

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OSMANİYE FENK YAYLASI KROM YATAKLARININ
MİKROGRAVİTE YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Can BAYAT

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. M. D. KÖKSAL
Yardımcı Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Metin AŞCI

Aralık 2015

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OSMANİYE FENK YAYLASI KROM YATAKLARININ
MİKROGRAVİTE YÖNTEMİYLE ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Can BAYAT

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 28 / 12 /2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

**Yrd. Doç. Dr.
Mehmet Dinçer KÖKSAL
Jüri Başkanı**

**Yrd. Doç. Dr.
Metin AŞCI
Üye**

**Prof. Dr.
Levent GÜLEN
Üye**

**Yrd. Doç. Dr.
Ertan PEKŞEN
Üye**

**Yrd. Doç. Dr.
Aşkın ÖZOCAK
Üye**

BEYAN

Tez içindeki verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Can BAYAT

28.12.2015

TEŞEKKÜR

On bir dönem süren bu tez çalışmasında emekleri geçen başta Tez DanıŐmanım M.Dinçer KÖKSAL'a, Yardımcı Tez DanıŐmanım Metin AŞCI'ya, Saha verilerini kullanmama izin veren ARZ Maden ve Enerji A.Ő. ve ekip arkadaşlarıma, EŐime ve Aileme gösterdikleri özveri ve saĐlamıŐ oldukları desteklerden ötürü teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Mikrogravite Çalışmalarının Tarihsel Gelişimi	2
1.2. Krom Yatakları Oluşumu ve Dokusal Özellikleri.....	4
1.2.1. Türkiye kromit yatakları	7

BÖLÜM 2.

ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	8
2.1. Konum	8
2.2. Jeolojik Gözlem.....	8
2.2.1. Kızıldağ ofiyolitinin (Osmaniye) jeolojisi.....	8
2.2.2. Tektonit peridotitler	9
2.2.3. Osmaniye (Derebası Fenk Yaylası) krom yatakları ve peridotit birimi'nin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri.....	11
2.3. Sahada Gözlenen Mostralar	13

BÖLÜM 3.

TEORİ	15
3.1. Mikro Gravite Teorisi Nedir?	15
3.2. Gravite Anomalileri	17

3.3. Veri Analizi (Sınırlamalar)	20
3.4. Jeolojik Modellemede Mikrogravite Yönteminin Kullanımı	20
3.5. Mikrogravite Düzeltmeleri	21
3.5.1. Enlem etkisi	22
3.5.2. Yükseklik etkisi	22
3.5.2.1. Serbest hava düzeltmesi:	22
3.5.2.2. Bouguer düzeltmesi	23
BÖLÜM 4.	
UYGULAMA	26
BÖLÜM 5.	
ARAZİ ÖLÇÜMLERİ	28
5.1. Arazi Gerçekleştirilen Mikrogravite Çalışmaları	28
5.2. Sondaj	39
5.2.1. Sondajın tanımı ve açıklaması:	39
5.2.1.1. Burgu-Helezonlu sondaj sistemi (Auger Drilling):	40
5.2.1.2. RAB Sondaj (Percussion Rotary Air Blast Drilling):	40
5.2.1.3. Havalı Sondaj (Air Core Drilling):	40
5.2.1.4. Kablolü Sondaj (Cable Tool Drilling):	41
5.2.1.5. Ters Sirkülasyon Sondajı (RC Drilling):	41
5.2.1.6. Karotlu Sondaj (Diamond Core Drilling):	43
5.2.1.7. Doğrudan itme (Direct Push Rigs):	44
5.2.1.8. Hidrolik Sondaj (Hydraulic Rotary Drilling):	44
5.2.1.9. Sonik Sondaj (Sonic (Vibratory) Drilling):	45
5.2.2. Sondajların amaçları:	45
5.3. Sahadaki Sondaj Çalışmaları	46
5.4. Laboratuvar Sonuçları	54
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR	56
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	60

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°	: Derece
%	: Yüzde
+, ., 0	: Mikrogravite Ölçüm Noktası
B	: Batı
Cr	: Krom
D	: Doğu
Fg	: Yerçekimi Kuvveti
G	: Yerçekimi Sabiti ve Güney
g/cm ³	: Yoğunluk birimi
h	: Yükseklik
h _{lokal}	: Lokal Yükseklik
K	: Kuzey
Mx	: Kütle
m, mt	: Metre
R, r	: Yarıçap
S.K.	: Sondaj Kuyusu
↑	: Kuzey

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Çalışılan Arazinin Konumu	8
Şekil 2.2. Çalışma Alanı MTA Jeoloji Haritası	11
Şekil 2.3. Sahada Gözlemlenen Mostralar	14
Şekil 2.4. Arazide Gözlemlenen Mostralardan elde edilen cevherler	14
Şekil 3.1. Üç farklı derinlik için oluşturulmuş basit gravite modeli	18
Şekil 3.2. Farklı Çap ve Derinliklerde, içi su dolu ve boş kütlelerin anomalileri	19
Şekil 3.3. Ham veri düzeltmeleri, karşılaştırılması ve yoruma etkisi	21
Şekil 3.4. h yükseklikte alınan ölçümün görünümü	22
Şekil 3.5. Deniz seviyesinden h yükseklikte alınan ölçümün görünümü	24
Şekil 3.6. Bouguer ve Alt Kot indirgeme Karşılaştırması	25
Şekil 4.1. CG-5 Autograv Mikrogravite Ölçüm Cihazı	26
Şekil 5.1. Mikrogravite Arazi Çalışmaları	28
Şekil 5.2. Ölçüm Alanları	29
Şekil 5.3. Alan 1 Mikrogravite Çalışması	30
Şekil 5.4. Alan 2 Mikrogravite Çalışması	31
Şekil 5.5. AA' ve BB' Kesitleri	32
Şekil 5.6. Alan 3 Mikrogravite Çalışması	33
Şekil 5.7. Alan 4 Mikrogravite Çalışması	35
Şekil 5.8. Alan 5 Mikrogravite Çalışması	36
Şekil 5.9. Ada içi Mikrogravite Çalışması	37
Şekil 5.10. Ocak 1 Mikrogravite Çalışması	38
Şekil 5.11. Üçüncü firma ile Sahada gerçekleştirilen sondaj çalışmaları	47
Şekil 5.12. Arazide Gerçekleştirilen Sondaj Konumları	48
Şekil 5.13. S.K. 1-4 Sondaj Logları	49
Şekil 5.14. S.K. 5-8 Sondaj Logları	50
Şekil 5.15. S.K. 9-11 Sondaj Logları	50
Şekil 5.16. Krom Cevherlerinin Sondajlara göre 3 boyutlu modellenmesi	51

Şekil 5.17. Sondajlara göre yeraltı modellenmesi.....	52
Şekil 5.18. 3 boyutlu Jeolojik Modelleme (Ayrı birimler).....	53
Şekil 5.19. MTA'ya gönderilen yüzey numunelerine ait laboratuvar sonucu	54
Şekil 5.20. Liman Kimya'ya gönderilen yüzey numunelerine ait lab. sonucu	55

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Krom Cevherinin Fiziksel Özellikleri	4
Tablo 1.2. Krom içeren minerallerin sınıflandırılması	5
Tablo 1.3. Cr ₂ O ₃ Tenörüne göre Krom Cevheri sınıflandırması.....	5
Tablo 3.4. Çeşitli kayaç ve malzemelerin yoğunluk değerleri	17

ÖZET

Anahtar kelimeler: Mikrogravite, Krom madeni, Sondaj, Jeofizik

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin sonucu olarak Mikrogravite ölçümleri sığ araştırmalarda önem kazanmıştır. Jeofizik yöntemlerden biri olan Mikrogravite son yıllarda geoteknik, arkeo jeofizik, eski maden ocaklarındaki boşluk araştırmaları ve çevresel sorunların çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır. Mikrogravite ölçümleri, ölçü aletinin konumuna duyarlı ölçümlerdir. Bu nedenle sığ maden araştırmalarında başarılı bir şekilde kullanılabilir ve özellikle maden mostrası başarılı bir şekilde izlenebilir. Bu çalışmada da Mikrogravite ölçümleri ile bir krom sahası araştırması yapılmıştır.

İnceleme alanı Türkiye’de Osmaniye ili Fenk yaylasında bulunmaktadır. Mevcut krom yatakları harzburgitlerdeki içyapı düzenine uygun olarak KB-GD doğrultulu faylarda 35°-40° ile doğuya eğimlidirler. Kromit mostraları belirgin devamlılık göstererek, cevher zonları oluşturmaktadır. Mostralarda kromitler mercekleşmiş olup faylarla aynı doğrultuda, incelmeye ve genişlemeler (sıkma ve açma) yaparak bir zon boyunca devamlılık gösterirler. Cevher zonu boyunca 3-5 cm kalınlığında bir kromit bandınının 1-2 m veya daha fazla belli belirsiz izlendikten sonra aniden kalınlaştığı, birkaç metre kalınlığa erişip mercekleştikten sonra tekrar incelendiği ve diğer mercekleşmeye kadar ince kromit bandınının izlenebildiği durumlar gerek yerüstünde ve gerekse yeraltında çok yaygındır. İnceleme alanında yüzeyde bulunan mostralar tükenmiş derinlerde kromun nasıl bulunduğunu anlayabilmek için bu çalışma planlanmıştır.

Mikrogravite ölçümleri için Scintrex CG-5 ölçü aleti kullanılmıştır. İnceleme alanı 7 adet bölgeye ayrılmış ve bu bölgelerde ölçüm aralıkları 3x3 m olan toplam 2438 adet Mikrogravite verisi alınmıştır. Bu verilere uygun gravite düzeltmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar haritalanmıştır. Haritalardan uygun kesitler alınarak maden sahası yorumlanmıştır. Buna göre, 8,5-10 mgal anomali genliğine ulaşılan yerlerde yapılan sondaj çalışmalarında düşük tenörlü (% 15-20) krom madeni görülmüştür. Anomali genliği 2-5 mgal olan yerlerde yapılan sondajlarda krom bulunamamış anomalinin dünit veya harzburgit kaynaklı olduğu anlaşılmıştır. Yine bu çalışmada Mikrogravite ölçümleri ile fay tespitlerinin başarılı bir şekilde yapılabildiği görülmüştür.

DELINEATION OF CHROME ORE DEPOSIT VIA MICROGRAVITY METHOD IN OSMANIYE FENK PLATEAU

SUMMARY

Keywords: Microgravity, Chrome Mine, Drilling, Geophysics

Microgravity measurements have gained importance in the shallow investigations as a result of technological developments in recent years. Microgravity is often used in archeogeophysics, environmental problems and void detection in old mines. Microgravity measurements are very sensibly at the measurement point. For this reason this method can be used successfully in the shallow mineral exploration and mineral outcrops can be observed successfully. In this study a chrome field researched by microgravity measurements.

The study area is located at the Fenk plateau in Osmaniye, Turkey. The existing chrome deposits, which show conformity with the internal structural order of harzburgites, strikes NW – SE and the faults are dipping to east with 35 - 40 degrees. Chromite outcrops show apparent continuity and form ore deposits. The chromites are lens shaped and show continuity along the zone with the compressional and extensional forces that are parallel to the strike of the faults. Over the ore zone, a band chromite which has a thickness of 3-5 cm, can be tracked for 1-2 m or more, than suddenly it becomes an ore lens with a thickness of a few meters, and after that it shrinks and after a few meters it becomes an ore lens again. This situation occurs frequently on over ground and underground. This study is planned to understand the presence of the chromites under the surface, depending on the absence of the chromite outcrops above the surface.

Scintrex CG-5 device is used for microgravity measurements. The study area is divided to 7 regions and 2438 points are measured in the whole area. The distance between measurement points is 3 meters in x and y directions. The measured data has corrected and have been mapped. Mine site is interpreted according to cross sections. According to drilling results, low-grade (15-20%) chrome is found where the amplitudes are from 8.5 to 10 mgal at the anomaly. Also, other drillings are done where the amplitude is from 2 to 5 at the anomalies. But chrome is not found at these drilling points. Afterwards it is understood that the source of the anomaly at these points are because of the harzburgites and dunites.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Mikrogravite yeryüzündeki duyarlı gravite ölçümleri anlamına gelir. Yerçekiminde meydana gelen değişimler gravite anomalilerinde kendilerini belli ederler. Bunlar ölçülebilir yoğunluk değişimleridir. Mikrogravite yöntemi, yıllardır çeşitli ölçümlerde kullanılmaktadır, bu tarihsel gelişime aşağıda detaylı olarak değinilmiştir. Mikrogravite ekipmanlarında meydana gelen gelişmeler, ölçüm hassasiyetini arttırmış bunun yanında maden, çevresel etkilerin araştırılması ve jeoteknik gibi yeni jeofizik uygulama alanları ortaya çıkmıştır. Yeraltındaki boşlukları saptamakta başarılı uygulamalardan biri de mikrogravite ölçümleridir. Boşluklar ile terkedilmiş madenler arasında da benzerlikler vardır. Mikrogravite doğal ya da yapay boşlukları, yoğunluk farkı yardımıyla kolayca belirlemektedir.

Geoteknik ve çevresel projelerde bir alanı karakterize edebilmek için 3 ölçüt vardır.

- Jeolojik yapı,
- Hidrolojik yapı,
- Alanı kirletici ve bozucu etkenlerdir.

Bu durum terk edilmiş ve elle bozulmuş madenler içinde geçerlidir. Geoteknik ve çevresel etkilerin olduğu alanlarda sürece yaklaşım iki adımda olmalıdır. Bunlar doğru veri alımı ve iyi bir modelleme yaklaşımıdır.

Mikrogravite metodu terkedilen maden arazilerini karakterize etmek için çok uygun bir yöntemdir. Tabi bu durum başka kontrol yöntemleriyle beraber yürütülmelidir. Jeofizik Modelleme derslerinde de vurgulandığı gibi herhangi bir jeofizik metodun başka bir yöntem ile teyit edilmesi idealdir.

1.1. Mikrogravite Çalışmalarının Tarihsel Gelişimi

Normal gravite ölçümleri pek çok düzeltme içeren etki altındadır. Bu etkiler ayrı ayrı alınan gravite ölçüleriyle belirlenemezler. Teknolojik gelişmeler sonucu mikrogravite, veri toplama, analiz ve görüntüleme anlamında son on yılda büyük gelişmeler göstermiştir. Qianshen [1] değişimi 10 mikrogal ve daha üzeri olan anomalilerin uygun saha koşullarında tespit edilebileceğini göstermişlerdir. Çalışmalarında sadece maden, mağara ve boşluğun yeri değil aynı zamanda kalınlık, şekil ve morfolojisi hakkında bilgi de vermişlerdir. Gauss' un eksik kütle teoremi kullanılarak boşlukların hesaplanmasında kullanmışlardır, bu da maliyete olumlu etki etmiştir.

Karstik alanlarda var olan boşluklar ve daha sonra olacak boşluklarda çökme riski olan bölgelerde, bunlara benzer maden sahalarındaki boşluklar , günümüzde bu alanların kullanımı ile ilgili sıkıntılar doğurur [2]. Bu alanların bulunması ve geliştirilmesi önemlidir. Bu alanların en etkin belirleme çalışmaları yapılacak sondajlardır. Daha az maliyetli olan dolaylı ölçüm yöntemleri kullanan jeofiziğin bu alanları belirleyebilecek yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden en etkilisi mikrogravitedir.

Mevcut boşluğun uzağında çatlak çapları büyüdüğünde veya birleştiğinde bu alanlar anamoli üretebilir [3]. Bu etki karstik mağara sistemlerinde görülebilir. Bu boşluğa ve onu çevreleyen kayalara bağlıdır. İkincil olarak boşlukların artışına 'halo' etkisi denir. Boşluğu dolaylı olarak algılayabilir [4], [5], [6]. Karstik alanlardaki boşluklar mikrogravite yöntemi ile tespit edilmiş ve bu yöntem doğruluğunu arttırmıştır [7].

Mikrogravite yöntemi kullanılarak, özellikle terkedilmiş maden sahalarında bulunun eski tünel ve boşlukların tespiti ve bu boşluklardan dolayı kaynaklanabilecek risk alanlarının belirlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir [8], [9].

Gravite ile tuz yataklarındaki boşluklar iyi bir şekilde belirlenebilirler [10]. Literatürde mikrogravitenin boşluk belirlemelerinin erken örnekleri vardır [11] , [12]. Neumann [13] mikrogravite ile gömülü beton su deposu yerini belirlemek ve eski bir taş ocağını arama sırasında yeraltında galeri varlığı gözlemlemiştir. Fajklewicz [14] Polonya'daki kasaba altında tünel ve kaya mağaraları tespiti için düşey gravite

gradient ölçümlerinin uygulanmasını tarif etmiştir. Hemen devamında Buttler [15], yeraltı boşlukları ve tünel yerlerinin tespiti için mikrogravite ile gradient ölçüsü almıştır. Chamon ve Dobereiner [4], Amazon sedimanter havzasında bulunan bir kumtaşı mağarasını belirlemek için gravite, öz direnç, manyetik ve VLF (very low frequency) elektromanyetik yöntemlerini denemişlerdir, bunlardan sadece gravitenin mağaranın varlığını tespit ettiği sonucuna varmışlardır. Kumtaşında gözlenen bu küçük mağaranın çapı 2-5 m, derinliği ise 40-50 m arasında olup mikrogravite ile tespit etmiştir. Ayrıca uzun süreyle, zaman ortamı mikrogravite yöntemi ve Jeoteknik yöntemler kullanılarak relik tuz madeni araştırmaları gerçekleştirmiştir [16].

Al Rifaiy [17], Eosen yaşlı Damman Kireçtaşı içindeki boşlukların tespiti için mikrogravite kullanmıştır. Ghatge [18], New Jersey de terkedilmiş sığ (2-3 m) madenin yerini tespit etmek için bir mikrogravite kullanım raporu hazırlamıştır. Lyness [19], maden çöküntüsünün tespiti için nasıl gravite ölçüsü alınacağını anlatmıştır. Emsley [20] ve Bishop [5] karstik ve yapay boşlukları belirlemede grid haritalama tekniğiyle mikrogravitenin kullanımını ve görüntüleme teknikleri ile anomalilere farklı bakış açıları getirmişlerdir. Yule [21], mikrogravite ile bir şalt sahasındaki boşlukların tespitini yapmış daha sonra araştırma sondajları ile sonuçları doğrulamıştır. Patterson [6] Yorkshire jipsli Permo-Trias tabakalarında çözülme ve çökmeleri tespit etmek için mikrogravite kullanımını gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucunda ölçüm hassasiyeti 4 mikrogal olarak belirlenmiştir. 12 metre derinlikte 4 metre çapındaki boşlukları tespit etmişlerdir. Kalgorlie'deki eski altın madeninde maden çukurunun saptanmasında önemli topoğrafik etki olmasına rağmen başarılı olunmuştur.

Mikrogravite yeraltındaki zamana bağlı yoğunluk değişimlerinin izlenmesinde de başarılıdır. Poeter [22], yapısal heterojeniteyi mikrograviteyle ortaya çıkarırken, Pool ve Eychaner [23] serbest akiferde su miktarındaki değişimleri, zamana bağlı olarak izlemiştir. Böylece akiferin depolanma ve rezerv değişimlerini ortaya çıkarmışlardır. Hare [24], Alaska Prudhe Boy rezervuarındaki su enjeksiyonunun potansiyelini izlemek için mikrogravite kullanmıştır. Bununla birlikte Rybakov [25] zaman aralıklı mikrogravite ile düşük yoğunluklu alanları tespit etmek amacıyla kullanmıştır. Yakın zamanda Thomas J. [26] tarafından Karstik akiferlerdeki su havzalarının yoğunluk

değişimleri zamana bağlı mikrogravite değişimleri ile ufak değişimler olmasına rağmen tespit edilmiştir.

Rybakov [25], mikrogravite ile Ölüdeniz' in batık kenarındaki düdenlerdeki değişimleri izlemiştir. Keele Üniversitesi çevre jeofizik grubunun yaptığı bir dizi çalışma 4D modunda rapor edilmiştir [7], [9] ve [5] .

1.2. Krom Yatakları Oluşumu ve Dokusal Özellikleri

Krom, yer kabuğunun doğal bileşenlerinden biri olup, metalürji, kimya ve refrakter sanayinin temel elementlerinden biridir. Krom metalinin ekonomik olarak üretilebildiği tek mineral ise kromittir. Kromit, mineralojik olarak spinel grubuna ait bir mineral olup, kromit mineralinin formülü $(MgFe)(CrAlFe)_2O_4$ olarak verilmektedir [27]. Kromit minerali ve krom yatakları ultra bazik kayalar (dünit ve serpantin) içinde bulunurlar. Krom cevheri masif, saçılmış (dissimine), nodüllü, orbiküler, bantlı, masif bantlı ve dissimine bantlı olarak tanımlanmaktadır. Mg, Cr, Fe, Al elementleri kromit mineralini oluşturan elementler olmakla birlikte, krom yataklarında ana mineral olan kromite, ekonomik değere sahip olmayan mineraller (gang mineralleri) olarak her zaman enstatit, bronzit ve olivin, bazen ojit, labrador ve bitovnit; ikincil mineral olarak talk aktinolit, antigorit, kemererit, uvarovit, magnetit ve klorit eşlik edebilir [27].

