygulanmasıyla düşük değerli kanyonlara yapılan sondajlarla kurşun - çinko yatakları bulunmuştur.

örnek yer elektrik kesitlerinde görüleceği gibi süreksizlik (fay) belirtilerinin derinlere uzanım biçimi değişken olup ortalama eğim değeri alınmaktadır. Zaten doğada da fay zonları ya da eğimleri düzgün olmayıp değişkendir. İstenilen derinliklerde fay eğiminin değeri, yer elektrik kesitlerinden ölçülebilir. Kesit doğrultusu ile fay doğrultusu arasındaki açı dik değilse, bulunan eğim görünürdür ve eğim düzeltme çizelgeleriyle gerçek eğime dönüştürülür.

3. UYGULAMALAR

özdirenç profil (kaydırma) yönteminin, yoğun bir tektonik geçirmiş olan Zonguldak Taşkömürü havzasında özellikle fay problemlerinde uygulamaları sürekli olarak yapılmakta olup, olumlu saptamalar ve yaklaşımlar sağlanmaktadır.

Burada ilginç olacağını umduğumuz binairimli ve faylı yapılardaki uygulamalardan örnekler vereceğiz.

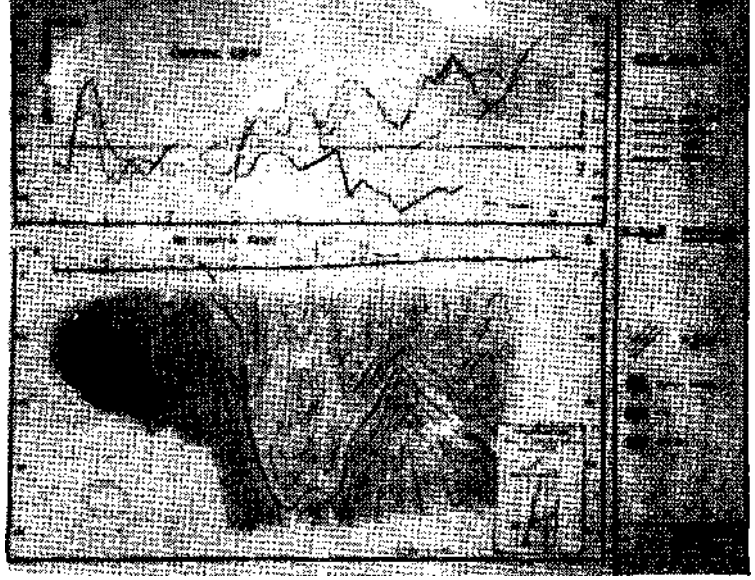
3.1. Amasra — Akkonak Yöresi Çalışması

Karbonifer alanlarını genişletmeye ya da yeni karbonifer oluşukları bulmaya yönelik olarak, MTA tarafından Akkonak yöresi kıyı kesiminde araştırma sondajı (1 000 m) plânlanmıştır. Anılan bölgede kuzeyde yer alan fliş (Senomaniyen) ile güneyde yer alan kumtaşı (Permien) dokanaktırlar. Yüzeyle gözlenebilen dokanağın eğim ve yeraltına uzanım biçimi bilinmemektedir. Araştırma sondajının amacı; Permien altında uygun derinlikte Karbonifer, dolayısıyla taşkömürü damarları kesmektir.

Jeofizik çalışmayla faylı dokanağın eğiminin, yeraltına uzanımının ve yeraltı yapısının belirlenmesi ve sondajın yönlendirilmesi amaçlanmıştır.

özdirenç kaydırma yöntemi uygulamasında, ölçme doğrultusu dokanağa dik ya da dike yakın kesecek biçimde plânlanarak 1 100 m, uzunluktaki profilde her 20 m'de bir 40, 120, 200, 280 ve 400 m derinliklere özgü dizi ölçümler alınmıştır. Ölçümlerden hesaplanan görünür özdirenç değerleri grafik ve yer elektrik kesiti biçiminde yorumla hazırlanmıştır (Şekil 3).

Yer elektrik kesiti incelendiğinde; aralarındaki yeterli özdirenç ayrıcalığından fliş ve Permien (Kumtaşı) birimleri ayırtılabilmektedir. 23 No. dolayında güney eğimle gözlenen dokanak yaklaşık 100 m derinlikten sonra eğim değiştirerek dikleşmekte, 200 m'de tekrar güneye yönelmekte ve 350 m'den sonra da sıfırlanarak ters yöne devam etmektedir. Dokanağın güney bölümünde yer alan (50-90) ohm. m



Şekil 3. Amasra, Akkonak yöresi yer elektrik kesiti.

