

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KROMİT YATAKLARI ARAMALARINA JEOFİZİKSEL
YÖNTEMLERİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN
İNCELENMESİ**

NİLÜFER KAYA

TEZ YÖNETİCİSİ
Yrd. Doç. Dr. MUHARREM AKGÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ - 2009

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KROMİT YATAKLARI ARAMALARINA JEOFİZİKSEL
YÖNTEMLERİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

NİLÜFER KAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez,/...../..... Tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile başarılı/başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç.Dr. Muharrem AKGÜL

Üye :

Üye :

Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun// 2009 tarih ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

“Kromit Yatakları Aramalarına Jeofiziksel Yöntemlerin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları- Jeokimya bilim dalında 2005–2008 yılları arasında Yüksek Lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli katkı ve önerileri ile beni yönlendiren, yapıcı ve olumlu eleştirileriyle yardımlarını esirgemeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU’na, danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Muharrem AKGÜL’e içtenlikle teşekkür ederim.

Jeofizik arazi etüdü çalışmaları sırasında Jeofizik yöntemleri uygulayan ve her türlü veriyi olumsuz arazi koşullarına rağmen elde etmemizi sağlayan çok kıymetli meslektaşım Jeofizik Mühendisi Yusuf ALTUN’a ve yardımcılarına; her türlü yardımlarını esirgemeyen Guleman Ferrokrom Fabrikası İşletme Müdürü Sayın İbrahim Mete DOĞAN’a; Genel Müdür Yardımcısı Sayın İrfan BAL’a; çalışmalarımız sırasında yanımızda bulunan, bölge hakkında bilgilerinden yararlandığımız bölgeden sorumlu Jeoloji mühendisi Sayın Nurullah BOGRUL’a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın değerlendirme ve yorumlama aşamasında bilgilerinden yararlandığım, her türlü yardıma ve bilgiye içtenlikle destek veren, tezin oluşmasını hızlandıran çok değerli büyüğüm Jeoloji Yüksek Mühendisi ve Jeofizik Yüksek Mühendisi Sayın Adnan GÜL’e; maddi -manevi her türlü desteğini esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi(FÜBAP) tarafından 1477 Nolu Proje kapsamında desteklenmiştir. Verilen destekten dolayı F.Ü.Rektörlüğü’ne ve FÜBAP’a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	III
TABLolar LİSTESİ.....	V
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Yöntemi	1
1.3. Coğrafi Konum	2
1.4. Önceki Çalışmalar.....	3
2. GENEL JEOLojİ	7
2.1. Bitlis Metamorfitleri	9
2.2. Guleman Ofiyoliti (Jura - Alt Kretase)	10
2.2.1. Tanım	10
2.2.2. Dağılım ve Konum.....	11
2.2.3. Litoloji.....	12
3. TEKTONİZMA	13
4. KROM CEVHERLEŞMESİ	15
4.1. Krom Cevherinin Makroskobik Özellikleri	15
5. JEOFİZİK YÖNTEMLER.....	17
5.1. Uygulamalı Jeofizik	17
5.1.1. Jeofizik Yöntemlerin Uygulanmasındaki Planlamalar.....	18
5.2. Elektrik (Rezistivite Yöntemi)	18
5.2.1. Rezistivite Yönteminin Uygulama Alanları.....	20
5.2.2. Özdirenç Çalışma Teknikleri	20
5.2.3. Düşük Elektrik Sondajı (DES).....	21
5.2.4. Özdirenç Ölçülmesinde Kullanılan Aletler.....	22
5.2.5. Özdirenç Yöntemleri İle Arazide Yapılan Ölçümlerde Elektrotların Dizilimi	23
5.3. Manyetik Yöntem	24

5.3.1. Krom Aramacılığında Manyetik Yöntem	25
5.4. Sismik Yöntem.....	25
6.GULEMAN KROM CEVHERLEŞMESİNDE UYGULANAN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR	27
6.1. İnceleme Alanında Elektrik Yöntem Çalışması	27
6.1.1. Elektrik Yöntemle Elde Edilen Jeofizik Verilerin Değerlendirilmesi	33
6.1.2. Elektrik Yöntemle Elde Edilen Jeofizik Verilerin Yorumlanması	49
6.2. İnceleme Alanında Manyetik Yöntem Çalışması	49
6.3. İnceleme Alanında Sismik Kırılma Çalışması	50
6.3.1. Sismik Yöntemle Elde Edilen Jeofizik Verilerin Değerlendirilmesi ve Yorumlanması	52
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 2.1 Guleman Bölgesinin Jeoloji Haritası.....	7
Şekil 2.2 Guleman Bölgesinin genelleştirilmiş tektonostratigrafik kesiti.....	8
Şekil 2.3 Bitlis Melamorfitleleri ile Guleman Ofiyoliti arasındaki tektonik ilişki.....	9
Şekil 2.4 Guleman Ofiyolitine ait tektonit ve Kümülat gösteren jeolojik harita.....	11
Şekil 4.1 Guleman Bölgesinde görülen saçınımlı-bantlı, kama ve nodüler cevher.....	16
Şekil 5.1. Homojen ortamlarda akım ve eşpotansiyel eğrileri dağılımı	19
Şekil 5.2 Heterojen ortamlarda akım ve eşpotansiyel eğrileri dağılımı	19
Şekil 5.3 Elektrot açılımı.....	21
Şekil 5.4. Arazide Elektrot açılımı.....	22
Şekil 5.5 Özdirenç cihazının görüntüsü.....	22
Şekil 5.6. Özdirenç yönteminde kullanılan başlıca dizilimler.....	23
Şekil 5.7 Sismik cihaz.....	26
Şekil 6.1 İnceleme alanının Topografik Haritası.....	27
Şekil 6.2 İnceleme alanından tepeden görünüş(DES-1 noktası).....	28
Şekil 6.3 Akım elektrodunun bağlantısı.....	29
Şekil 6.4. Potansiyel elektrodunun yere çakılması ve bağlantının kurulması	30
Şekil 6.5 İnceleme alanında rezistivite yöntemi.....	30
Şekil 6.6 İkinci profilde uçurumun ölçü alınımını engellemesi.....	31
Şekil 6.7 İkinci profildeki Topografik engel.	32
Şekil 6.8 Rezistivite yöntemi ile ölçü alınırken.....	32
Şekil 6.9 DES–1 noktası eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi.....	35
Şekil 6.10 DES–2 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi.....	37
Şekil 6.11 DES–3 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi.....	39
Şekil 6.12 DES–4 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi.....	41
Şekil 6.13 DES–5 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi.....	43
Şekil 6.14 DES–6 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi.....	45
Şekil 6.15 DES–1,DES–2, DES–3 Eğrilerinin ve DES–2, DES–5 Eğrilerinin değerlendirilmesi...46	
Şekil 6.16 DES–6 ile DES–3 ve DES–6 ile DES–2 Eğrilerinin değerlendirilmesi.....	47
Şekil 6.17 DES1, DES2 ve DES6 eğrilerinin üç boyutlu değerlendirilmiş şekli.....	48
Şekil 6.18 DES2, DES3 ve DES5 Eğrilerinin üç boyutlu değerlendirilmiş şekli.....	48

Şekil 6.19 Etüt alanında Sismik yöntem.....	50
Şekil 6.20 Sismik yöntem ile Jeofonların profil boyunca dizilimi.....	51
Şekil 6.21 Etüd alanında alınan ölçümün cihaza laptop aracılığıyla kaydedilmesi.....	51
Şekil 6.22 Sismikte kullanılan jeofonlar.....	52
Şekil 6.23 DES-1 noktasında Alınan Sismik Değerler	53
Şekil 6.24 DES-2 noktasında Alınan Sismik Değerler.....	53

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 5.1. Bazı ultramafik kayaların ve kromun fiziksel özellikleri (Fraseri, 1995).....	21
Tablo 6.1 Birinci Profil DES-1 Ölçü Karnesi.....	34
Tablo 6.2 Birinci Profil DES-2 Ölçü Karnesi.....	36
Tablo 6.3 Birinci Profil DES-3 Ölçü Karnesi.....	38
Tablo 6.4 İkinci Profil DES-4 Ölçü Karnesi.....	40
Tablo 6.5 İkinci profil DES-5 ölçü karnesi.....	42
Tablo 6.6 İkinci Profil DES-6 Ölçü Karnesi.....	44

KISALTMALAR VE SİMGELER

SP	: Self Potantiel
EM	: Elektromanyetik
IP	: İndüklenmiş Poalrizasyon
AFMAG	: Audio Frequencymagnetic
DES	: DüşeyElektrik Sondajı
K	: Geometrik Faktör
ρ	: Özdirenç
d	: Tabaka kalınlığı
h	: Tabaka yüksekliği

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KROMİT YATAKLARI ARAMALARINA JEOFİZİKSEL YÖNTEMLERİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Nilüfer KAYA

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2008, Sayfa: 59

İnceleme alanı Elazığ ilinin 70 km güneydoğusunda ve Alacakaya ilçe sınırları içinde yer almaktadır. Guleman bölgesinde birçok kayaç topluluğu bulunmaktadır. Ana kayaçlar Guleman ofiyolitleri ile ilişkilidir. Serpantinleşen yerlerde harzburjit ve dunit içerir.

Bitlis metamorfikleri inceleme alanında en yaşlı birim olup kristalize kireçtaşlarından oluşmakta ve Guleman ofiyoliti üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Guleman ofiyoliti; başlıca dunit ve kromit içeren harzburjitlerden oluşan tektonitler ile dunit, verlit, klinopirksenit gabrolardan oluşan kümülatlar ve bu birimleri kesen tekil diyabaz daykları, levha dayk karmaşığı ve bazik volkanik kayaçlardan oluşur.

Kromit yataklarının araştırılması için en önemli jeofiziksel yöntemler Elektrik Prospeksiyon, EIP, Gravite Yöntemi, Manyetik Yöntem ve Elektromanyetik yöntemlerdir. Çalışmada Elektrik prospeksiyon ve Sismik Yöntem seçilmiştir. Bu yöntemler Doğu ve Batı Kef alanları arasında uygulanmıştır. Kromit kütlelerinin bulunduğu bölgede bu yöntemler uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucunda düşey elektrik sondajlarında (DES-2 ve DES-3) krom cevherleşmelerini 120-160 m derinlikte işaret eden yüksek özdirenç değerleri saptanmıştır. Bu değerler kromun özdirenç değerleri uyumluluk göstermektedir. Jeofizik veriler, jeolojik verilerle uyum sağlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Jeofizik prospeksiyon, elektrik yöntem, kromit yatağı, Guleman, Elazığ

ABSTRACT

MSC THESIS

INSPECTION OF GEOPHYSICAL METHODS' PRACTICABILITY IN CHROMITE DEPOSIT EXPLORATION

Nilüfer KAYA

Firat University

Graduate School of Science and Technology

Department of Geological Engineering

2008; Page: 59

The study area is located in Alacakaya town which is approximately 70 km SE of Elazığ. Different lithological units are present in Guleman area. Dominant rocks are ophiolitic rocks belonging to Guleman ophiolite. The host rocks involve harzburgite and dunite which both somewhere have been serpentized.

Bitlis Metamorphites are represented by crystallized limestone in the study area and thrust by Guleman ophiolite. Guleman ophiolite made up of tectonites which comprises dunite and chromite bearing harzburgites and cumulates which contain dunites, wherlite, clinopyroxenite, gabbros, diabase dykes, sheeted dyke complex and basic volcanites are other constituents of the ophiolite.

The most important geophysical methods for exploration of the chromite deposits used are electrical prospecting, EIP, gravity method, magnetic method and electromagnetic method. In this study electrical method and seismic method is selected. These methods were applied at East and West Kef areas. The results of the methods showed a high resistivity at 120- 160 metres interval along the traverses DES-2 and DES-3, what was probably caused by chromite ore horizons. Geophysical findings are in good agreement with geological data.

Key words: Geophysics prospection, electrical method, chromite deposit, Guleman, Elazığ

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

“Kromit Yatakları Aramalarına Jeofiziksel Yöntemlerin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi” konulu bu çalışmada, jeofiziksel yöntemlerden yararlanarak kromit yataklarının aranmasına uygulanabilirliğinin etkili olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır.

Cevher yatakları, özellikle krom yatakları genellikle sert topoğrafya koşullarında bulunmaktadır. Bu nedenle cevher aramalarında cevherin doğasına, bulunduğu ortama ve koşullara uygun olarak geliştirilmiş aygıtlar kullanılmaktadır. Bu aygıtlar taşınması ve uygulanması açısından kolaylık sunar.

Çalışma alanında hemen her türlü yeraltı araştırmalarında kullanılan ucuz ve kolay bir yöntem olan “Özdirenç (Rezistivite) Yöntemi” uygulanarak krom araştırması yapılmıştır. Bu yönteme destekleyici yöntem olarak Manyetik Yöntem seçilmiş olup manyetik yöntemde kullanılan manyetometre cihazını arızalanması nedeniyle arazi koşullarında sağlıklı veriler alınamayacağından bu yöntem uygulanamamıştır. Krom aramacılığı için, cevherin yerinin tespiti açısından manyetik yöntem destekleyici bir yöntem olarak kullanılabilir. Rezistivite çalışması ile alandaki jeolojik oluşum, içeriğindeki oluşumların belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Çalışma Yöntemi

Çalışma literatür araştırması, arazi ve değerlendirme olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Literatür çalışması; arazi çalışmalarından önce başlatılmıştır. Bu çalışma kapsamında inceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji ve petrografisini konu alan rapor, kitap, ulusal ve uluslararası makaleler taranmıştır. Daha önceden yapılmış olan başka bölgelerdeki jeofiziksel maden aramaları çalışmalarıyla ilgili makaleler taranmıştır.

Arazi çalışmalarında daha önce yapılmış jeolojik harita ve topografik harita yardımıyla varlığı bilinen kromit cevherleşmelerinin bulunduğu bölgede jeofiziksel etüt çalışmaları yapılmıştır. Jeofiziksel yöntemlerden Elektrik Özdirenç Yöntemi, Manyetik Yöntem ve Sismik Yöntem seçilmiştir. Manyetometre cihazının arızalanması ile Manyetik yöntemden sağlıklı veriler elde edilememiştir.

Arazide elde edilen veriler daha sonra büro ortamında değerlendirilmiş olup istenilen sonuç elde edilinceye kadar arazi çalışmalarına devam edilmiştir.

1.3. Coğrafi Konum

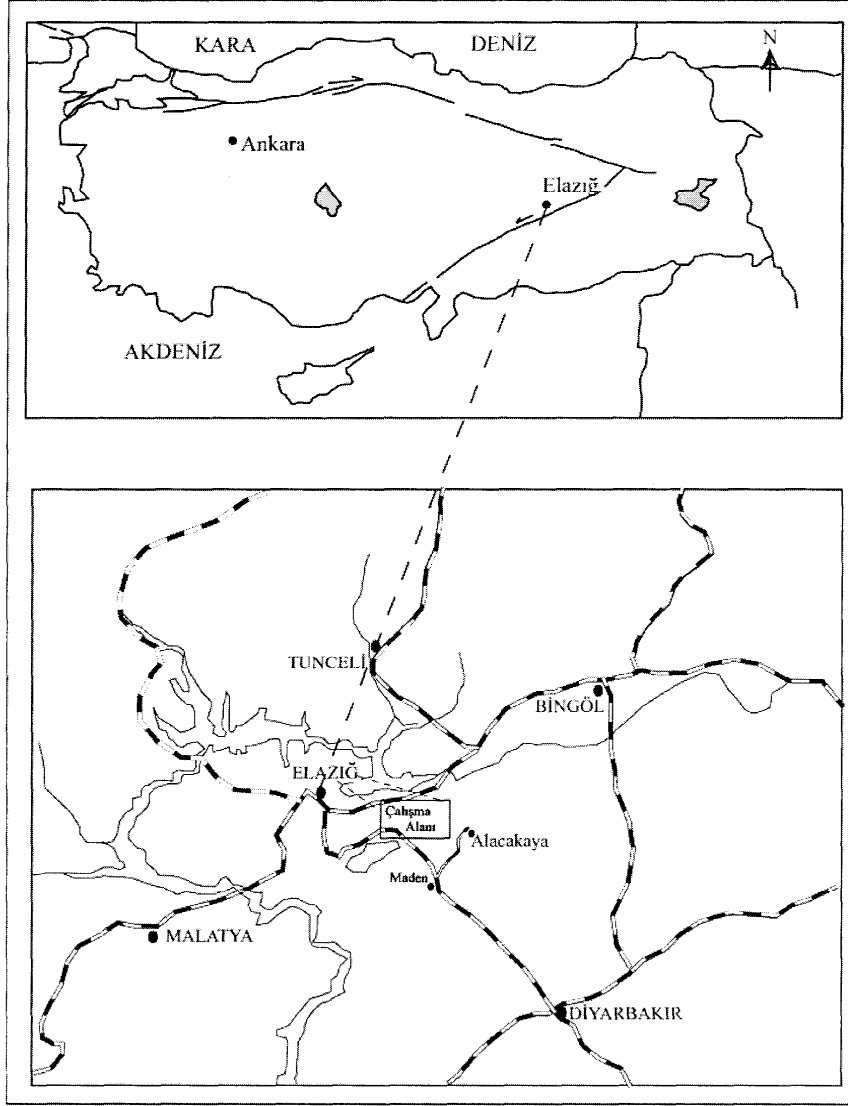
Çalışma alanı, Elazığ ili' nin yaklaşık 70 km GD' sunda ve Alacakaya sınırları içinde, Türkiye' nin en önemli krom yataklarının bulunduğu Guleman Bölgesi' nde yer almaktadır. Çalışma alanına, Elazığ – Bingöl karayolunun 50. Km' sinde güneye doğru ayrılan Alacakaya yolu ile veya Elazığ – Diyarbakır karayolu üzerindeki Maden ilçesinden kuzeye Alacakaya ilçesine doğru ayrılan stabilize yol ile ulaşılabilir (Şekil 1.1.)