Krom cevherinin fiziksel özellikleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Krom Cevherinin Fiziksel Özellikleri [27]

Özellik	Değer
Özgül Ağırlığı	4,1-4,9 gr/cm ³
Sertlik	5,5
Renk	Parlak Siyah
Çizgi Rengi	Kahverengi

Krom içeren minerallerin sınıflandırılması Tablo 1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2. Krom içeren minerallerin sınıflandırılması [27]

Mineral	Kimyasal Formül	Tenör (%)	Yoğunluk
Kromit	(Fe, Mg)(Cr, Al, Fe) ₂ O ₄	52-48 Cr ₂ O ₃	
Fuksit	Krom Mikası	46 Cr	4,8
Kemererit	Krom Klorit		
Uvarovit	Krom Granat	(%1 Cr ₂ O ₃ =%0,694 Cr)	

Krom cevheri Cr₂O₃ tenörüne göre üç sınıfa ayrılır (Tablo 1.3)

Tablo 1.3. Cr₂O₃ Tenörüne göre Krom Cevheri sınıflandırması, [27]

Sınıflar	Cr ₂ O ₃ Tenörü
1.Sınıf	48’den fazla
2.Sınıf	42-48
3.Sınıf	42’den az

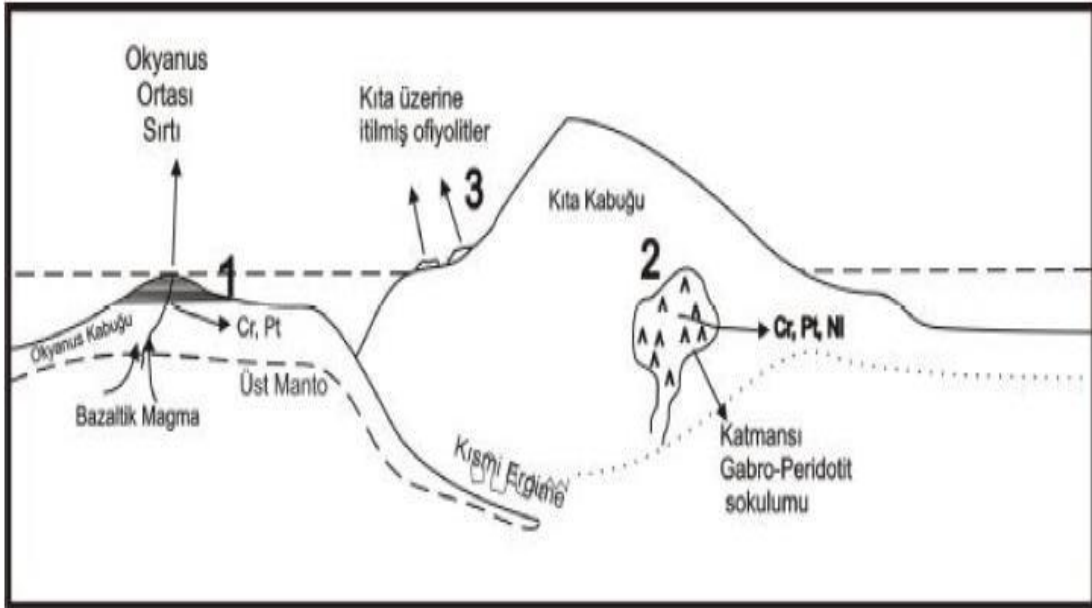
Kromit genellikle olivin dışındaki silikatlardan daha erken oluşur. Bu sebeple kromitlerde olivin kapanımlarına rastlanır. Fakat diğer silikatlar kromitleri keser şekilde bulunurlar. Krom yataklarının içinde bulunduğu ultrabazik-bazik kayalar toplulukları köken, jeolojik konum, mineraloji, doku, vb. özellikleri yönüyle başlıca üç tipe ayrılırlar.

İlk tip, Bushveld (Güney Afrika), Stilwater (ABD) gibi duraylı kıtasal bölgelerde (kraton) bulunan stratiform sokulumlara bağlı krom yataklarıdır. Büyük boyutlu, kilometrelerce devamlılık gösteren tabakalı yataklanmalardır. Yapısal olarak büyük bir karmaşıklık sergilemezler. Küçük tane boyulu, düzgün kristal şekilli, Cr/Fe oranı düşük ve yüksek demirli cevher içerirler. [27]

İkinci tip, daha çok Alp Dağ Oluşum Kuşakları boyunca görülmeleri nedeniyle Alpin tip diye anılan ultrabazik-bazik kayaç topluluklarına (ofiyolit istifi) bağlı krom yataklardır (podiform tip). Bunlar mercek veya düzensiz şekilli, genelde küçük boyutlu, karmaşık yapısal ilişkiler sergileyen yataklardır. İri tane boylu düzensiz kristal şekilli, Cr/Fe oranı yüksek ve yüksek kromlu cevher içerirler. [27]

Üçüncü tip olarak gruplandırılan; eşmerkezli bir iç düzene sahip konsantrik ultrabazik-bazik kayaç topluluklarına bağlı krom yataklardır. Bunların bugün için ekonomik önemi yoktur. Genellikle Alaska'da görülen bu tip yataklardan üretim yapılmamaktadır. Bununla birlikte ABD'de, bu kromitlerin zenginleştirilmesi testleri ve bunların ekonomikliği konusunda çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Bu tip yataklar genellikle yüksek demirli krom cevheri içerir. [27]

Levha konumlarına göre krom oluşumları Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Levhalara göre Cr yataklarının bulunduğu yerler (1 ve 2 oluşum yerleri) [27]

1.2.1. Türkiye kromit yatakları

Türkiye krom üretiminde önemli bir ülkedir. Ülkemiz krom yatakları itibariyle 5 bölgeye ayrılabilir : [27]

1. Eskişehir - Bursa Bölgesi
2. Çankırı Bölgesi
3. Erzincan Bölgesi
4. Elazığ - Hatay Bölgesi
5. Burdur - Fethiye Bölgesi

1.2.1.1. Elazığ yöresi kromit yatakları

En iyi incelenmiş kromit yatakları Elazığ çevresindeki yataklardır. Türkiye'nin en büyük yatağı olan bu yataklar;

- a. Guleman Kesimi,
- b. Kefdağ Kesimi,
- c. Soridağ Kesimi olmak üzere üç kesimde incelenmiştir.

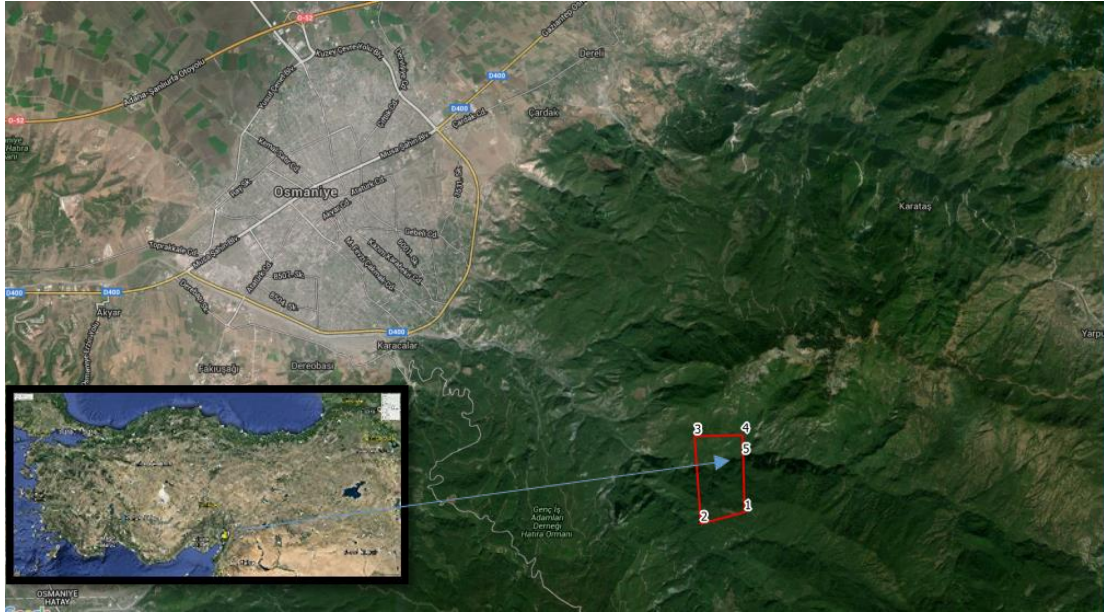
Guleman yatakları günümüzde tükenmiştir. Çıkartılmış cevherin rezervi 2,5 milyon tondur. Tenörü ise %50-52 Cr_2O_3 'tür. Cevher iri taneli olup taneler 2,5-3 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Ayrıca kemererit, uvarovit ve kromlu tremolit gibi silikatlara rastlanmıştır. Bu yataklar tektonizmadan etkilenmişlerdir. Bu cevherleşmeler Alpin tipidir. [27]

Çalışma alanında görülen kromitler Alpin tipi cevherleşme göstermektedirler.

BÖLÜM 2. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

2.1. Konum

Saha Osmaniye ili, Dereobası Köyü, Fenk Yaylası mevkiindedir. Şekil 2.1’de sahanın konumu ve ruhsatın sınırları yer almaktadır. Sahaya ulaşım Osmaniye merkezden 26 km’dir. Sahaya ulaşan karayolunun 13 km’si asfalt, 13 km’si toprak yoldur.



Şekil 2.1. Çalışılan Arazinin Konumu

2.2. Jeolojik Gözlem

2.2.1. Kızıldağ ofiyolitinin (Osmaniye) jeolojisi

Amanos dağlarının güneyinde, tektonit peridotitlerden başlayıp, tabakalı ve izotrop gabroları izleyerek dayk ve volkanik karmaşıklarına dek uzanan sürekli bir ofiyolit

istifi yüzeyler. Tektonitler, çoğunlukla harzburgitlerden ve daha az oranda dünitlerden oluşur. Plütonik dizi, genellikle nadir dünit ve lertzolit tabakaları içerir. Ultramafik kümülatların azlığı ile belirgin bu plütonik dizi, diğer Toros Ofiyolitleri'nin plütonik dizilerinden farklıdır. Dizi önemli yanal kalınlık ve litoloji değişimi gösterir, izotrop gabroyu üzerleyen dayk karmaşığının iç yapısı, yayılma sürecinde birkaç sokulum ekseninin etkin olduğunu belirtir. Volkanik karmaşık yastıklanmış ve masif bazalt lav akıntılarında oluşur. Kümülat kayaları önemli bir gizli evrim geçirmeksizin sınırlı bir gizli bileşimsel değişim gösterirler ve magma odasının sürekli olarak ilksel sıvılarla beslendiğine işaret ederler. Dayk ve volkanik karmaşığın toleyitik kayaları ada yayı ve okyanus ortası bazaltlarının arasında bir kimyasal bileşim gösterirler. Nadir toprak ve iz element içerikleri olağan okyanusal değerlerden çok daha düşüktür. Bu özelliklere dayanılarak Kızıldağ Ofiyoliti'nin, önceden tüketilmiş bir manto üzerinde gelişmiş, birkaç küçük magma odası içeren yavaş bir yayılma merkezinde üretilmiş olduğu öne sürülebilir. [28]

Amanos dağlarındaki ofiyolit napları, yaklaşık 1300 km²'lik bir alanı kaplayan birbirinden ayrılmış nap ve klipler halinde görülür. Kızıldağ Ofiyoliti ise Amanos silsilesinin güneyinde yer alan en büyük ofiyolit napıdır. Özellikle Akdeniz kıyıları boyunca geniş alanlar kaplayan mükemmel yüzeylemeler verir. Kızıldağ ofiyoliti bütün ofiyolitik magma kayalarını kapsar bu zonun harzburgitleri, klinopiroksen (% 1-2), ortopiroksen ve olivin taneleriyle, olivinlerin arasında ve çevresinde yer alan plajiyoklaslar içerir. Olivin ve ortopiroksenlerin klinopiroksenle olan sınırları aşmıştır. Ortopiroksenler ya tek kristal, ya da çok taneli altere porfiroklastlar halinde bulunur. Kıvrılma ve poligonlaşma gibi deformasyon izleri taşır. Bu bölümdeki dunitler iki türdür. Birinci türün olivinleri kırık bantlıdır ve tipik tektonit fabrik gösterirler. Poikilitik dokulu verlit ve vebsterit, bu bölümün tipik kaya türleridir. Bu bölümde kromitler mercer ve kütleler halinde bulunurlar. [28]

2.2.2. Tektonit peridotitler

Kızıldağ Ofiyoliti'nde tektonit peridotitler masifin orta kesimindeki keskin sırtlı yükselteleri oluştururlar. Peridotit, Kızıldağ ofiyolitinin yüzeyleyen kesimlerinin % 85 ini oluşturur. Tektonit peridotitler iki ana kaya türü içerir; harzburgit (% 70) ve dünit

(% 30). Harzburgit; olivin, ortopiroksen ve spinelden oluşur. Dunitler harzburgitlerden daha fazla serpantinleşmiştir. Tektonitler düşük basınç, yüksek sıcaklık altında deformasyon sergilerler ve yer yer masif zonlara geçişli bantlı bir yapı gösterirler. Bantlar ortopiroksence zengin zonların olivince zengin zonlarla araldanması şeklindedir. Bantlı harzburgitlerdeki ortopiroksen yapraklanması iyi gelişmiştir. Tektonitler içinde değişik boyutlu (kimisi km boyutunda) düzensiz dunit kütleleri vardır. Bunlar harzburgit yapraklanmasını çeşitli açılarla düzensiz olarak keserler. Spinel lineasyonu yapraklanmaya ve bantlaşmaya genellikle koşuttur. Harzburgit yapraklanması bantlaşmaya koşut ve genel olarak güneye doğru 45° eğimlidir. Ortopiroksence zengin bantlar izoklinal kıvrımlar yapar. Kuzey kesimde ise yapraklanma ve bantlaşma, yoğun neo-tektmik hareketlere bağlı olarak karmaşık ilişkiler gösterir. Deformasyona uğramış minerallerdeki makaslanma yönü, tanelerin üst kesimlerinin kuzeye doğru atılması şeklindedir ve güney yönlü bir manto akıntısını belirler [28].

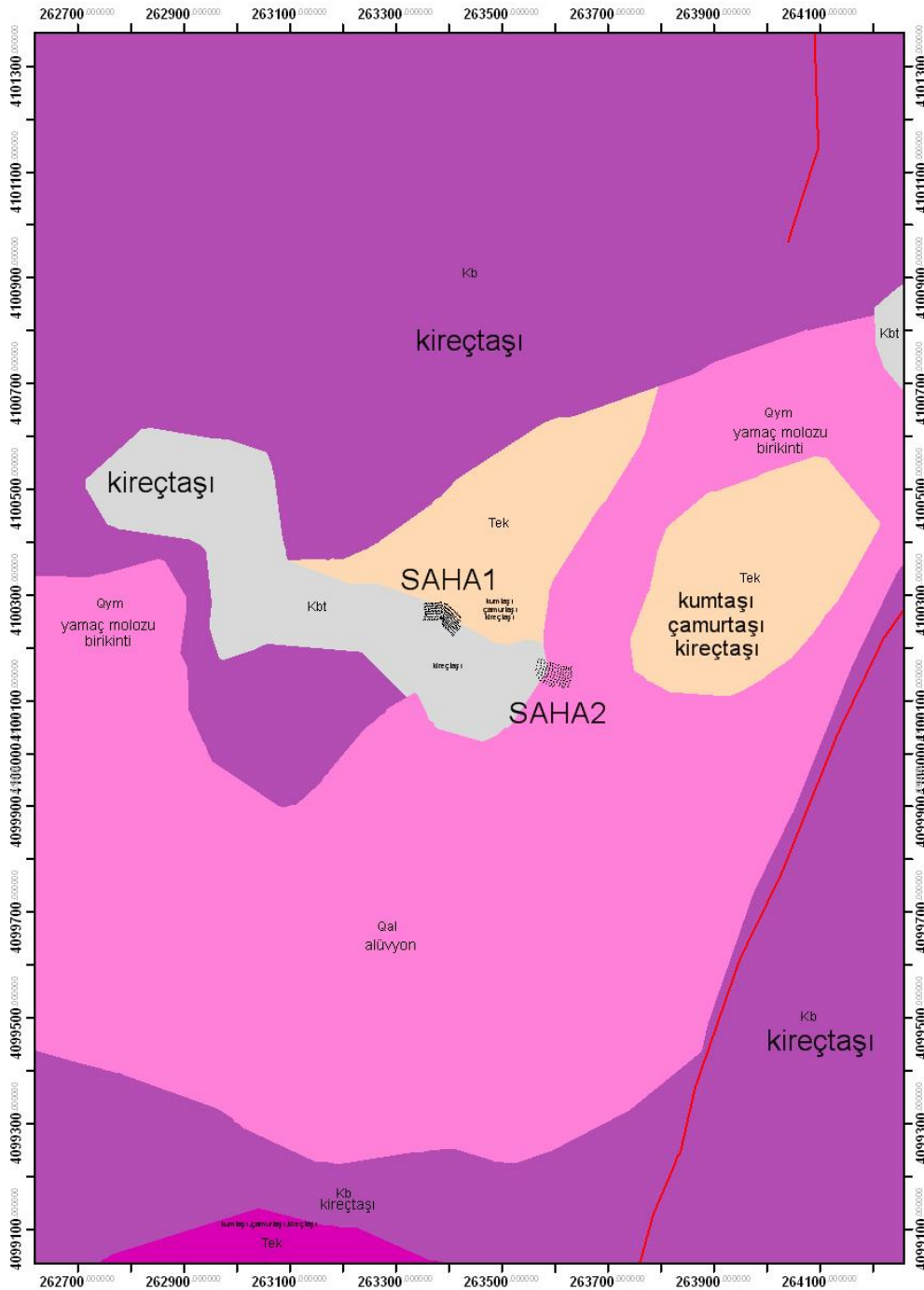
Harzburgitler granoblastik dokuludur. Ortopiroksenler genellikle diyopsit eksolüsyon lamelleri içerir. Kıvrımlanma, kırılma ve dalgalı sönme gibi solidusaltı deformasyonlar belirgin olarak gözlenir. Üçlü kavşaklar oluşturan çizgisel tane sınırları, ortopiroksenlerin sintektonik kristalizasyonunu gösterir. Kahverengi spineller, ortopiroksenleri çevreleyen kurt şekilli taneler halinde bulunur. Olivinler de, deformasyon lamelleri ve kink bantları yanında sintektonik rekristalizasyon izleri taşır. Bu özellikleri taşıyan tektonit peridotitlerin yüksek sıcaklık deformasyonu açıkça belirgindir [28].

Tektonitler gabro daykalarıyla kesilirler. Çoğunlukla birkaç cm kalınlıktaki (nadiren 20-30 cm) bu daykların kenarları keskindir ve yapraklanmayla çeşitli açılar yaparlar. Sıkça gözlenmeyen piroksen segregasyonları, spinelce zengin dunitik bir kılıfla çevrelenmiş, 2 cm tane boyuna ulaşan ortopiroksenlerden oluşur. Harzburgit içindeki gabroyik zonlar ise düzensiz damarlar ve difüz segregasyonlar halinde izlenir.

Tektonitler içindeki kromitler, kromitit ya da dunitler içinde saçılmış olarak bulunurlar. Kromitli kayaların yaklaşık % 80 kadarı tektonitler içinde ve özellikle üst bölümlerinde poikilitik zona yakın düzeylerde toplanmıştır [28].

2.2.3. Osmaniye (Derebası Fenk Yaylası) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri

Çalışma alanı jeolojisi MTA'ya yaptırılan ön araştırma raporunda haritalanmıştır [29]. Şekil 2.2'deki jeolojik haritada kireçtaşları, alüvyon ve molozlar baskın birimlerdir. Ayrıca kumtaşı, çamurtaşı ve yamaç molozu birikintileri de haritalanmıştır.



Şekil 2.2. Çalışma Alanı MTA Jeoloji Haritası [29]

Bölgede başlangıçta mostra madenciliği ve nispeten açık işletme yöntemleriyle kolaylıkla yapılan madencilik çalışmaları, bu yöntemlerle alınabilecek cevherin azalması sonucunda, yeraltı madencilik çalışmaları, kaçak köylüler tarafından ve genellikle çanakçılar tarafından gerçekleştirilmiştir. [29]

Bölgede hakim kayaç çeşidi harzburgittir. Dünit yer yer sınırlı oranda bantlar ve ince dayklar halinde bulunmaktadır. Bazı kesimlerde ileri derecede serpantinleşmiş olmasına karşın, genelde kayaçlar oldukça tazedir. Harzburgitler iri taneli olup, başlıca olivin ve piroksen içermektedirler. Minerallerin tane boyu çoğu kez 3-4 mm'nin üstündedir. Kayaç içindeki olivin oranı % 80-90, piroksen oranı ise % 10-20 kadardır. Tali mineral olarak kromit, kayaçların içinde ortalama % 1 oranında bulunmaktadır. Piroksenlerin çoğu rombusal piroksen olmakla beraber, hemen her numunede az da olsa monoklinal piroksen izlenebilmektedir. Bu yöredeki harzburgitler genel olarak içlerindeki piroksen oranının az oluşlarıyla (çoğunlukla % 13 oranında) belirginlerdir. Taze el numunelerinde olivinlerde gelişmiş olan dilinim düzlemlerinin piroksenlerinki ile karıştırılmaları, minerallerin tanınmasını güçleştirmektedir. Serpantinleşmiş kayaçlarda bu ayırımı yapmak daha kolay olmaktadır. İnce kesitlerde kayacı oluşturan olivin ve piroksenlerin sınır ilişkilerinin genellikle dalgalı (sinüsoidal) olduğu gözlenmektedir. Olivinlerde şeritli yapılar ve rombusal piroksenlerde bükülmeler oldukça yaygındır. İri olivin ve piroksen kristallerinin özellikle kenar zonlarında yeniden kristallenme ürünü küçük olivin kristallerinin oluşturduğu mozaik dokusu yaygın olmasa da yer yer izlenmektedir. Kromit taneleri çoğu yerde korozyona uğramışlardır. Olivin ve piroksenlerde belirgin bir uzanım izlenememesine karşın kromitlerde çoğu kez yapraklanmayı işaret eden uzanımlar (foliation) görülmektedir. Harzburgitler bilindiği gibi tektonit grubu kayaçlardandır. Burada sözü edilen doku özellikleri, bu çeşit kayaçlarda izlenebilen ortak doku özelliklerinde yapılar içeren, dalgalı sönmeli olivin kristallerinin çevresindeki yeniden kristallenme ürünü olivinlerin bazılarının da dalgalı sönmeye göstermesi, dalgalı sönmeye neden olan plastik deformasyonun yeniden kristallenme sonrasında da sınırlı ölçüde devam ettiğini işaret etmektedir. Rombusal piroksenler içinde dilinim düzlemlerine paralel gelişmiş monoklinal piroksen eksolüsyon şeritleri yer yer izlenebilmektedir. Dünit mineralojisindeki kayaçların büyük bir bölümü harzburgitler içersinde aralanmalı olarak bulunmaktadır. Dunitlerin sınırları çoğu kez dereceli geçişli, kalınlıkları birkaç

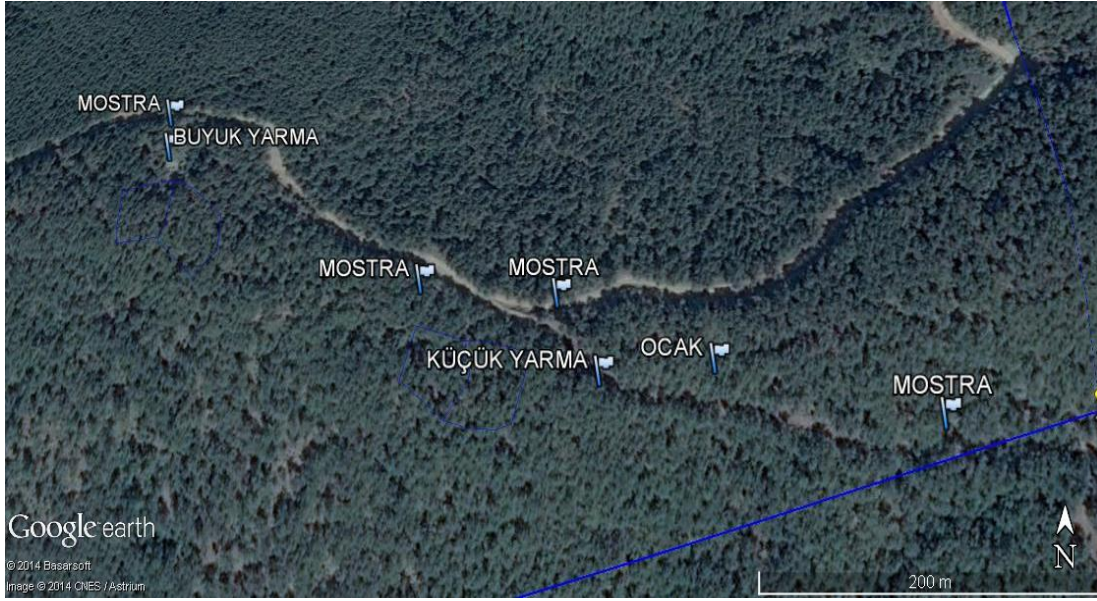
cm ile 5-6 m arasında değişmektedir. Bu kalınlık çoğu yerde 10-15 cm kadardır. Dünit olarak tanımlanan kayaçlar % 95 in üzerinde olivin içermektedirler [29].

