

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

**BATI VE DOĞU KEF (GULEMAN - ELAZIĞ)
KROM YATAKLARININ MİNEROLOJİSİ VE JEOKİMYASI**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Ahmet DURSUN

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Maden Yatakları

ŞUBAT – 2010

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

**BATI VE DOĞU KEF (GULEMAN - ELAZIĞ)
KROM YATAKLARININ MİNEROLOJİSİ VE JEOKİMYASI**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Ahmet DURSUN

(99216101)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Ocak 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 19 Şubat 2010

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ALTUNBEY (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mehmet Yaman (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Muharrem Akgül (F.Ü)

ŞUBAT - 2010

ÖNSÖZ

“Batı ve Doğu Kef (Guleman-Elazığ) Bölgesi Krom Yataklarının Minerolojisi ve Jeokimyası” başlıklı bu çalışma Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde 2009-2010 yılları arasında Yüksek Lisans çalışması olarak hazırlanmıştır.

Araştırma 2009 ve 2010 yılları yaz aylarında arazi çalışmaları, diğer zaman aralıklarında ise laboratuvar ve büro çalışmaları olarak devam etmiştir.

Bu çalışmanın her aşamasında değerli katkı ve önerileri ile beni yönlendiren Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr.Mehmet ALTUNBEY’e, teşekkür ederim.

Ayrıca diyagramların hazırlanmasında bana yardımcı olan Jeoloji Yük. Müh. Cahit DÖNMEZ’e, parlak ve ince kesitlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen bölümümüz ince kesit teknisyeni Fuat İSTEK’e teşekkür ederim.

Kimyasal analizlerin yapılmasını sağlayan Eti Krom A.Ş. yöneticilerine ve araziden örnek almamda yardımcı olan mesai arkadaşım Maden Müh. Sinan YAVAŞ’a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında manevi desteğini aldığım değerli eşim Sermin DURSUN’a teşekkür ederim.

Ayrıca arazi çalışmalarında bana yardımcı olan maden başçavuşu İbrahim ÇİFTÇİ’ye teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet DURSUN
ELAZIĞ - 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	IX
EKLER LİSTESİ.....	X
SEMBOLLER LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi.....	1
1.2. Coğrafi Durum.....	2
1.3. Önceki Çalışmalar.....	3
2. BÖLGESEL JEOLJİ.....	5
2.1. Otokton Birimler.....	5
2.1.1. Lice Formasyonu.....	5
2.2. Allokon Birimler.....	5
2.2.1. Guleman Grubu.....	5
2.2.2. Hazar Karmaşığı.....	7
2.2.3. Maden Karmaşığı.....	8
3. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	9
3.1. Guleman Grubu.....	9
3.2. Tektonizma.....	12
4. PETROGRAFİ.....	13
4.1. Harzburjitle.....	13
4.2. Dünitler.....	14
4.3. Serpantinitle.....	16
5. BATI – DOĞU KEF BÖLGESİ KROMİT CEVHERLEŞMELERİ..	19
5.1. Doğu Kef Kromit Horizonu.....	23
5.2. Batı Kef Kromit Horizonu.....	24
5.3. Cevher Dokusu.....	26

	<u>Sayfa No</u>
5.3.1. Masif kromit.....	26
5.3.2. Saçınımlı-Bantlı kromit.....	26
5.4. Cevher Mineralojisi.....	27
6. KİMYASAL İNCELEMELER.....	31
6.1. Kromitlerin İsimlendirilmesi.....	31
6.2. Kromitlerin Sınıflandırılması.....	36
6.3. Kromitlerde Ana Oksit Bileşenlerinin Karşılaştırılması.....	38
6.4. Kromit Cevherlerinin Tenörü.....	41
6.5. Kromitlerde Katyonların Oranı.....	41
7. EKONOMİK JEOLJİ.....	43
8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ÖZET

Elazığ ilinin 90 km güneydoğusunda bulunan Guleman krom yatakları, Türkiye'nin en önemli krom yataklarındandır. Bu bölgedeki krom yatakları dört ana bölgeye ayrılır. Bunlar; Gölalan, Pütyan, Rut-Lasir-Ayıpınarı, Kefdağ-Kapın- Şabata kesimleridir.

Kef bölgesinde otokton birim olarak Lice Formasyonu, yakın çevresinde ise allokton birimler olarak Guleman Grubu, Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı gözlenir. Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonu kumtaşı, kireçtaşı, şeyl ve marn aralanmasından oluşur. Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Grubu genel olarak; dünit, harzburjit ve bunların alterasyonu ürünü olan serpantinitle içerir. Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Karmaşığı yer yer volkanik ara katkılı kumtaşı, kilitaşı, şeyl marn ve killi kireçtaşı aralanmasından oluşur. Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ise kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, yastık lavlar, aglomera, tuf andezit-bazalt seviyesi ve Nummulitli kireçtaşlarından oluşur.