Güneydoğu Anadolu sıradağlarının güney kısmında bulunan Guleman Bölgesi güneyinde uzanan Arap Platformu'nun sakin coğrafyasına karşılık gayet engebelidir.

Guleman kromit yataklarının olduğu bölgedeki önemli yükseltiler: Mustafa T. (1776 m), Aslantaşı T. (1650 m), Künofan T. (1720 m), Kırmızıtaş T. (1990 m), Büyük Sori Dağı (1767 m), Rut T. (1711 m), Taşlı T. (1395 m), Güvenli T. (1457 m), Kapın T. (1268 m), Sabata T. (1370 m), Sori Sarıkaya T. (1467 m) dir (Başpınar,2006).

İnceleme alanı coğrafik konum itibariyle Doğu Anadolu Bölgesinde yer alır. İklim bölgeye has karasal iklimdir. Bu bölgede kışlar soğuk ve yağışlı olup yağışlar genellikle kar şeklindedir. Yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Bölgede en soğuk aylar; Ocak – Şubat ayları olup, ortalama sıcaklık 4.1 °C, en sıcak aylar Temmuz – Ağustos ayları olup, ortalama sıcaklık 37.3 °C ve yıllık ortalama sıcaklık ise 13.05 °C'dir (Başpınar,2006).

İklim şartlarına ve toprak örtüsüne bağlı olarak bu bölgedeki bitki örtüsü genellikle çalılıklardan, ardıç ve meşe ağaçlarından oluşur ancak bitki örtüsü bakımından fakirdir. Bahçe ve tarla tarımı düz alanların ve toprak örtüsünün sınırlı olması sebebiyle ancak yerleşim birimleri çevresinde ve küçük sahalarda yapılmaktadır. Yörenin sarp oluşu ve tarıma elverişli alanının çok az olması sebebiyle yerleşim yerleri genellikle küçük köy ve mahallelerinde oluşur. Bölge halkının çoğu bu bölgede bulunan maden ocaklarında çalışarak geçimini sağlamaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

1.4. Önceki Çalışmalar

Guleman bölgesi krom cevherleşmesi 1915 yılında Abdullah Hüsrev (Guleman) tarafından bulunmuş, ilk defa Koert ve Baumann tarafından incelenmiş ve bölgedeki ilk önemli çalışmayı da Helke (1938) yapmıştır. Kovenko (1942), H. Borchert (1956), Petraskheek (1956-1958), yine bu bölgede çalışma yapan ilk araştırmacılarıdır (Engin ve diğ., 1982).

Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde yer alan Guleman ofiyoliti Özkaya (1975), Perinçek (1979, 1980), Aktaş ve Robertson (1984) ile Bingöl (1986) bölgesel ölçekli çalışmalarında incelenmiştir.

Özkaya (1975), Ergani-Maden-Guleman civarını kapsayan çalışmalarında, Guleman Grubunu Guleman ultrabazitleri ve serpantinileri olarak adlandırmış ve birimin yaşını da Jura -Kretase olarak belirlemiştir.

Sungurlu (1979), Güneydoğu Anadolu sürüklenim kuşağı boyunca yapmış olduğu çalışmasında Guleman Grubu'nu Guleman Ultrabazitleri olarak tanımlamaktadır.

Engin ve diğ. (1982), 'Guleman Krom Yataklarının ve Guleman Peridotit biriminin genel jeolojik konumu ve yapısal özellikleri' konulu çalışmasında litolojik özellikler, yapısal durum ve coğrafik konum göz önüne alınarak Guleman Peridotit birimi Gölalan, Pütyan, Rut-Taşlıtepe ve Kefdağ-Kapın-Şabata bölgeleri olmak üzere 4 bölüm olarak ele alınmış ve incelenmiştir.

Özkan (1982, 1983a, 1983b, 1984), Guleman ofiyoliti üzerinde yaptığı değişik amaçlı çalışmalarında, Guleman ofiyolitinin Güneydoğu Anadolu Tersiyer sürüklenim kuşağı içinde yer alan ultramafik-mafik kütlelerden biri olduğunu belirtmiş ve birimin tektonik dilimlenmeyle parçalanmış eksik bir ofiyolit topluluğunu temsil ettiğini belirtmektedir. Araştırmacı, Guleman ofiyolitini yapısal olarak incelemiş ve bölgesel gidişlerle uyumlu kıvrımlı bir yapı gösterdiğini ortaya koymuş ve bölgenin Geç Kretase'den itibaren K-G doğrultulu bir sıkışma gerilmesinin etkisinde kaldığını belirtmiştir. Araştırmacı Guleman ofiyolitinde metamorfizma etkilerini incelemiş ve bölgenin düşük basınç ve düşük sıcaklıklarda prehnit-pumpellyit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını belirtmiş ve serpantinleşme derecesi ile ikincil mineral oluşumları üzerinde tespitlerde bulunmuştur. Metamorfizmanın, ofiyolit üst Kretase'deki yerleşmesi ve Miyosen'deki aktarılması sırasında gelişmiş olabileceğini öne sürmüştür.

Engin ve Özkan (1985), Guleman bölgesinin yapısal durumunu ve peridotitlerin petrografisini incelemiştir.

Bingöl (1986), Guleman ofiyolitinin petrografisi ve petrolojisi üzerine yaptığı çalışmalarda, bunların yüksek sıcaklıklarda plastik deformasyon geçirmiş tektonitler ve deforme olmamış kümülatlardan oluştuğunu ve İspendere Ofiyoliti'nin Guleman Ofiyoliti'nin batı uzantısı olduğunu kabul etmiştir.

Çakır (1994), Guleman bölgesi Batı Kef krom yatağının jeolojik özelliklerini incelemiştir. Batı Kef krom yatağı, Guleman Ofiyoliti'nin alt birimini oluşturan tektonit dokulu harzburjitlerin hemen üzerinde, kümülat dokulu dünitlerin tabanında yer aldığını ve boyutları bakımından Türkiye'nin en önemli yatakları arasında olduğunu belirtmiştir.

Aslantaş (2001), Kapın ve Şabata krom cevherleşmesini inceleyerek kromitlerin mineralojik ve kimyasal özelliklerini belirlemiş ve bunların Alpin tipi kromitlerle benzer olduklarını belirtmiştir.

Özsoy (2001), Ayıpınar krom cevherleşmesini incelemiş buradaki cevherleşmenin ortomagmatik evrede kristal eriyik farklılaşması ile okyanus ortası sırta oluştuğu sonucuna varmıştır.

Ercan (2007), Krom için uygun jeofizik yöntemlerin Mikrogravite, Manyetik, SP, Elektrik ve EM (Elektromanyetik) yöntemler olduğunu belirtmiştir.

Ergin (1981), Gravite yönteminin maden aramalarında daha çok yoğunluk farkı büyük olan madenlere uygulanması gerektiğini bu yüzden yeraltı jeolojisi ve yoğunluk farklarının iyi bilinmesi değerlendirmede önemli olduğunu belirtmiştir.

Üçer (2005), Gravite yöntemi; manyetit, krom, masif sülfür, hematit, kalkopirit ve bunun gibi çevre kayaca göre farklı yoğunluğa sahip madenlerin aranmasında ucuz ve güvenilir bir yöntemdir. Maden aramacılığında manyetik yöntem uygulanırken çözüme ulaşmak için Şekil farklılığının ve manyetik duyarlılığının olması gerektiğini göstermiştir.

Karavul (2008), Muğla ili Turgut köyü Kocatepe mevkiinde yapmış olduğu metalik maden arama çalışmasında Elektrik Özdirenç yöntemi ile IP (Elektriksel kutuplaştırma) yöntemlerini uygulamıştır. Bu çalışmada altı profil üzerinde etüt yapmış olup metalik madene rastlamıştır. Bu madenin bir kısmı kazı yapılarak yeryüzüne çıkarılmış olup metalik madenin Manganez olduğu tespit edilmiştir.

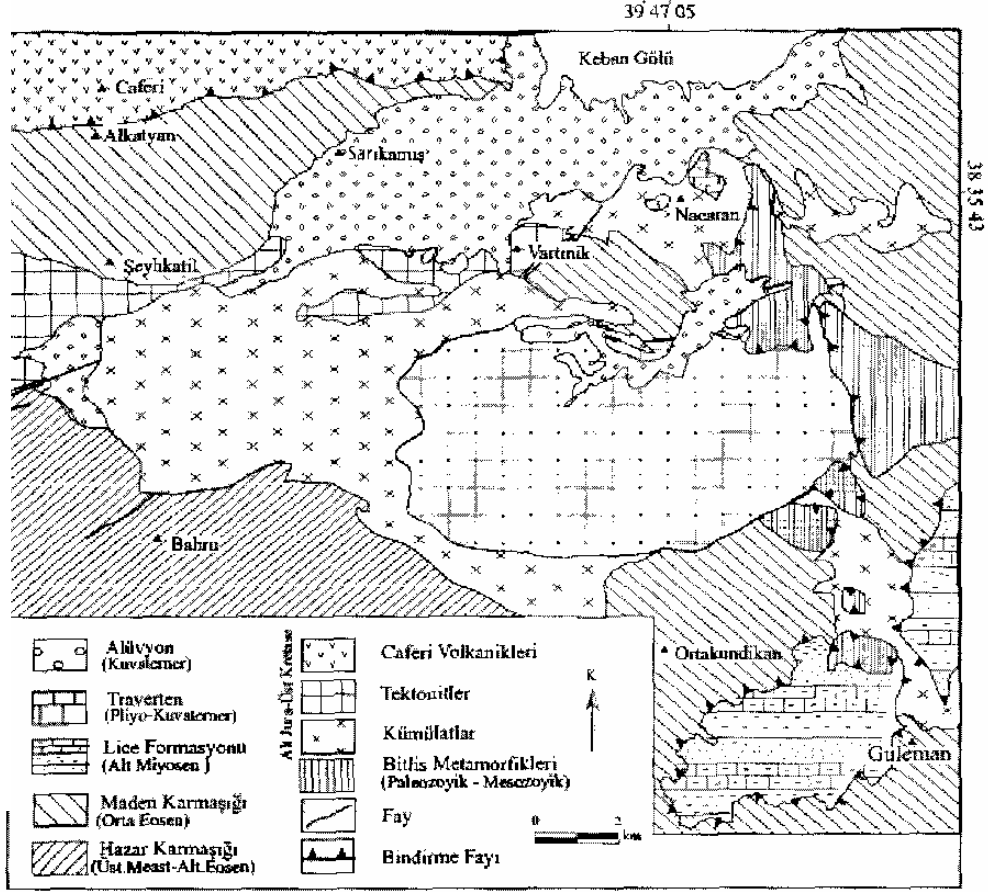
Aydın (2008), Maden aramada jeofiziksel yöntemlerin etkili olduğunu, örneklerle açıklamakta olup jeofiziksel ifadeleri yorumlamadaki çözüm yöntemlerini vermektedir.

Telford (1976) ve Keys (1976), Maden aramada jeofizik yöntemlerden gravite ve manyetik yöntemden söz etmiş olup basit şekilli metalik kütlelerin yerlerinin tespitinde gravite ve manyetik yöntemleri kullanmış olup çözüme ulaşmıştır.

Tokgöz (1998), Gravite yöntemi ile Kop Maden etüdünde krom cevherine rastladığını açıklamıştır. Kemaliye-Bizmişen ve Divriği-Dumluca'da manyetik etüt sonucunda demir cevherine ulaştığını yorumlayarak belirtmiştir.

2. GENEL JEOLJİ

İnceleme alanında ve civarında birçok kayaç topluluğu bulunmaktadır. Bunları yaşlıdan gence Paleozoyik yaşlı Bitlis Metamorfitleri, Üst Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti. Üst Meastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Miyosen yaşlı Lice Formasyonu oluşturmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Guleman Bölgesinin jeoloji haritası (Özkan, 1983a'dan sadeleştirilerek).

İnceleme alanında kayaçlar geniş çerçevede incelendiğinde başlıca iki yapısal birime ayrılabilir. Bunlardan Lice Formasyonu ve Bitlis Metamorfitleri otokton, Guleman Grubu, Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı ise allohton birimlerdir (Başpınar, 2006).

Bitlis Metamorfikleri Guleman Ofiyolitleri üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı bu birimi uyumsuz olarak örtmekte ve bu birimler Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonu üzerine bindirmişlerdir (Şekil 2.2).

Şekil 2.2. Guleman Bölgesinin genelleştirilmiş tektonostratigrafik kesiti (Erdoğan, 1982).

YAŞ	GRUP	BİRİM	KALINLIK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
ORTA EÖSEN	MADEN KARMAŞIĞI	Üst volkanik ve sedimentler	> 200 m		Mafik volkanitler(andezit-bazalt) , aglomera ve tuf
		Alt volkanik ve sedimentler	1000-3000m		Yanal ve düşey girik mafik volkanikler karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı , çamurtaşı
ÜST ME-ASTRİTİYEN ALT EÖSEN	HAZAR KARMAŞIĞI		2250 m		Fosilli kireçtaşı
					Yer yer volkanik ara katkılı Kumtaşı-kiltası-şeyl-mam-killi kireçtaşı ardalanması
JURA - ALT KRETASE	GULEMAN GRUBU	Banlı Gıabro	100-900m		Banlı gıabro ve pegmatitik dayklar
		Peridotit	> 3000 m		Kromit cevherleşmeleri Dünit, harzburgit, lertzolit ve piroksenit yığılımları
ALT MİYÖSEN	LICE FORM.	Fılış	> 150 m		Seyrek kireçtaşı arakatmanlı, şeyl-kumtaşı ardalanması

2.1. Bitlis Metamorfitleri

Bitlis Metamorfitleri terimi Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan metamorfik kayaç topluluğu için kullanılmaktadır (Boray, 1976).

Bitlis Metamorfik Kuşağı, Toros Orojenik Kuşağının doğu kısmını oluşturur ve yaklaşık olarak 300 km uzunluğunda ve 60 km genişliğinde bir yayılıma sahiptir. Bu kuşak birbiri üzerine bindirmiş çok sayıda tektonik dilimlerden oluşmuştur (Göncüoğlu ve Turhan, 1984).

Bu araştırmacılar Bitlis Metamorfitlerini Devoniyen yaşlı Hizan Grubu ve Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı Mutki Grubu olarak iki alt gruba ayırmıştır.

Bitlis Metamorfitleri kristalize kireçtaşlarından oluşmakta ve Guleman ofiyoliti üzerine tektonik dokanakla gelmektedir (Şekil 2. 3) (Başpınar, 2006).



Şekil 2.3. Bitlis Metamorfitleri ile Guleman Ofiyoliti arasındaki tektonik İlişki. Baltaşı (Nacaran) Köyünün yaklaşık 1 km güneyi (Başpınar, 2006).

2.2. Guleman Ofiyoliti (Jura - Alt Kretase)

Eksiksiz bir ofiyolit istifi tabandan tavana doğru; esas olarak harzburjit, az oranda dünit ve lerzolitten oluşmuş metamorfik dokulu tektonitler, dünit, verlit, klinopiroksenit, gabro ve tabakalı gabrolardan oluşan kümülatlar, tabakalı gabrolar üzerinde izotrop gabrolar, diyabazlardan oluşan levha dayk karmaşığı, bazaltik yastık lavlar ve bunlarla birlikte bulunan sedimanlardan oluşur.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda (Boudier ve Nicolas, 1985; Nicolas, 1989) Ofiyolitler litolojik özellikleri ve göstermiş oldukları plastik deformasyon yapılarına göre Harzburjit tip ofiyolitler (HOT) ve Lerzolit tip ofiyolitler (LOT) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Beyarslan, 1996).