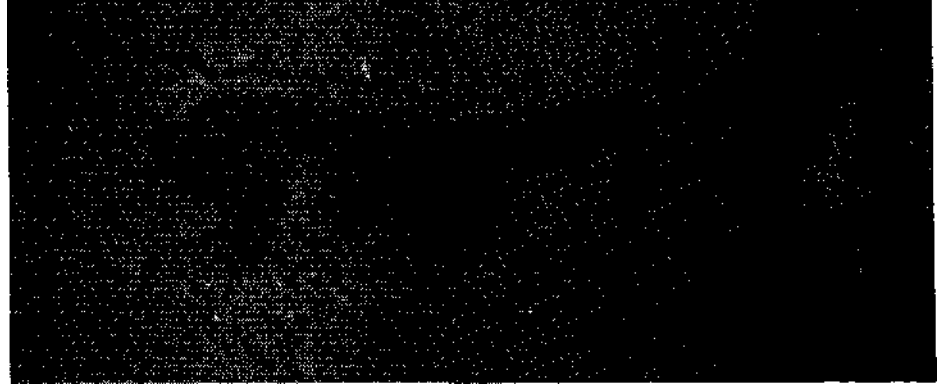
Özdirençli bölüm kumtaşı (Permilyen), kuzey bölümde yer alan (30-50) ohm. Özdirençli bölüm de fliş olarak değerlendirildi. Burada 50 ohm. m eş özdirenç eğrisi yaklaşık dokanak sınırını belirlemektedir.

Kesitte net olarak görüldüğü gibi kahverengi boyalı (50-90) ohm. m özdirençli permilyen altında da (30-50) ohm. m özdirençli fliş yer almaktadır. Tabandaki fliş sınırı düzgün olmayıp girintili çıkıntılıdır. Bu durumda daha önceden umulduğu gibi Permilyen altında Karbonifer görülmemektedir. O yörelerde karbonifer özdirenç 90-150 ohm.m'dir.

Bu durumda yaşlı birim olan Permilyen, genç birim olan fliş üzerine binmiş ya da İçersinde yer almış durumdadır. Jeolojide bu durum Olistostrom (kaymaya bağlı bir yığışım) olarak açıklanabilmektedir. Sonuçta anılan bölgedeki yeryapısı saptanmış ve yapılacak sondajın 400 m dolayında karbonifer yerine fi işe gireceği önceden belirlenmiştir. Bunun üzerine daha önceden belirlenen büyük kapasiteli sondaj makinesi yerine küçük makineyle yapılan sondaj 404 m'de flişe girmiş ve jeofizik çalışmanın sonucu kanıtlanmıştır.

3.2. Maksut Yöresi Çalışması

Maksut yöresi karbonifer alanı, Zonguldak taşkömürü havzasının doğusunda yer alır ve yaklaşık 2 km²'lik alan kapsar. Karboniferin yerli olmadığı, daha genç birim olan fliş içersinde yüzen bloklar biçiminde (olistostrom) yer aldığı, Westfalien B, C, D yaşlı olup değişik kalınlıklı 4-5 damar içerdiği görüşü egemendir. Bu



Şekil 4. Maksut yöresi yer elektrik kesiti.

alanda 5 doğrultu üzerinde uygulanan aynı yöntemde Ölçü noktaları arası 20 m ölçü derinliği en fazla 450 m ve 4 derinliğe özgü dizi ölçümler alınarak, özdirenç grafikleri ve yer elektrik kesintileri hazırlanmıştır (Şekil 4).

Kesit İncelendiğinde karbonifer ile komşu kayaçların yapı ve litolojik özellikleri birbirlerine çok benzediğinden jeolojik gözlemlerle ayırım çok güç, kimi zaman olanaksızdır. Anılan oluşukların özdirençlerinin de birbirine yakınlığı olağandır ancak az da olsa özdirenç farklılığı karbonifer ayırımına yetmiştir.

Karboniferin güney komşu birimi flişin özdirenç 20 ohm. m dolayındadır. Gevşek çimentolu yapı ve gözeneklerdeki doygun su özdirenç düşürerek güney dokanağın net biçimde ayrılmasını sağlamıştır. Kuzey komşu birimde kumtaşı oranı ve çimentolaşma sık olduğundan özdirenç karbonifer ile yaklaşmıştır.

Elektrik kesitte 30-35 ohm.m üzerindeki bölümler karbonifer oluşuğu olarak değerlendirilmiş, böylece karboniferin yeryüzeyindeki ve yeraltındaki sınırları ve biçimi belirlenmiştir.

3 3. Armutçuk Yöresi Çalışması

Armutçuk taşkömürü bölgesinde, Alacağzı - Bayat yöreleri arasında, önceki çalışmaların varlığından söz ettikleri, KD—GB doğrultulu ve Tulani olarak isimlendirilen fay yer almaktadır. Derin ve sığ karboniferin sınırını oluşturduğu kabul edilen fayın konum ve eğiminin ayrıntılı olarak belirlenmesi, işletmecilik açısından önem taşımaktadır.

Anılan fay, jeolojik gözlemlerle çok az bir bölümde izlenebilmekte, çoğu kez görülememektedir. Buna karşın yeraltı üretiminde Alacağzı'nda görülmüştür.



Şekil 5. Tulanı fayını içeren yer elektrik kesiti.