Kef bölgesi kromit cevherleşmeleri bazik-ultrabazik kayalarla ilişkili Alpin (podiform) tipi yataklardır. Kromit cevherleşmeleri dünit ve harzburjitler içerisinde izlenmektedir. Bu kayalar yer yer alterasyona uğrayarak serpantinleşmişlerdir. Cevher kütleleri genellikle damar ve mercek şeklinde bir geometri sunmakta olup, D-B doğrultulu ve 80-85° ile G'ye eğimlidirler. Kalınlıkları 1 m'den 40 m'ye kadar değişir. Kromit cevherleri genelde masif olup, daha az olarak saçınımlı, bantlı dokuda izlenmektedir.

Çalışma alanındaki ana cevher minerali kromittir. Bunun dışında az miktarlarda nikel mineralleri bulunmaktadır. Kromit taneleri genellikle özşekilsiz ve tektonizmanın etkisi ile parçalanmış olarak izlenirler.

Kef bölgesindeki örneklerin Cr_2O_3 içerikleri % 29,17-53,04 arasında değişmekte olup ortalama tenörü % 39,00'dur.

Anahtar Kelimeler: Ultrabazik, Kromit, Podiform Kromit, Peridotit, Alpin Tipi Kromit, Ortomagmatik, Guleman Krom Yatağı, Ofiyolit.

SUMMARY

Mineralogy And Geochemistry Of The Chromite Deposits Of West And East Kef (Guleman-Elazığ)

Guleman area which is 90 km SE Elazığ city settlement, is one of the most important chrome district of Turkey. Guleman Chromite deposits are divided into 4 major groups. These are Gölalan, Pütyan, Rut-Lasir-Ayıpınarı and Kefdağ-Kapın-Şabata.

In the area, autuchtonous Lice Formation, allochtonous Guleman Group, Hazar Complex and Maden Complex make up the Lithologies. Lower Miocone aged Lice Formation is made of alternate layers of sandstone, limestone, shale and marl. Jurassic-Cretaceous Gulemen Group corsist generaly of dunite, harsburgite and their alteration products serpentinite. Upper Measterichtian-Lower Eocene Hazar Complex is composed of volcanic interbeddet in places, alternates of sandstone, claystone, shale marl and clayeylimestone. Litologies of Middle Eocene Maden Complex are sandstone, limestone, mudstone, pillow lavas, andesite-basalt flows agglomeate, tuff and Nummilitie limestone.

Kef Chromite mineralizations are Alpin (podiform) type and associated with basic-ultrabasic rocks. Choromite mineralizations occur in harzburgite and dunite. These rocks are serpentinited in places. The ore bodies have generally streak and lens form. The ore bodies have E-W strike directions and S dips with angles about 80-85°. The thicknes vary between 1 m and 40 metres, along the strike and dip directions. The ore is generally massive but dissemineted and also common. The chromite levels are cut and displaced by small size faults.

The dominant mineral is chromite and very scarcely minure crystals of Ni minerals. The chromite grains are unhedral and fractured by tectonic movements.

Cr₂O₃ contents of studied samples vary between 53,04 and 29,17 and mean value is 39,00 .