2.2.1. Tanım

Elazığ ilinin yaklaşık 50 km doğusunda Guleman yöresinde yüzeyleyen ultramafik –mafik kayalar, tektonik dilimlenmeyle parçalanmış eksik dizi bir ofiyolit topluluğu olarak tanımlanmış ve "Guleman Ofiyoliti" diye adlandırılmıştır (Engin ve diğ. 1982; Özkan, 1982; Engin ve Özkan, 1985).

Sungurlu (1979), Çüngüş- Maden-Hazar yöresinde Guleman Ultramafitleri; Özkaya (1975) ise Ergani-Maden-Guleman yöresindeki çalışmasında Maden Karmaşığı içerisindeki uyumlu ofiyolit dilimlerine 'Bahro Ultrabazitleri' adını vermiştir.

Guleman ultramafitleri için; Perinçek (1979), Erdoğan (1982), Yazgan (1984), Bingöl (1984, 1987), Aktaş ve Robertson (1984), Sungurlu ve diğ. (1985), bölgede yaptıkları çalışmalarında 'Guleman Grubu' adını kullanmışlardır.

Özkaya (1975), aynı birim için Maden - Ergani - Guleman civarındaki çalışmasında, "Guleman Ultrabazit ve Serpantinitle" tanımını kullanmıştır.

Erdoğan (1982), Ergani - Maden yöresi ofiyolit kuşağında yaptığı çalışmasında; birimin birbiriyle düşey geçişli peridotit, bantlı gabro ve bazalt seviyelerinden oluştuğunu belirtmiş ve "Guleman Grubu" olarak adlandırmıştır.

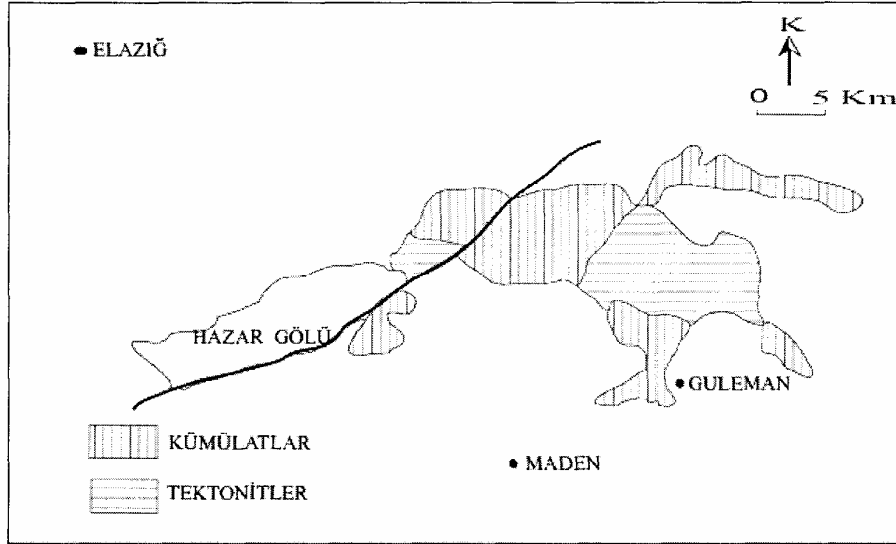
2.2.2. Dağılım ve Konum

Guleman Ofiyoliti, Elazığ'ın 70 km doğusunda Alacakaya ilçesinde ve yaklaşık 200 km²' lik bir alanı kapsayan mafik - ultramafik kayaç topluluğudur.

Bu birim; tektonitler, kümülatlar tekil dayklar, diyabaz ve bazik volkanik kayaçlardan oluşur (Şekil 2.4).

Bölgede Guleman Ofiyolitleri üzerinde incelemeler yapan Özkan ve Öztunalı (1984), birimin tabanda 5–10 m kalınlığında dünit ve podiform kromit içeren harzburjitlerden oluşmuş tektonitler; dünit-verlit-klinopiroksenit ardalanması ve bantlı gabrolardan oluşmuş kümülatlar ve ofiyolitlerle arazi ilişkisi gözlenmeyen, ancak jenetik olarak ilişkili olduğunu düşündükleri volkanitlerden oluştuğunu kabul etmektedirler.

Kümülat grubu kayaçlar tektonitlerin üzerinde ve genel olarak onları çevreler konumda bulunmaktadır (Engin ve diğ., 1982).



Şekil 2.4. Guleman Ofiyolitine ait tektonit ve Kümülatları gösteren jeolojik harita (Engin, 1984'den sadeleştirilerek).

2.2.3. Litoloji

Guleman Ofiyoliti; başlıca dünit ve kromitit içeren harzburjitlerden oluşan tektonitler ile bunların üzerine açılı uyumsuzlukla gelen dünit, verlit, klinopiroksenit, tabakalı gabro ve izotrop gabrolardan oluşan kümülatlar, tüm bu birimleri kesen tekil diyabaz daykları ile levha dayk karmaşığı ve bazik volkanik kayalardan oluşmaktadır.

Tektonitler inceleme alanında daha çok krom cevherleşmelerinin yer aldığı Sori bölgesinde görülmektedir. Başlıca harzburjit ve dünitten oluşur ve dünitlerin harzburjitlere göre bağlı miktarları daha azdır. Ultramafik tektonitler sadece manto sıcaklık ve basınç koşullarında oluşabilen plastik deformasyon, kısmî ergime ve rekristalizasyon yapı ve dokularını gösterirler (Özkan, 1982).

3. TEKTONİZMA

Bütün özellikleriyle Alpin tip ofiyolitlere benzerlik gösteren Guleman Grubu, Türkiye'deki 3 ofiyolit kuşağından güney kuşak içerisinde yer almaktadır. Ofiyolitlerin yerleşmesinde etkili olan tektonizma, Guleman Grubu üzerinde de etkili olmuştur. Guleman Ofiyolitinin faylanarak kıvrımlanması ve yine bu kayaçlarda izlenen kırık ve fayların hepsi ofiyolit yerleşmesi esnasında ve sonrasındaki kabuk hareketleriyle oluşmuştur (Özkan, 1982).

Özkan (1983a), Guleman Ofiyolitinin jeoloji haritasının eksen gidişleri D-B doğrultusunda olan kıvrımlı bir yapının varlığını yansıttığını belirtmiş, ancak dokanakların tümüyle faylanmış olması ve dokanaklar boyunca tektonik kamalanmaların olağan olması gözetilince buna bir plastik kıvrımlanma gözüyle bakılamayacağını vurgulamıştır. Gözlenen durumun; Guleman Grubunun bölgesel bir sıkışma gerilmesi altında kıvrımlanmaya zorlanmış ve birer zayıflık yüzeyleri olan dokanaklar boyunca oluşan makaslama gerilmeleri sonucu faylanarak ve yer yer kamalanarak buna uymaya çalışmış olduğunu belirtmiştir.

Guleman Ofiyolitinde izlenen çeşitli yapılar, onun değişik tektonik ortamlarda birbirini izleyen deformasyonlara uğramış olduğunu göstermektedir. Bunlardan bir bölümü tektonitlerde izlenen yapraklanma ve çizgisellik gelişi, plastik kıvrımlanmalar ve plastik yırtılmalar olarak özetlenebilecek manto içi plastik deformasyon evresinde gelişmiş yapılardır. Guleman Ofiyolitinin faylanarak kıvrımlanması ve yine bu kayaçlarda izlenen kırık ve fayların hemen hemen hepsi bu evrede oluşmuştur. Bu ikinci evrede oluşan yapıların geometrilerinden (kıvrım eksenlerinin D-B gidişlerinden) çıkarılan gerilme dağılımının K-G yönlü sıkıştırma gerilmesi ile bağdaştığını vurgulamıştır. Bu sonuçlardan ofiyolit yaşda göz önüne alınarak, Üst Kretase ve sonraki deformasyon evrelerinin hepsinde K-G yönlü sıkıştırma gerilmesinin egemen olduğu biçiminde yorumlanmıştır (Özkan, 1983a).

Engin ve diğ. (1982), litolojik özellikler, yapısal konum ve coğrafik dağılım göz önüne alarak Guleman Peridotit Birimini Gölalan, Pütyan, Rut. Kefdağ-Kapın-Şabata gibi bazı bölümlere ayrılabilirdiğini belirtmişlerdir.

İnceleme alanı Kef Bölgesi olup, bu bölgede dünitlerle harzburjitler arasındaki sınır ilişkisi Batı Kef kesiminde ilksel, Doğu Kef kesiminde ise faylıdır. Doğu Kef bölümünde dünit- harzburjit sınırı D-B yönlü bir fayı izlemektedir. Fay zonu ortalama 65° ile kuzeye eğimli olup fayın

harzburjit tarafı dünit tarafına oranla tektonizmadan çok daha fazla etkilenmiştir. Batı Kef kesiminde ise harzburjitlerdeki bantlanmalar ile dünitlerdeki bantlanmalar birbiriyle uyumludur. D-B doğrultulu olan cevher yatağı zon boyunca KD-GB ve KB-GD yönlü faylarla kesilmiştir. Her iki fay sistemi de cevher zonunda atımlara neden olmakla beraber, KB-GD doğrultulu fay sisteminin daha hakim ve etkin olduğu (Engin ve diğ. , 1982) tarafından belirtilmektedir .

4. KROM CEVHERLEŞMESİ

Guleman, krom yatakları yönünden Türkiye'nin en önde gelen bölgelerinden olup, 1915 yılında Abdullah Hüsrev (Guleman) tarafından bulunmuş, ilk defa Koert ve Baunmann tarafından incelenmiş ve bölgedeki ilk önemli çalışmayı da Helke (1938) yapmıştır. Kovenko (1942), H. Berchert (1956), Petrasekheek (1956–1958), yine bu bölgede çalışma yapan ilk araştırmacılarıdır. Bölgedeki krom cevherleşmelerinin konumları ve yan kayaç ilişkileri yine pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Helke, 1939, 1955, 1962; Kovenko 1940, Wijkerslooth, 1947; Borchert, 1952, 1962; Petrascheck, 1958, 1959; Thayer, 1964; Kendiroğlu, 1972; İskit, 1973; Ortalan ve Erdem, 1977; Koç ve İzmir, 1977; Turmuş, 1977; Özkan, 1977, 1982; Engin, 1979; Engin ve Sümer, 1982; Balcı ve diğ., 1982; Engin ve diğ., 1982'den).

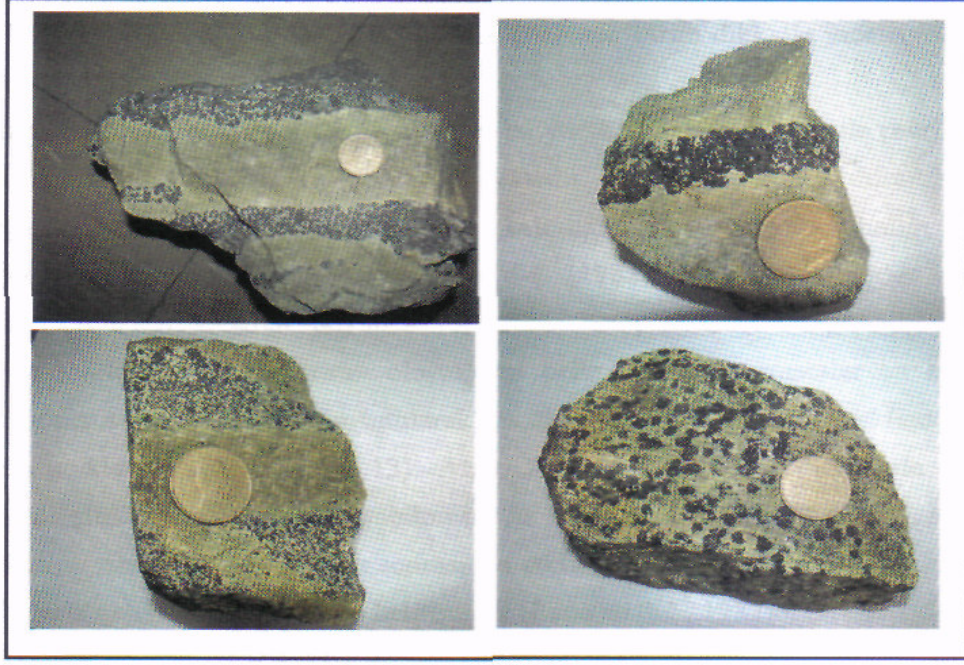
Bölgede başlangıçta mostra madenciliği ve açık işletme yöntemleriyle nispeten kolaylıkla yapılan madencilik çalışmaları bu yöntemlerle alınabilecek cevherin azalması sonucu, 1950 yılında yeraltı madenciliği başlamış ve bugün yörede kapalı işletme ve açık işletme yöntemleri ile cevher alımına devam edilmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucu Guleman peridotit birimi içinde 500'den fazla krom zuhuru bulunduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu zuhurların boyları birkaç cm'den birkaç yüz metreye kadar değişiklik göstermektedir. Guleman peridotit birimi içindeki krom cevherleşmeleri hem tektonitler hem de kümülatlar içerisinde bulunmaktadır. Ancak tektonitler içerisinde ve tektonit-kümülat sınırına yakın yerlerde bulunan krom cevherleşmeleri kümülatlar içinde bulunan cevherleşmelere oranla daha yüksek Cr_2O_3 tenörüne sahiptir (Engin ve diğ., 1982).

Guleman krom yataklarının özellikleri ile peridotit biriminin sergilediği yöresel litoloji ve yapı özellikleri göz önüne alınarak bu krom zuhurları Gölalan, Ayıpınarı, Rut-Lasir, Kef, Kapin-Şabata olmak üzere 5 ayrı bölgeye ayrılmıştır (Engin ve diğ., 1982).

4.1. Krom Cevherinin Makroskobik Özellikleri

Guleman Bölgesinde; genellikle serpantinleşmiş harzburjitler içerisinde yer alan krom cevherleşmesi büyük çoğunluğu masif ancak daha az oranlarda nodüller, saçınımlı, bantlı ve kama şekilli dokular göstermektedir (Şekil 4.1). Doğu Kef genellikle masif, Batı Kef bölgesinde ise çoğunlukla saçınımlı ve bantlı tip cevher, az oranlarda da masif cevher görülmektedir.



Şekil 4.1. Guleman Bölgesinde görülen saçınımlı-bantlı, kama ve nodüler cevher (Başpınar, 2006).

5. JEOFİZİK YÖNTEMLER

Fiziksel metotlarla yerin araştırılmasıdır. Fizik ilkelerinin yerkürenin incelenmesinde uygulanmasına JEOFİZİK denir. Jeofizik;

- Katıyer Fiziği
- Okyanusların Fiziği
- Atmosfer Fiziği
- Son yıllarda ise Gezegenler Fiziği jeofizik ile yakından ilgilidir (Ergin, 1985).

5.1. Uygulamalı Jeofizik

Uygulamalı jeofiziğin konusu yerkabuğunun üst kısımlarında bulunan boyutları sınırlı ve derinliği az olan yeraltı yapılarını ve özel durumları incelemektir (Ergin, 1981).

Yeraltındakileri antiklinalleri-senklinalleri, fayları, maden yataklarını ve sedimanların altındaki temel kayacın engebelerini aramak bu tür çalışmalara girer (Ergin, 1981).

Uygulamalı jeofizik ikiye ayrılır:

Doğal Kaynaklı Yöntemler;

- Gravite
- Manyetik
- Self Potansiyel (SP)
- AFMAG

Yapay Kaynaklı Yöntemler

- Sismik Yöntemler
- Elektrik Yöntemler
- Elektromanyetik Yöntemler
- Radyoaktif Yöntemler
- Sondaj Kuyularında Ölçülen Kuyu Logları (Ergin, 1981).

Çeşitli jeofizik yöntemlerle, verilen bir yerde yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçların normal ya da ortalama değerlerden farklı olan ve belirli bir biçim gösteren değerlerin bütününe

ANOMALİ denir (Ergin, 1981). Jeofizik yöntemlerini uygulamadaki amaç bir anomali elde etmektir (Ergin, 1981).

5.1.1. Jeofizik Yöntemlerin Uygulanmasındaki Planlamalar

- Planlama, çalışmanın amacı, bilinenlerin ve arananların saptanması
- Hazırlanacak plana göre arazide yapılacak ölçümler
- Ölçümlere uygulanacak düzeltmeler
- Düzeltilmiş sonuçların haritalarının ve kesitlerinin hazırlanması
- Harita ve kesitlere uygulanacak veri işlemler, yeni haritalar ve kesitler
- Elde edilecek sonuçların jeolojik yorumu
- Elde edilecek harita ve kesitlerde normal ya da ortalama değerlerden farklı olan kısımlara ANOMALİ denir (Ergin, 1981).