Dereobası Fenk Yaylası mevkiisinde krom yatakları ekonomik önemlerinin yanı sıra yöreye yapısal bir unsur da kazandırmaktadır. Krom yatakları da harzburgitlerdeki iç yapı düzenine uygun olarak KB-GD doğrultulu faylarda 35°-40° ile doğuya eğimlidirler. Kromit mostraları belirgin devamlılık göstererek, cevher zonları oluşturmaktadır. Mostralarda kromitler mercek şekilli olup faylarla aynı doğrultuda, incelmeye ve genişlemeler (sıkma ve açma) yaparak bir zon boyunca devamlılık gösterirler. Lokasyondaki yarmalar mikrogravite ve sondaj çalışmaları sonucu yatakları temsil edebilecek tarzda ortalama bir merceğin boyutu 20m x 3m x 7m olarak verilebilir. Cevher zonu boyunca 3-5 cm kalınlığında bir kromit bantının 10-20 m veya daha fazla belli belirsiz izlendikten sonra aniden bazen de giderek kalınlaştığı, birkaç metre kalınlığa erişip merceği oluşturduktan sonra tekrar incelendiği ve diğer merceğe kadar ince kromit bantının izlenebildiği durumlar gerek yerüstünde ve gerekse yeraltında çok yaygındır. Bir bölümüne ait yeraltı jeoloji haritasında peridotitle ilksel ilişkili olan kromit merceklerinin incelmeye ve kalınlaşmalar yaparak, bazı kesikliklerle doğrultu boyunca devamlılıkları gösterilmektedir [29].

2.3. Sahada Gözlenen Mostralar

Krom sahası sınırları içerisinde, yüzeyde, yol yarmalarında ve yamaçlarda krom cevherleşmeleri mostra vermiştir. Bu mostralar el GPS'i ile işaretlenerek, Şekil 2.3'de uydu görüntüsüne aktarılmıştır. Şekil 2.4'te mostraların bazıları görülmektedir.

Bu mostralardan alınan örnekler, MTA Laboratuvarlarında analiz yaptırılmış ve Cr₂O₃ tenörü %42,1'dir, söz konusu sonuçlar, aşağıda yer alan laboratuvar çalışmaları bölümünde bu sonuçlar detaylı olarak aktarılmıştır (Şekil 5.19).



Şekil 2.3. Sahada Gözlemlenen Mostralar



Şekil 2.4. Arazide Gözlemlenen Mostralardan elde edilen cevherler

BÖLÜM 3. TEORİ

3.1. Mikro Gravite Teorisi Nedir?

Mikro Gravite tekniği jeofizik mühendisliğine bağlı bir içeriğe sahiptir. Dünyanın gravitasyonel çekiminin zamana bağlı bir ölçümüdür, boşluk ve oyukların varlığını yorumlardan elde eder. Burada Newton'un çekim kanunu etkindir (Denklem 3.1).

$$F_g = \frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{r^2} \quad (3.1)$$

Burada; F_g yerin kütleçekimi kuvveti, G gravite sabiti ($6,673 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{gr.sn}^2$), M_1 ve M_2 kütle, r ise iki kütle arasındaki mesafedir.

Yer küresi içindeki bir cisim için denklem 3.2 kullanılır,

$$F = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \quad (3.2)$$

Burada M yer küresi kütlesi, m yer küresi üzerindeki cismin kütlesi, r yerin ortalama yarıçapıdır.

Newton'un 2. Yasasından hareketle denklem 3.1 ve denklem 3.2 birleştirilerek g gravite çekim kuvveti elde edilir ve birimi Gal'dir. [30]

$$F = m \cdot g \quad (3.3)$$

$$g = \frac{G \cdot M}{r^2} \quad (3.4)$$

Dünyanın yerçekimi ivmesi genel olarak $9,78 \text{ (ms}^{-2}\text{)}$ ile $9,83 \text{ (ms}^{-2}\text{)}$ arasında değişmektedir. Bu değerler çok küçük gravite anomalilerini değerlendirmek için oldukça büyük olduğu için daha hassas olan Gal (Galileo'dan gelir) olarak adlandırılan ve 1 m/s^2 'nin 100 'de 1 'i olan birim kullanılır.

$$100 \text{ gal} = 1 \text{ m/s}^2 \quad (3.5)$$

Dünya üzerinde yapılan pek çok ölçümün ardından gal biriminin de boşluklar ve oyuklar için büyük olduğu gözlenmiş ve mikrogal olarak adlandırılan ve galin $1.000.000$ 'da 1 'i olan birim kullanılmaya başlanmıştır.

$$1 \text{ gal} = 1.000.000 \text{ mikrogal} \quad (3.6)$$

Dünyanın Gravite değeri genelde $980.000.000$ mikrogal olmakla beraber sahada bu değer farklı jeolojik birimlerde 200 - 300 mikrogallik değişiklikler göstermektedir.

Gelişen veya yeniden yapılanan maden sahalarında, madenin incelenmesinde kullanılan en yaygın yöntem ilk olarak yer tayini yapmak, ikincil olarak da madenin uzanım doğrultularını sondaj ile bulmaktır. Ancak Jeofizik gibi dolaylı teknikler çok daha ucuz bir şekilde mal edildiği için bu yöntem tercih edilir oldu.

Bir kayacın Mikrogravite ile belirlenebilmesi için o kayacın çevre kayaçla arasında yoğunluk farkının bulunması gerekir. Eğer yoğunluk farkı bulunmuyor ise Mikrogravite ile sonuç alınamayacağından farklı yöntemler tercih edilmelidir. Ne var ki krom cevheri genelde çevrelerine göre belirli oranlarda farklılıklar gösterirler (Tablo 3.4.) Bunlar büyük yoğunluk farkları olmasına karşın hedef küçük farklardır. Bir krom filonu çevresindeki malzemeden daha çok yoğunluğa sahip bir kütleden oluşur. Bu farklılık krom cevherinin mikrogravite yöntemiyle bulunmasına imkan tanır.

Mikrogravite yöntemi güçlü bir krom bulma yöntemidir. Bu yöntemde amaç yeraltındaki çekimleri ölçerek, yerçekimindeki değişimlerden bir anomali elde etmektir, çünkü bir krom cevherleşmesi, dünyanınkinden daha büyük bir değer verir.

Bu değere “Pozitif Gravite Anomalisi” denir. Bu değer bu sahadaki çalışmalara ait anomali haritalarında genellikle kırmızı ve pembe tonlarındaki renk ölçeklendirmesiyle görülmektedir.

Prensipde bu metot basit gibi görünse de yeraltının incelenmesi hassas donanımlar, katı veri prensipleri ve kalitelerinin kontrolü, veri indirgemesinde karmaşık dijital veri analizleri sayesinde değerlendirilip yorumlanabilir. Yakın ve çoklu çapraz geçişler sonuçlara kesinlik kazandırır ve yapılan ölçümlerde krom cevherinin jeolojik ya da topografik etkilerinin görülmesini sağlar.

Her ne kadar basitleştirilmiş resim bize oradaki doğal ve yapay anomalileri veriyormuş gibiyse de aslında öyle değildir. Çünkü çevre kayaçlardaki doğal boşluklar ve istenmeyen boşluklar verileri etkiler. 2-3 çap dışarıda araştırma çukurları açmak oyukların anlaşılmasında yardımcı olur [3]. Benzer bir etki karstlaşma, kırılmalar, büyük mağaralar, çöküntüler, faylar ve geçişler gibi yapılarla meydana gelir.

Sonuç olarak, krom cevherinin etkisi yalnızca yoğunluğuna bağlı değildir, cevherin ana maddesini bünyesinde barındıran çevre kayaçlar da sonuca etki eder.

3.2. Gravite Anomalileri

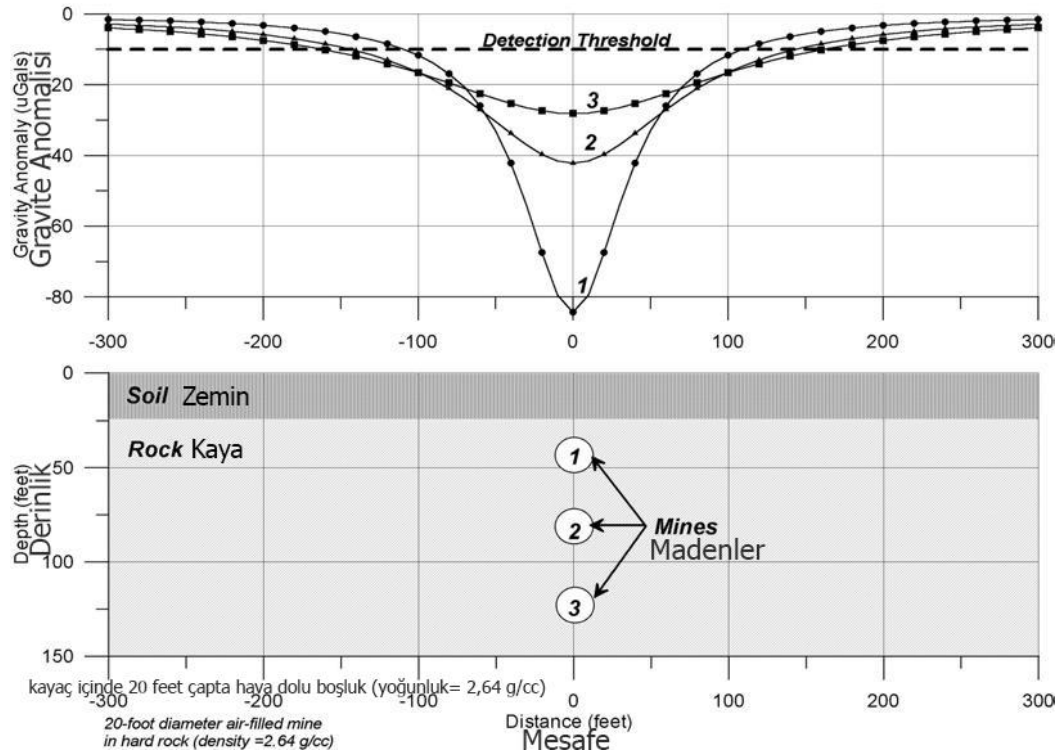
Gravite anomalileri, yeraltı jeolojisinde var olan yapıların yoğunluk değişimlerini yansıtır. Yanal yönde yoğunluk değişimi olmazsa anomalide olmaz. Anomalilerin karakteristikleri yoğunluk miktarı ve yeraltı yapıları belirler. Aşağıdaki tabloda (Tablo 3.4.) çeşitli kaya ve malzemelerin yoğunluk değerleri verilmiştir. Kayaçlar ile gevşek malzemeler arasındaki yoğunluk farkları dikkat çekicidir.

Tablo 3.4. Çeşitli kayaç ve malzemelerin yoğunluk değerleri

MALZEME	YOĞUNLUK (g/cm ³)
Krom	4,8
Serpantin	2,76
Grovak	2,65

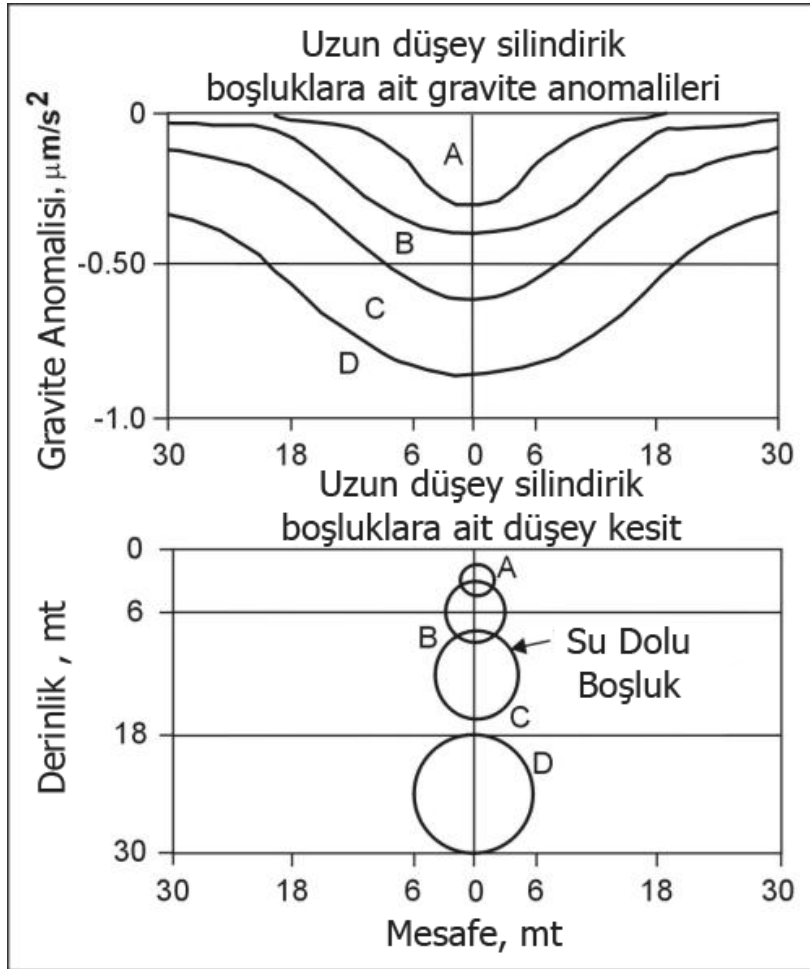
Tablo 3.4. Devamı

MALZEME	YOĞUNLUK (g/cm ³)
Şist	2.64
Kireçtaşı	2.55
Boksit	2.45
Şeyl	2.40
Kumtaşı	2.35
Jips	2.35
Halit (kaya tuzu)	2.22
Kum	2.00
Çakıl	2.00
Alüvyon	1.98
Silt	1.64
Antrasit (kömür)	1.50
Yumuşak kömür	1.32
Su	1.00
Hava	0.00



Şekil 3.1. Üç farklı derinlik için oluşturulmuş basit gravite modeli [5]

20 feet (20 x 30.48 = 609,6 cm) çapında üç farklı silindir şeklindeki kütlenin mikrogravite anomalileri verilmektedir. Silindirlerin içleri su ile dolu olsaydı ölçülen mikrogravite değerleri 0,6 oranında düşüş gösterecekti. Kütleler maden içeriyorsa, o zaman daha büyük genlikli anomaliler olacaktı. Şekil 3.2’de farklı derinlik ve çaplardaki kütleler ve içi su dolu olma durumlarında elde edilen anomaliler karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.2. Farklı Çap ve Derinliklerde, içi su dolu ve boş kütlelerin anomalileri [7]

- Mikrogravite anomalileri 10 µgal' den büyük değişikliklere duyarlıdır.
- Aynı büyüklükteki kütlelerden sıg olanı diğerine göre daha büyük anomali verir.

Mikrogravite verileri yorumlanırken topografik etkiler ve etki eden yapının derinliği büyük önem taşır. Bu nedenle arazi çalışmalarında metre altı hassasiyette yükseklik ölçümleri alınmıştır.

3.3. Veri Analizi (Sınırlamalar)

Mikrogravite verileri, ölçüm konumunun tam altındaki yoğunluk farklarının özelliklerini tespit eder.

- Derinde bulunan daha büyük bir kütle ile daha sığda bulunan küçük bir kütle aynı anomaliyi verir.
- Yeraltındaki kütlenin belirlenebilmesi için eşik değerinden (10 μ gal) yüksek anomali vermesi gerekir.
- Ölçülen verinin içinde doğal (deprem) ve yapay (rüzgar, inşaat aletleri, vibrasyon) gürültü kaynaklarının etkisi bulunabilir.
- Lokal topografya veride anomalilere neden olabilir. Bu etkiler giderilmelidir.

Mikrogravite, yerin çekim kuvvetindeki zamana bağlı değişimlerden de etkilenir. Mikrogravitede yoğunluk değişimleri, bir tabakanın gözeneklerindeki akışkanın değişimlerine bile bağlıdır.

3.4. Jeolojik Modellemede Mikrogravite Yönteminin Kullanımı

Anakaya tipik olarak çevre kayaçtan daha yoğundur, ancak krom cevherinde durum tam tersidir. Krom cevheri $4,8 \text{ gr/cm}^3$ olan ortalama yoğunluğu ile ana kayaçtan (harzburgit ve dünit yoğunlukları ortalama $2,7 \text{ gr/cm}^3$ 'tür) daha yoğundur. Eğer yoğunluk ayırt edici özellikse ki öyle, bu durumda mikrogravite kullanılabilir.

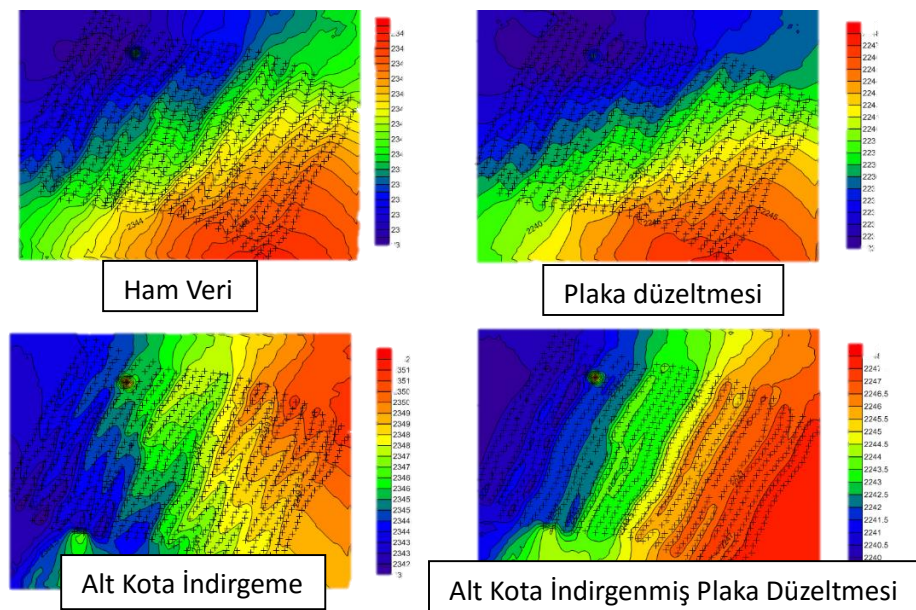
Mikrogravite Yöntemi 50 metreden sığ kayaçlar için daha elverişlidir. Ayrıca yüzeye yakın faylanmaların tespit edilmesinde kullanılır. Ana kaya içindeki krom cevherinin bulunmasında önemli rol oynar. Bu çalışmada krom cevherinin varlığı ve mevcut cevherin ekonomiye kazandırılması aşamasında, mikrogravite ölçümlerinden alınan veriler büyük önem arz etmektedir.

3.5. Mikrogravite Düzeltmeleri

Bu çalışmada gerçekleştirilen ölçülerin gerçekliği, gerekli matematiksel düzeltmelerin ham verilere uygulanması ile mümkün olmaktadır. Gravite Yöntemlerinde uygulanan düzeltmeler aşağıdaki gibidir;

- Enlem Düzeltmesi
- Yükseklik Düzeltmesi (Alt Kot Lokal)
- Serbest Hava Düzeltmesi
- Plaka Düzeltmesi
- Topografya Düzeltmesi
- Atmosfer Düzeltmesi
- Yoğunluk Düzeltmesi
- Gel-Git (Med-Cezir) Düzeltmesi
- İzostasi Düzeltmesi

Şekil 3.3'te sahada alınan ham veriler ve Mikrogravite düzeltmeleri sonucu elde edilen veriler, karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ham veride topografya ve sondajlara aykırı anomaliler gözlemlenirken, veriler düzeltmeler sonrası topografya ve sondajlara uyumlu anomali sergilemektedirler.



Şekil 3.3. Ham veri düzeltmeleri, karşılaştırılması ve yoruma etkisi

3.5.1. Enlem etkisi

Bu etki üzerinde bulunan enlemin meydana getirdiği etkidir.

$$G_o(a) = 978031.845 (1 + 0,0053024 (\sin^2 a) - 0.0000059(\sin^2 2a)) \quad (3.7)$$

bağıntısı ile hesaplanır. $G_o(a)$, a enlemindeki deniz seviyesindeki gravite; a, enlem derecesidir. [30]

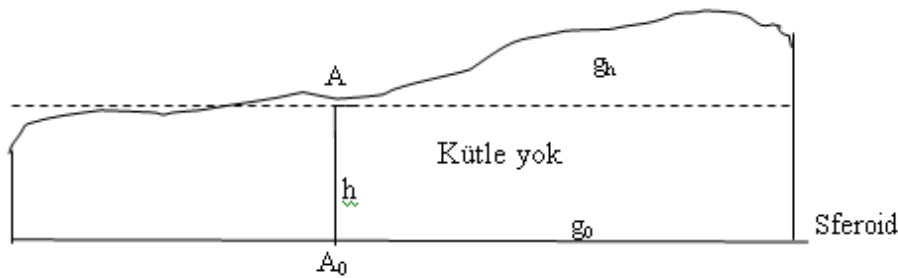
Bu çalışmada ölçümler farklı enlemlerde yer almadıklarından dolayı Enlem Etkisi Düzeltmesi uygulanmamıştır.