Key Words: Ultrabasic, Chromite, Podiform Chromite, Alpin Type Chromite, Orthomagmatic, Choromite Deposits Of Guleman, Ophiolite.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası.....	2
Şekil 2.1. Guleman bölgesinin genelleştirilmiş tektonostratigrafik kesiti.....	6
Şekil 2.2. Guleman (Elazığ) bölgesinin jeoloji haritası.....	7
Şekil 3.1. Guleman Grubu'nun stratigrafik dikme kesiti.....	10
Şekil 3.2. Doğu Kef yeraltı maden ocağındaki manyezit oluşumundan bir görünüm.....	11
Şekil 4.1. Guleman Grubu'na ait harzburjitlerin mikroskopta görünümü.....	13
Şekil 4.2. İri kristalli özşekilsiz olivinlerin mikroskopta görünümü.....	15
Şekil 4.3. Guleman Grubu'na ait parçalanmış olivin kristallerinin mikroskopta görünümü.....	15
Şekil 4.4. Guleman Grubu'na ait olivinlerdeki king-bantların mikroskopta görünümü.....	16
Şekil 4.5. Bastite dönüşen ortopiroksenlerin mikroskopta görünümü.....	17
Şekil 4.6. Serpantinleşme sırasında açığa çıkan demiroksitlerin (kahverengimsi) mikroskopta görünümü.....	17
Şekil 4.7. Olivinlerin alterasyonu sonucu oluşan serpantin minerallerinin mikroskopta görünümü.....	18
Şekil 4.8. Guleman Grubu'na ait kayaçlarda iğnemsî ve ışınsal tremolitlerin mikroskopta görünümü.....	18
Şekil 5.1. Guleman (Elazığ) krom yatakları ve jeoloji haritası.....	20
Şekil 5.2. Doğu Kef 1214 yeraltı maden ocağından bir görünüm.....	23
Şekil 5.3. Batı Kef cevherleşmelerinden bir görünüm.....	25
Şekil 5.4. Batı Kef açık işletmesinden bir görünüm.....	25
Şekil 5.5. Batı Kef 1235 yeraltı maden ocağından bir görünüm.....	26
Şekil 5.6. Masif kromitin makro ölçekte görünümü.....	27
Şekil 5.7. Poligonal sınır ilişkili özşekilli kromitler.....	29
Şekil 5.8. Deformasyon sonucunda parçalanmış kromit tanelerinin mikroskopta görünümü.....	29

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 5.9. Pentlandit mineralinin mikroskopta görünümü.....	30
Şekil 5.10. Millerit mineralinin mikroskopta görünümü.....	30
Şekil 6.1. Kef Bölgesi kromitlerinin Al_2O_3 - Fe_2O_3 - Cr_2O_3 ve Al^{+3} - Cr^{+3} - Fe^{+3} üçgen diyagramlarında isimlendirilmesi.....	35
Şekil 6.2. Al^{+3} - Cr^{+3} - Fe^{+3} üçgen diyagramında Kef Bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması.....	36
Şekil 6.3. Kromitlerin birim hücresindeki kasyon sayılarının orantısal olarak değerlendirildiği $Cr/Cr+Al - Mg/Mg+ Fe^{+2}$ ikili diyagramda Kef Bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması.....	37
Şekil 6.4. Kasyonların % ağırlıklarının orantısal değerlerinin kullanıldığı $100Cr^{+3}/Cr^{+3}+Al^{+3} - 100Mg^{+2}/Mg^{+2}+Fe^{+2}$ ikili diyagramda Kef Bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması	37
Şekil 6.5. % Al_2O_3 - % Fe_2O_3 ikili ana oksit diyagramı.....	39
Şekil 6.6. % Al_2O_3 - % Cr_2O_3 ikili ana oksit diyagramı.....	40
Şekil 6.7. % Fe_2O_3 - % Cr_2O_3 ikili ana oksit diyagramı.....	40
Şekil 6.8. % FeO - % MgO ikili ana oksit diyagramı.....	40

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 5.1. Batı Kef ve Doğu Kef kromit cevherleşmelerinin bazı özelliklerinin karşılaştırılması.....	21
Tablo 5.2. Guleman krom yataklarının bazı özelliklerinin karşılaştırılması.....	22
Tablo 6.1. İnceleme alanındaki kromitlerin ana oksit % değerleri.....	32
Tablo 6.2. İnceleme alanındaki kromitlerin 100'e bağlanmış anyon ve katyon ağırlıkları ile bunlara ait bazı oranlar	33
Tablo 6.3. İnceleme alanındaki kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayıları.....	34
Tablo 6.4. Doğu Kef bölgesi kromitlerindeki ana oksitlerin korelasyon katsayıları.....	39
Tablo 6.5. Batı Kef bölgesi kromitlerindeki ana oksitlerin korelasyon katsayıları.....	39
Tablo 6.6. Kef bölgesinde iki farklı bölgeye ait kromit örneklerinin ortalama % ana oksit değerleri.....	41
Tablo 6.7. Kef bölgesinde kromitlerin Alpin Tipi ve Bushveld Tipi kromitlerle karşılaştırılması	42
Tablo 7.1. Kromit cevherinin sanayideki kullanım alanları ve bu alanlara ait özellikler.....	43

EKLER LİSTESİ

EK-1. İnceleme alanının 1/500 ölçekli yeraltı jeoloji haritası

SEMBOLLER LİSTESİ

Cr	: Kromit
Hm	: Hematit
Mi	: Millerit
Ol	: Olivin
Opx	: Ortopiroksen
Cpx	: Klinopiroksen
Pn	: Pentlandit
T.N.	: Tek nikol
Ç.N.	: Çapraz nikol