Kıyı ötesi araştırmalarda, kıta sahanlığının belirlenmesinde, liman, göl, gölet, baraj etütlerinde; yeraltı suyu, jeotermal, kömür, petrol aramalarında; inşaat alanlarının zemin etütlerinde; metalik madenler, endüstriyel hammaddeler ve radyoaktif minerallerin belirlenmesinde jeofizik yöntemler başarıyla uygulamaktadır (Ergin, 1981).

5.2. Elektrik Özdirenç (Rezistivite) Yöntemi

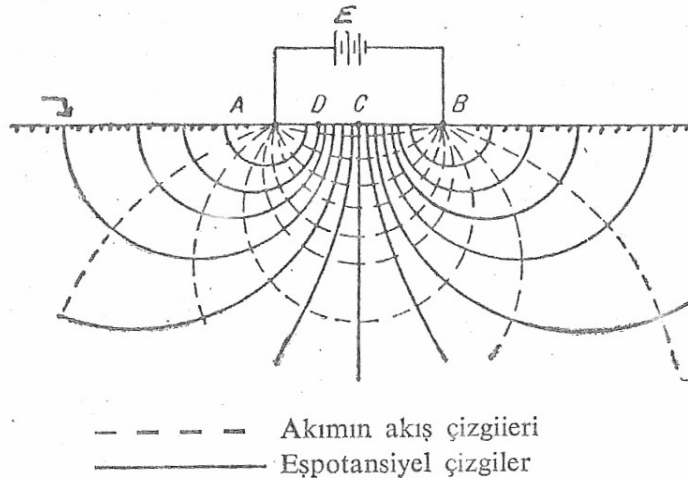
Bu yöntem Ohm kanunu uygulanarak cisimlerin rezistivitelerinin tayinlerini esas alır. Rezistivite ölçümlerinde yere verilen akımın nüfuz edebileceği derinlik; elektrotlar arası uzaklığa, yeraltındaki kütlelerin boyut şekilleri ile rezistivitelerine bağlıdır.

Yeraltı aramalarında özdirenç çalışmaları iki şekilde yapılır (Ergin, 1985):

- Düşey Elektrik Sondajı (DES)
- Profil Çalışması

Düşey yönde tabakaların kalınlıkları ve elektriksel özellikleri öğrenilmek isteniyor ise DES, yanal değişimler öğrenilmek isteniyor ise profil çalışması yapılır (Ergin, 1985).

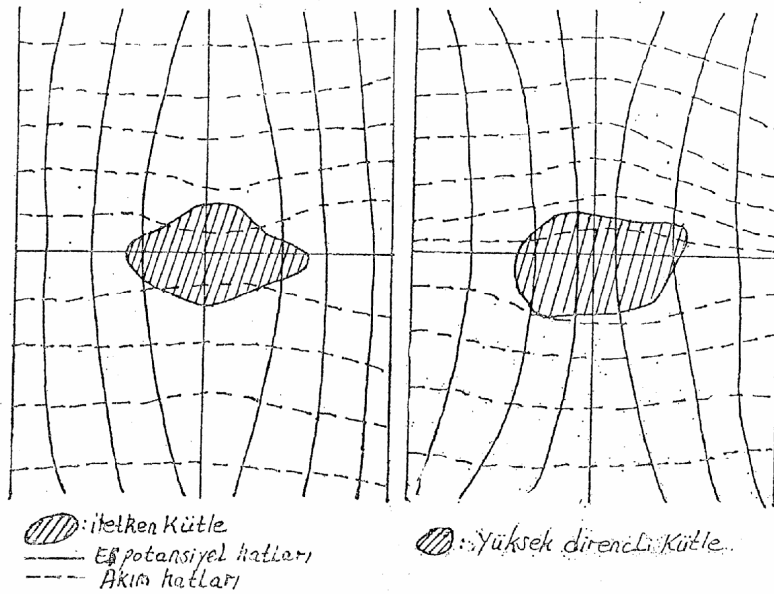
Yerin içine iki noktadan akım verildiği zaman diğer iki nokta arasındaki V potansiyel farkı ölçülür. Yeraltı homojen ise rezistivite sabit olacağından akım çizgileri ortamda düzgün olarak dağılırlar (Şekil 5.1). Eğer Yeraltı homojen değilse, yani bozucu bir kütle varsa eşpotansiyel eğrileri düzgün dağılmazlar (Ergin, 1985).



Şekil 5.1. Homojen ortamlarda akım ve eşpotansiyel eğrileri dağılımı (Ergin, 1985).

Kuramsal sorunların çoğunun çözümü olması, alet ve donanımı ekonomik olması, yeteri kadar bilgi birikimi ve bunun aktarılması ve sonucunda oluşan deneyim özdirencin yaygın kullanılma nedeni oluşturmaktadır (Ergin, 1985).

Özdirenç ile yere iki noktadan akım verip, farklı iki nokta arasındaki gerilim farkını ölçmektir. Homojen ve izotrop ortamlar için akım akışı düzenli ve küresel olarak dağılır. Homojen olmayan (heterojen) ve anizotrop ortamlar için küresel dağılım bozulur ve yer yapılarının özdirençlerine bağlı akım dağılımları ortaya çıkar (Şekil 5.2) (Ergin, 1985).



Şekil 5.2. Heterojen ortamlarda akım ve eşpotansiyel eğrileri dağılımı (Ergin, 1985).

İşte yeraltının heterojen ve anizotrop olması yeryüzünde beklenen belirli anomalinin nedenidir (Ergin,1985).

Homojen, izotrop ve yarı sonsuz bir ortam için özdirenç bağıntısı aşağıdaki gibidir:

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot K$$

K: Geometrik faktör

ρ : Yoğunluk

V: Potansiyel

I: Akım

Homojen ortamlarda bulunan özdirenç gerçek özdirençtir. Heterojen ortamda ise görünür özdirençtir. Her tür elektrod açılım türüne göre K 'dan dolayı ρ_a (görünür özdirenç) değişmektedir. Özdirenç yöntemlerinde Laplace Denklemleri sınır koşullarının uygulanması ile çözüm elde edilir (Ergin, 1985).

5.2.1. Rezistivite Yönteminin Uygulama Alanları

• Yapısal jeoloji ve stratigrafi açısından, sıcak veya soğuk Yeraltı suyu yataklarının (akifer) belirlenmesinde

• Kil, mermer ocaklarının belirlenmesinde

• Yeraltı toprak ve suyunun belirlenmesinde

• Maden aramacılığında

• Zeminlerin su içerdiğinde temel kayaç topografyasında

• Arkeolojik yapı kalıntılarının bulunmasında yaygın olarak kullanım alanları vardır

(Ergin, 1985).

Bazı ultramafik kayaların ve kromun fiziksel özellikleri Tablo 5.1 de gösterilmiştir(Fraseri, 1995).

Tablo 5.1. Bazı ultramafik kayaların ve kromun fiziksel özellikleri (Frasheri, 1995).

Sample	ρ [Ohm.m]		Density [Kg.m ⁻³]			Magnetic properties in x10 ⁻⁵ SI units					
	Min	Max	Min	Max	Mode	Susceptibility			Remanent Magnetization		
						Min	Max	Mode	Min	Max	Mode
Chrome	700	3600	2450	4380	3700	10	500 3000*	150 300	70	8100	2800
Dunite	2200	7000	2700	3340	3020	10	1000	250	10	900	150
Serpentized dunite	100	650	2600	2800	2700	40	3000	250	10	800	700
Harzburgite	2400	7100	2800	3300	3050	10	700	200	10	1300	100 500
Serpentized Harzburgite	120	680	2700	2900	2800	20	1000	400	10	100	250
Serpentinite	35	100	2240	2650	2550	10	8000	1100	10	70000	300
Pyroxinite	170	1800	2900	3200	3080	10	320	100	10	71000	150

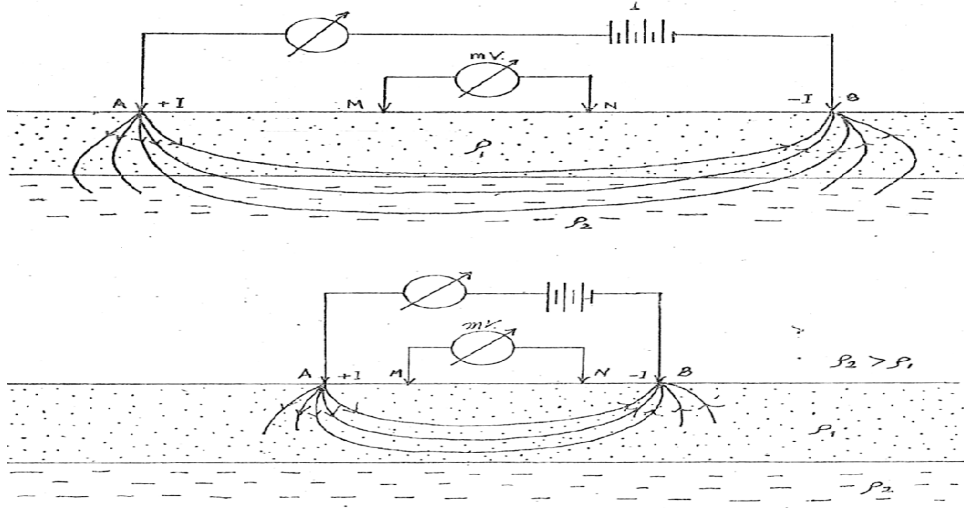
5.2.2. Özdirenç Çalışma Teknikleri

Yerin derinlere doğru değişimini yani katmanlarını kalınlık ve özdirençlerini belirlemek için *Düşey Elektrik Sondajı (DES)*; yanal olarak değişimini belirlemek için yani fay, dayk türü yapılar için *yatay kayma (profil)*; ve de yerin hem düşey hem de yanal yöndeki değişimi belirlemek için *haritalama teknikleri* kullanılır (Ergin, 1985).

5.2.3 Düşey Elektrik Sondajı (DES)

Katman parametrelerini belirlemek için uygulanır. Elektrodlar yanlara doğru açarak uygulandığı için açma gibi isimlerde kullanılmaktadır (Şekil 5.3). Her ölçü sonunda elektrod aralığının açılması (arttırılması) dolayısıyla daha derinlere inilmesini sağlar (Ergin, 1985).

Akım elektrodları arasını açmakla daha derinlere inileceğinden bu olaya AKIM PENETRASYONU denir. Eğer inilen derinliğe potansiyel elektrodlarının da etkisi var ise bu durumda ARAŞTIRMA DERİNLİĞİ adını alır (Ergin, 1985).



Şekil 5.3. Elektrot açılımı (Ergin, 1985).

DES çalışmalarında ρ_a 'nın (görünür öz direnç) $AB/2$ 'ye (uzaklık) grafiklenebilmesi için her ölçüm sonunda elektrod aralığı biraz daha açılmalıdır (Şekil 5. 4). Elektrot açılımı yaparken akım ve potansiyel elektrotları yanlara açılarak yerin derinlerinden cevap almaya çalışılır (Ergin, 2005).



Şekil 5.4. Arazide Elektrot açılımı

5.2.4. Özdirençin Ölçülmesinde Kullanılan Aletler

Bakır, Demir, Pirinç gibi metallere yapılmış elektrotlar, iyi iletken ve izole maddesi ile kaplı bulunan kablo ve akü kullanılmaktadır (Ergin, 1981).

Arazideki çalışmalarda özel Türk yapımı bir elektrik özdirenç ölçüm gereci kullanılmıştır (Şekil 5.5).



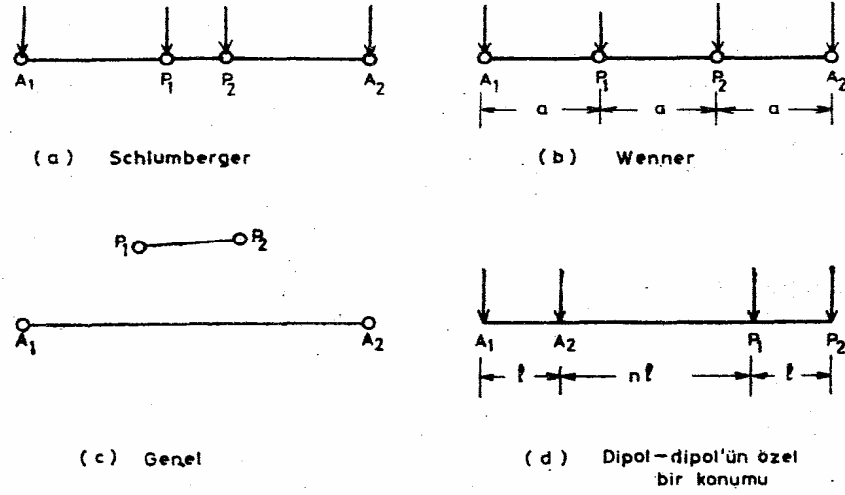
Şekil 5.5. Özdirenç cihazının görüntüsü

Bu alet düzeneği; 400 watt-volt gücünde akü ile çalışan doğru akım düzenleyici ve ölçü aleti, 12 volt 60 Ah. lik akü, $AB/2=200$ m.lik iki adet arazi kablolu makara, MN aralığı 50 m.lik iki adet arazi kablolu makara, dört adet çelik elektrot, çeşitli bağlantı malzemeleri ve çekiçlerden oluşmaktadır.

5.2.5. Özdirenç Yöntemleri İle Arazide Yapılan Ölçümlerde Elektrotların Dizilimi

Üç çeşit elektrod dizilimi vardır (Şekil 5.6):

- Schulumberger Elektrod Dizilimi
- Wenner Elektrod Dizilimi
- Dipol-Dipol Elektrod Dizilimi (Ergin, 1985).



Şekil 5.6. Özdirenç yönteminde kullanılan başlıca dizilimler(Ergin, 1985).

5.3. Manyetik Yöntem

Bu yöntemin temeli yerin manyetik alanında meydana gelen değişimleri inceler. Manyetik yöntemin kullanıldığı alanlarda aranan madenin duyarlılığı çevresine göre farklı olması gerekir (Ergin,1985).

Bu yöntem gravite gibi doğal kaynaklı bir yöntem olup, yer manyetik alanının içinde bulunan yeraltındaki kayaçların mıknatıslanma duyarlılığı (suceptibility) farklılığından yararlanarak yeraltı yapısının belirlenmesini amaçlamıştır.

Çözüme ulaşmak için:

- Şekil farklılığı
- Mıknatıslanma duyarlılığı farklılığı gerekir (Üçer, 2005).

Günümüzde manyetik yöntem;

- Maden yataklarının bulunması ve bilinenlerin sınırlarının saptanmasında
- Petrol ve gaz yataklarına bağlı yapıların araştırılmasında
- Levha tektoniğinde okyanus ortası sırtların bulunmasında
- Arkeolojik alanların aranmasında ve ortaya konmasında kullanılır

Ayrıca dünyanın birçok levha ve buna bağlı levhacıklardan oluştuğu konu ile ilgili uzmanlar tarafından manyetik yöntem uygulanarak ispatlanmıştır (Büyük alanların manyetik araştırılması – Aeromanyetik) (Üçer, 2005).

Manyetik alanın şiddetini *Manyetometre* denilen bir alet ölçer. Bu aletler hava ve kara taşıtlarında ya da yere yerleştirilebilir.

Manyetik yöntem için çoğunlukla bir grid aralığı tespit edilir. Manyetik şiddetler her istasyonda kaydedilir daha sonra bir manyetik kontur haritası hazırlanır. Bu haritalara uygun filtre teknikleri ve model teknikleri yardımı ile yeraltındaki madenlerin (süseptibilitesi bilindiğinde) geometrisi bulunarak yoruma gidilir (Üçer, 2005).

Manyetik yöntemde çevresine göre büyük süseptibilite farkı gösteren *Manyetit, Pirotin* ve *İlmenittir*. Bu madenlerin aranmasında direk yöntemdir. Manyetik duyarlılığı az olan ve çevre kayacı daha büyük duyarlılığa sahip olan Hematit, Krom ve Sülfürlü maden yataklarının aranmasında yardımcı bir yöntemdir. Günümüzde 1000m civarındaki derinliklerde bulunan demir yatakları manyetik yöntemlerle araştırılabilmektedir (Üçer, 2005).

5.3.1.Krom Aramacılığında Manyetik Yöntem

Yüksek manyetik etki gösteren alanlarda krom etkisi yoktur.(Ercan,2007). Böyle yerler ancak serpantinleşmenin geliştiği ultrabazikler olabilir. Bu durumda krom içermesi beklenen yerlerin orta büyüklükte manyetik alan içeren yerler olması beklenir. Krom ise elektrik iletkenlik gösterir, ayrıca iletkenliği büyüktür (Ercan,2007).