3.5.2. Yükseklik etkisi

Serbest hava ve Bouguer düzeltmeleri ölçü istasyonunun denizden yüksekliği ile ilgilidir ve düzeltme birlikte yapılır. Bu birlikteliğe ‘yükseklik düzeltmesi’ denilmektedir. Bu çalışmada Serbest Hava düzeltmeleri yapılmış ancak Bouguer düzeltmesi için farklı bir metot uygulanmıştır, uygulanan metoda ilişkin ayrıntılara aşağıda detaylı olarak değinilmiştir.

3.5.2.1. Serbest hava düzeltmesi:

Bu etki, artan gravite çekiminin artan yüksekliğine göre azalan değerini verir. Deniz yüzeyinden h yüksekliğindeki bir A noktasında ölçü alınmış olsun (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. h yükseklikte alınan ölçümün görünümü [30]

g_0 =g'nin deniz seviyesindeki değeri

g_h =g'nin h yüksekliğindeki değeri

G=Gravitasyon sabiti

r=Yerin ortalama yarıçapı

M=Yerin ortalama kütlesi olmak üzere,

Deniz yüzeyindeki gravite değeri;

$$g = G \cdot \frac{M}{r_0^2} \cdot 2 \quad (3.8)$$

h_{g_0} yüksekliğindeki gravite değeri;

$$h = G \cdot \frac{M}{r_0 + h} \cdot 2 \quad (3.9)$$

M ve r_0 değerleri yerine konursa serbest hava etkisi;

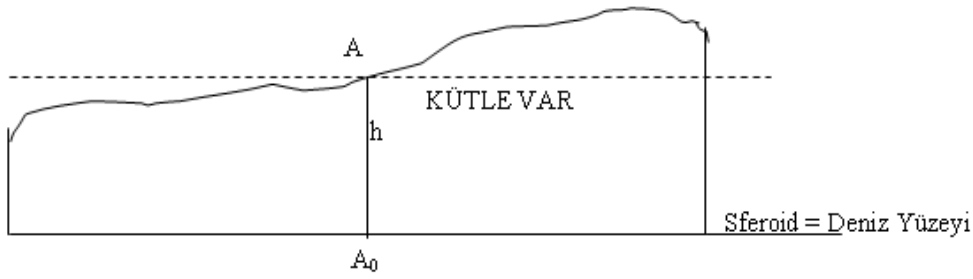
$$g_{sh} = -0,3086 \text{ mgal} \quad (3.10)$$

bu değer her bir metre için gravitedeki azalma miktarını vermektedir [30].

Serbest hava etkisi enleme göre de değişmektedir. Bu durumda genel olarak Türkiye'deki enlemler için ortalama $g_{sh}=0.3086 \text{ mgal/m}$ alınmıştır. [30]

3.5.2.2. Bouguer düzeltmesi

Ölçülen herhangi bir nokta ile deniz yüzeyi arasında, o noktanın denizden yüksekliği kalınlığında kütle vardır. Bu ek kütle meydana getireceği çekim kuvveti ile ilgili düzeltmeye "Bouguer düzeltmesi" denir. Bu kütle etkisi; $g_{Bh}=0,04185 \text{ mgal/m}$ olur. Bu etkinin ölçü değerinin çıkarılması gerekmektedir. Şekil 3.5'de bir kütleye etki eden bouguer etkisi görülmektedir. [30]



Şekil 3.5. Deniz seviyesinden h yükseklikte alınan ölçümün görünümü [30]

Serbest hava ve Bouguer düzeltmeleri ölçü istasyonunun denizden yüksekliği ile ilgilidir ve düzeltme birlikte yapılır. Bu birlikteliğe ‘yükseklik düzeltmesi’ denilmektedir.

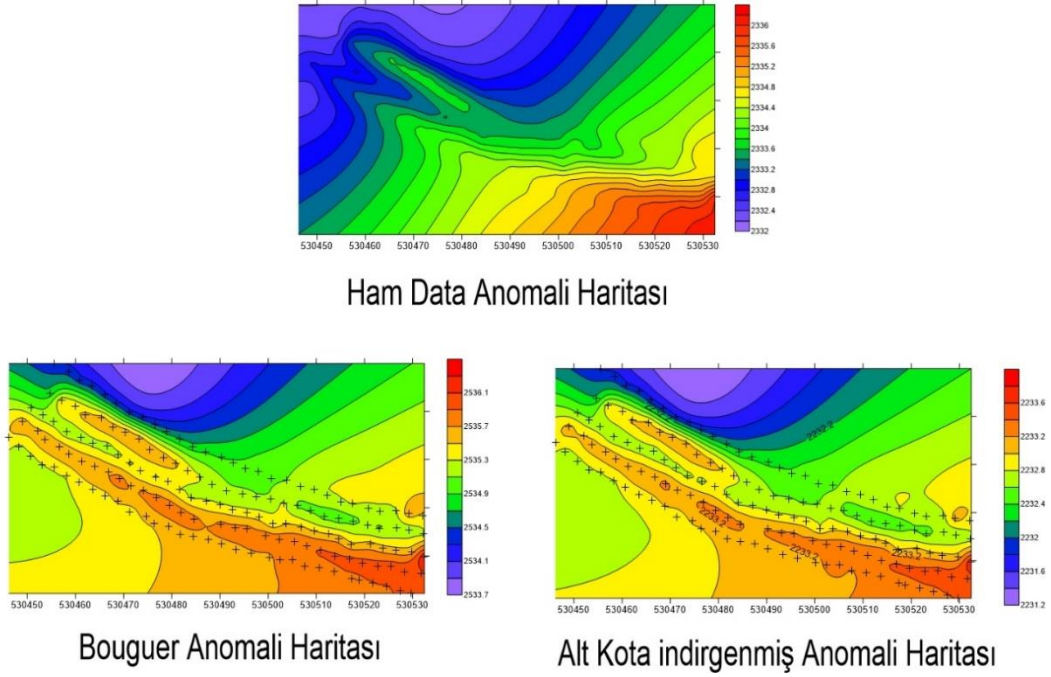
$$Y.D. = (gsh - g) \quad (3.11)$$

$$Y.D. = ((0,3086 - 0,04185 \text{ mgal}). h) \quad (3.12)$$

Bu çalışmada Bouguer anomalisi yani deniz Sseviyesine indirgeme uygulanmamıştır. Burada amaç son derece hassas olan Mikrogravite anomalilerinin sönümlenmesini engellemektir. Denklem 3.12 ‘de yer alan h değeri h_{lokal} olarak değerlendirilmiştir. Buradan hareketle formül;

$$Y.D. \text{ lokal} = (0,3086 - 0,04185 \text{ mgal}). h_{\text{lokal}} \quad (3.13)$$

olarak revize edilmiş ve düzeltmelerde Denklem 3.13. kullanılmıştır. Şekil 3.6’da bouguer etkisi ile alt kota indirgeme (h_{lokal} kullanılması) karşılaştırılmış ve sonuçlar haritalanmıştır. Bouguer anomali haritasında gerçekte var olmayan yüksek anomaliler görülürken alt kota indirgenmiş yüksek verilerinin kullanılması durumunda bu etkiler görülmeyerek, yanıltıcı anomalilerin haritalanmasının önüne geçilmiştir.



Şekil 3.6. Bouguer ve Alt Kot indirgeme Karşılaştırması

Tüm bu düzeltmeler sonucunda gravite anomali haritaları elde edilmiş olup, her alan kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Mikrogravitenin normal gravite ölçümlerinden hassas olması, değerlendirmelerin lokal olarak her alan için ayrı ayrı yapılmasını gerekli kılmıştır. Yapılan deneme-yanılma ve karşılaştırmalar göstermiştir ki her alanı kendi içerisinde değerlendirmek ve yükseklik düzeltmelerini her alanın kendi değerleri içerisinde gerçekleştirmek başarıyı arttırmaktadır.

BÖLÜM 4. UYGULAMA

Tez çalışmasında Scintrex CG-5 cihazı ile mikrogravite ölçümleri alınmıştır. Harita mühendisi ve topograflar tarafından alınmış olan ölçüm noktalarına ait, enlem, boylam ve yükseklikler, sayısal olarak, metre altı hassasiyet ile belirlenmiştir.



Şekil 4.1. CG-5 Autograv Mikrogravite Ölçüm Cihazı

CG-5 Teknik Özellikleri aşağıdaki belirtilmiştir.

8000 mGal üzerinde ölçüm ve 0.001 mGal okuma hassasiyetine sahip bir mikro işlemci tabanlı otomatik gravite ölçerdir. Cihaz yaklaşık 200.000 okumayı depolayabilir. Bu CG-5 Autograv'ı hem detaylı saha araştırmaları hem de büyük ölçekli bölgesel ve yersel araştırmalarda kullanımına olanak sağlar. Tekil okumalar doğrudan mGal olarak gösterilir.

Arazi verileri, RS-232 ara yüz ile dijital olarak bir bilgisayara transfer edilebilir. Ayrıca 12 Mbits/sn hızında çalışan bir USB portu vardır. Arazi verileri ile birlikte ölçünün yapıldığı tarih, saat, dakika ve saniye bilgileri de kaydedilmektedir.

Otomatik olarak Gelgit, Enstrüman Tilt, Sıcaklık, gelişmiş Gürültülü Okuma Reddi, Sismik Gürültü Filtresi / FIR Filtresi ve Yakın Arazi Düzeltmelerini yapar. Kullanıcı tarafından yapılan tüm kalibrasyon parametrelerinin durumunu ve veri tabanının bütünlüğünü korur.

Kalibrasyonların girilmesi ve güncellenmesi otomatik olarak gerçekleştirilir.

Veri Sinyal Grafiği formatında sunulur ve aynı zamanda tüm parametrelerin kolayca görülmesini sağlayan sayısal bir ekran sunar.

İstasyon İsimlendirme Sistemi vardır, Hammer tablosu türü veri girişine izin verir ve yükselti ve yoğunluk açısından veriyi otomatik olarak düzelterek, yakın arazi düzeltmelerini yapar. Ayrıca, Scintrex CG-5'in çalıştırılmasına yardımcı olmak üzere iki patentli program sunar.

- SCTUTIL, RS-232 ve USB portları üzerinden veri alımını kontrol eden windows tabanlı bir GUI programıdır.
- CG5REMOTE, sistemin ve hatta tüm sistem parametrelerinin uzaktan çalıştırılmasını kontrol eden windows tabanlı GUI türü bir programdır.

BÖLÜM 5. ARAZİ ÖLÇÜMLERİ

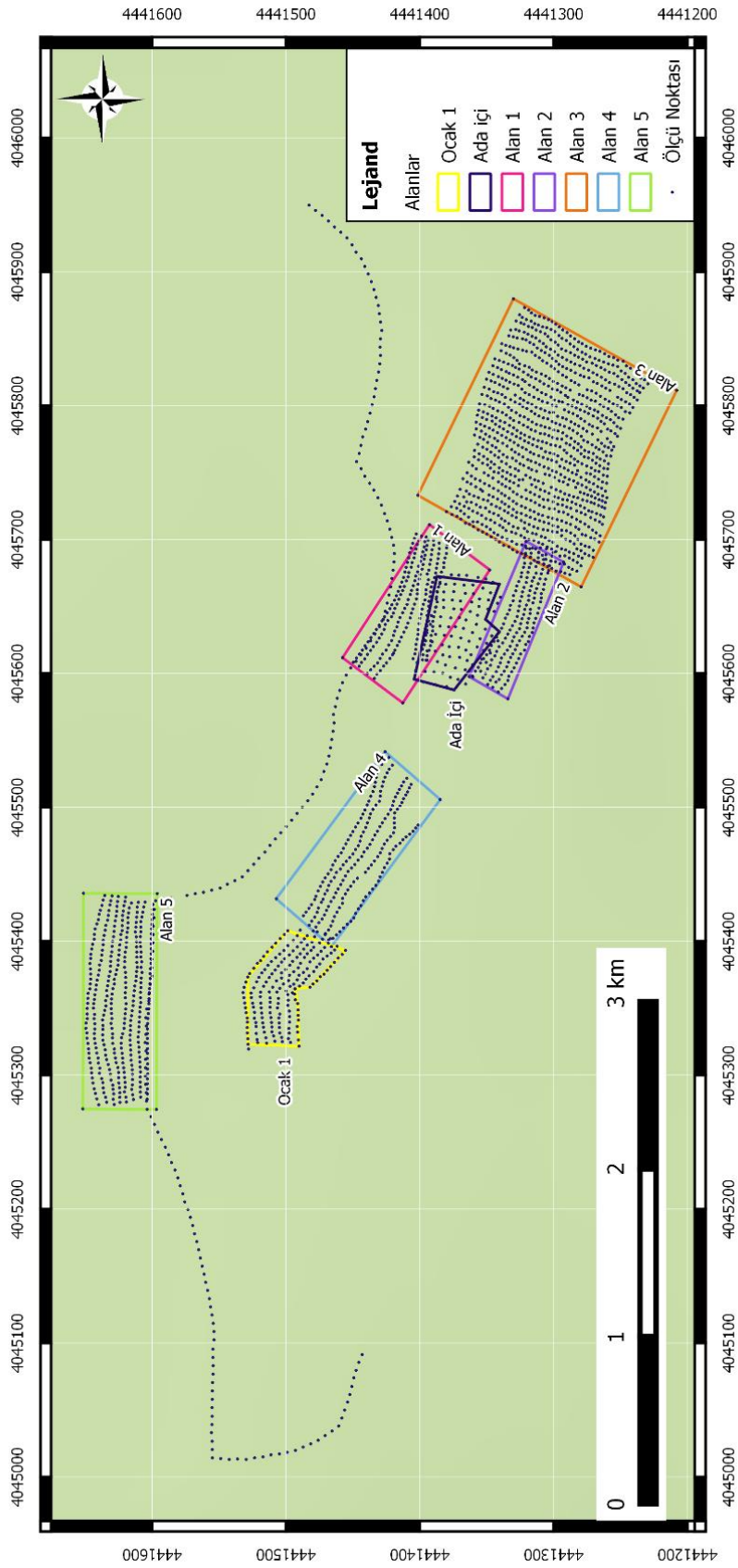
5.1. Arazide Gerçekleştirilen Mikrogravite Çalışmaları

Arazide 3x3 m karelaj ile Mikrogravite yöntemiyle ölçümler alınmıştır (Şekil 5.1). Ölçümler farklı bölgelere ayrılarak toplamda 7 hektarlık bir alanı kapsamaktadır.



Şekil 5.1. Mikrogravite Arazi Çalışmaları

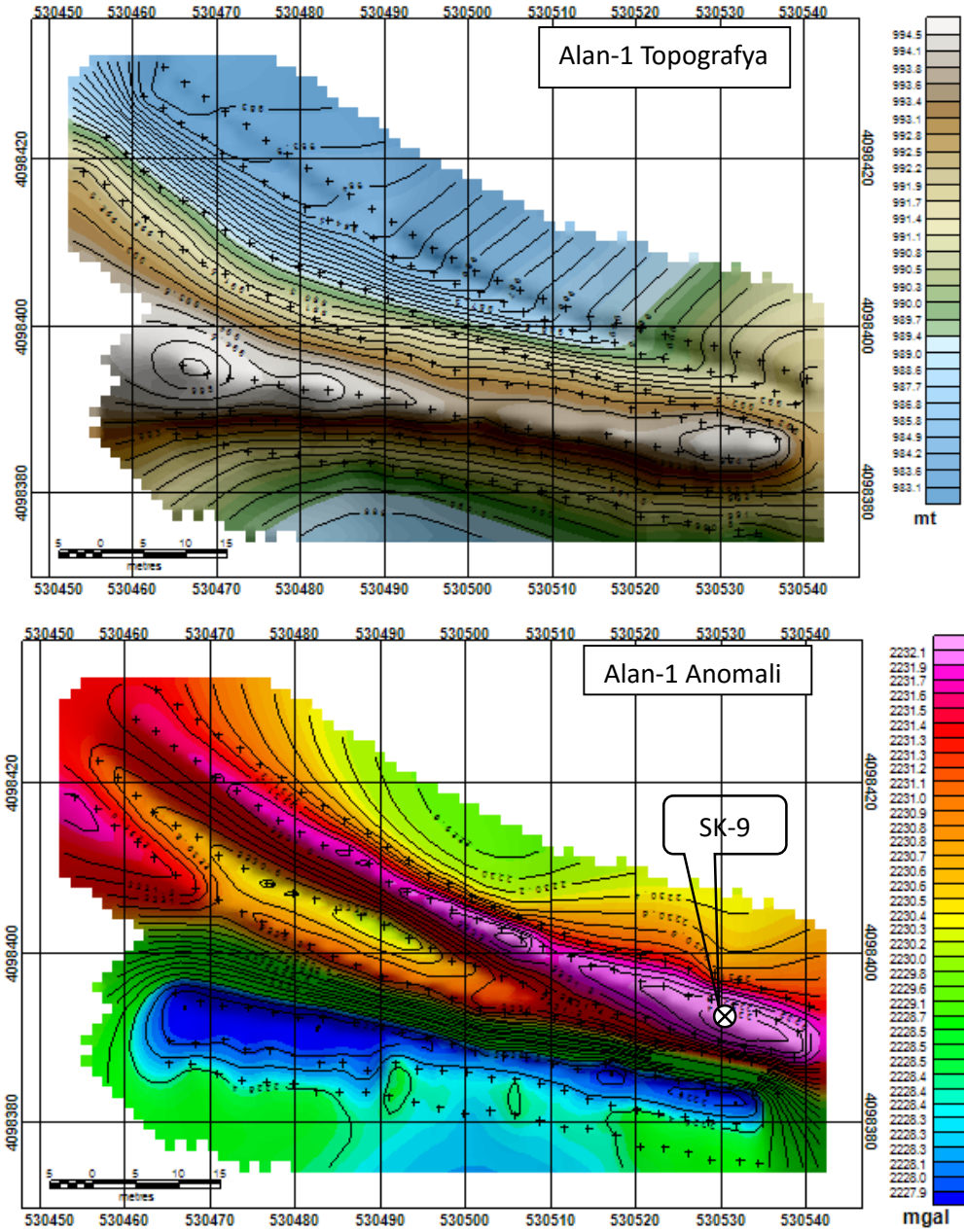
Jeofizik veriler ışığında, sahada KB – GD doğrultulu bir faylanmanın Ocak 1 ve Alan 3'ün batı sınırı boyunca devam ettiği, Alan 3'ün batı sınırında kuzey yönlü diabaz dayk sokulumu ile yatımın K-G doğrultulu olduğu görülmektedir. Bu yönelim yüzeyde gözlemlendiği gibi mikrogravite ölçümlerinde de anomaliler dike yakın K-G doğrultulu hale gelmiştir.



Şekil 5.2. Ölçüm Alanları

Cevherleşmeye ait anomali ve topografya haritaları aşağıdaki gibidir.

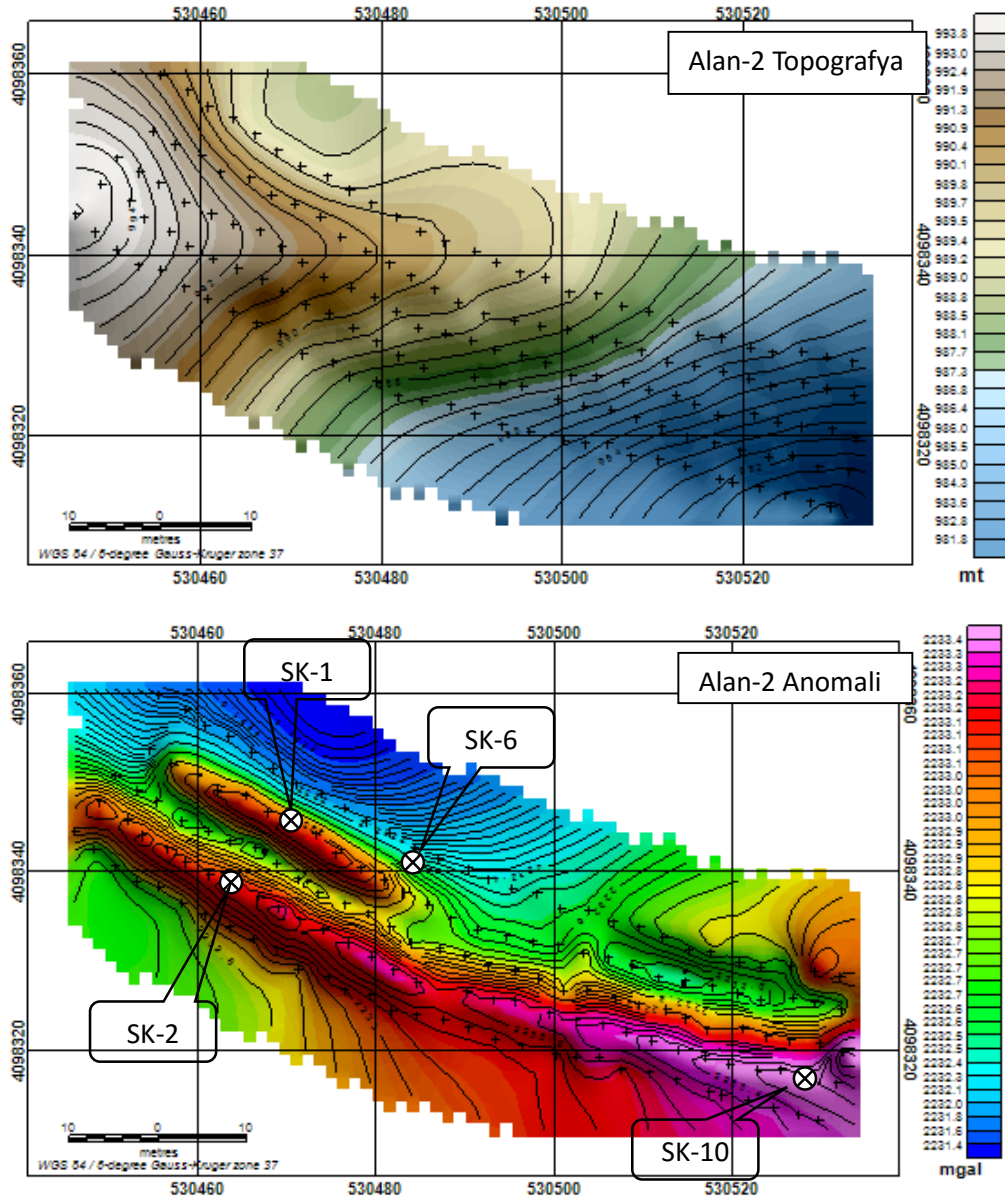
Alan 1 olarak adlandırılan bölgede Şekil 5.3’de görülen, KB – GD doğrultulu cevherleşme, 2232-2235 Mgal değer aralığında, anomali haritasında kırmızı tonlarında görülen alanda devam etmektedir.