1. GİRİŞ

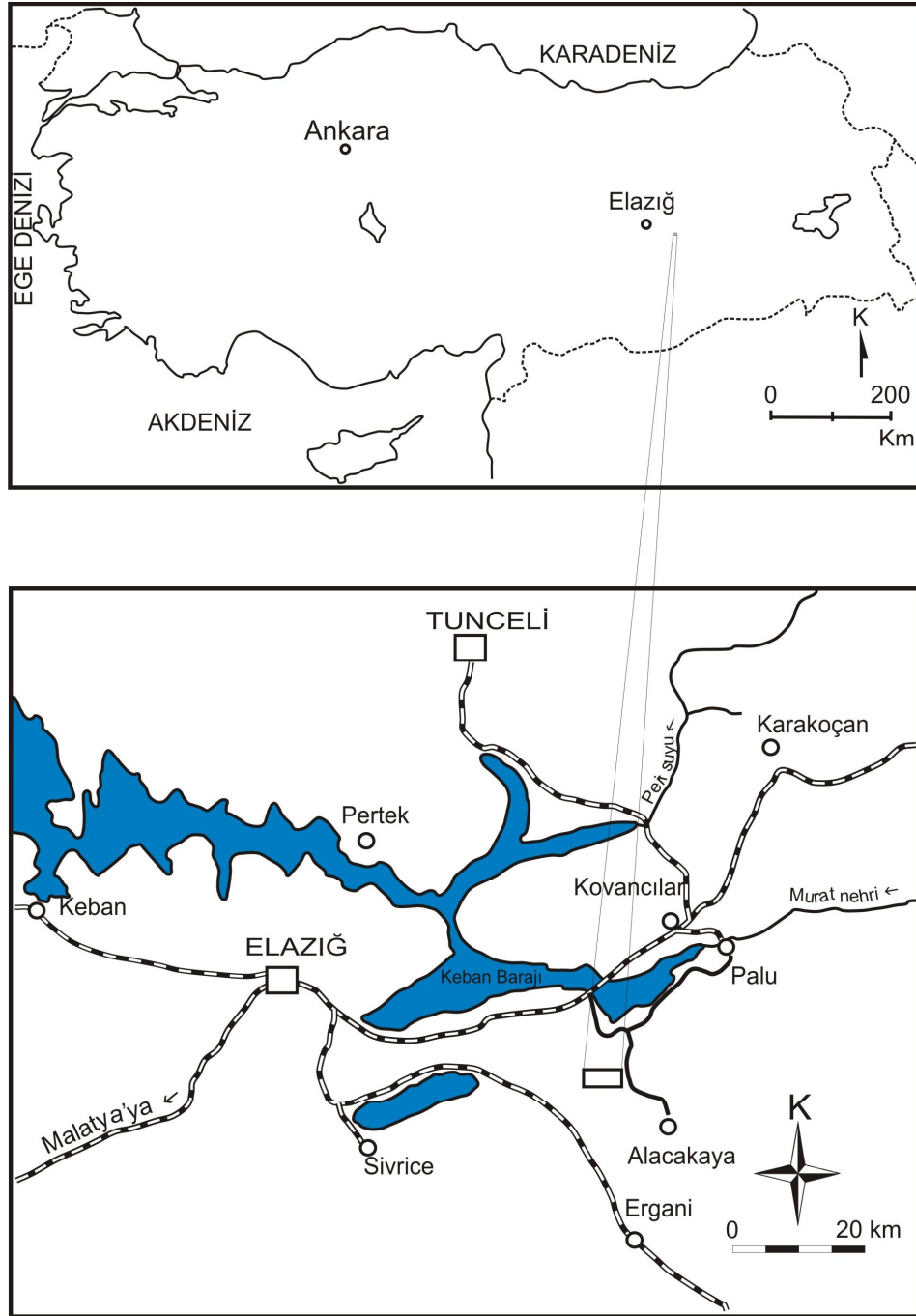
1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