Jeofizikte zor belirlenen maden ultrabazikler içinde kromdur. Krom fiziksel olarak ultrabaziklerden gösterdiği farklılık; yoğunluk, mıknatıslanma, elektrik iletimi, dielektrik katsayısı, polarizasyonu, gamma ışını, sonik dalga yansıtmasıdır (Ercan, 2007).

Manyetik yöntem tek başına kromu ayırıcı bir jeofizik yöntem olamaz. Bu durumda kayaç iletkenliğine bakılarak Elektrik(özdirenç),Elektromanyetik Yöntem(EM) ve de Mikrogravite yönteminden yararlanılır (Ercan, 2007).

Serpantinleşmenin geliştiği yerlerde ve kırık kuşaklarında su varlığı nedeniyle iyoniletkenlik artar. Serpantinleşmenin olmadığı ve gelişmediği yerlerde elektrik iletkenlik düşüktür. Krom ise elektrik iletkenlik gösterir ve iletkenliği büyüktür (Ercan, 2007).

5.4. Sismik

Sismik prospeksiyon yöntemleri yapay olarak elde edilen ve depreme benzeyen sarsıntularla yeraltının yapısını aramakta kullanılır. Yeryüzünde veya yeryüzüne yakın bir derinlikte belirli bir işlem sonucu esneklik (elastik) dalgaları üretirler. Bu dalgaların yeraltında yayılırken yansıma ve kırılmalarından oluşacak dalgalar yeryüzünde alıcı aletlerle kaydedilir (Şekil 5.7). Kaydedilen parametre bir dalganın kaynaktan çıkıp alıcıya gelmesi için geçen zamandır (Ergin, 1985).

Sismik yöntemlerde yeraltının yapısı, dalganın her tabaka içindeki yayılma hızı ve tabakanın kalınlığı hesaplanır (Ergin, 1985).

Maden aramada sismik yöntem pek kullanılmıyor. Maden yatağının ve yan kayacın sökülebilirliği, kazılabilirliği ve fiziksel parametrelerinin belirlenmesinde ve jeomekanik özelliklerinin saptanmasında sismik yöntemler kullanılır (Ergin, 1985).

İki tür sismik yöntem vardır:

1.Sismik Kırılma Yöntemi

2.Sismik Yansıma Yöntemi (Ergin, 1985)

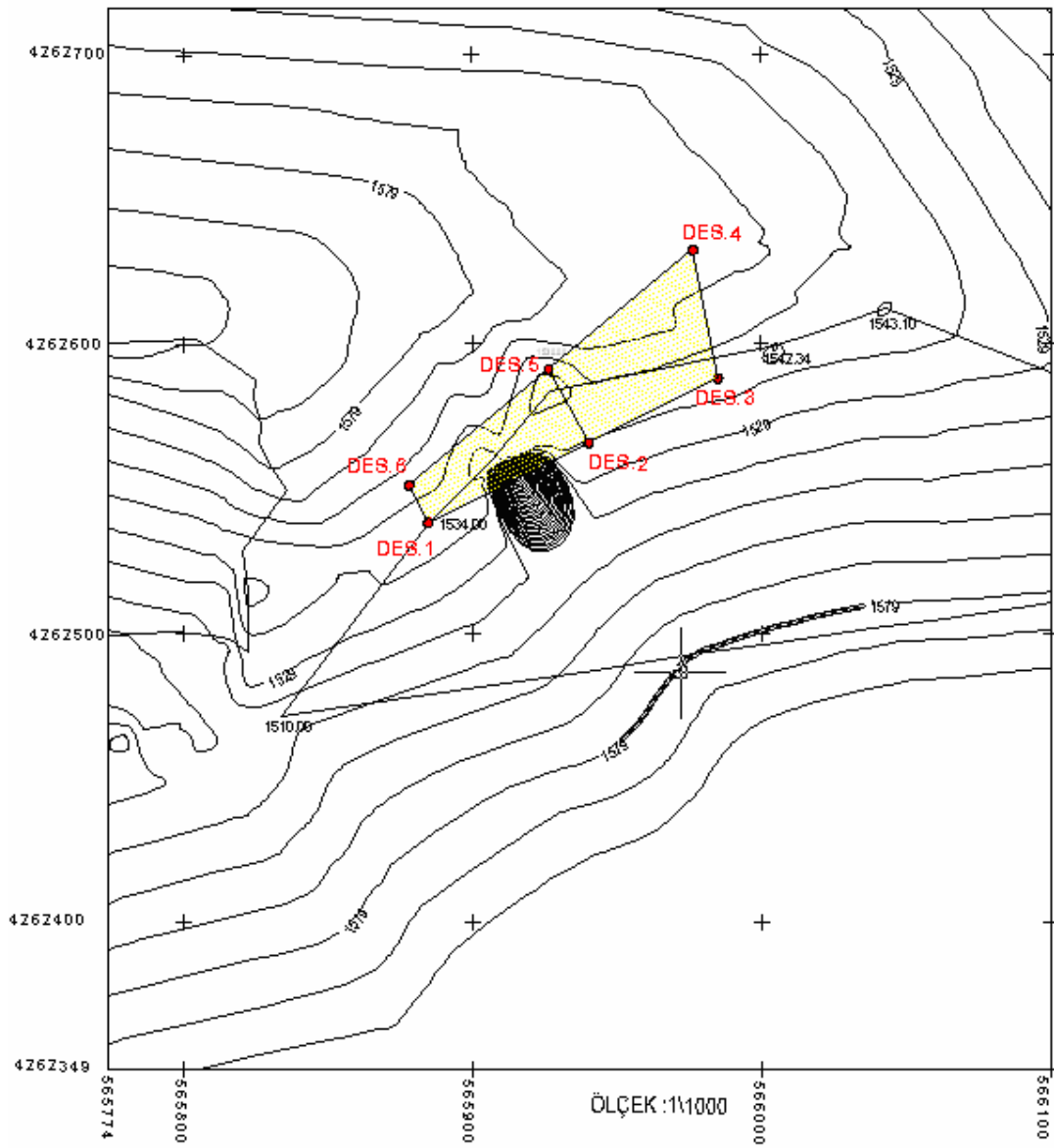


Şekil 5.7. Sismik Yöntem cihazı

6. GULEMAN KROM CEVHERLEŞMESİNDE UYGULANAN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

6.1.İnceleme Alanında Elektrik Yöntem Çalışması

İnceleme alanı Elazığ ili Guleman –Kef Bölgesi olup arazideki çalışmalarda Türk yapımı bir elektrik özdirenç ölçüm gereci kullanılmıştır. Etüd yapılan sahanın koordinatları ve ölçü noktalarının yeri topografya haritası üzerinde belirtilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. İnceleme alanının Topografik Haritası

Çalışma KD-GB doğrultusunda yapılmış olup Schlumberger Elektrot Dizini kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Bu elektrod dizininde akım elektrotları potansiyel elektrotlarının arasına düşecek şekilde birbirine yakın alınarak akım elektrotları ile aynı doğrultu üzerinde sıralanır.



Şekil 6.2. İnceleme alanından tepeden görünüş (DES-1 noktası)

Ölçüm alanında kareyaj denilen sistem oluşturulmaya çalışılmıştır. Toplam 6 noktada ölçü alınıp 2 profil elde edilmiştir. Her profil üzerinde 3 DES noktası seçilip GPS ile cihazla koordinat noktaları belirlenmiş olup her noktadaki değerler ölçü karnesine hesaplanarak alınmıştır.



Şekil 6.3. Akım elektrodunun bağlantısı

Akım elektrotları rezistivite cihazına bağlanır ve bu elektrotlar açılım boyunca yanlara açılmadan sabit kalır (Şekil 6.3). Akım elektrotları açılım boyunca sabit kalırken, potansiyel elektrotları (Şekil 6.4) yanlara kaydırılarak ölçü alınıp cihazdaki akım ve potansiyel değerleri arazide jeofiziksel hesapların ardından ölçüm karnesine yazılır (Şekil 6.5).



Şekil 6.4. Potansiyel elektrodunun yere çakılması ve bağlantının kurulması



Şekil 6.5. İnceleme alanında rezistivite yöntemi. Alınan değerlerin ölçü karnesine hesaplanarak alınması.

Birinci profilde arazide ölçümler kolaylıkla alınırken; ikinci profilde arazide kaynaklanan uçurum gibi bazı olumsuz nedenlerden dolayı normalde $AB/2=200m$.’ye kadar açılım yapılması gerekirken; DES-4 noktasında $AB/2=40$ m, DES-5 noktasında $AB/2=100$ m ve DES-6 noktasında $AB/2=50$ m.’ye kadar açılım yapılmıştır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6. İkinci profilde uçurumun ölçü alınımını engellemesi

İnceleme alanındaki ölçümlerin eksik alınması, büroda abaklarda değerlendirirken, cevherin yerini tespit ederken problemlere sebep olmuştur. Arazi ortamındaki çalışmada 1. profilde ölçümler eksiksiz alınıp; 2. profilde sağda ve solda uçuruma kadar ölçü alınmıştır (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. İkinci profildeki Topografik engel. Topografyadan dolayı ölçü tam alınamamıştır.

Daha sonra bu noktaların birbirileri ile olan bağlantıları tespit edilip eğriler ve kesitler oluşturularak öz direnç değerleri elde edilmiştir (Şekil 6.8).



Şekil 6.8. Rezistivite yöntemi ile ölçü alınırken

Elde edilen değerler logaritmik kâğıtlar üzerinde işaretlenip eğriler elde edildikten sonra yardımcı abaklar kullanılarak bu abaklar üzerinde değerlendirmeler elde hesaplanarak yapılmıştır.

Elektrot aralıklarına bağı olarak elde edilen görünür özdirenç değerleri (yani arazide elde edilen değerler) ρ_a görünür özdirenç eğrisi olarak çift logaritmik kâğıt üzerine geçirilmiştir. Bu eğrinin interpretasyonu ve yorumu ile yeraltı katmanlarına ve bunların fiziksel özelliklerine ilişkin veriler belirlenmeye çalışılmıştır. Çift logaritmik kâğıt, uzaklığı simgeleyen yatay kadranı üzerinde, 63 mm'lik aralıklara bölünmüştür. İlk 63 mm'lik aralık yüzeyle 10 m. derinlikte yeralan katmanları tanımlar. Üçüncü 63 mm.'lik aralık ise, 10–100 m. derinliklerde yer alan katmanları tanımlar (Gül,2007).

6.1.1. Elektrik Yöntemle Elde Edilen Jeofizik Verilerin Değerlendirilmesi

Günümüzde bilgisayar ortamında da değerlendirmeler yapılmaktadır. Bilgisayar programı ile yapılan değerlendirmelerde eğrilerdeki sapma ve sıçramalar yuvarlatılarak düzgün bir eğri haline getirilmektedir. Bu da bize katmanları düzgün olarak sunmaktadır. Oysa katmanları karakterize eden, ölçümlerden elde edilmiş “yuvarlatılmamış” eğriler, katmanların bünyesindeki farklı oluşumları yorumlamamıza sunan veriler içerirler. Sahanın özellikleri ve elde edilen eğrilerin nitelikleri göz önüne alınarak abaklarla elde değerlendirme tercih edilmiştir.

Birinci profilde ölçü alınan ilk noktaya DES-1 noktası adı verilmiştir. Bu noktada 200 m'ye kadar açılım yapılmış olup bu noktada alınan değerler özdirenç ölçü karnesine hesaplanarak yazılmıştır (Tablo 6.1).

Tablo 6.1. Birinci Profil DES-1 Ölçü Karnesi.

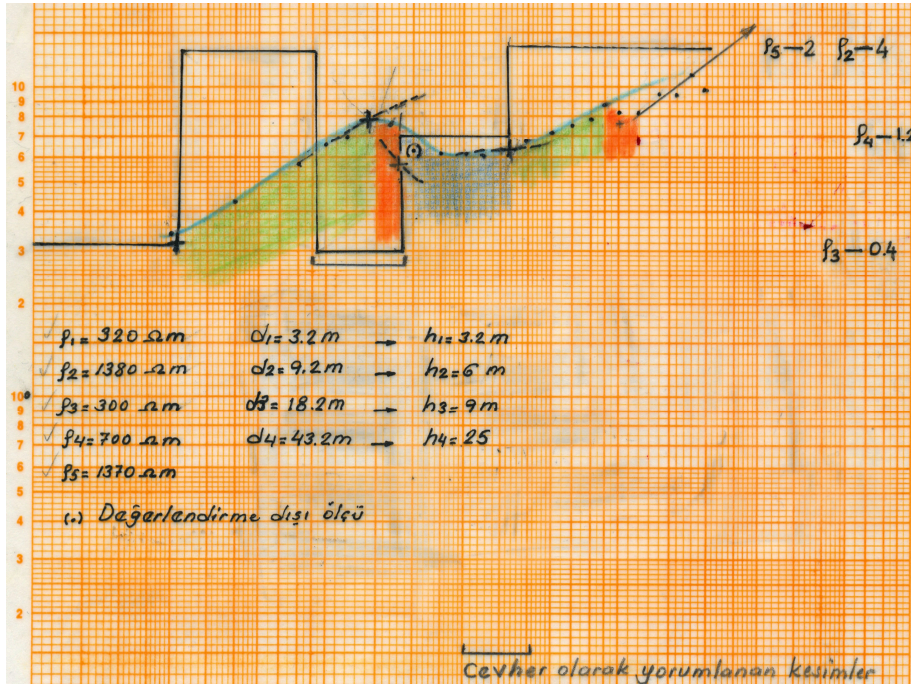
PROJE ADI : JEOFİZİK YÖNTEM İLE KROM ARAŞTIRILMASI
YER : KEFBÖLGESİ
NOKTA : DES-1
KOD : 1534

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot K$$

**ELEKTRİK ÖZDİRENÇ SONDAJ
SCHLUMBERGER ELEKTROT DİZİLİM
ÖLÇÜ KARNESİ**

AB/2	MN/2	I(mA)	V(mV)	K	P(ohm m)	AB/2	MN/2	I(mA)	V(mV)	K	P(ohm m)
3	0.5	25	154.0	27.5	339	50	5	78	68.4	777.5	601.8
4	0.5			49.5		60	5	90	57	1123.1	711.1
5	0.5	157	880	77.8	436	70	5	161	80	1531.5	761
6.5	0.5			132		80	5	82	32.5	2002.8	793.8
8	0.5	163	180	200.3	571	90	5	86	30.2	2536.8	884.9
10	0.5	85	179	313.4	660	100	5	72	19	3133.7	826.9
12	0.5	113	178	451.6	691	100	10	73	36	1555.1	766.9
14	0.5	123	155	615	775.0	120	10	88	30.5	2246.2	753.3
14	2	125	674	150.8	813.1	140	10	42	12.1	3063.1	882.2
17	2	103	366	223.8	795.3	160	10	63	13.5	4005.5	858.3
20	2	161	345	311	666.4	180	10	78	15.6	5073.7	1014.7
25	2	127	165	487.7	633.6	200	10	26	3.8	6267.4	916.2
30	2	134	119	703.7	624.9	200	20			3110.2	
35	2	147	93.8	959	611.9	230	20			4123.3	
40	2	157	83.6	1253.5	667.5	260	20			5277.8	
40	5	159	201	494.5	625.1	300	20			7037.2	

DES-1 Ölçü karnesinden alınan değerler logaritmik kağıda alınıp, abaklarda çakıştırma ve jeofiziksel özdirenç hesaplama işlemleri yapılmıştır. Jeofiziksel işlemlerden sonra bulunan özdirenç değerlerine bakılacak olursa ikinci ve beşinci özdirenç eğrilerinde ani yükselmelerin olduğu görülmektedir. Bu büyük yükselmelerin olduğu yerlerde krom cevherinin olabileceğini yada jeolojiden (süreksizlik, topografya, ...) kaynaklanabilir. Des-1 eğrisinde yaklaşık 45 m’de özdirenç eğrisi ani yükselmekte olup kromun varlığı düşünülebilir. 90. metreden sonrada özdirenç değeri 700 ohm.m’den 1370 ohm. m’ye ulaştığı ve burada da kromun olabileceği düşünülmektedir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. DES-1 eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi

Birinci profildeki ikinci nokta DES-2 olup 200 m’ye kadar açılım yapılmıştır. Bu noktada alınan ölçümler ölçü karnesine yazılmıştır. Ölçü noktasının kodu ve koordinatları Tablo 6.2 de verilmiştir.