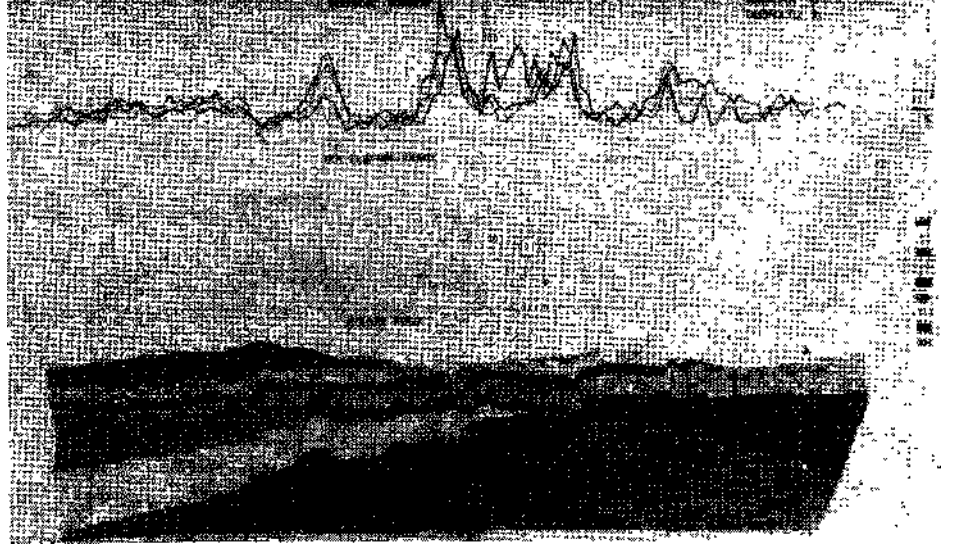
Toplam uzunluğu 15 000 m olan, 300 m derinlikli 13 adet profilde aynı yöntem uygulanarak anılan fay eğim, doğrultu ve yeraltına uzanımıyla saptanabilen Şekil 5'de elektrik kesitlerinden biri görülmektedir

Genelde dike yakın derecede güneye eğimli olan fayın eğim değerinde değişimler olmakta ve yer yer gömülü olarak seyretmektedir. Jeolojik gözlemlerle saptanamayan fay, Şekil 5'de görüldüğü gibi etkin biçimde belirti vermektedir ve fay zonu yaklaşık 60 m'dir. Fayın GD yönündeki kıvrımlı katman yapısı izlenebilmektedir.

3.4. Amasra B Bölgesi Çalışması

Amasra B Bölgesi için hazırlanan işletme projesine İTÜ uygun olarak, tasarlanan kuyu konumlarından geçen doğrultularda uygulanan Özdirenç profil (Kaydırma) yöntemine ait bir elektrik kesit Şekil 6'da görülmektedir.

Şekil 6'nın üst bölümünde Özdirenç eğrileri, orta bölümünde yer elektrik kesiti, alt bölümünde de jeolojik kesit yer almaktadır. İzleyiciye kolaylık sağlaması açısından ölçü noktaları her uç şekilde de alt alta gelecek biçimde yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Amasra B Bölgesi Doğrultu 3.

Çeşitli derinliklerin ölçülerini İçeren özdirenç eğrileriyle, süreksizliklerin yeryüzeyindeki konumları belirlenebilmektedir. Yer elektrik kesitlerinde ise, görüldüğü gibi fayların yeryüzeyindeki konumlarının yanında eğimleri ve yeraltına uzanım biçimleri de belirlenebilmektedir.

Yer elektrik kesitleri verileri ve sondaj verileriyle hazırlanan jeolojik kesitin, gerçeğe en yakını olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. ERCAN, A., Yapay Doğru Akün Özdirenç Yöntemlerinde Süreksizlikler Üzerinde Kaydırma Ölçümleri. Betik II. İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Bölümü Yayınları, İstanbul, 1982.
2. ERGÜDER, F., KARAOĞLU, L., Amasra Akkonak Yöresi Yerel Jeofizik Çalışması, TTK Zonguldak, 1985.
3. ERGÜDER, F., KARAOĞLU, L., AZIZAĞAOĞLU, Ş., Maksut Karbonifer Alanı Jeofizik (özdirenç), Jeolojik Çalışmaları, TTK Kütüphanesi, Zonguldak, 1983.
4. ERGÜDER, F., KARAOĞLU, L., Armutçuk Bölgesi Jeofizik Çalışması, Bölüm II, TTK Kütüphanesi, Zonguldak, 1985.
5. ERGÜDER, F., KARAOĞLU, L., Amasra B Bölgesi, Tasarlanan Kuyular Arası Jeofizik Çalışması, TTK Kütüphanesi, Zonguldak, 1986.
6. KOÇAK, Ç., Zonguldak İli Amasra - Bartın Arası Jeofizik özdirenç - Tektonik Etüdü Raporu, Cilt MI, TKİ Kurumu, Ankara, 1981.