Kromit ilk defa cevher olarak 1765 yılında keşfedilmiş, 1798 yılında da bir Fransız kimyacı olan Luis Vaquelin tarafından laboratuvar ortamında metalik krom elde edilerek gümüş renkli olduğu için latince “renk” anlamına gelen “chromium” adını vermiştir. Kromit yatakları çoğunlukla peridotit veya serpantin gibi ultrabazik denen kayaç türleri içinde, magmanın soğuması anında bir nevi ayırımı tabi olarak oluşurlar. Kromit, ekonomik değer taşıyan tek krom minerali olup kullanım alanları dikkate alınarak bileşimlerine göre metalurjik, kimyasal ve refrakter cevher olarak üç grupta toplanır. Kromit, bazik ve ultrabazik kayaçlar içerisinde 0.5 cm’den 50 m’ye kadar kalınlıklara sahip olup Türkiye’de ofiyolitik seriler içerisinde geniş alanlara yayılmaktadırlar. Elazığ’ın Guleman bölgesi de kromit cevherleşmeleri açısından Türkiye’nin önemli bölgelerinden biridir. Buradaki başlıca ana cevherleşmeler Altındağ, Gölalan, Tenkella, Kefdağ, Kapin-Şabata, Ayıdamar, Uzundamar I-II, Tepebaşı, Lasir ve Rut cevherleşmeleridir. Çalışmanın konusu olan Kefdağı bölgesi; Batı Kef ve Doğu Kef bölgesi kromit cevherleşmeleri olmak üzere iki ana bölgeye ayrılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Batı Kef ve Doğu Kef bölgesindeki kromit cevherleşmelerinin kökenini, mineralojisini, kimyasal özelliklerini ve yan kayaçlarla olan ilişkilerini ortaya çıkarmak ve iki bölge arasında karşılaştırma yapmaktır. Bu çalışma için Kefdağı bölgesindeki kromit damarlarından ve yan kayaçlardan sistematik örnekler alınmıştır. Arazide cevherleşmenin boyutları, konumu ve tektonik hareketleri incelenmiş, bu hareketlerin cevher damarları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Daha sonra cevher ve yan kayaç örneklerinden parlak ve ince kesitler hazırlanmış ve mikroskopta incelenerek, bunların mineralojik ve dokusal özellikleri belirlenmiştir. Kromit cevherlerine ait 35 adet örnek seçilmiş ve Elazığ Eti Krom Fabrikası laboratuvarlarında X Ray Floresan (XRF) yöntemiyle analiz edilmiştir.

Kef Dağı cevherleşmelerinin mineralojisi, peridotit birimi ile olan ilişkisi, kökeni ve oluştuğu jeotektonik ortamı; çalışma bölgesinden alınan sistematik numunelerin mikroskobik ve kimyasal incelemeler sonucunda ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

1.2. Coğrafi Durum

İnceleme alanı Elazığ İlinin yaklaşık 90 km güneydoğusunda Alacakaya İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Bölgeye ulaşım Elazığ-Bingöl karayolunun 50. km'sinden güneye ayrılan bir yol ile ya da Maden ilçesinden kuzeydoğuya ayrılan bir yol ile sağlanmaktadır. Cevherleşme bölgesinde ocaklara ise Etibank (Eti Krom A.Ş.) tarafından açılmış stabilize yollarla ulaşılabilir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde kalan çalışma bölgesi karasal iklimin etkisi altındadır. Bölgede kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Bölgede kış aylarında don olayı ve sıkça kar tipileri görülmektedir. Çalışma bölgesi bitki örtüsü bakımından oldukça fakirdir. Karasal iklimin neticesi olarak bölgede soğuk havalara dayanıklı olan meşe ağaçları bulunmaktadır. Yöre halkının çoğu, geçimini madencilik ve hayvancılıkla sağlamaktadır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Guleman bölgesinde madencilik çalışmaları Cumhuriyetin ilk yıllarında başlamış olup, bu bölgede günümüze kadar birçok jeolojik çalışma yapılmıştır. Bölgede krom cevherinin üretim teknikleri, genel jeolojisi ve petrografisi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Bölgede yapılan ilk ve en önemli çalışma 1970’li yılların sonu ile 1980’li yılların başında MTA tarafından yürütülen “Uzun Vadeli Büyük Madenler Projesi”dir. Bu proje kapsamında Guleman Ofiyolitinin büyük bir kesiminin prospeksiyonu yapılmış ve 1/5000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır. Daha sonra krom cevheri zonlarının 1/1000 ölçekli detay jeolojileri yapılmış ve bunların yeraltındaki uzanımlarını karşılaştırmak için 1/500 ölçekli galeri jeoloji haritaları yapılmıştır (Arıkal ve Taşan, 1986).

Guleman Ofiyoliti Özkaya (1975), Perinçek (1979, 1980), Aktaş ve Robertson (1984) ile Bingöl (1986)’nın bölgesel ölçekli jeolojik çalışmalarında incelenmiştir.