Tablo 6.2. Birinci Profil DES-2 Ölçü Karnesi

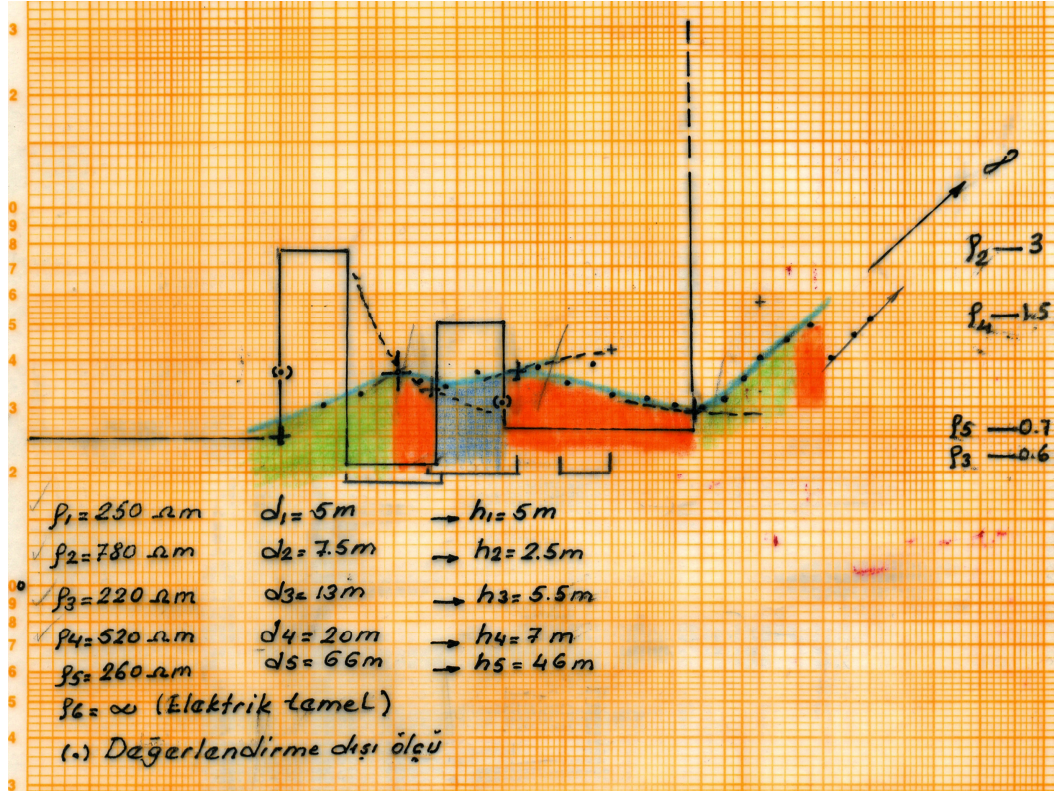
PROJE ADI : JEOFİZİK YÖNTEM İLE KROM ARAŞTIRILMASI
YER : KEF BÖLGESİ
NOKTA : DES-2
KOD : 1526
KOORDİNATLAR : (X) : 565940 (Y) : 4262570

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot K$$

**ELEKTRİK ÖZDİRENÇ SONDAJ
SCHLUMBERGER ELEKTROT DİZİLİM
ÖLÇÜ KARNESİ**

AB/2	MH/2	I(mA)	?V(mV)	K	P(ohm m)	AB/2	MH/2	I(mA)	?V(mV)	K	P(ohm m)
3	0.5			27.5		50	5	30	16	777.5	414
4	0.5			49.5		60	5	179	63	1123.1	395
5	0.5	13	46	77.8	275	70	5	102	26	1531.5	390
6.5	0.5	189	307	132	300	80	5	137	28.5	2002.8	416
8	0.5	189	307	200.3	325	90	5	76	14	2536.8	467
10	0.5	25	30	313.4	376	100	5	30	5.2	3133.7	534
12	0.5	61	48	451.6	355	100	10	30	11	1555.1	570
14	0.5	114	63	615	339	120	10	39	11	2246.2	633
14	2	117	270	150.8	348	140	10	31	7	3063.1	691
17	2	41	69	223.8	376	160	10	50	7.2	4005.5	576
20	2	125	124	311	308	180	10	137	17.8	5073.7	659
25	2	54	42	487.7	379	200	10	111	12.8	6267.4	722
30	2	70	35	703.7	351	200	20			3110.2	
35	2	77	31	959	386	230	20			4123.3	
40	2	139	36	1253.5	324	260	20			5277.8	
40	5	140	120	494.5	423	300	20			7037.2	

DES-2 noktasındaki eğriler DES-1 noktasındaki gibi yükselen- alçalan eğriler halindedir. 260 ohm. m ' den sonra sonsuza kadar gitmektedir. Elektrik temele girilmesi kromun iletkenliğini vermektedir. Yaklaşık olarak 130- 160 metreden itibaren kromun olabileceği tahmin edilmektedir. (Şekil 6.10)



Şekil 6.10. DES-2 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi

Birinci profilin üçüncü noktasına DES-3 ölçü noktası adı verilip burada da 200 m'ye kadar açılım yapılmıştır. DES-3 noktasının kodu ve koordinatları Tablo 6.3 de gösterilmiştir.

Tablo 6.3. Birinci Profil DES-3 Ölçü Karnesi

PROJE ADI : JEOFİZİK YÖNTEM İLE KROM ARAŞTIRILMASI
YER : KEF BÖLGESİ
NOKTA : DES-3
KOD : 1522
KOORDİNATLAR : (X) : 565993 ; (Y) : 4262584

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot K$$

**ELEKTRİK ÖZDİRENÇ SONDAJI
SCHLUMBERGER ELEKTROT DİZİLİM
ÖLÇÜ KARNESİ**

AB/ 2	MI /2	I(mv)	?V(mv)	K	P(ohm m)	AB/2	MI/2	I(ma)	?V(mv)	K	P(ohm m)
3	0.5			27.5		50	5	88	48	777.5	424
4	0.5			49.5		60	5	128	51	1123.1	447.4
5	0.5	129	955	77.8	575.9	70	5	85	28.8	1531.5	518.9
6.5	0.5			132		80	5	56	16	2002.8	572.2
8	0.5	108	409	200.3	758.5	90	5	40	9.6	2536.8	608.8
10	0.5	36	103.1	313.4	897.5	100	5	30	4.4	3133.7	459.6
12	0.5	76	140.9	451.6	837.2	100	10	37	14.1	1555.1	592.6
14	0.5	132	175.4	615	817.2	120	10	57	16	2246.2	630.5
14	2	132	570	150.8	651.1	140	10	94	28	3063.1	912.4
17	2	160	462	223.8	646.2	160	10	28	6	4005.5	858.3
20	2	108	226.6	311	652.5	180	10	116	27	5073.7	1180.9
25	2	85	103.7	487.7	594.9	200	10	71	12.5	6267.4	1103.4
30	2	156	135.1	703.7	609.4	200	20			3110.2	
35	2	107	70.3	959	630.07	230	20			4123.3	
40	2	116	54.2	1253.5	585.6	260	20			5277.8	
40	5	117	117.7	494.5	472.09	300	20			7037.2	

Tablo 6.4. İkinci Profil DES-4 Ölçü Karnesi (Uçurumun üzerine gelindiği için 40m.den sonra ölçüm yapılamamıştır).

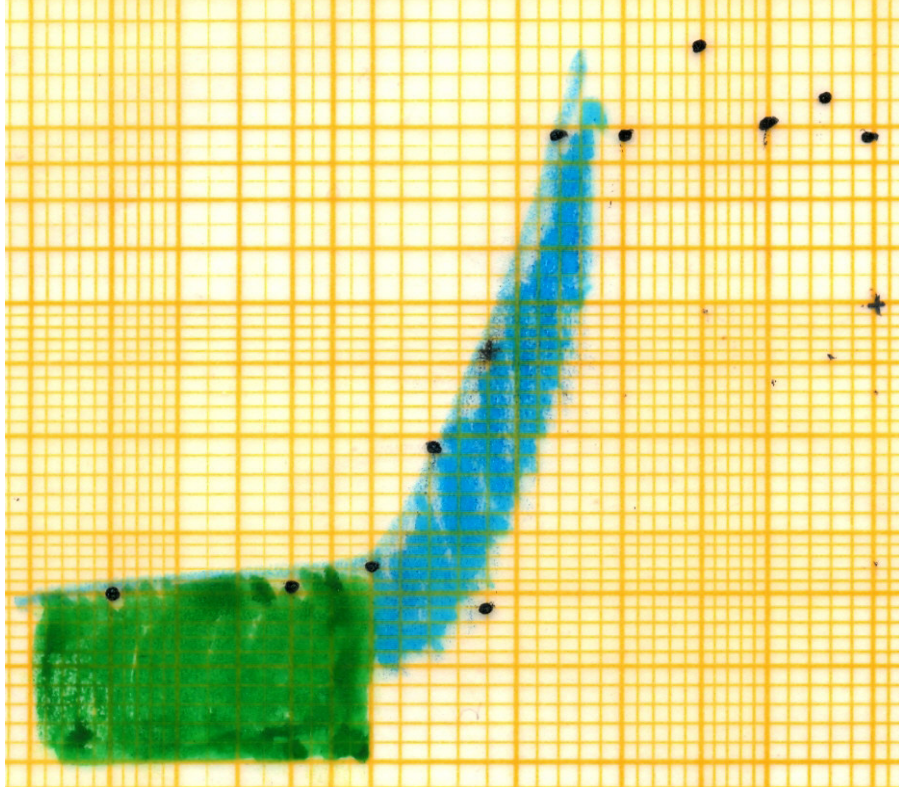
PROJE ADI : JEOFİZİK YÖNTEM İLE KROM ARAŞTIRILMASI
YER : KEF BÖLGESİ
NOKTA : DES-4
KOD : 1555
KOORDİNATLAR : (X) : 565978 ; (Y) : 4262627

$\rho = \frac{V}{I} \cdot K$

**ELEKTRİK ÖZDİRENÇ SONDAJI
SCHLUMBERGER ELEKTROT DİZİLİM
ÖLÇÜ KARNESİ**

AB / 2	MI / 2	I(mv)	?V(mv)	K	P(ohm m)	AB/2	MI/2	I(ma)	?V(mv)	K	P(ohm m)
3	0.5			27.5		50	5			777.5	
4	0.5			49.5		60	5			1123.1	
5	0.5	137	437	77.8	248.1	70	5			1531.5	
6.5	0.5			132		80	5			2002.8	
8	0.5	79	100.9	200.3	255.8	90	5			2536.8	
10	0.5	55	47.6	313.4	271.2	100	5			3133.7	
12	0.5	11	9.5	451.6	390.0	100	10			1555.1	
14	0.5	25	9.7	615	238.6	120	10			2246.2	
14	2	25	86.7	150.8	522.9	140	10			3063.1	
17	2	28	58	223.8	463.5	160	10			4005.5	
20	2	73	107.5	311	457.9	180	10			5073.7	
25	2	20	24	487.7	585.2	200	10			6267.4	
30	2	58	39	703.7	473.1	200	20			3110.2	
35	2	16	8.5	959	509.4	230	20			4123.3	
40	2	63	23	1253.5	457.62	260	20			5277.8	
40	5	78	43.6	494.5	276.4	300	20			7037.2	

DES-4 noktasında 40 metreye kadar ölçüm yapıldığı için burada sağlıklı değerlendirme yapılamamıştır. Şekil 6.12 de gösterildiği gibi bu eğrinin yaklaşık 45 dereceden fazla eğime sahip oldu görülmektedir. Jeofizikte bu tür eğrilerin olması bir değişimin olduğunu göstermekte ya da bir cevherin varlığını gösterebilmektedir (A. Gül, sözlü görüşme).



Şekil 6.12. DES-4 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi

Beşinci nokta ikinci profile olup bu noktaya DES-5 noktası adı verilmiştir. Profilin sol tarafı uçurumlu olduğu için 100 m'ye kadar açılım yapılmıştır (Tablo 6.5).

Tablo 6.5. İkinci profil DES-5 ölçü karnesi.

PROJE ADI : JEOFİZİK YÖNTEM İLE KROM ARAŞTIRILMASI
YER : KEF BÖLGESİ
NOKTA : DES-5
KOD : 1544
KOORDİNATLAR : (X) : 565927 ; (Y) : 4262594

***ELEKTRİK ÖZDİRENÇ SONDAJI
SCHLUMBERGER ELEKTROT DİZİLİM
ÖLÇÜ KARNESİ***

AB/ 2	MI /2	I(mv)	?V(mv)	K	P(ohm m)	AB/2	MI/2	I(ma)	?V(mv)	K	P(ohm m)
3	0.5			27.5		50	5	35	20.5	777.5	455.3
4	0.5			49.5		60	5	77	36.6	1123.1	525.0
5	0.5	236	1136	77.8	374.4	70	5	113	40	1531.5	542.1
6.5	0.5			132		80	5	47	14.7	2002.8	626.4
8	0.5	150	311	200.3	415.2	90	5	48	11.5	2536.8	607.8
10	0.5	160	230	313.4	450.5	100	5	14	3.3	3133.7	738.7
12	0.5	121	135	451.6	503.8	100	10			1555.1	
14	0.5	75	65	615	533	120	10			2246.2	
14	2	81	281.4	150.8	523.8	140	10			3063.1	
17	2	215	470	223.8	489.2	160	10			4005.5	
20	2	123	213.6	311	540.07	180	10			5073.7	
25	2	120	149.2	487.7	606.3	200	10			6267.4	
30	2	108	93	703.7	605.9	200	20			3110.2	
35	2	151	95.1	959	603.9	230	20			4123.3	
40	2	108	55.8	1253.5	647.6	260	20			5277.8	
40	5	110	101	494.5	454.04	300	20			7037.2	

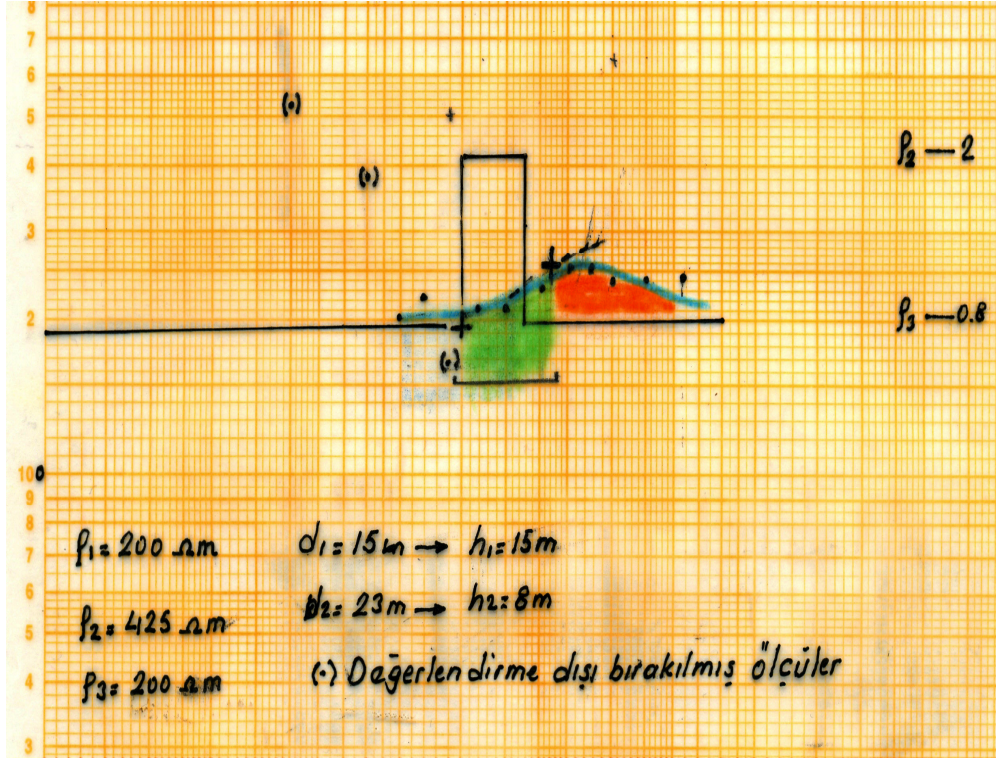
Tablo 6.6. İkinci Profil DES-6 Ölçü Karnesi

PROJE ADI : JEOFİZİK YÖNTEM İLE KROM ARAŞTIRILMASI
YER : KEF BÖLGESİ
NOKTA : DES-6
KOD : 1546
KOORDİNATLAR : (X) : 565883 ; (Y) : 4262551

***ELEKTRİK ÖZDİRENÇ SONDAJ
SCHLUMBERGER ELEKTROT DİZİLİM
ÖLÇÜ KARNESİ***

AB/ 2	MI /2	I(mv)	?V(mv)	K	P(ohm m)	AB/2	MI/2	I(ma)	?V(mv)	K	P(ohm m)
3	0.5			27.5		50	5			777.5	
4	0.5			49.5		60	5			1123.1	
5	0.5	95	530	77.8	434.04	70	5			1531.5	
6.5	0.5			132		80	5			2002.8	
8	0.5	140	379	200.3	542.2	90	5			2536.8	
10	0.5	90	202	313.4	703.4	100	5			3133.7	
12	0.5	75	221.3	451.6	1332.5	100	10			1555.1	
14	0.5	117	164.7	615	865.7	120	10			2246.2	
14	2	120	500	150.8	628.3	140	10			3063.1	
17	2	163	467	223.8	641.1	160	10			4005.5	
20	2	104	214	311	639.9	180	10			5073.7	
25	2	176	245	487.7	678.9	200	10			6267.4	
30	2	157	167.3	703.7	749.8	200	20			3110.2	
35	2	75	58.6	959	749.2	230	20			4123.3	
40	2	209	118	1253.5	707.7	260	20			5277.8	
40	5	209	270.5	494.5	640.01	300	20			7037.2	