Şekil 5.3. Alan 1 Mikrogravite Çalışması

S.K. 9, anomali haritasında en yüksek mgal değerinin bulunduğu bölümde gerçekleştirilmiştir. S.K. 9’un 42-46 metrelerinde düşük tenörlü krom bantlarına ulaşılmıştır.

Alan 2 olarak adlandırılan bölgede KB – GD doğrultulu cevherleşme görülmektedir. Şekil 5.4’de görülen anomali haritasında, gravite dağılımının Alan-2’nin Güney Doğu ucunda yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

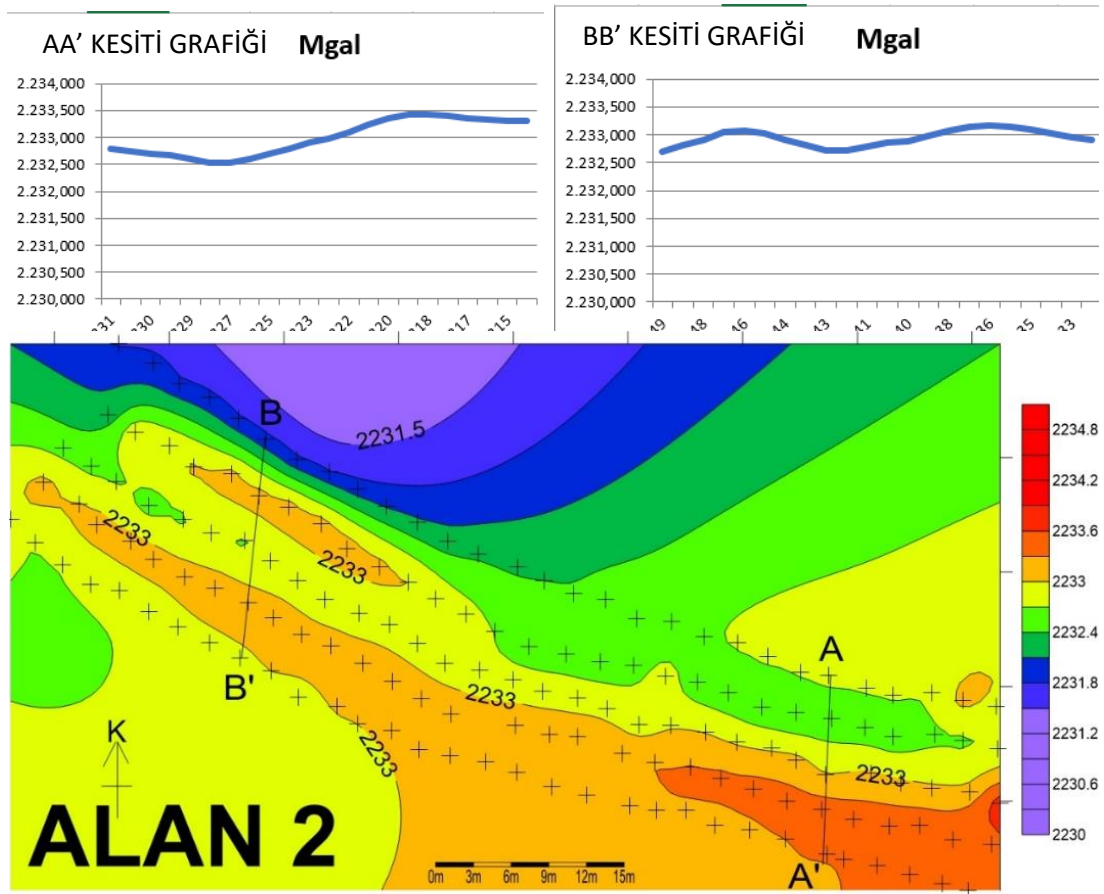


Şekil 5.4. Alan 2 Mikrogravite Çalışması

Alan 2 üzerinde S.K. 1-2-6-10 numaralı 4 adet sondaj gerçekleştirilmiştir. S.K. 1-2-6 fay zonu nedeniyle devam edememiş ve krom cevherine ulaşamamış ancak bu sondajlar jeolojik yapı ve faylanma hakkında önemli bilgiler vermiştir. S.K. 10’un 48-53 mt derinliklerinde düşük tenörlü krom tabakasına ulaşılmıştır. S.K. 10’un 107,5 mt derinliğine kadar yüksek tenörlü krom tabakasına ulaşamamış ve jeolojik yapı

nedeniyle sondaja devam edilememiştir. Alan 2’de genlik bandının 1 Mgal olmasına karşın sondajlarda krom cevheri elde edilmesi mevcut düşük tenörlü yapının derinde yer alması sonucu anomaliye etkisinin az olması şeklinde yorumlanmıştır.

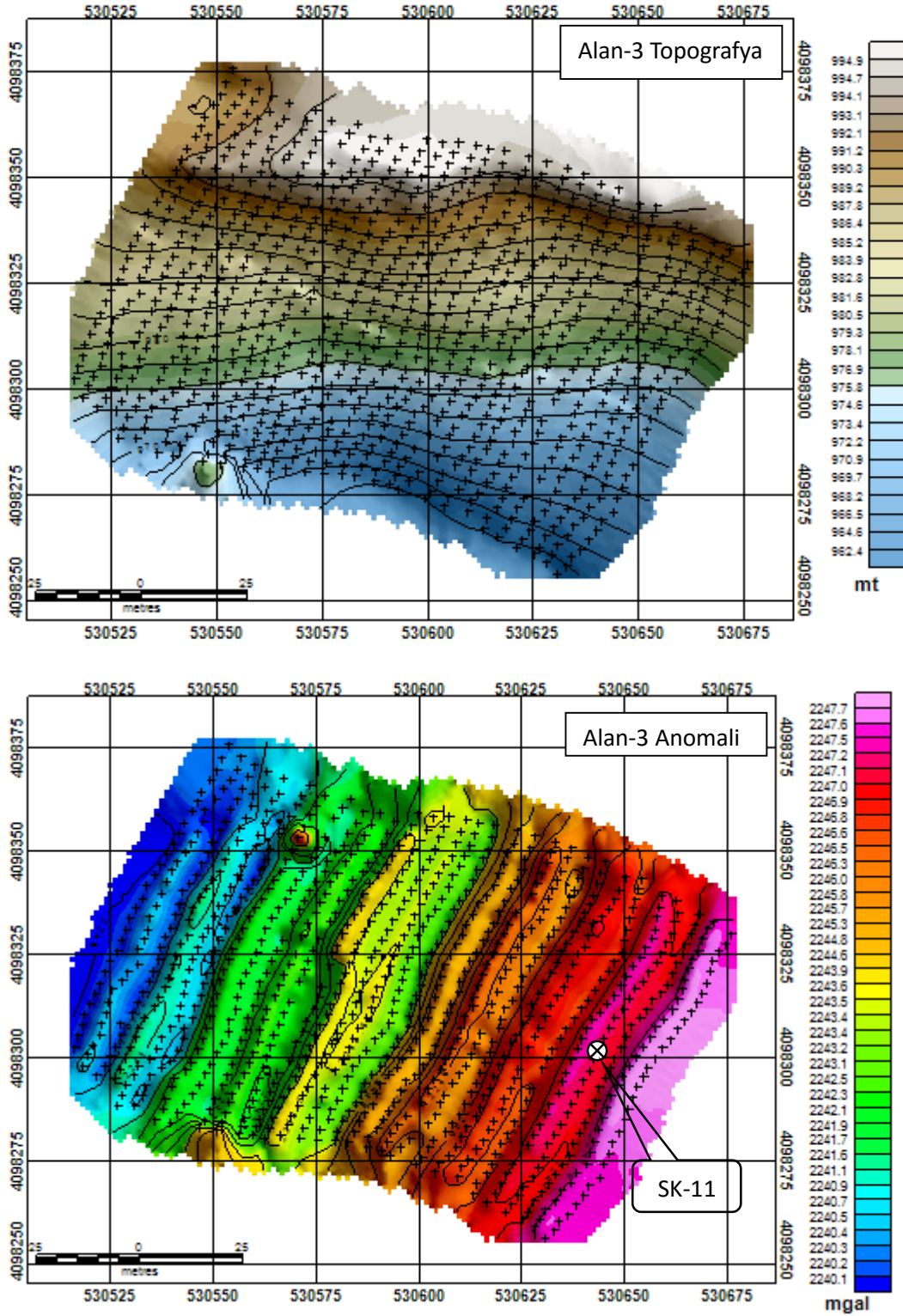
S.K. 10’da elde edilen düşük tenörlü krom cevherinin, S.K. 1-2-6’da gözlenememesi, aşağıda harita üzerinden alınan kesitlerde karşılaştırılmıştır. Buradan hareketle düşük tenörlü kromun, derinde olması sebebiyle 1 Mgal’lik etki yaptığı (Şekil 5.5 AA’Kesiti), daha düşük genliklerde (Şekil 5.5 BB’ Kesiti) krom cevherinin tenörünün oldukça düşük olduğu ve/veya Mikrogravite ölçümlerinde kayda değer bir etki yaratmadığı düşünülmektedir.



Şekil 5.5. AA' ve BB' Kesitleri

Alan 3 olarak adlandırılan bölgede, cevherleşme KD-GB yönünde gerçekleşmiştir (Şekil 5.6). Diğer ölçüm alanlarıyla uyumayan bu yönelim, Alan 3’ün batı kısmında meydana gelen diabaz sokulumu neticesinde meydana gelmiştir. Alan 3’ün doğu

kısmında eski krom ocaklarının var olduğu, yüzeyde yüksek tenörlü (%42-44) krom cevheri parçalarının bulunması gibi faktörler, doğu kesiminde yoğunlaşan anomalileri destekler niteliktedir.



Şekil 5.6. Alan 3 Mikrogravite Çalışması

Mikrogravite anomalilerinin bu jeolojik yapı ile uyumluluğu sonuçların doğrulunun korale edilmesi yönünden de önem arz etmektedir.

Alan 3'ün doğusunda gerçekleştirilen S.K. 11'in 60-65 mt derinliklerinde düşük tenörlü krom cevherine ulaşılmıştır. Bu bulgu, Ocak 1 alanında gözlemlenen düşük tenörlü tabakanın, Alan 3'ün doğusuna kadar sürekliliğini gösterir niteliktedir. Ayrıca bu tabakanın KD-GB doğrultulu ve dalımlı olarak devam ettiği de görülmektedir.

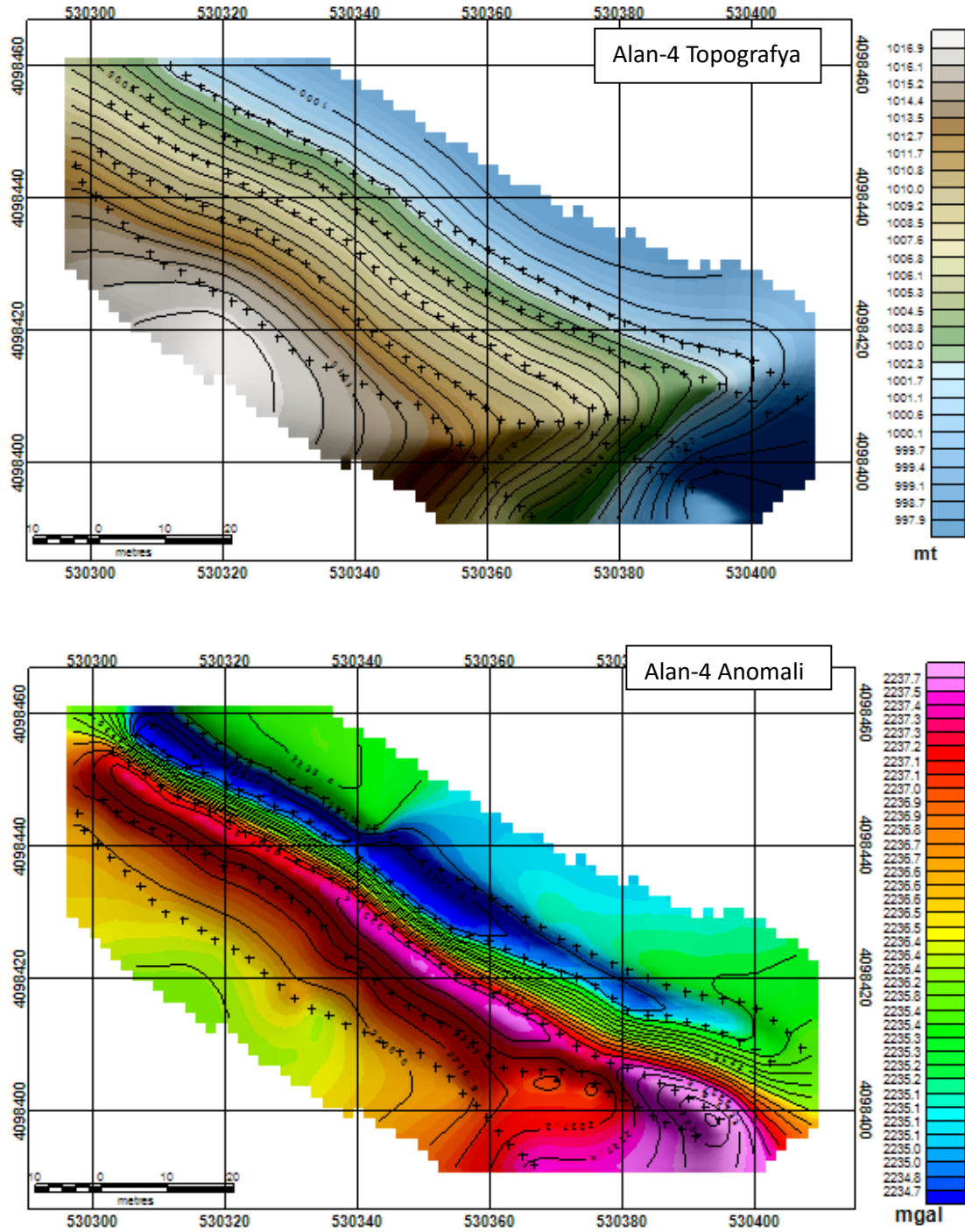
Alan 3'te çevre kayaç ve düşük tenörlü kromun bulunduğu haritada pembe-turuncu renklerde gözüken alanda genlik farkı yaklaşık 7 Mgal'dir. Derinlerde olmasına karşın bu denli yüksek genlik oluşması, Alan 2'ye oranla krom kütlelerinin daha büyük olması ve bu nedenle daha büyük çekim alanı oluşturması şeklinde yorumlanmaktadır.

Alan 3'ün batısında bulunan diabaz sokulumu ile oluşan kesinti de göz ardı edilmemelidir.

Alan 4 olarak adlandırılan bölgede gerçekleştirilen ölçümlere ait anomaliler, Şekil 5.7 anomali haritasında görülmektedir.

Cevherleşme KB-GD doğrultusunda 2238-2240 Mgal değer aralığında, anomali haritasında pembe tonlarında görülen alanda devam etmektedir.

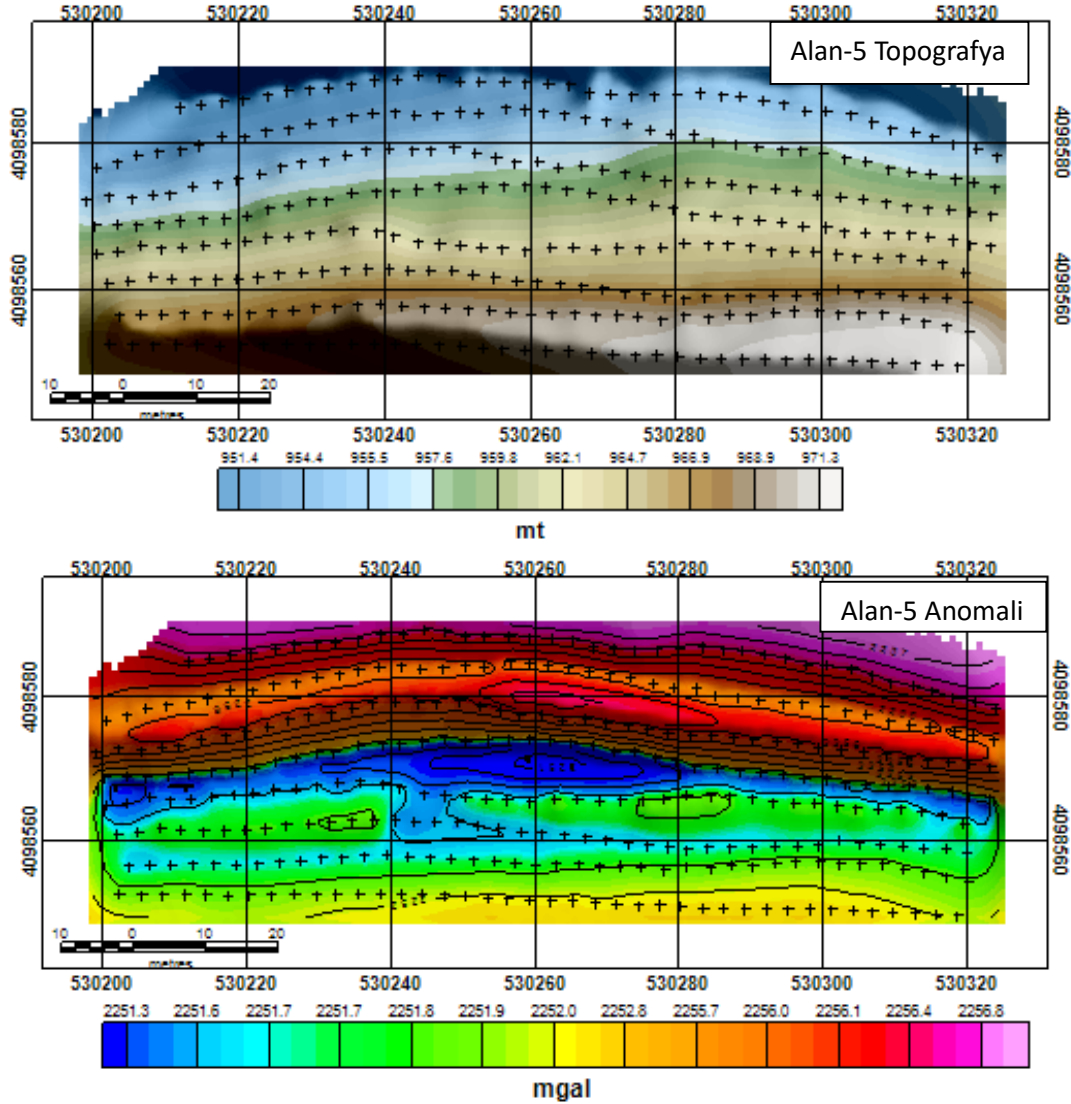
Alan 4 üzerinde işletme izinlerinin sınırları dışarısında olması nedeniyle, sondaj gerçekleştirilmemiştir. Buna rağmen mikrogravite sonuçları ve mevcut sondajlar göz önünde bulundurulduğunda, bu cevherleşmenin Ocak-1 ile Ada İçi bölgesinde devam ettiği öngörülmektedir.



Şekil 5.7. Alan 4 Mikrogravite Çalışması

Alan 5 olarak adlandırılan bölgede, B–D doğrultulu cevherleşme, 2256-2258 Mgal değer aralığında, Şekil 5.8 anomali haritasında, koyu turuncu ve pembe tonlarında görülen alanda devam etmektedir.

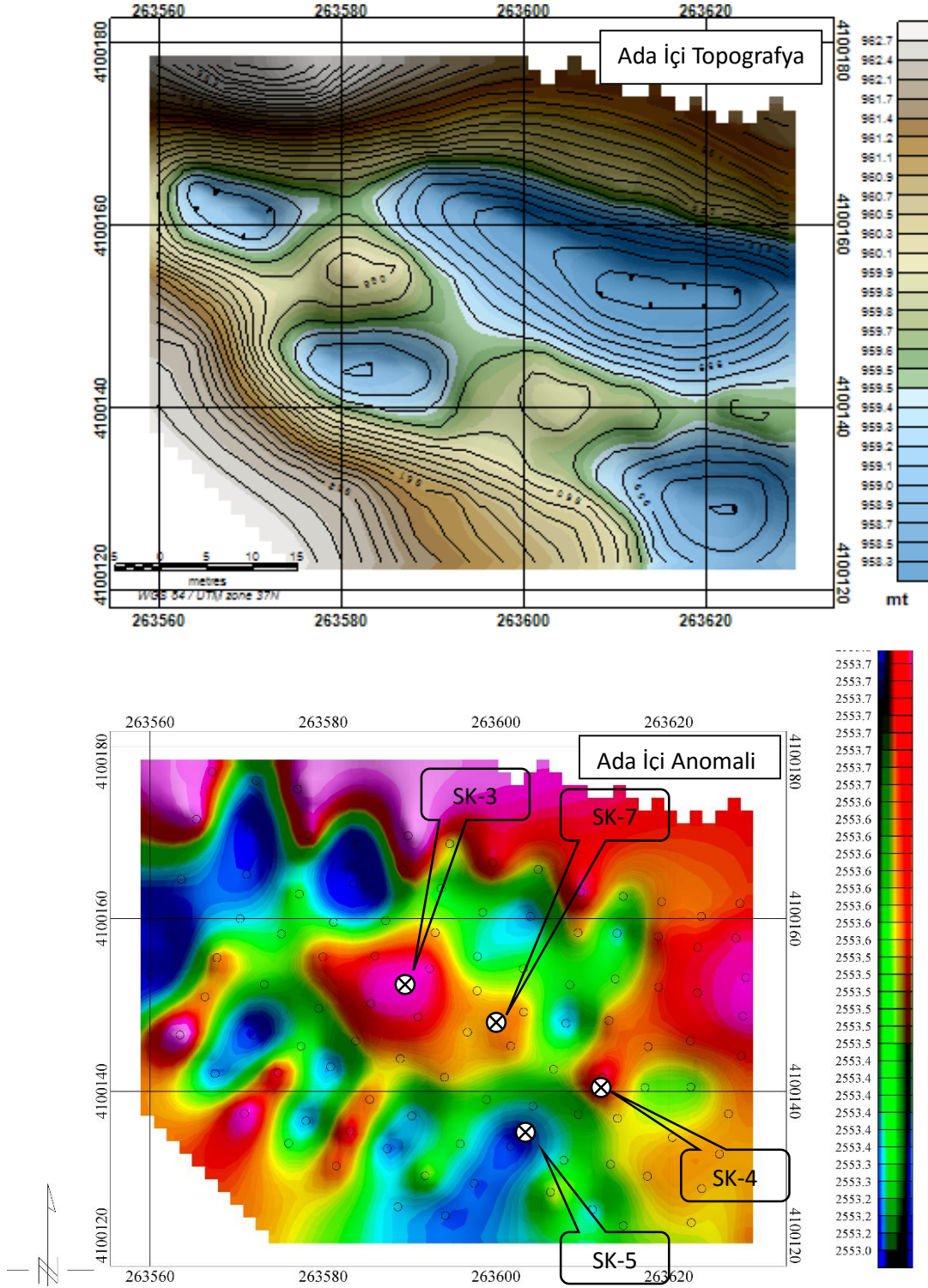
Alan 5'in işletme sınırının dışında bulunması ve topografyasının elverişsizliği nedeniyle, Alan 5 üzerinde henüz bir sondaj çalışması gerçekleştirilmemiştir. Alan 5 üzerinde, yüzeyde yüksek tenörlü krom parçaları ve ince damarlar ölçümler sırasında gözlenmiştir.