Engin ve diğ. (1982), “Guleman krom yataklarının ve Guleman peridotit biriminin genel jeolojik konumu ve yapısal özellikleri” adlı çalışmalarında birimin genel özellikleri ve yapısal özellikleri hakkında incelemelerde bulunmuşlardır. Yer bilimciler Sori bölgesindeki krom cevherleşmelerinin daha çok tektonit-kümülat sınırı ve tektonitler içinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmacı daha sonra Guleman ofiyolitinin metamorfizma koşulları üzerinde çalışmalar yapmış ve serpantinleşme derecesi ile ikincil mineral oluşumları üzerinde tespitlerde bulunmuştur (Özkan, 1984).

Özkan ve Öztunalı (1984), Guleman Gurubu’nda daha çok yan kayaçlar üzerinde incelemelerde bulunup yan kayaç petrolojisini incelemişlerdir.

Bingöl (1986), Guleman bölgesindeki ofiyolitik birimin asıl olarak harzburgitlerden oluştuğunu belirtip, harzburgitler içerisinde dünit bant ve mercekleri ile podiform kromit yataklarının bulunduğunu belirtmiştir.

Özkan ve Sümer (1986), Rut, Orta Lasir ve Yeni Lasir Krom Yataklarının maden jeolojisi raporunda, 5750 m uzunluğundaki galerilerin 1/500 ölçekli yeraltı jeolojisi haritasını hazırlamışlardır.

Çakır (1994), Guleman bölgesinde Batı Kef krom yatağının jeolojik özelliklerini incelemiştir.

Özsoy (2001), Ayıpınarı krom cevherleşmelerinin ortomağmatik evrede kristal eriyik farklılaşması ile okyanus ortası sırtlarda oluştuğu sonucuna varmıştır.

Kapın ve Şabata kromitlerini inceleyen Aslantaş (2001), çalışma alanındaki kromit cevherleşmelerinin mineralojik ve kimyasal özelliklerini belirlemiş ve bunların Alpin tipi kromitlerle aynı karakterde olduğunu belirtmiştir.

Örün (2002), Rut-Lasir bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması sonucunda Alpin tipi kromitlerin görüldüğü cevherleşme bölgesinde kromitlerin tektonik yerleşimli olduğunun sonucuna ulaşmıştır.

Kılıç (2005), Guleman Ofiyolitine ait kayaçların mineral topluluğunun prehnit – pumpellyit fasiyesi ve alt yeşilist fasiyesine kadar çıktığını belirtmektedir.

Başpınar (2006), Guleman Ofiyolitine ait kromitlerin PGE içeriklerini dünyanın diğer bölgeleri ile karşılaştırmıştır. Araştırmacı, Ir'un diğer bölgelere göre yüksek olduğunu, Pt ve Pd'un Merensky Reef ve Bushveld Kompleksi'nden düşük Dalabute ofiyolitinden yüksek değerlerde, Au'nın diğer bölgelere göre yüksek değerlerde olduğu sonucuna varmıştır.

Bölgede ayrıca üretimi geliştirme amaçlı olarak Eti Krom A.Ş. tarafından çalışmalar yapılmıştır. Bunlar daha çok krom cevherlerinin boyutlarını belirlemek ve rezerv tespiti yapmak üzerine olmuştur.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

Guleman bölgesi Türkiye'nin önemli tektonik yapılarından biri olan Güney Doğu Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde yer alması nedeniyle bölgedeki kayaçlar çoğunlukla alloktondur (Özsoy, 2001). Otokton birim olarak Lice Formasyonu (Alt Miyosen); allokton birimler olarak da Guleman Grubu (Jura-Alt Kretase), Hazar Karmaşığı (Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen) ve Maden Karmaşığı (Orta Eosen) bulunmaktadır (Şekil 2.1, 2.2).

2.1. Otokton Birimler

2.1.1. Lice Formasyonu (Alt Miyosen)

Bölgedeki tek otokton birim Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonu'dur. Filiş özelliğindeki Lice Formasyonu, GD Anadolu Bindirmesi'nin denizel bir klastik istif olarak yaygın şekilde yüzeylemektedir (Perinçek, 1979). Kumtaşı, kiltası, marn ve kireçtaşı litolojisindeki Lice Formasyonu Diyarbakır İline bağlı Ergani İlçesinin güneyinde kaba kumtaşı litolojisi sunar ve yaklaşık kalınlığı 150 m'dir. Ergani'nin kuzeyinde ise ince kireçtaşı arakatmanlı, düzgün şeyl ve marn aralanması olarak görülür. Kuzeye doğru Guleman bölgesinde ise kireçtaşı arakatmanları seyrekleşir ve şeyl-kumtaşı aralanmasından ibaret filiş görünümünü alır (Arıkal ve Taşan, 1986).