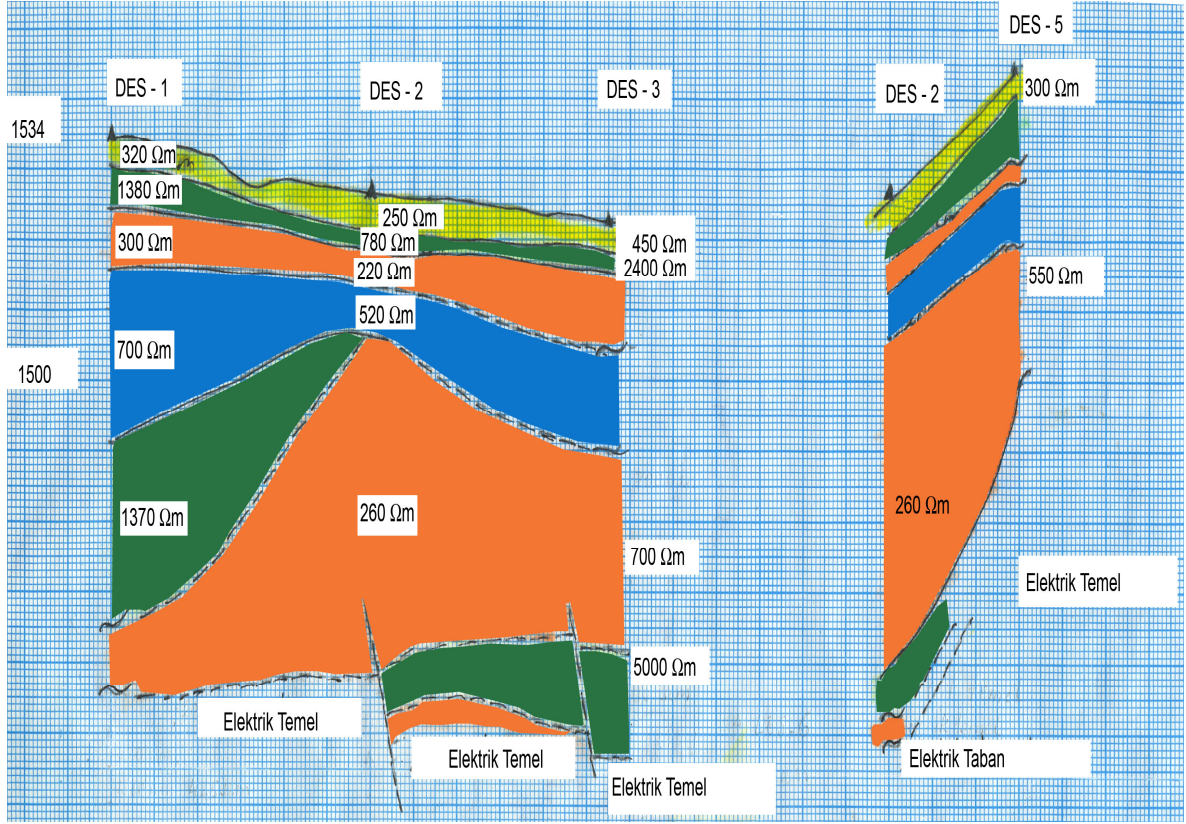
DES- 6 noktasında uçurumdan dolayı değerlendirme 40 metreye kadar yapılmıştır. Yapılan değerlendirmede kromun varlığına rastlanmadığı görülmüştür. Ancak bu nokta DES-1 noktasının hattında olduğu için 40 metreden sonra kromun olabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 6.14)



Şekil 6.14. DES-6 Eğrisinin büro ortamında değerlendirilmesi

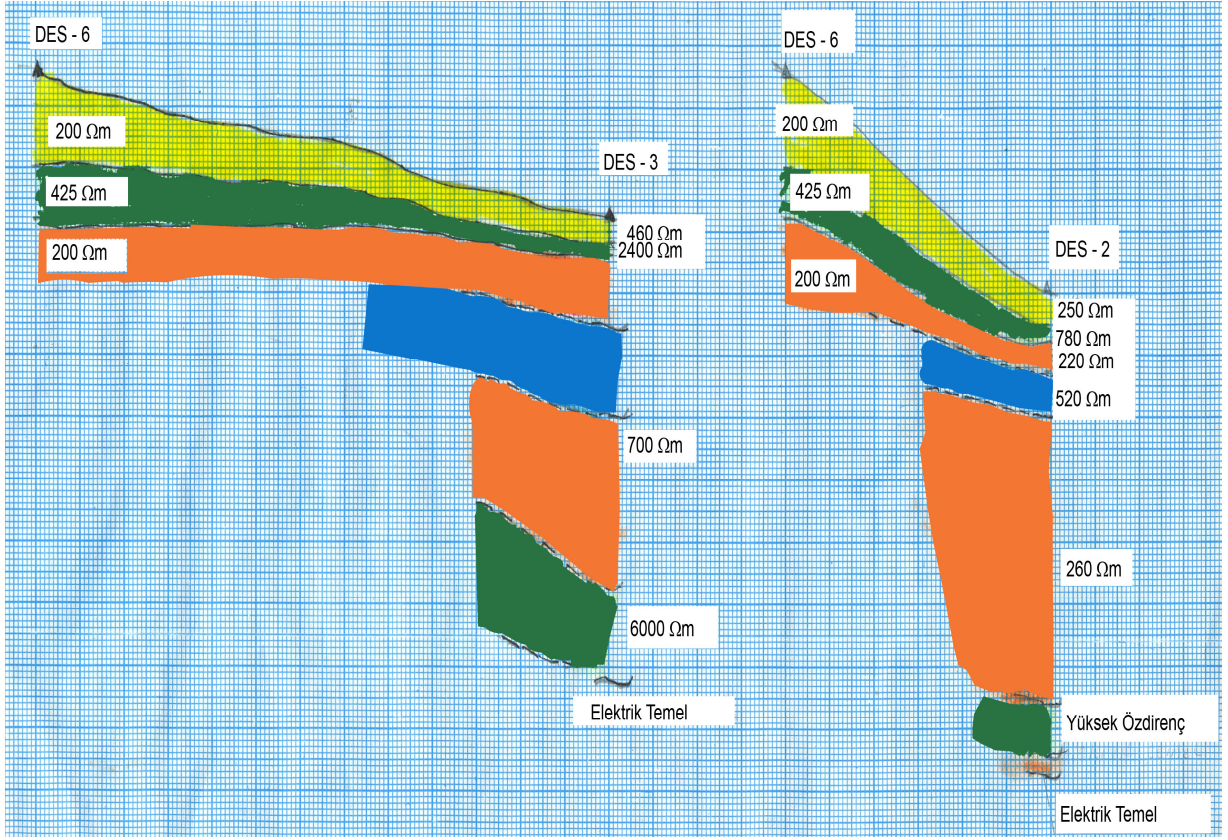
Her bir noktadaki eğriler ayrı ayrı değerlendirildikten sonra bu noktalardan birbirine yakın DES noktaları yanyana ve çapraz olmak üzere birlikte değerlendirilerek yer altı kesiti ortaya konmaya çalışılmıştır (Şekil 6.15-16).

DES1-DES2-DES3 noktaları birleştirildiğinde DES-1 ve DES-3 noktalarında 40-45 metresinde ani yükselmenin olduğu, küçük çapta da olsa krom olabileceği yada serpantinleşmenin olabileceği düşünülebilir. DES-1 noktasında 90 metresinde kroma girilebileceği ve muhtemelen bu cevherin kapanım yapmış olduğu düşünülmektedir (Şekil 6.15). DES2-DES5 birlikte ele alındığında DES-5 noktasında 70 metreden itibaren kroma girilebileceği düşünülmektedir (Şekil 6.15).



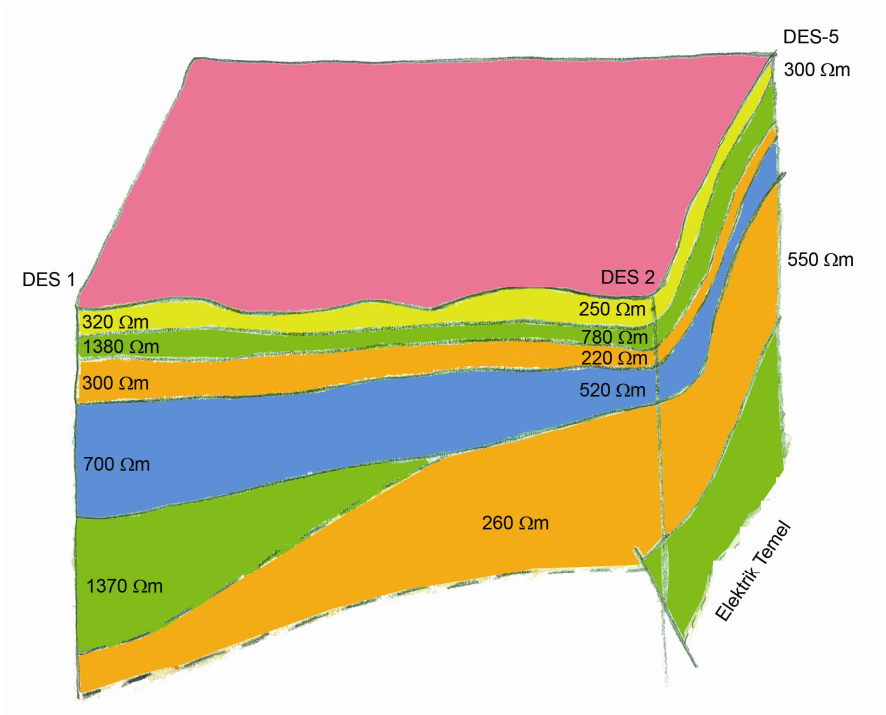
Şekil 6.15. DES-1, DES-2, DES-3 Eğrilerinin ve DES-2, DES-5 Eğrilerinin birlikte değerlendirilmesi

Aynı şekilde DES6-DES3 noktaları birlikte değerlendirildiğinde 100- 120 metreden sonra kromun olabileceği düşünülmektedir. DES3 noktasında 45 metreden sonra ani yükselen özdirenç değerinin kromun olabileceği düşünülmektedir. DES6-DES2 noktalarında da 100 metreden sonra elektrik temele girildiği yani kromun varlığından sözedilebileceği düşünülmektedir (Şekil 6.16).

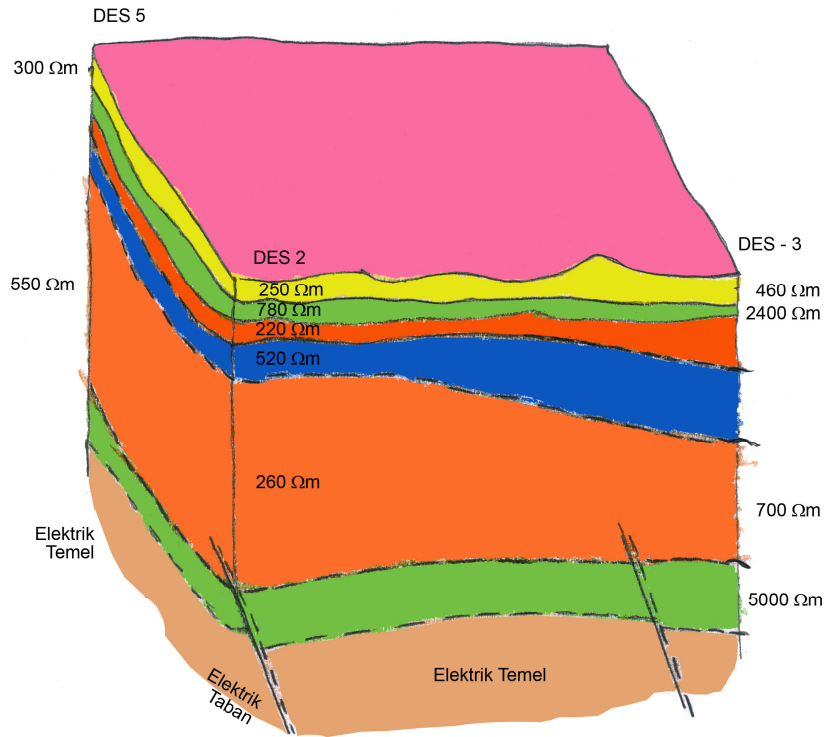


Şekil 6.16. DES-6 ile DES-3 ve DES-6 ile DES-2 Eğrilerinin birlikte değerlendirilmesi

DES1-DES2-DES5 noktaları ile DES2-DES3-DES5 noktalarının üç boyutlu şekli ile yeraltı yapısı daha ayrıntılı olarak şekil 6.17 ile 6.18 de gösterilmiştir.



Şekil 6.17. DES-1, DES-2 ve DES-5 eğrilerinin üç boyutlu değerlendirilmiş şekli



Şekil 6.18. DES-2, DES-3 ve DES-5 Eğrilerinin üç boyutlu değerlendirilmiş şekli

6.1.2. Elektrik Yöntemle Elde Edilen Jeofizik Verilerin Yorumlanması

1. Eğriler yükselen-alçalan eğriler halinde ardalanmış olarak görülmektedir.
2. Krom oluşumları belli bir kalınlıkta bir katman görünümü vermemektedir. Katmanları karakterize eden eğrinin (arazi ölçü eğrileri) normal sayısal değerinden daha yükseğe tırmanması, ölçüler halinde katmanları belirtmektedir. Bu kesimler arazi eğrileri üzerinde işaretlenmiştir.
3. Değerlendirme aşamasında görünür özdirenç değerlendirmelerinde, arazi eğrilerinde görülen ani değişimler abak eğrileri ile çakıştırmayı çok zorlaştırmıştır. Bu ani değişimler yanal jeolojik değişiklikler ya da önemli cevherleşmeler olarak yorumlanmıştır.
4. Açılımlardaki ani değişimler, topografyadan dolayı cihazın gerilimin çok düşmesinden ya da cevher zonlarından olabilecektir. Krom ağır ve yoğunluğu fazla cevher olduğu için değerlendirmede cevherleşmenin olduğu bölgede özdirenç değerleri ani yükselmektedir.
5. Jeofiziksel yöntemlerin uygulanabilirliğinin tespiti için bilinen krom cevherlerinin üzerinde jeofiziksel etüt yapılmış olup bu ani değişimlerin krom olabileceği düşünülmektedir.
6. DES-1 eğrisinde açılımın 90 metresinde, DES-2 eğrisinde açılımın 130 ve 160 m.de, DES-3 eğrisinde açılımın 120 metresinde sıçramalar vardır. Bu sıçramalar aynı özdirenç eğimli katmanlarda bir düşme ile eğrinin aynı eğimle devam etmesi şeklinde görülmekte olup bu görüntü aynı tabaka içinde kırılma, düşey süreksizlik olarak belirlenmiştir.
7. Ölçülerde 40-60 metrelerden itibaren elektrik tabana girilmiştir. Krom iletken olduğundan bu elektrik tabanda cevherin varlığından söz edilebilir.
8. Arazinin olumsuz koşulları nedeniyle DES-4 eksik alınmıştır. Arazi koşulları etkisiyle DES-4 değerlendirilebilir. 45 dereceden yüksek eğrinin varlığı cevherin üzerinde olabileceğini ancak topografya etkisi nedeniyle eksik ölçüm alındığından yorumlanamamaktadır.
9. Sonsuza giden eğriler yanal ya da düşey süreksizliklerdir (A.Gül, sözlü görüşme).

6.2. İnceleme Alanında Manyetik Yöntem Çalışmaları

Manyetik yöntemde kullanılan manyetometre cihazının arızalı olması nedeniyle inceleme alanında net sonuçlara ulaşılamamıştır. Bu yüzden manyetik çalışma yapılamamıştır.

6.3. İnceleme Alanında Sismik Kırılma Çalışmaları

Çalışma alanında Metz marka 6 kanallı Sismik alet kullanılmıştır (Şekil 6.19). Her iz için 6 tane düşey, 6 tane yatay jeofon kullanılmıştır. Etüt alanında yapılan sismik ölçümde jeofon Aralıkları 5 m olacak şekilde toplam 6 noktada P-S dalgası kırılma değerleri okunmuştur. Kaynak oluşturmak için balyoz kullanılmıştır.