Şekil 5.8. Alan 5 Mikrogravite Çalışması

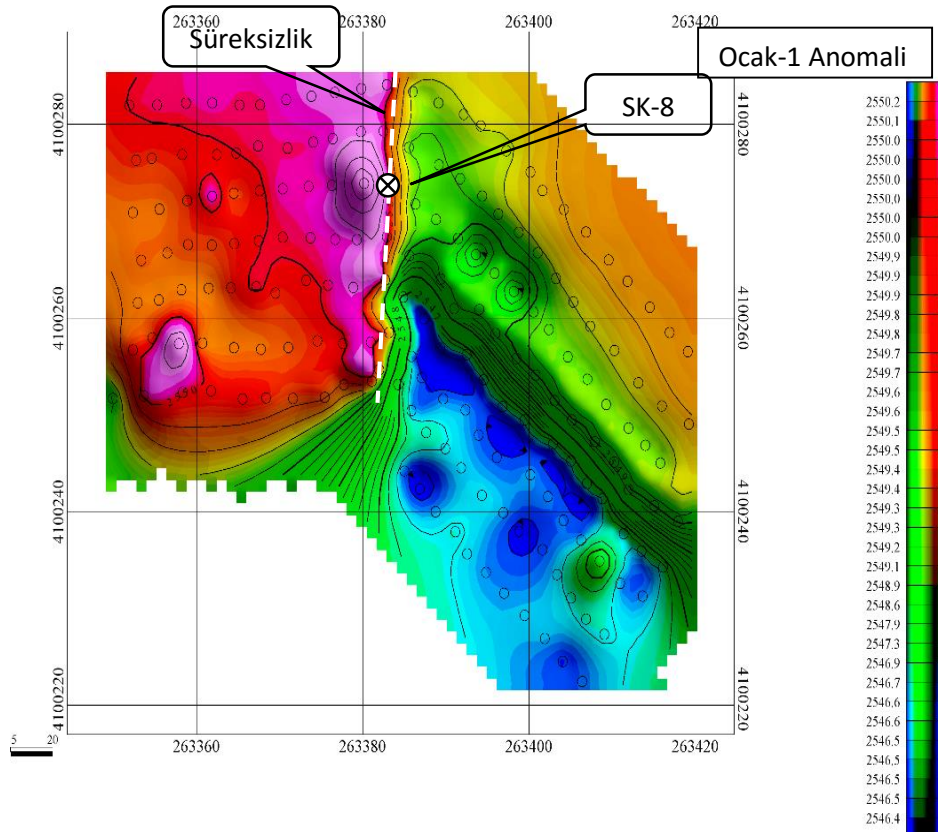
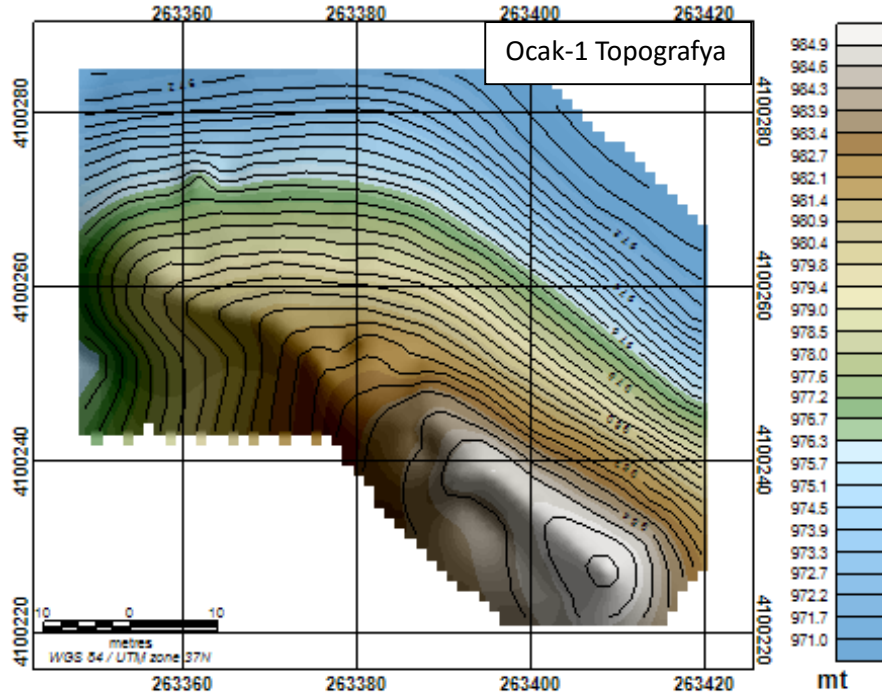
Ada içi olarak adlandırılan ölçüm alanında gerçekleştirilen ölçülere ait anomli haritası Şekil 5.9'de görülmektedir. S.K. 3-4-5-7 Ada içi bölgesinde gerçekleştirilmiştir. S.K. 5'in 43-48 metrelerinde çok düşük tenörlü krom cevherine ulaşılmıştır. Jeolojik yapının elverişsizliği nedeniyle sondajlar daha derine devam edememiştir. Ada içi alan olarak adlandırılan bölgede gerçekleştirilen sondajlar daha çok yöntemin doğruluğunu

kontrol etmek ve olası krom cevherleşmesinin yüzeyde ve derinlerde etkilerini gözlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sondajların jeolojik nedenlerle derinleştirilememesi, sondaj sayısında artışa neden olmuştur.



Şekil 5.9. Ada içi Mikrogravite Çalışması

Ocak 1 olarak adlandırılan bölgede (Şekil 5.10) mevcut büyük yarmada gözlemlenen krom damarının devamlılığının takibi amaçlanmıştır.



Şekil 5.10. Ocak 1 Mikrogravite Çalışması

2248-2250 mgal değerleri arasında ölçülen ve haritada pembe renklerde görülen anomaliler krom olarak değerlendirilmiştir. Mikrogravite anomalilerinde de görüldüğü üzere Ocak 1 in güney batı kısmında krom yoğunlaşmaları görülmektedir. Bu bölgelerde yüzeyde yüksek tenörlü krom cevherleri de gözlemlenmiştir.

S.K. 8 bu bölgede gerçekleştirilmiş olup 30-35 metrelerde çok düşük tenörlü, krom cevherlerine ulaşılmıştır.

Ayrıca süreksizlik bölgesi de sondajla kesilmiş olup, mikrogravite ile fay hatlarının belirlenebilirliği de gözlemlenmiştir. Daha önce yapılan akademik çalışmalarda fay hatları ile ilgili olarak mikrogravite yönteminin fay hatlarının tespitinde kullanılabileceği ile ilgili bir yayına rastlanmamıştır.

5.2. Sondaj

5.2.1. Sondajın tanımı ve açıklaması:

Yeryüzünden itibaren içeriye doğru belirli çap ve derinlikte çeşitli teknikler ile kuyular açılmasına sondaj denir. Sondaj yöntemleri dokuz grupta toplanabilir [31]:

- a. Burgu-Helezonlu Sondaj (Auger drilling)
- b. RAB Sondaj (Percussion rotary air blast drilling)
- c. Havalı Sondaj (Air core drilling)
- ç. Kablolu Sondaj (Cable tool drilling)
- d. Ters Sirkülasyon Sondajı (Reverse circulation (RC) drilling)
- e. Karotlu Sondaj (Diamond core drilling)
- f. Doğrudan İtme (Direct push rigs)
- g. Hidrolik Sondaj (Hydraulic rotary drilling)
- h. Sonik Sondaj (Sonic (vibratory) drilling)

Her tekniğin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Seçim yapılırken amaç ve maliyet sondaj tiplerinin belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır.

5.2.1.1. Burgu-Helezonlu sondaj sistemi (Auger Drilling):

Bu sistemde burgu/helezonun motor ile döndürülerek zeminde ilerlemesi ile sondaj gerçekleştirilir. Bu sondajlar yatay veya dikey olarak gerçekleştirilebilmektedir. Burgulu sondajlar genellikle yumuşak zeminlerde tercih edilmektedirler [31].

5.2.1.2. RAB Sondaj (Percussion Rotary Air Blast Drilling):

Bu yöntem genellikle maden sektöründe kullanılmaktadır. Matkap ucunu aşağıya itmek için pnömatik bir sistem kullanılır. Matkabin ucu matrizen dışarıya doğru yaklaşık 20 mm kalınlığında tungsten çubuklar barındırmaktadır.

Sondaj kırıntıları tungsten çubukların ucunda patlayarak parçalanırlar ve yüzeye taşınırlar. Bu işlem hava ya da havalı kombinasyonlar (hava+ köpük v.b.) ile gerçekleşir. Bu yöntem için kompresörler aracılığı ile sondaj kuyusuna ortalama 300-350 PSİ hava basılmaktadır.

Matkap ucunun aşınma durumuna ve yer altındaki tabakaların çeşidine göre değişmekle birlikte, bu sondaj ile yaklaşık 1250 metre derinlikte sondaj kuyuları delmek mümkündür [31].

5.2.1.3. Havalı Sondaj (Air Core Drilling):

Havalı sondaj ve benzeri metodlar ile, sertleştirilmiş çelik veya tungstenden üretilmiş bıçaklar ve basınçlı hava ile sondaj gerçekleştirilir. Sondaj uçları etrafında üç adet bıçak yer almaktadır bu bıçak ile konsolide zeminler kesilebilmektedir [31]. Havalı sondaj sadece yarı konsolide yada konsolide olmuş malzemelerde uygulanır. Bu nedenle, konsolide olmuş ve olmamış formasyonlarda havalı sondajı başarıyla uygulayabilmek için; havalı rotary sondaj makinasında yüksek kapasiteli hava kompresörünü ek olarak sık sık çamur pompası eklenir. Bu yöntemde sondaj kırıntıları tek başlarına hava yardımı ile yüzeye atılırlar. Daha önce kırılmış kayaç parçacıklara sürekli darbeler vuran geleneksel kablolu sondaj matkabinin aksine, havalı çekiç

üzerindeki matkap daima yeni temiz bir yüzeye darbe uygular. Bu yöntem RAB yöntemine göre daha yavaş ve maliyetlidir. [32]

5.2.1.4. Kablolü Sondaj (Cable Tool Drilling):

Takım dizisi balta (matkap), çelik tij, darbe boruları ve halattan oluşan sondaj yöntemidir. Matkap, Yükselme-düşme hareketiyle kuyu dibini döverek, formasyonu parçalar. Takım kuyudan çıkarıldıktan sonra, kırıntılar sondaj kovasıyla (bailer) alınır. Kuyuya su gelmesi ve cıdarların yıkıntısı, muhafaza borusuyla önlenir; muhafaza boruları çimentolanır. Bu durumda kuyu ilerlemesine bir küçük çapla devam edilir. Kuyu çapı 70-80 cm olabilir ve derine inilecek sondajlarda kuyunun başlangıç çapı büyük seçilir [33].

Kablolu Sondaj, geleneksel su kuyusu açma yöntemidir. Büyük çaplı su temin kuyuları, özellikle kaya akiferlerde çoğunlukla bu yöntem kullanılarak açılmıştır. Yeni ve daha hızlı sondaj teknikleri uygulansa da bu yöntem halen özellikle kırsal alanlarda su kuyuları açmak için yaygın olarak kullanılmaktadır [31].

5.2.1.5. Ters Sirkülasyon Sondajı (Reverse Circulation (RC) Drilling):

Ters dolaşımli sondaj, 1970'lerden sonra maden arama sondajlarında kullanılmaya başlanmış, kirlenme ve ciddi örnek kayıpları olmadan büyük boyutlu örnek alınabilen sondaj yöntemidir. Sondaj akışkanı olarak su veya basınçlı hava kullanılabilir. Yöntem burgulu, döner ve darbeli sondaj makinaları üzerinde uygulanabilir. Saatte 40 m'ye varan ilerleme hızlarına ulaşılabilir. Yöntemin bu üstünlüklerine karşın çift duvarlı tijler ve özel donanım, büyük kapasiteli kompresör kullanılmasını gerektirmesi bu yöntemin ilk yatırım maliyetini arttırır.

Formasyonu kesmek için çekiçler ve üç konili matkaplar kullanılabilir. Hava veya su kırıntıları kaldırır. Çift duvarlı (tijli) sistem kullanıldığında yüzey muhafazasına ihtiyaç duyulmaz. Çift duvarlı sistemdeki dış boru normal gerilme, kolon ve büzülme basınçlarında çalışabilme özelliğinde olmalıdır. İçteki boru küçük fiziksel gerilimler altındadır. Fakat, matkaptan yukarı doğru çıkan numuneler aşınmaya neden

olmaktadır. Pratikte bu aşınma genellikle iç borunun dış borudan daha hızlı aşınmasına neden olmaktadır. Eğer gerekiyorsa iç boru değiştirilebilir. Eğer üstten hareketli başlık ile çift duvarlı teçhiz indirilecekse değişik tip matkaplar kullanılabilir. Fakat, matkap çapı tij çapından 1 normal ölçü büyük olmalıdır. Böylece dış boru ile kuyu duvarı arasındaki boşluk küçük olacak ve tij kısmen (veya tamamen) bir stabilizer gibi kuyu cidarını destekleyecektir.

Matkap, sondaj sıvısının geçeceği delikleri bulunan sürekli bir sub'a monte edilir. Eğer üç konili matkap kullanılıyorsa sondaj sıvısı matkabin iç kısmından yukarı doğru hareket eder. Matkap aşınma gömleği, mümkün olduğu kadar kesme yüzeyine yakın bağlanır ve bir aşınma halkası görevi görür. Sondaj sıvısı iki boru arasındaki boşluktan geçerek matkap gömleğinin (kovanının) çevresinde kesme yüzeyine doğru boşalır. Kırıntıları aldıktan sonra, sondaj sıvısı iç borunun içinden yukarı doğru hareket eder. Üç konili bir matkap kullanıldığında, iç borunun içinden yukarı gelen formasyon örneği formasyonun çok küçük bir dikey kesitinden gelmektedir. Fakat, çekiç kullanıldığında, matkap çift borunun en altından ~ 1 ile 2 m dışarı doğru etki etmektedir. Çekicinin içinden hava basılır ve deliklerden dışarı çıktıktan sonra, çekiç milinin dış yüzeyinden ve özel tip bir bağlantı kanalının içinden ve daha sonra iç borunun içinden yukarıya doğru çıkar. Böylece borudan yükselen formasyon veya su örneği formasyonun dikey bir kesitini (~ 0.5-1 m) temsil edebilir. Yinede hatırlanmalıdır ki, bu mesafe diğer tip döner-darbeleri sondajlarda alınan örnek aralıkları ile karşılaştırıldığında küçüktür. Yüzeyde, sondaj sıvısı iç ve dış borular arasındaki boşluktan özel bir başlıktan içeri girer. Sondaj sıvıları kuru hava, hava ve su, hava ile deterjanlı su veya killi veya polimerli sudan oluşabilir. Hava kullanıldığında, çift duvarlı sistemin içindeki hızlar ortalama 1370 ile 1830 m/dk'dır. Hava, boşluktan aşağı doğru geçip iç borunun içinden yükselirken formasyon örneği ile bir siklonun içinden geçer. Bir mini siklonda kullanılabilir. Mini siklon yaklaşık 1/10 ölçektedir ve kuyudan gelen kırıntıları ileten 4"lik hortumun girişinden 180° ileri bağlanır. Örnekler, bir örnek çantasında toplanır. Normal sondaj koşulları altında her 6 m'lik delme işleminde 1.5 m örnek çantası doldurulur.

Geçmişte, çift duvarlı yöntem kullanılarak delinen kuyular nadiren 150 m derinlikten fazla olmuştur. Fakat, son yıllarda yüksek kapasiteli kompresörler kullanılarak 250-450 m derinliklere ulaşılmıştır [34].

5.2.1.6. Karotlu Sondaj (Diamond Core Drilling):

Karot alıcı özel gereçler kullanılarak yapılan sondaj işlemine karotlu sondaj, ilerleme sırasında alınan örneğe de karot örnek denir. Gelişmiş bir sondaj sistemidir. Özellikle dişli matkapların kullanılması ile bütün formasyonlarda bu sistem ile sondaj yapmak mümkündür. Özellikle detay maden aramalarında tercih edilen bu yöntem ile alınan numunelerin verimliliği yüksektir. Rotary sistem ile yapılan sondajlarda kesici ve öğütücü bir matkaba, dönme hareketi verecek bir makinaya, kesilen zemin üzerinde matkabin basıncını muhafaza ettirecek bir tertibata ve matkap kesintilerini dışarı atabilecek bir karot alma sistemine gereksinim vardır. Bu faktörler kesici aletin, kesilen formasyonun içerisine girmesini sağlar ve sondaj deliğini açar. Her sondajda matkap mümkün olduğu kadar sabit bir hızla döndürülmeli ve sabit bir basınç altında düzgün bir şekilde çalıştırılmalıdır. Yöntem numune odaklı olduğundan bazı yöntemlere göre daha yavaş ilerleme sağlar.

Sadece karotiyerin kestiği ince bir kesimin dışarı alınması ve karotiyerin soğutulması amaçlandığından, dolaşım sıvısı olarak genellikle sadece su kullanılır. Ancak yüksek miktarda su kaçağı olduğunda sıva oluşturmak için sondaj çamuru kullanılır.

Karotlu ilerlemede, karotiyer boyu kadar ilerleme sonunda, sondaj dizisi tümüyle yukarı alınarak boşaltılır ve boş karotiyer tekrar kuyu dibine indirilerek devam edilir. Bu özellikle derin sondajlarda oldukça zaman kaybına neden olur. Zaman kaybının önüne geçmek ve maliyetleri azaltmak için Kablolü (Wireline) karot alma yöntemi geliştirilmiştir. Kablolü karotiyer çift tüplü bir karotiyer olup, iç tüp hem ekseni etrafında (döner) hemde ekseni boyunca (yukarı-aşağı) hareket edebilecek şekilde hazırlanmıştır. Tijler iç tüpün geçebilmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Farklı zemin türleri için kullanılan numune alma tüpü değişiklik göstermektedir. Bu tüpler adetlerine göre tek, çift ve üç tüplü olarak ayrılırlar [31].

5.2.1.7. Doğrudan itme (Direct Push Rigs):

Statik bir ağırlık uygulanarak itme ile sondaj kuyusu açılarak uygulanan bir sondaj yöntemidir. Bu yöntemde dönme veya darbe yoktur. Bu yöntem tam olarak bir sondaj olarak nitelendirilmese de sonuçta sondaj kuyusu elde edildiğinden, sondaj olarak değerlendirilebilir.

Yöntem genel olarak yumuşak ve iterek ilerlemeye müsait yumuşak ve gevşek zeminlerde etkilidir. Bu yöntem kaya zeminlerde (matkap ve delici kullanılmadığından) uygulanmamaktadır. Başta CPT (Konik Penetrasyon Testi) olmak üzere çeşitli deneyler için tercih edilen bir yöntemdir [31].

5.2.1.8. Hidrolik Sondaj (Hydraulic Rotary Drilling):

Pek çok yöntemle ulaşılamayacak, yüzlerce metre derinlikte sondajların gerçekleştirilebildiği bir yöntemdir. Bu yöntemde büyük kapasiteli sondaj makineleri, elmas uçlu matkaplar, kimyasal sondaj sıvıları kullanılır. Yöntem genellikle Petrol, Gaz, Sıcak Su (Jeotermal) gibi ekonomik değeri yüksek ürünler elde etmek için kullanılır. Yöntemde ilerleme kaydedilirken kuyu cidarı muhafazaya alınır ve bentonit ve barit kullanılarak matkabın soğutulup temizlenmesi, kuyu cidarının stabilizasyonu, basıncın kontrol edilmesi kırıntıların yukarıya taşınması sağlanır. Yöntemde gaz ve petrol gibi sıvılar hedeflendiğinden bozulmamış numune alımına gereksinim yoktur, sıvı dolaşımı matkap ucundan başlayarak, tij yüzeyi boyunca yukarıya doğru devam eder ve matkabın parçaladığı parçaları çamurla birlikte yüzeye taşır. Yüzeye taşınan numuneler kayıt edilirler ve bu işlemler sonucu çamur logu elde edilir. Kuyularda alının bir diğer log da elektrik logdur ve eşzamanlı olarak gaz ya da petrolün bulunma olasılığı hakkında bilgi elde edilir.

Yöntem 1900'lü yılların başında Amerika'nın Texas eyaletinde kullanılmaya başlanmış ve ilk petrol kuyularının açılmasında kullanılmıştır. Önceleri dolaşım sıvısı olarak çamur yerine, su kullanılmış ve özellikle sert kayalarda verim alınamamıştır. Yöntemde asıl atılım Anthony Francis Lucas'ın buharlı teçizatlar ve sondaj

çamurunu birleştirdiği sistemin Spingletop Tuz domunda yapılan arama sondajında başarıya ulaşılmasıyla gerçekleşmiştir.

Gaz ve petrolden kaynaklanan yangın riskleri ve sızıntılar gibi tehlikelerden ötürü eğitilmiş personel ve uygun donanımlar kullanılmalıdır. Ayrıca bu güvenlik kuralları İş Sağlığı ve Güvenliği yasalarınca gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir [31].

5.2.1.9. Sonik Sondaj (Sonic (Vibratory) Drilling):

Bir sonik matkap ucu, operatörün jeolojik birimlere göre belirlediği değerlerde, yere yüksek frekanslı rezonans dalgaları göndermesiyle ilerler. Titreşimler delici başlığın içinde de oluşturulabilir.