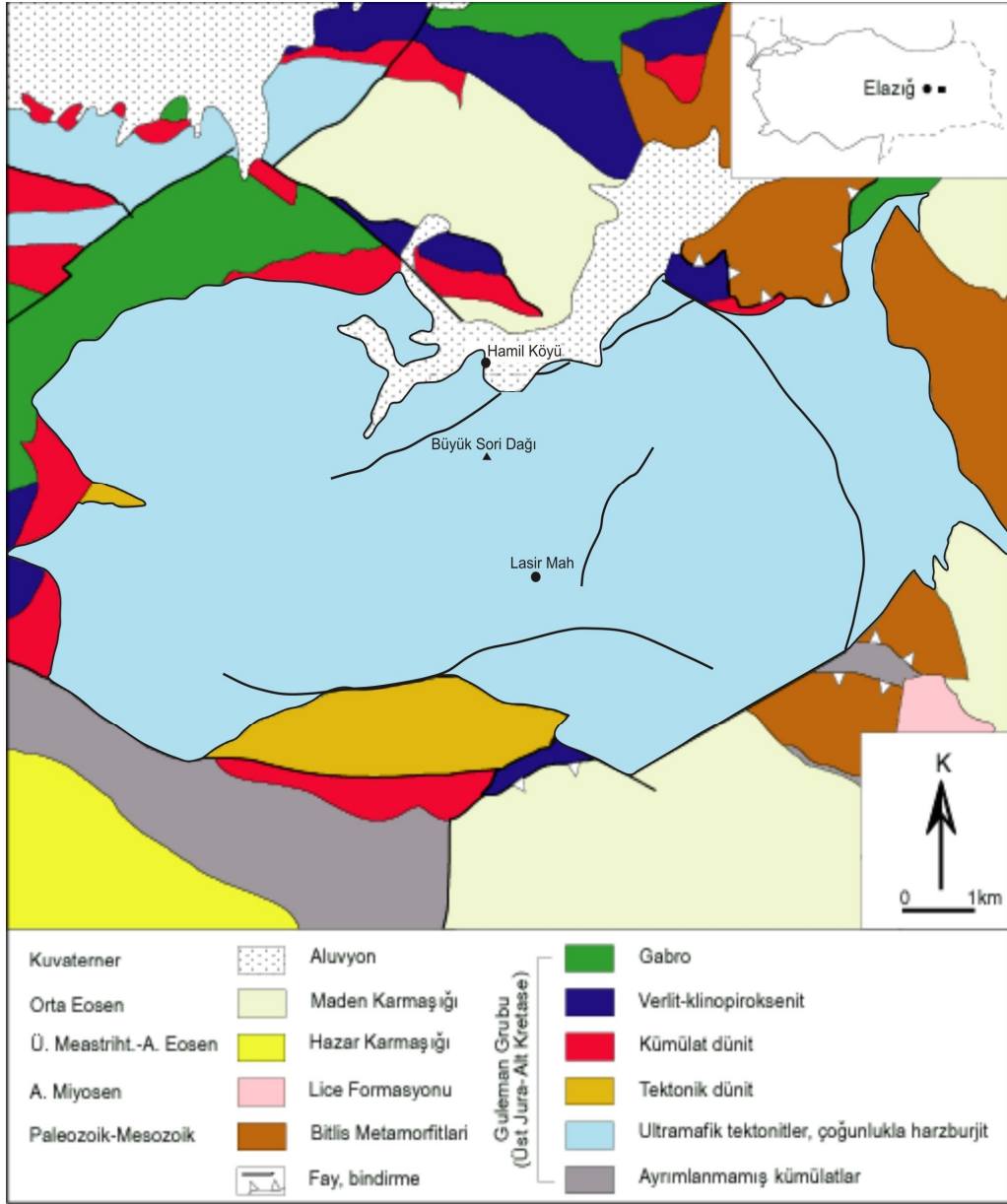
2.2. Allokton Birimler

2.2.1. Guleman Grubu (Jura-Alt Kretase)

Jura-Alt Kretase yaşlı bu birim Lice Formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Ofiyolit istifi tam olarak sergilemeyen Guleman Grubu tektonitlere ve kümülatlara ait kayaçlar içermektedir. Kümülatlar dünit-verlit-piroksenit aralanması, gabro seviyesi ve çok az oranda kromit kütleleri içerir. Tektonitler; harzburjit, dünit ve podiform kromit kütlelerini içermektedir. Guleman Grubu ofiyolitik seri içerisinde levha dayk karmaşığı görülmemektedir. Bazı araştırmacılar (Erdoğan, 1982; Özkan, 1983; Özkan ve Öztunalı, 1984) bölgede yayılım gösteren Caferi Volkanitleri olarak adlandırılan volkanitlerin Guleman Ofiyoliti'nin yüzey kayaçları olarak kabul etmişlerdir. Ancak, bir grup araştırmacı da (Perinçek, 1979; Yazgan, 1981; Bingöl, 1984) bu volkanitlerin, Elazığ Magmatitleri'ne ait olduğunu belirtmişlerdir.