Şekil 6.19. Etüt alanında Sismik yöntem

Sismik Yöntemde arazide jeofonlar bir hat boyunca mesafeler eşit olarak dizilirler. Çalışma alanında jeofon aralığı 5 metre ve offset aralığı 5 metre seçilmiştir. Kaynak ile ilk jeofon arasındaki uzaklık offset olarak ifade edilir (Şekil 6.20).



Şekil 6.20. Sismik yöntem ile Jeofonların profil boyunca dizilimi

Sismik ölçüm sırasında balyozla kaynağa vurularak elde edilen yapay dalgalar ölçüm sırasında Laptop aracılığı ile değerler sismik cihaza kaydedilmiştir (Şekil 6.21).



Şekil 6.21. Etüd alanında alınan ölçümün cihaza laptop aracılığıyla kaydedilmesi

Çalışma sırasında kullanılan sismik cihaz 6 kanallı olduğu için 6 tane jeofon kullanılmıştır (Şekil 6.22).



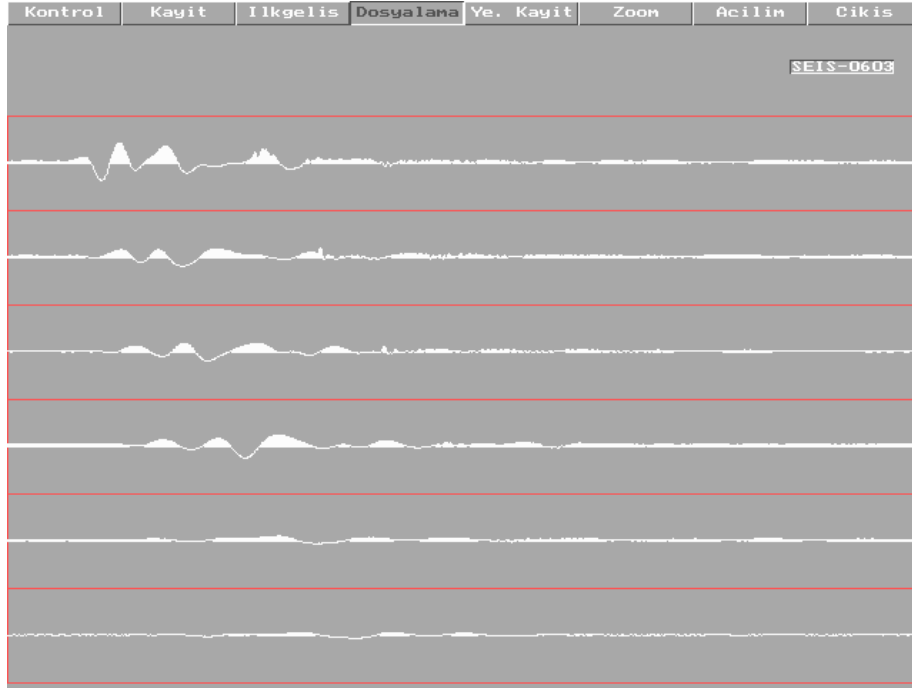
Şekil 6.22. Sismikte kullanılan jeofonlar.

6.3.1. Sismik Yöntemle Elde Edilen Jeofizik Verilerin Değerlendirilmesi ve Yorumlanması

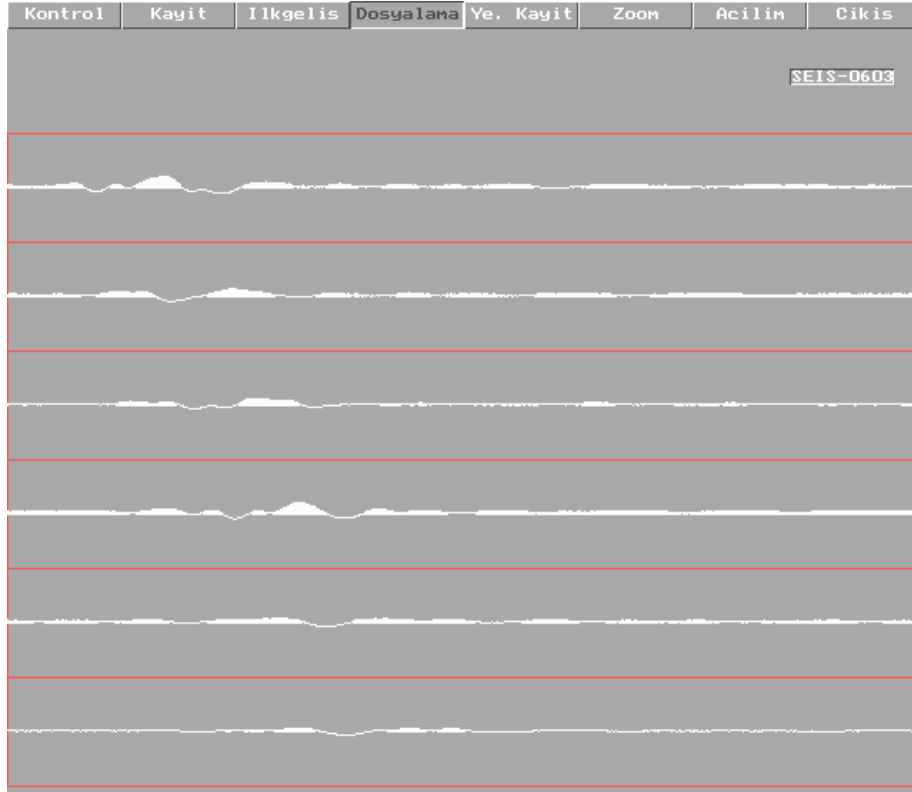
Sismik Yöntem tabakalı yapılarda etkilidir. Oysa krom tabakalı yapı gösteren cevher olmadığından; kütleler halinde podiform şeklinde bulunduğu kromun yerini tespit etmede sismik yöntemde sağlıklı sonuç elde edilememektedir. Bu yöntemi uygulamadaki amaç cevherin alt ve üst sınırlarını belirlemek içindir. Elektrik yöntemden sonra ikincil yöntem olarak uygulanan bu yöntem imkansızlıklardan dolayı seçilmiştir. Manyetometrenin arızalanması ile sismik yöntemin ikincil yöntem olamayacağı anlaşılmıştır.

Elazığ ili Guleman Kef Bölgesinde DES ölçü noktalarının alındığı noktalarda sismik ölçümler alınmış fakat krom aramaları için yeterli değerler elde edilemediğinden bu noktalardaki sismik okumalar net alınamamıştır. Sismik değerlendirmede “gürültü” adı verilen karışık sinyaller alındığı için yorum yapılamamıştır. İnceleme alanında galenin bulunması karışık sinyallere neden olabilir (Şekil 6.23-24).

Bu durum krom araştırmalarında sismik yöntemin uygun olmadığını göstermiş olup yerin fiziksel yapısını inceleme açısından uygulanan diğer jeofizik yöntemlere destek olabileceğini göstermektedir.



Şekil 6.23. DES-1 noktasında Alınan Sismik Değerler



Şekil 6.24. DES-2 noktasında Alınan Sismik Değerler

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Guleman bölgesi Türkiye'nin en önemli krom cevherleşmesinin olduğu bölgedir. Bölgede farklı sektörlerde krom işletmesi yapılmaktadır. Bu çalışmada Doğu Kef- Batı Kef bölgesinde Elektrik Özdirenç ve Sismik yöntemler uygulanarak jeolojik bilgiler jeofizik verileri ile karşılaştırılmıştır.

Krom cevherleri yan kayalara göre daha yüksek özdirenç değerlerine sahiptir. Bazik, ultrabazik kayalarda bu değer 100- 680 ohm arasında değişirken, krom cevherlerinde yaklaşık 4000 ohm'a kadar değişmektedir (Frashe, 1995).

Arazide yapılan düşey elektrik sondajlarında (DES) özdirenç değerleri 200 ohm'dan 5000 ohm.'a kadar değişmektedir. Düşük değerdeki özdirenç değişimleri litoloji değişimi, süreksizlik ve serpantinleşme ile ilişkili olabilir.

Jeofizik incelemelerde topoğrafik koşullar nedeni ile bazı noktalarda tam açılım yapılamamıştır. Bu nedenle bütün DES noktalarında yeterli derinliğe ulaşamadığı için krom cevherlerini işaret eden yüksek özdirenç değerleri elde edilememiştir.

Ancak DES-2 ve DES-3 noktalarındaki yüksek özdirenç değerleri krom cevherleşmesini işaret etmektedir. Bu yüksek özdirenç değeri DES-2 noktasında 130 m ve 160 metreler arasında, DES-3 noktasında 120 metreden sonra elde edilmiştir. Bu değerler bölgedeki jeolojik verilerle uyumluluk göstermektedir.

Bu sonuçlar bize özdirenç yönteminin krom aramacılığında önemli katkılar sağlayacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F., 1984, The Maden Complex, SE Turkey. Evolution of the Eastern Mediterranean, J.E. Dixon and A.H.F. Robertson, (eds), Edinburgh, 375-402.
- Aslantaş, N., 2001, Kapin-Şabata (Guleman-Elazığ) Krom Cevherleşmesinin İncelenmesi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s, (yayımlanmamış).
- Aydın, İ., 2008, Maden Arama jeofiziği ders notları, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ankara 16-38.
- Başpınar, G., 2006., Guleman (Elazığ) Bölgesi Krom Yataklarının Platin Grubu Element İçerikleri ve Jeokimyası, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125s, (yayımlanmamış)
- Beyarslan, M., 1996, Kömürhan Ofiyolit Biriminin Petrografik ve Petrolojik İncelenmesi, F.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 90s, (yayımlanmamış).
- Bingöl, A.F., 1984, Geology of Elazığ area in the Eastern Taurus region. In the geology of the Taurus Belt. International Symposium Proceedings, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, Turkey, 209-216.
- Bingöl, A.F., 1986, Petrographic and petrological characteristics of intrusive rocks of Gulemanophiolite (Eastern Taurus -Turkey), Geosound, 13/14, 41-57.
- Bingöl, A.F., 1987, New findings on the structural setting on the chromites in the Gulemanophiolitic massive (Eastern Taurus), Jour. F. University, Sci. and Tech, 1, 37-46.
- Boray, A., 1976, Bitlis Metamorfizmi Üzerine, Yeryuvarı ve İnsan, 1, 74-76, Ankara.
- Çağlar, İ., 1991, Jeofizikte Doğal Polarizasyon (SP) Yöntemi, İTÜ Matbaası, 89-94, İstanbul.
- Çakır, Ü., 1994, Batı Kef Krom Yatağının (Guleman-Elazığ) Jeolojik Özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 37/2, 15-29.

- Diziođlu, M., ve Keçeli, A., 1981, Elektrik ve Elektromanyetik Prospeksiyon Yöntemleri. İ.Ü. Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul, 429 Sayfa.
- Engin, T., Balcı, M., Sümer, Y. ve Özkan Y.Z, 1982, Guleman (Elazığ) Krom Yatakları ve Peridotit Biriminin Genel Jeolojik Konumu ve Yapısal Özellikleri, MTA Dergisi, 95/96,77-99.
- Engin, T., 1984, Petrology and structural characteristic of the Rut-Taşlıtepe chromite deposits in Guleman Eastern Taurus region, in: Geology of the Taurus Belt, 303-308.
- Engin, T., 1985, Petrology of the peridotite and structural setting of the Batı Kef-Doğu Kefchromite deposits, Guleman-Elazığ, Eastern Turkey, Metallogeny of basic and ultrabasic rocks, Edinburg, 229-240.
- Engin, T. and Özkan, Y.Z., 1985, Late chromite development in the Guleman ophiolite, Elazığ, Eastern Turkey, Geology the Realword I.M.M Dunham-Durham reunion, 101-108.
- Engin, T. ve Sümer, Y., 1987, Kefdağ- Kapın (Guleman-Elazığ) Yöresinin Jeolojisi, Batı Kef Doğu Kef Krom Yataklarının Maden Jeolojisi Raporu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Rapor No. 2080.
- Ercan, A. Ö., 2007 JFMO Bülteni, Bildirimler- Kayseri Karahacılı Krom-Chromite Araştırması, JFMO, Ankara.
- Erdoğan, B., 1982, Ergani-Maden Yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşaağının Jeolojisi ve Volkanik Kayaçları, TJK Bülteni, 25, 49-60.
- Ergin, K., 1981, Uygulamalı Jeofizik, İ.T.Ü. Matbaası, 58-86, İstanbul.
- Ergin, K., 1985, Uygulamalı Jeofizik, İ.T.Ü. Matbaası, 77-94, İstanbul
- Fraseri, A., 1995., Lubonia, L, and Alikaj, P., 1995. On the application of geophysics in the exploration for copper and chrome ores in Albania: Geophysical Prospecting, 43.
- Genç, S., 1981, Bitlis Masifi Güneyindeki Polifaz Metamorfizma (Lice-Kulp, Diyarbakır).K.T.Ü. Der., c.1-1, s.79-87, Trabzon.

- Genç, S., 1984, Bitlis Masifi Güney Kenarında (Lice-Kulp Yöresi, Diyarbakır İli GD Türkiye) Metamorfizma Deformasyon İlişkileri. Jeo. Müh. Oda. Der., c.19,s.11-14, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., 1984, Geology of the Bitlis Metamorphic Belt.Proceeding ofthe International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, p. 237-244, Ankara.
- Gül, A. , 2007, Zemin Araştırma Yöntemleri, Mesleki Eğitim ve Belgelendirme Kurs Notları- 9, JFMO,31-40.
- Karavul, C., 2008, Muğla İli Ula ilçesi Turgut Köyü-Kocatepe Mevki 4. Grup Metalik Maden Arama Raporu, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 46-50.
- Keys, D. A. 1976, Cambridge Univ. Pres., U.K.
- Özkan, Y.Z., 1982, Guleman (Elazığ) Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrolojisi, Yerbilimleri Dergisi,3-4 16, 33-39.
- Özkan, Y. Z. , 1983a, Guleman (Elazığ) Ofiyolitinin Yapısal İncelenmesi, MTA Dergisi, 37,78-85.
- Özkan, Y.Z., 1983b, Caferi Volkanitinin Kökeni Sorununa Jeokimyasal Bir Yaklaşım, Proceedingsof the Chamber of the Geological Engineers Annual Meetings.
- Özkan, Y.Z. 1984, Guleman Ofiyolitinde Metamorfizma Etkileri, MTA Dergisi, 47-57.
- Özkaya, İ., 1975, Sason Yöresinin Yapısal Jeolojisi. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Konferansı, Tebliğler M.T.A. yayını, 21-30.
- Özsoy, S., 2001, Ayıpınarı (Guleman-Elazığ) Krom Cevherleşmesinin İncelenmesi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52s, (yayımlanmamış)
- Öztürk, K., İleri Prospeksiyon Teknikleri (Elektrik-Elektromanyetik) Yüksek Lisans Ders Notu. (yayımlanmamış).
- Perinçek, D., 1979, The Geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Region. Guide Book, T.J.K., Ankara.
- Perinçek, D., 1980, Bitlis Metamorfitlerinde Volkanitli Triyas, T.J.K. Bülteni, 23, 201-211

- Sungurlu, O., 1979, GD Sürüklenim Kuşağı Tersiyer Sürüklenimleri: 33. T.J.K. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, 121-122.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., Naz, H., 1985, Elazığ-Palu-Hazar Alanının Jeolojisi, Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi, 29, 83-191.
- Telford, W. M., 1976, Geldort I. P., Sheriff, R.E.
- Thomas, G., Stolz, E.M., Mutton, A.J., 1992, Geophysics of the Century zinc-lead-silver deposit, northwest Queensland, Exploration Geophysics, 23, 36 1-366.
- Tokgöz, T. 1998, Geophysical Applications, MTA-JICA 3rd Countries Mining Seminar, MTA, Ankara.
- Üçer, A. , ve diğ., 2003 Maden Aramada Modern Teknikler, Sondajcılıkta ve Sondaj Makinalarında Yeni Gelişmeler, Deprem Olgusunda Yapılmakta Olan Hazırlıklar Eğitim Semineri. Yurt Madenciliği Geliştirme Vakfı Yayını.
- Üçer, A., 2005 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Semineri.
- Üçer , A., 1999, Dumluca (Divriği) Demir sahasının Yorumlanması, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yazgan, E., 1984, Geodynamic evolution of the eastern Taurus region. in Geology of the Taurus Belt, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, International Symposium proceedings, 199-208.

ÖZGEÇMİŞ

15.03.1979 Malatya doğumluyum. İlk, Orta ve Lise eğitimimi Malatya'da; Üniversite Eğitimimi ise Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünde (2002) tamamladım. 2005–2006 Güz yarıyılında Elazığ Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları – Jeokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimime başladım.