Frekans, genel olarak 50 ila 150 hertz (saniye/devir) arasındaki değerlerdedir ve operatör tarafından belirlenir. Sistem içindeki yay sistemi ile titreşim etkisi emilerek sistem izole edilir [31].

5.2.2. Sondajların amaçları:

Sondajlar genellikle aşağıda açıklanan amaçlar ile yapılır:

- a. Karot ve sediman numune alınarak jeolojik tabakaları saptamak, kayaçlar ile ilgili bilgi almak. Karot ve sediman numuneler ile sondajlarda rastlanan tabakalar incelenir, alınan numuneler laboratuara gönderilerek tahlil ettirilir. Analizleri yapılır, gerekli deneyler yapılır, fosiller belirlenir, bu fosiller yardımı ile tabakaların yaşları saptanır veya numuneler üzerinde gerekli araştırmalar yapılır.
- b. Madenlerin veya malzeme ocaklarının varlığının doğrultusunu, yatımını, derinlik ve miktarını saptamak.
- c. Su aramak ve üretmek,
- ç. Petrol aramak ve üretmek,
- d. Doğal gaz aramak ve üretmek,
- e. Jeotermal kaynak aramak ve üretmek,
- f. Drenaj,

- g. Enjeksiyon (yer altı beton baraj inşaatı),
- ğ. Dinamit lağımı açmak ve beton kırmak,
- h. Havalandırma bacası inşaatı,
- ı. Maden kazalarında can kurtarma işlemleri,
- i. Yer altı nükleer denemeleri,
- j. Zeminin taşıma kapasitesinin saptanması ve zemin mekaniği deneyleri için sondaj yapmak [35].

5.3. Sahadaki Sondaj Çalışmaları

Sahadaki Arama Sondajları, wireline karotlu, rotary sondaj makineleri ile krom madenin varlığını, doğrultusunu, yatımını, derinlik ve miktarını saptamak için gerçekleştirilmiştir.

Sondaj Çalışmaları, üç ayrı firmaya yaptırılmıştır. İlk firma 7 farklı kuyuda toplam 316 mt sondaj gerçekleştirmiştir. İkinci firma 120 mt sondaj gerçekleştirmiştir. Üçüncü firma 500 mt sondaj gerçekleştirmiştir.

Sahada mevcut killeşmiş fay breşi nedeniyle ilk firma HQ çap (tij çapı 90 mm) ile başladığı sondajları derinleştirememiştir. Bu sebeple yeni donanım temini ile sondajlara NQ (tij çapı 76 mm) çaplı olarak devam etmiş ayrıca bentonit alımı yaparak sondajlarda kimyasal destek ile çalışmıştır. Bu önlemlere rağmen 4 silindirli makinelerinin kapasitesi, sahada mevcut killeşmiş fay breşi altına inmeyi başaramamış ve daha büyük kapasiteli bir makine ile çalışmaların devam ettirilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. İlk firmanın gerçekleştirdiği 316 mt'lik sondajın loglarına aşağıda detaylı şekilde yer verilmiştir.

İkinci firma ile çalışmalar OCAK 1 olarak adlandırılan bölgeden başlatılmıştır. İkinci firma tarafından Ocak 1 de devam eden sondajda yüksek tenörlü krom cevherinin belirtisi olan ağ dokulu yapı ve iri kristalli kromlar gözlenmiş olup, bu belirtiler ışığında sondaj çalışmaları 120 mt'ye kadar devam etmiştir. Bu sondaja ait logun detayları aşağıda verilmiştir.

Üçüncü firma (Şekil 5.11) ile Alan 1, Alan 2, Alan 3 içerisinde ve Ocak 1 'in Kuzey kısmında yol üzerinde sondajlar gerçekleştirilmiştir. Sondajlara HQ çap ile başlanmış ve tamamlanmıştır. Çalışmalar esnasında polimer ve bentonit kullanılarak, sondajlara kimyasal destek sağlanmış ve hedeflenen sondaj derinliklerine başarılı bir şekilde ulaşılmıştır. Tüm bu sondajlar neticesinde sahanın jeolojik yapısı ile ilgili bilgiler elde edilmiştir.

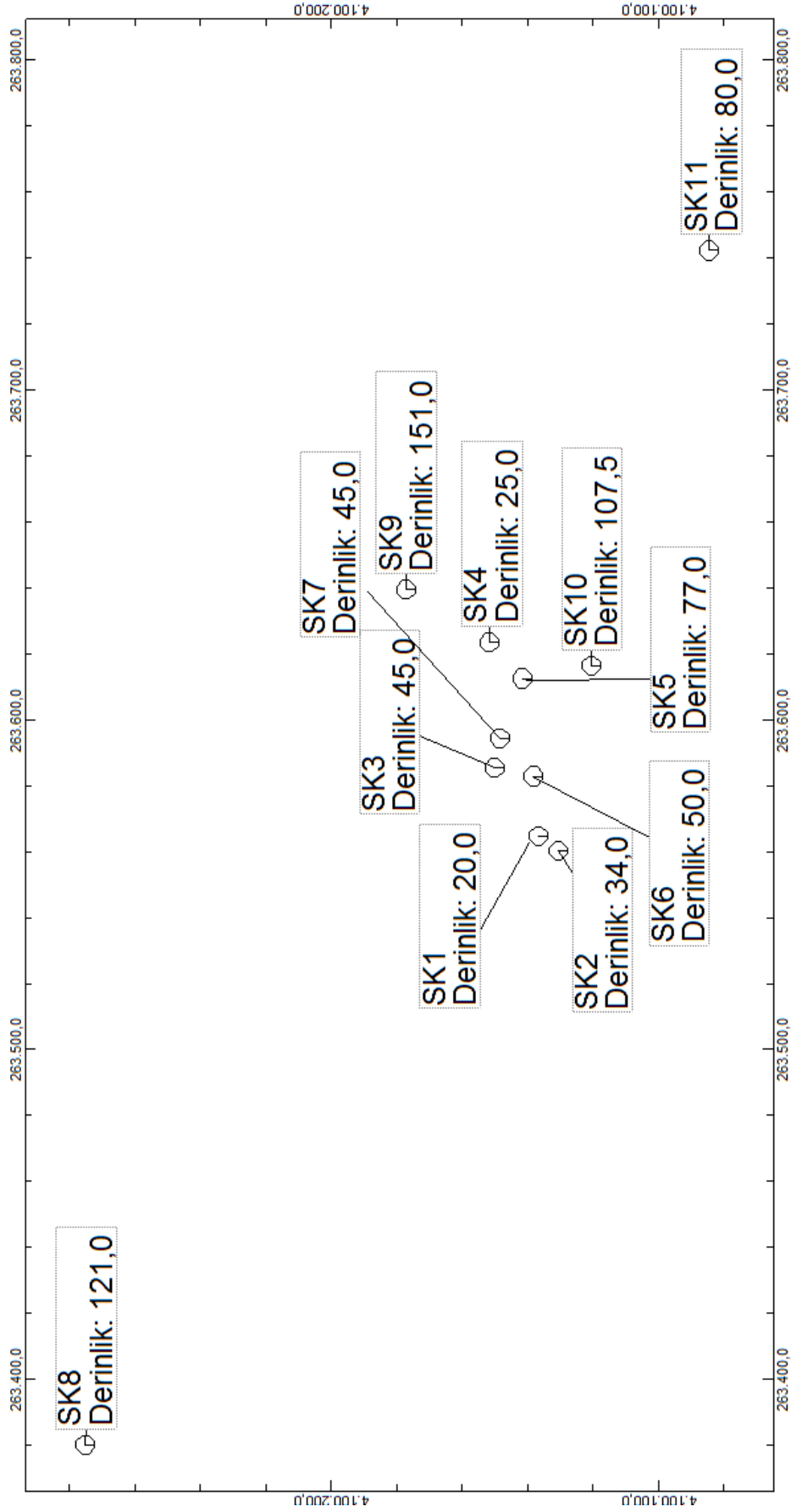


Şekil 5.11. Üçüncü firma ile Sahada gerçekleştirilen sondaj çalışmaları

Karotlu sondaj çalışmalarında diğer maden sondajlarına göre krom sondajında 1 günde delinen metrajın düşük olması, sahanın jeolojik yapısının farklılığı, PQ (tij çapı 114 mm) çaplı borulama yapılma zorunluluğu nedeniyledir.

Krom cevherinin Fay hatları boyunca oluşması, yapılan sondajın fay yüzeyini takip edebilme olasılığı ve krom cevherinin yörüngesinin kayması ihtimali sebebiyle de dikkatli ve yavaş gerçekleştirilmiştir.

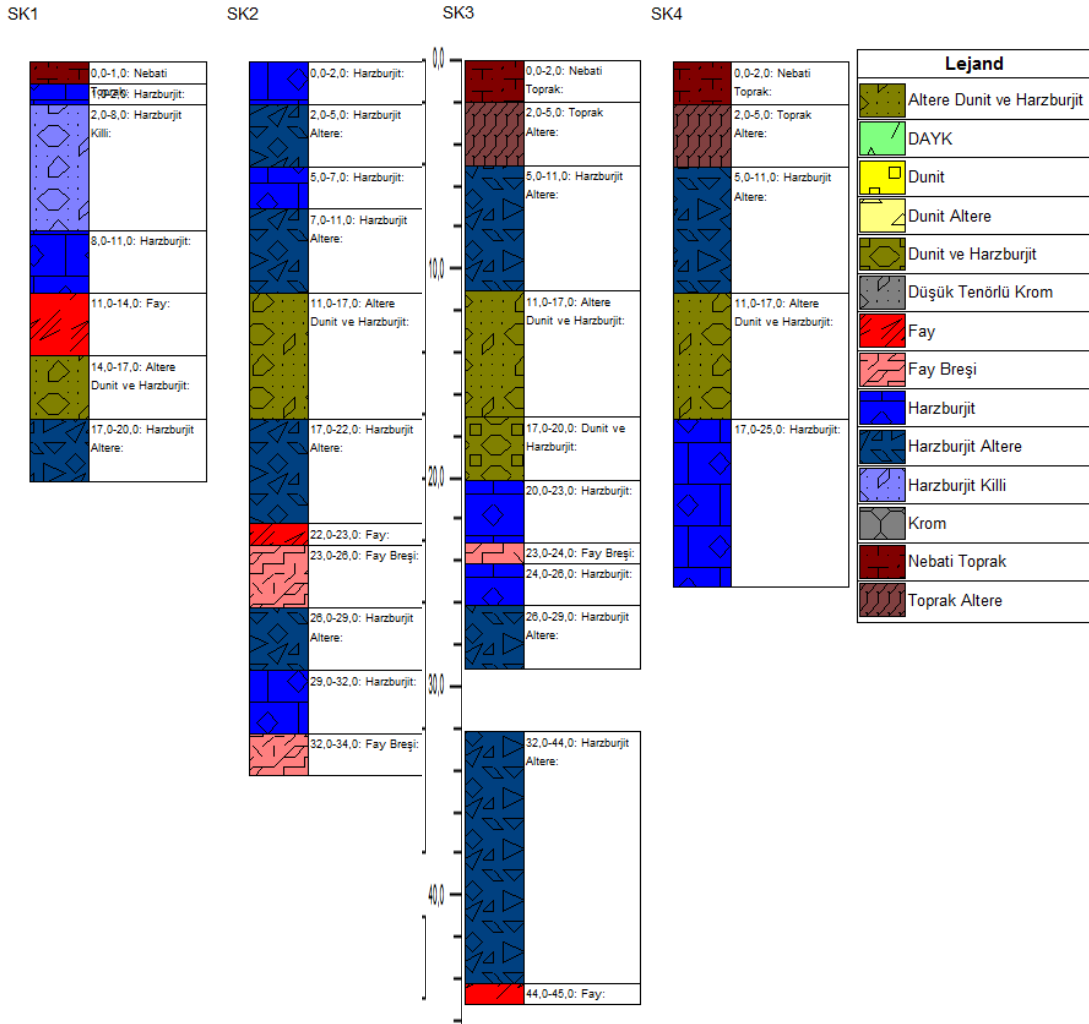
Tüm sondajlara ait konum ve metre cinsinden derinlik krokisi Şekil 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.12. Arazide Gerçekleştirilen Sondaj Konumları

Sondaj Kuyuları (S.K.) tek tek karot numuneleri incelenerek kayıt altına alınmış yani loglanmıştır. S.K. 1-4 logları

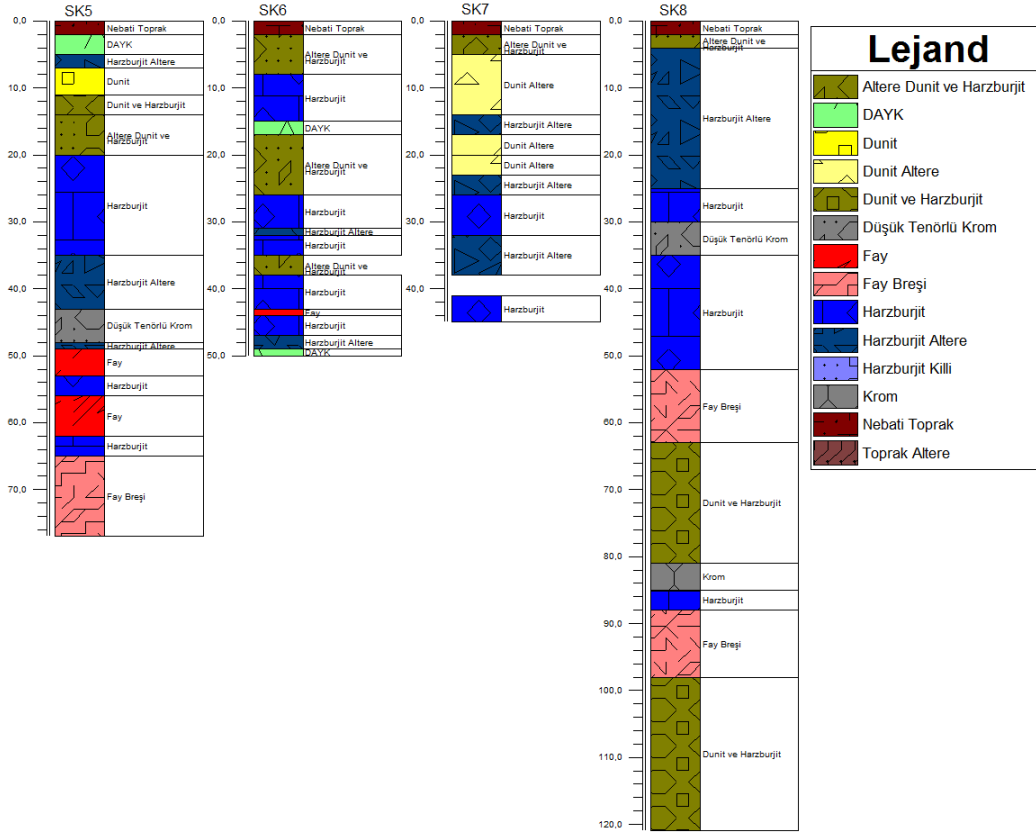
Şekil 5.13'te gösterilmiştir. S.K. 3'te, 29-32. metreler arası karot yüzdesinin çok düşük olduğu ya da numune alınamayan derinlikler boş olarak gözükmemektedir. S.K. 1-4'te krom cevheri kesilmemiştir.



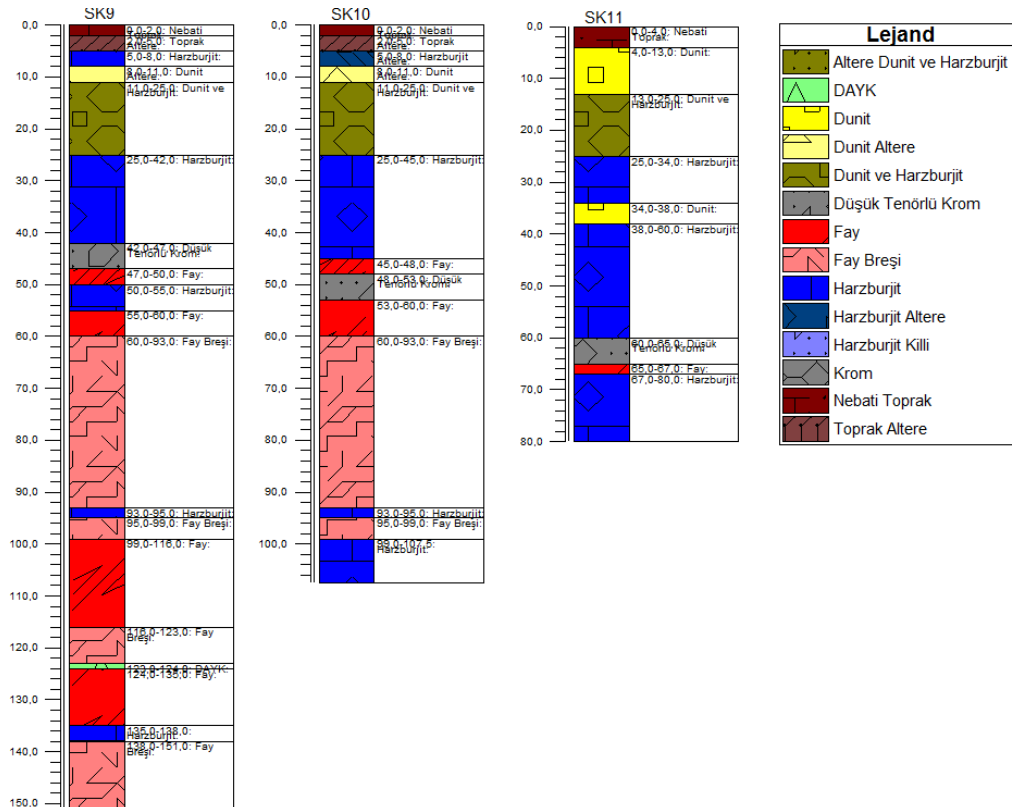
Şekil 5.13. SK1- SK4 Sondaj Logları

S.K. 5-8'e ait sondaj logları Şekil 5.14'te görülmektedir. S.K. 5'in 43-58. metreleri ile S.K. 8'in 30-35. metrelerinde düşük tenörlü kromlar açık gri renkte gösterilmiştir.

S.K. 9-11'e ait sondaj logları Şekil 5.15'te verilmiştir. S.K. 9, 42-47. metreleri; S.K. 10 48-53. metreleri; S.K. 11, 60-65. metrelerinde kesilen düşük tenörlü krom cevherleri açık gri renkte gösterilmiştir.

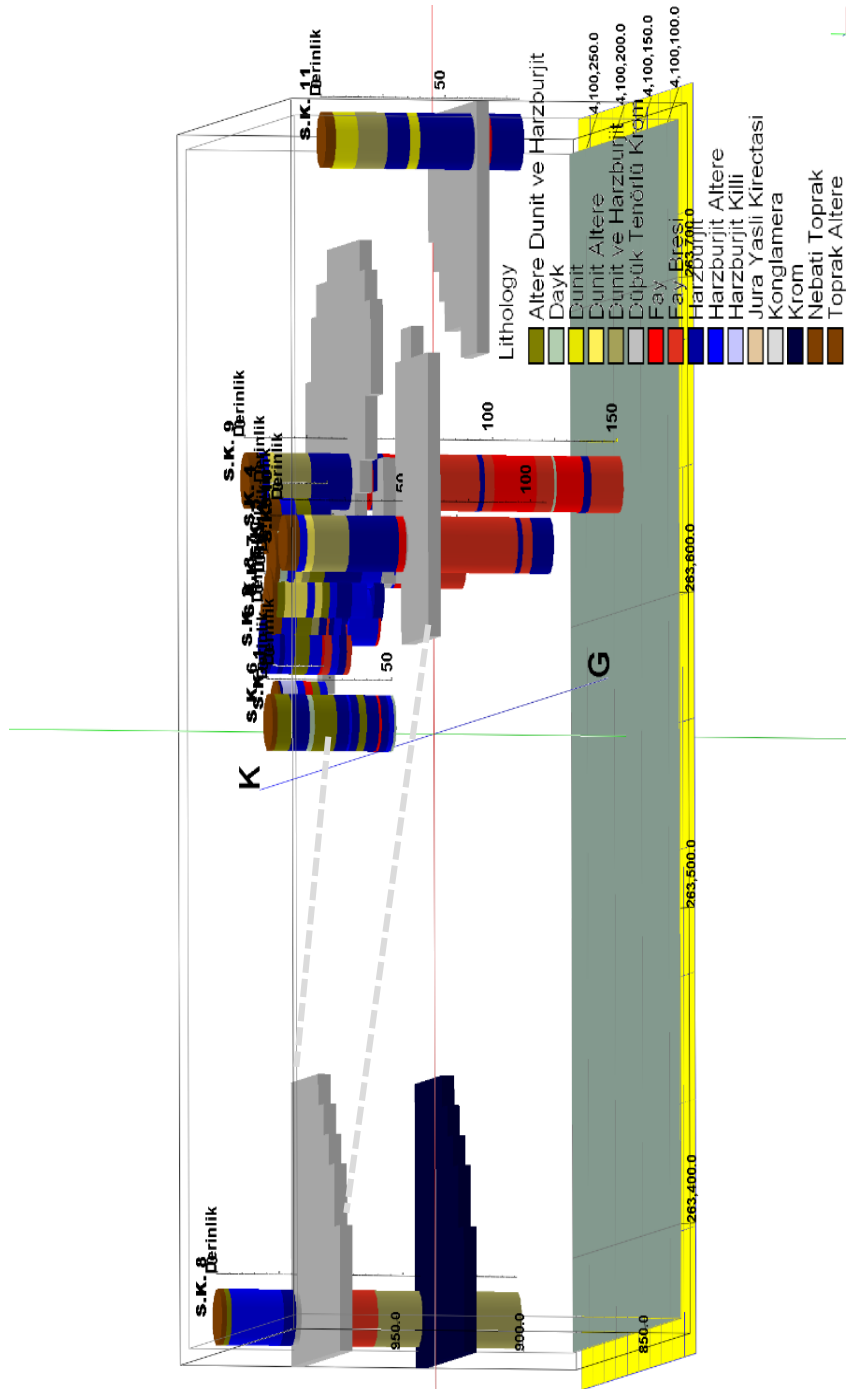


Şekil 5.14. S.K.5- 8 Sondaj Logları



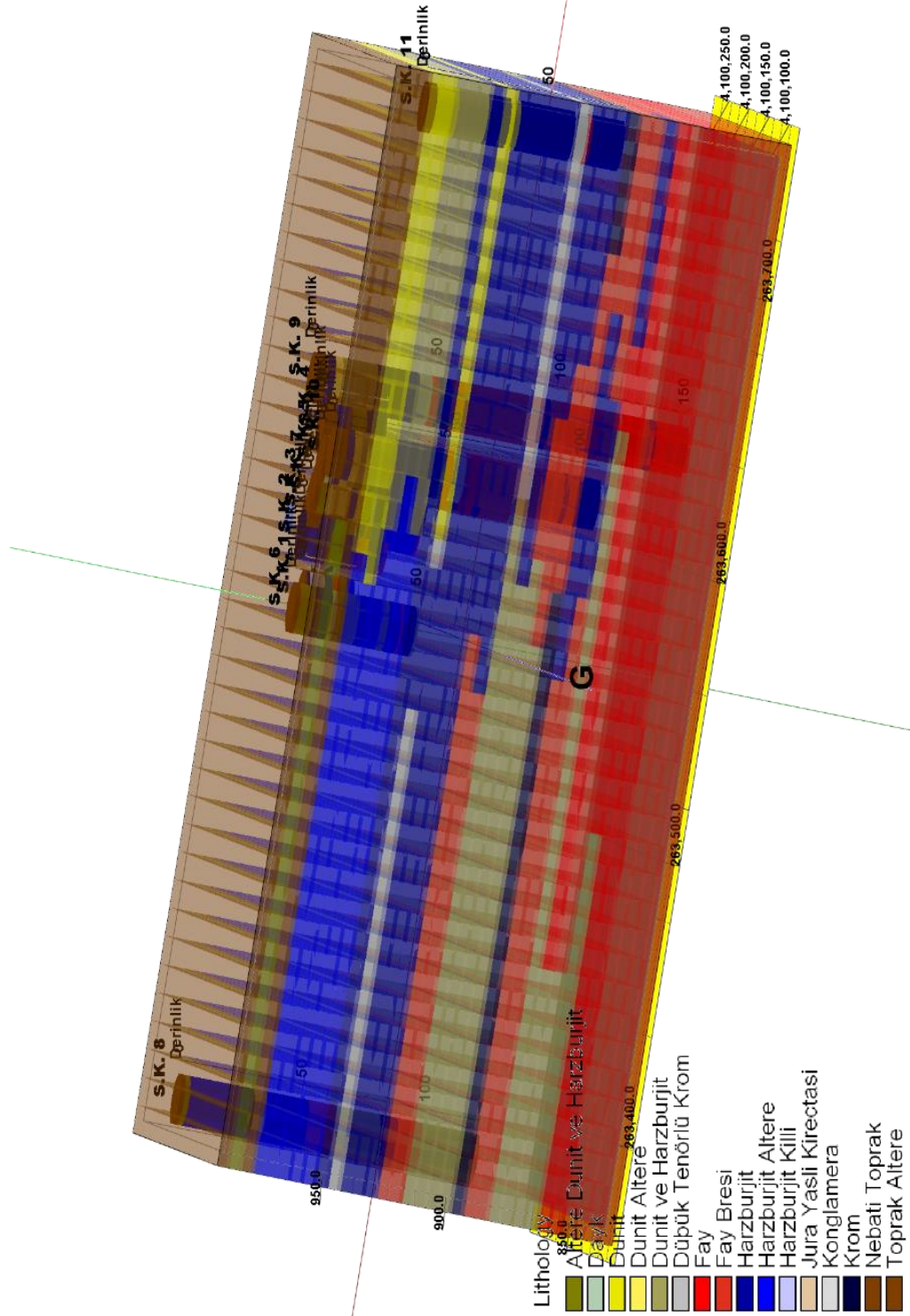
Şekil 5.15. S.K.9- 11 Sondaj Logları

Sondaj Logları incelenerek kesilen birimler 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Söz konusu modellemeye ait çeşitli görüntüler aşağıda gösterilmiştir. Şekil 5.16'te 3 boyutlu sondaj loglarına ek olarak gri renk ile düşük tenörlü sondaj cevherleşmesi ve koyu lacivert renk ile de yüksek tenörlü krom cevherleşmesi gösterilmektedir. Düşük tenörlü cevherleşme D-B doğrultulu, yaklaşık 35 derece güneye eğim ile devam etmektedir.

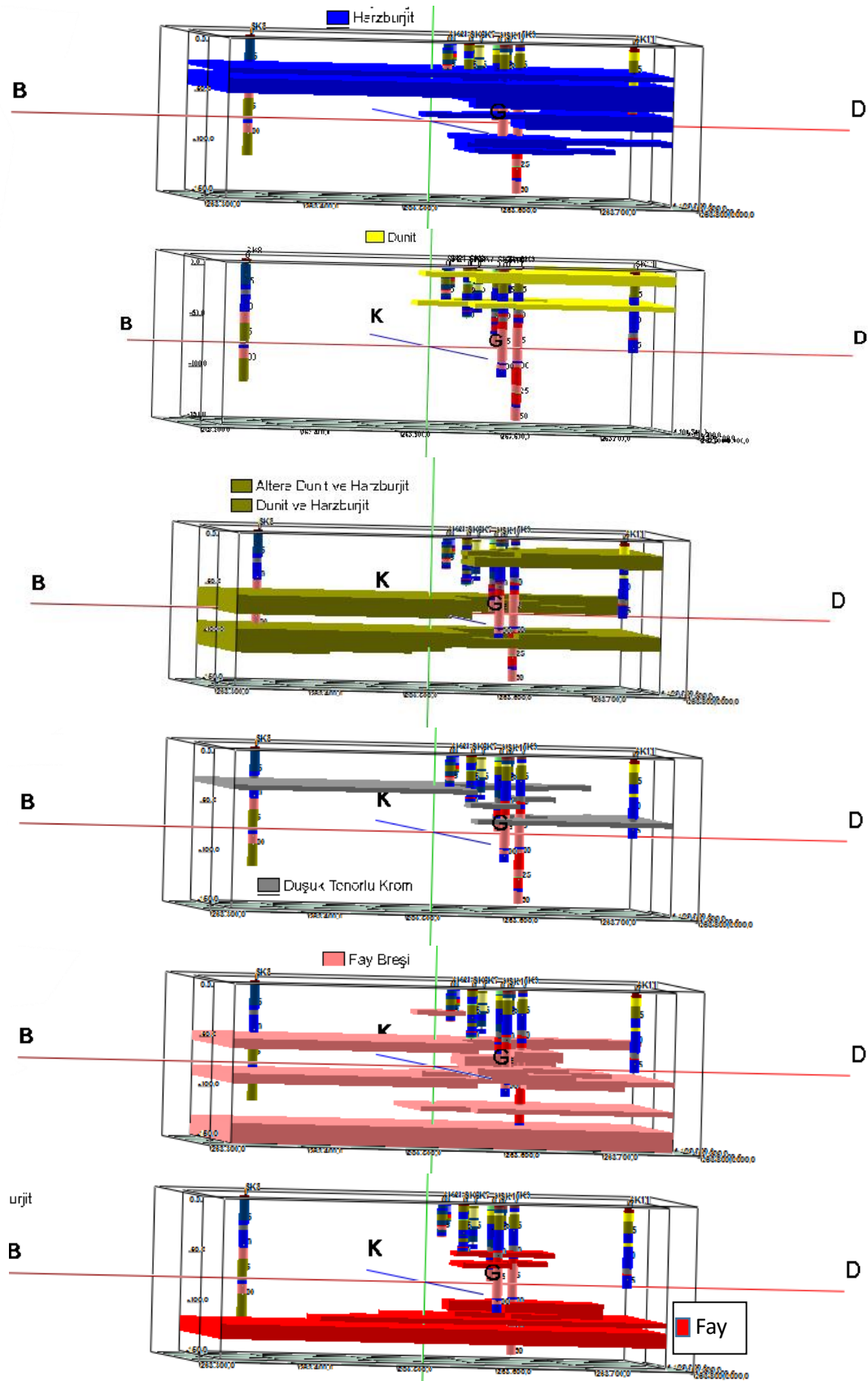


Şekil 5.16. Krom Cevherlerinin sondajlara göre 3 boyutlu modellemesi

3 Boyutlu modellemelerden, yer altı jeolojik birimleri Şekil 5.17’de modellenmiştir. Jeolojik modelleme tüm birimler gösterildiğinde karmaşıktır ve sahada yaygın olan birimler sadeleştirilerek Şekil 5.18’te tek tek modellenmiştir.



Şekil 5.17. Sondajlara göre yeraltı Modellemesi




Şekil 5.18. 3 boyutlu Jeolojik Modelleme (Ayrı birimler)

5.4. Laboratuvar Sonuçları

Krom sahasından yüzey, sondaj ve yarma çalışmalarından elde edilen numuneler, akredit laboratuvarlara analiz ettirilmiştir. MTA Laboratuvar sonuçlarına ait belge Şekil 5.19'de sunulmuştur.

MTA'ya gönderilen ve yüzeyden alınan Krom cevheri numunelerinden yaptırılan analizler sonucunda sahanın yüzey kromlarının (Cr_2O_3) %42,1 olduğu görülmüştür. Silisyum oranı (SiO_2) %6,5, Alüminyum oranı (Al_2O_3) %16,1 ve Demir oranı (Fe_2O_3) %15,2 olarak analiz edilmiştir.



**T.C.
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI**
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

GENERAL DIRECTORATE OF MINERAL RESEARCH AND EXPLORATION
ANALİZ/TEST RAPORU
ANALYSIS/TEST REPORT

MTA

Rapor No
1696

Rapor Tarihi
18.05.2012

Sayfa 1/1
Page 1 of 1

Müşterinin Adı/Adresi : Arzmaden Gayri Menkul Dış Tic. Ltd. Şti.
Customer Name/Address : Selmani pak cad. Demircioğlu iş hanı no:2 kat:3 daire:301
Üsküdar/İSTANBUL

Proje Kodu : 20
Project Code

Numune Kayıt No/Tarih : 12-H2081/07.05.2012
No. of receipt of sample/Date

Analiz/Testin Yapıldığı Tarih : 18.05.2012
Date of Analysis/Test


Numunenin Tanımı ve Cinsi : 35-30-AA-35
Identity and type of sample

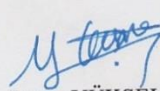
Raporun Sayfa Sayısı : 1
Number of pages of the Report

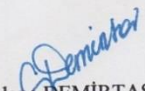
Açıklamalar : Numune 105 °C'de kurutulmuştur. Analiz sonuçları Thermo marka XRF
Remarks : cihazının UQ programından verilmiştir.

Analiz/Test Sonuçları(%)
Analysis/Test Results

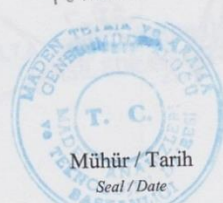
Numune No	Numune İşareti	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
12-H2081	-	<0.1	17.3	16.1	6.5	<0.1	<0.1	0.5	0.2	0.1	15.2	42.1


Alev BAHADIR COŞKUN
Kimya Mühendisi
Analiz/Test Sorumlusu


Berna YÜKSEL
Birim Yöneticisi
Supervisor of laboratory


Güldane DEMİRTAŞ
Koordınatör
Head of laboratory

18 Mayıs 2012



Mühür / Tarih
Seal / Date

Şekil 5.19. MTA'ya gönderilen yüzey numunelerine ait laboratuvar sonucu

OCAK 1 bölgesinde bulunan ve Büyük Yarma olarak adlandırılan yarmadan alınan numunelerin, Liman Kimya Laboratuvarında yaptırılan analizleri sonucunda (Şekil 5.20.) kromların (Cr_2O_3) %10,4 olduğu görülmüştür. Silisyum oranı (SiO_2) %30, Alüminyum oranı (Al_2O_3) %5,3 ve Demir oranı (Fe) %9,94 olarak analiz edilmiştir.

 LİMAN KİMYA LAB	LİMAN KİMYA ANALİZ LABORATUVARI DENEY RAPORU
	İnönü Cad. Verim Sanayi Sitesi A Blok K: 2 No: 8 Esentepe / Kartal / İSTANBUL limanlab@superonline.com
Tel : 0.216.488 96 25 0.216.306 72 88 0.216.374 82 63 Fax: 0.216.488 96 25	

Sayfa 1/1

Rapor No: 37673

Firma Bilgileri	
Adı	Arz Maden ve Enerji San. Tic. Aş.
Adresi	Huzur Mah fatih Cad 4 levent plaza no 67 kat 8 sarıyer / istanbul
Tel / Fax	0.530 978 97 47

Numune Bilgileri			
Lab. No	C1409296	Geliş Tarihi	17.09.2014
Cinsi	Krom	Bitiş Tarihi	24.09.2014
Kodu	Mostro ve Yarma Numuneleri 1	Rapor Tarihi	24.09.2014
Numunenin Alınışı	Numune alma işlemi müşteriye aittir		
Numune Saklama	Analiz edilen numune 2 ay saklanır.		

ANALİZ SONUÇLARI

Cr_2O_3	%10.41
Fe	% 9.94
SiO_2	% 30.09
Al_2O_3	% 5.38

Analiz sonuçları test edilen numuneye aittir.

Deney Sorumlusu  Nefi Yılmaz		Onaylayan  Haluk Liman Lab. Müdürü
--	---	---

Şekil 5.20. Liman Kimya'ya gönderilen yüzey numunelerine ait laboratuvar sonucu

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Mikrogravite veri-işlem aşamasında verilerin, deniz seviyesi yerine ölçü alınan alanın en alt noktasına indirgenerek değerlendirilmesi, hassas olan mikrogravite anomalilerinin sönümlenmesini engelleyerek hedefin bulunabilirliğini arttırmaktadır.

Bu çalışmada Mikrogravite yöntemi kullanarak fay kırıklarının da etkili bir şekilde tespit edilebileceği gözlemlenmiştir.

Büyük Yarmadaki damar ve yarma üstü sondaj verileri korale edildiğinde iki farklı damara rastlanmıştır. Bunlardan sığ olanı düşük tenörlüdür. Bu cevherleşme güneye gidildikçe tektonik ve alterasyonlu bir fay zonu ile dalım yapmaktadır.

Ada bölgesinde yapılan sondajlarda ilk damar olan düşük tenörlü zona ulaşılmış fakat masif zon üzerinde bulunan ezik, faylı, kalın zon, derin sondajlar için dezavantajlı olduğundan bu sondajlarda masif krom cevherine ulaşamamıştır. Bu durum her ne kadar sondaj çalışmaları için olumsuz olsa da, sahanın işletilmesi sırasında kırıntılı ve ezik yapıların, sökülebilirlikleri yüksek olduklarından, hafriyat çalışmalarında kolaylık sağlayacaktır.

Sahanın karmaşık tektonik yapısı göze alınarak, Ocak 1 alanı ve Ada içi alanlarında gerçekleştirilen sondaj çalışmalarını belirli bir düzende modelleyebilmek zordur. Bununla birlikte gözlenen fayın yatımı, sahadaki mostralara, yüzeyde gözlenen krom cevherleri ve sondajlardan elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; Ocak 1 alanında yapılan sondajda ulaşılan, krom cevheri damarının, KB-GD doğrultusunda, dalımlı olarak devam ettiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Qianshen Ve W. E. Al, Microgravimetry, Science Pr, 1999.
- [2] C. Bayat Ve A. Tan, Karstik Boşluklar ve Jeofizik, Dayk 2008, No. 1, 2008.
- [3] J. Daniels, Location Caves, Tunnels And Mines, No. 7, Pp. 32-37, 1988.
- [4] Chamon Ve L. Dobereiner, An Example Of The Uses Of Geophysical Methods For The Investigation Of A Cavern In Sandstones, Bulletin Of The International Association Of Engineering Geology, No. 38, Pp. 37-43, 1988.
- [5] I. Bishop, P. Styles, S. Emsley Ve N. Ferguson, The Detection Of Cavities Using The Microgravity Technique: Case Histories From Mining And Karstic Environments In “Modern Geophysics In Engineering Geology”, 1997.
- [6] D. Patterson, J. Davey, A. Cooper Ve J. Ferris, The Investigation Of Dissolution Subsidence Incorporating Microgravity Geophysics At Ripon, Yorkshire, Quart. Jour. Eng. Geol., No. 28, Pp. 83-94, 1995.
- [7] P. Styles, R. Mcgrath, E. Thomas Ve N. Cassidy, He Use Of Microgravity For Cavity Characterisation In Karstic Terrains, Quart J Eng Geology, No. 38, Pp. 155-169, 2005.
- [8] D. Mccann, P. Jackson Ve M. Culshaw, The Use Of Geophysical Surveying Methods In The Detection Of Natural Cavities And Mineshafts, Quarterly Journal Of Engineering Geology, No. 20, Pp. 59-73, 1987.
- [9] M. Branston Ve P. Styles, The Application Of Time-Lapse Micrograity For The Investigation And Monitoring Of Subsidence At Northwich, Cheshire, Quart. Journal Of Engineering Geology And Hydrogeology, No. 36, Pp. 231-244, 2003.
- [10] R. Speed, Gravity Anomalies From Cavities In Salt Beds. I. The Surface Field, Northern Ohio Geol. Soc. Third Symposium On Salt, No. 2, Pp. 367-385, 1970.
- [11] G. Colley, The Detection Of Caves By Gravity Measurements., %1 İçinde Geophysical Prospecting, 1963.

- [12] A. Arzi, Microgravity For Engineering Applications, Geophysical Prospecting, No. 23, Pp. 408-425, 1975.
- [13] R. Neumann, La Gravimetrie De Haute Precision - Application Aux Recherches De Cavities, Geophysical Prospecting, No. 16, Pp. 116-34, 1967.
- [14] Z. Fajklewicz, Gravity Vertical Gradient Measurements For The Detection Of Small Geologic And Anthropogenic Forms, Geophysics, No. 41, Pp. 1016-1030, 1976.
- [15] D. Butler, Microgravimetric And Gravity Gradient Techniques For The Detection Of Sub-Surface Cavities, Geophysics, No. 49, Pp. 1084-1096, 1984.
- [16] J. Pringle, P. Styles, C. Howell, M. Branston, R. Furner Ve S. Toon, Long Term Time-Lapse Microgravity And Geotechnical Monitoring Of Relict Salt-Mines, Marston, Cheshire, Uk, Geophysics, No. 77, Pp. 287-294, 2012.
- [17] A. Rifaiy, Land Subsidence In The Al-Dahr Residential Area In Kuwait: A Case History Study, Quarterly Journal Of Engineering Geology, No. 23, Pp. 337-346, 1990.
- [18] S. Ghatge, Microgravity Method For Detection Of Abandoned Mines In New Jersey, Ulletin Of The Association Of Engineering Geologists, No. 30, Pp. 79-85, 1993.
- [19] D. Lyness, The Gravimetric Detection Of Mining Subsidence, Geophysical Prospecting, No. 33, Pp. 567-576, 1985.
- [20] S. Emsley, J. Summers Ve P. Styles, The Detection Of Subsurface Mining Related Cavities Using The Micro-Gravity Technique, Proc. Conf. Construction Over Mined Areas, Pretoria, South Africa, P. 10, 1992.
- [21] D. Yule, M. Sharp Ve D. Butler, Microgravity Investigations Of Foundation Conditions, Geophysics, Cilt 1, No. 63, Pp. 95-103, 1998.
- [22] E. Poeter, A New Tool: Delineation Of Textural Heterogeneities In Unconfined Aquifers, Using Microgravity Surveys During Pumping, Bulletin Of The Association Of Engineering Geologists, Cilt 3, No. 27, Pp. 315-325, 1990.
- [23] D. Pool Ve J. Eychaner, Measurements Of Aquifer-Storage Change And Specific Yield Using Gravity Surveys, Ground Water, Cilt 3, No. 33, Pp. 425-432, 1995.

- [24] J. Hare, J. Ferguson, L. Carlos, Aiken Ve J. Brady, The 4- D Microgravity Method For Waterflood Surveillance: A Model Study For The Prudhoe Bay Reservoir, Alaska, Geophysics, No. 64, Pp. 78-87, 1999.
- [25] M. Rybakov, V. Goldsmith, L. Fleischer Ve Y. Rotstein, Cave Detection And 4-D Monitoring: A Microgravity Case History Near The Dead Sea, The Leading Edge 20, No. 8, Pp. 896-900, 2002.
- [26] J. Thomas, R. Bayer, J. Chery Ve L. M. Nicolas, Time-Lapse Microgravity Surveys Reveal Water Storage Heterogeneity Of A Karst Aquifer, Journal Of Geophysical Research, No. 115, Pp. 1-18, 2010.
- [27] H. Avcıoğlu, Mikrogravite Teorisi Ve Arazi alışması, Kocaeli Üniversitesi, Lisans Bitirme Tezi, 2013.
- [28] O. Tekeli Ve M. Erendil, Kizildađ Ofiyolitinin (Hatay) Jeoloji Ve Petrolojisi, Mta, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 1985.
- [29] J. N. Akdođan, Osmaniye Krom Cevheri Ruhsat Alanı Mikrogravimetrik Yöntem Uygulaması, Mta, Ankara, 2005.
- [30] M. etiner, İzmir Ve Çevresindeki Mikrogravite Verilerinin Değerlendirilmesi, İzmir, 2012.
- [31] Wikipedia - Dirling Rig, https://en.wikipedia.org/wiki/drilling_rig, Aralık 2015
- [32] Özyalçın Sondaj, www.ozyalcinsondaj.Com/Dosyalar/7-04/Download.Html, Aralık 2015
- [33] Nedir Anlamı ? - Kablolu Sondaj Nedir ?, [Http://Nedir-Anlami.Com/Kablolu-Sondaj-Nedir](http://Nedir-Anlami.Com/Kablolu-Sondaj-Nedir), Aralık 2015
- [34] A. Özdemir, Maden Arama alışmalarında Ters Dolaşımlı Sondaj Uygulamaları, Sondaj Dünyası Dergisi, No. 4, 2007.
- [35] Göksu Sondaj - Sondaj, <http://www.goksusondaj.net/sondaj.html>, Aralık 2015

ÖZGEÇMİŞ

Can BAYAT, 12.12.1985'de Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bursa'da tamamladı. 2004 yılında Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi, Fen Bilimleri Bölümünden mezun oldu. 2005 yılında başladığı SAÜ Jeofizik bölümünü 2009 yılında bitirdi. 2009 Yılında SAÜ FBE Jeofizik Mühendisliği Yüksek Lisans programına başladı. Yüksek Lisans programının yanı sıra çeşitli Jeofizik mühendisliği bürolarında Jeofizik Mühendisi olarak görev aldı. Pek çok zemin etüdü, maden etüdü ve soğuk - sıcak su arama projesinde bulundu. Öğrenim hayatı boyunca çeşitli akademik çalışmalarda da görev aldı. Pek çok sözlü sunum ve poster sunum ile sempozyum ve kongrelere katıldı.