YAŞ	GRUP	BİRİM	Kalınlık	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
ORTA EOSEN	MADEN KARMAŞIĞI	Üst Volkanik ve Sedimentler	> 200 m		Mafik volkanitler (andezit-bazalt), aglomera ve tuf
	MADEN KARMAŞIĞI	Alt Volkanik ve sedimentler	1000-3000 m		Yanal ve düşey girik mafik volkanikler karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı
ÜST MEASTRIHTIYEN ALT EOSEN	HAZAR KARMAŞIĞI		> 2250 m		Fosilli kireçtaşı
					Yer yer volkanik ara katkılı Kumtaşı-kiltaşı-şeyl-marn-killi kireçtaşı aralanması
JURA-ALT KRETASE	GULEMAN GRUBU	Bantlı Gabro	100-900 m		Konglomera
		Peridotit	> 3000 m		Bantlı gabbro ve pegmatitik dayklar
ALT MİYOSEN	LİCE FORM. FİLİŞ		> 150 m		Komit cevherleşmeleri Dünit, harzburgit, lertzolit ve piroksenit yığılımları
					Seyrek kireçtaşı arakatmanlı, şeyl-kumtaşı aralanması

Şekil 2.1. Guleman bölgesinin genelleştirilmiş tektonostratigrafik kesiti (Erdoğan, 1982).



Şekil 2.2. Guleman (Elazığ) bölgesinin jeoloji haritası (Özkan ve Öztunalı, 1984'den sadeleştirilerek).

2.2.2. Hazar Karmaşığı (Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen)

Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Karmaşığı, Guleman Grubu üzerine uyumsuzlukla gelir. Kumtaşı, şeyl, marn ve kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Birimin tabanında konglomera, üst kısımlarına doğru kumtaşı-kiltaşı-marn-killi kireçtaşı-sileksit-radyolarit ve pembe-kırmızı renkli fosilli kireçtaşları gelmektedir. Ayrıca bu birim içerisinde; bazalt, diyabaz, tüf ve andezit gibi volkanik ara katkılar da görülür (Arıkal ve Taşan, 1986).

2.2.3. Maden Karmaşığı (Orta Eosen)

Orta Eosen yaşılı Maden Karmaşığı, Hazar Karmaşığı üzerine uyumlu olarak gelir. Bu birim karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, yastık lavlar, andezit-bazalt, aglomera ve tuf litolojisinde izlenir. Kireçtaşları içerisinde Nummulit fosilleri gözlenmiştir (Arıkal ve Taşan, 1986).

Perinçek (1980), Maden Karmaşığı içerisindeki kireçtaşı bloklarının sığ ortamda çökeldiğini daha sonra havzanın derin kısmınaolistolit olarak yerleştiklerini belirtmiştir. Birim içerisindeki volkanik kayalar ise Aktaş ve Robertson (1984)'ın volkanik kayalarda yaptığı jeokimyasal değerlendirmeler neticesinde kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerinde, yay önu bölgede oluştuğunu belirtmektedir.

3. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

3.1. Guleman Grubu (Jura-Alt Kretase)

Tanım

Guleman Grubu kayalar Elazığ Alacakaya ilçesinin KD'sunda geniş yayılımlar sunmaktadır. Bu birim üzerinde çalışmalar yapan farklı araştırmacılar değişik isimler kullanmışlardır. Özkaya (1975) bu birim için "Guleman Ultrabazik ve Serpantinitleri" tanımını kullanmıştır.

Genelde birçok araştırmacı bu birim için "Guleman Ofiyoliti" terimini kullanmıştır (Özkan ve Öztunalı, 1984; Engin ve diğ., 1985; Özkan, 1982, 1983, 1984).

Perinçek (1979), Erdoğan (1982) ve Bingöl (1986) ise birimi "Guleman Grubu" olarak isimlendirmişlerdir.

Engin ve diğ. (1982), Guleman bölgesindeki bazik ve ultrabazik kayalar üzerine yaptığı çalışmalarda birimi tektonitler ve kümülatlar olarak iki alt birime ayırmış ve "Guleman Peridotit Birimi" olarak adlandırmışlardır.

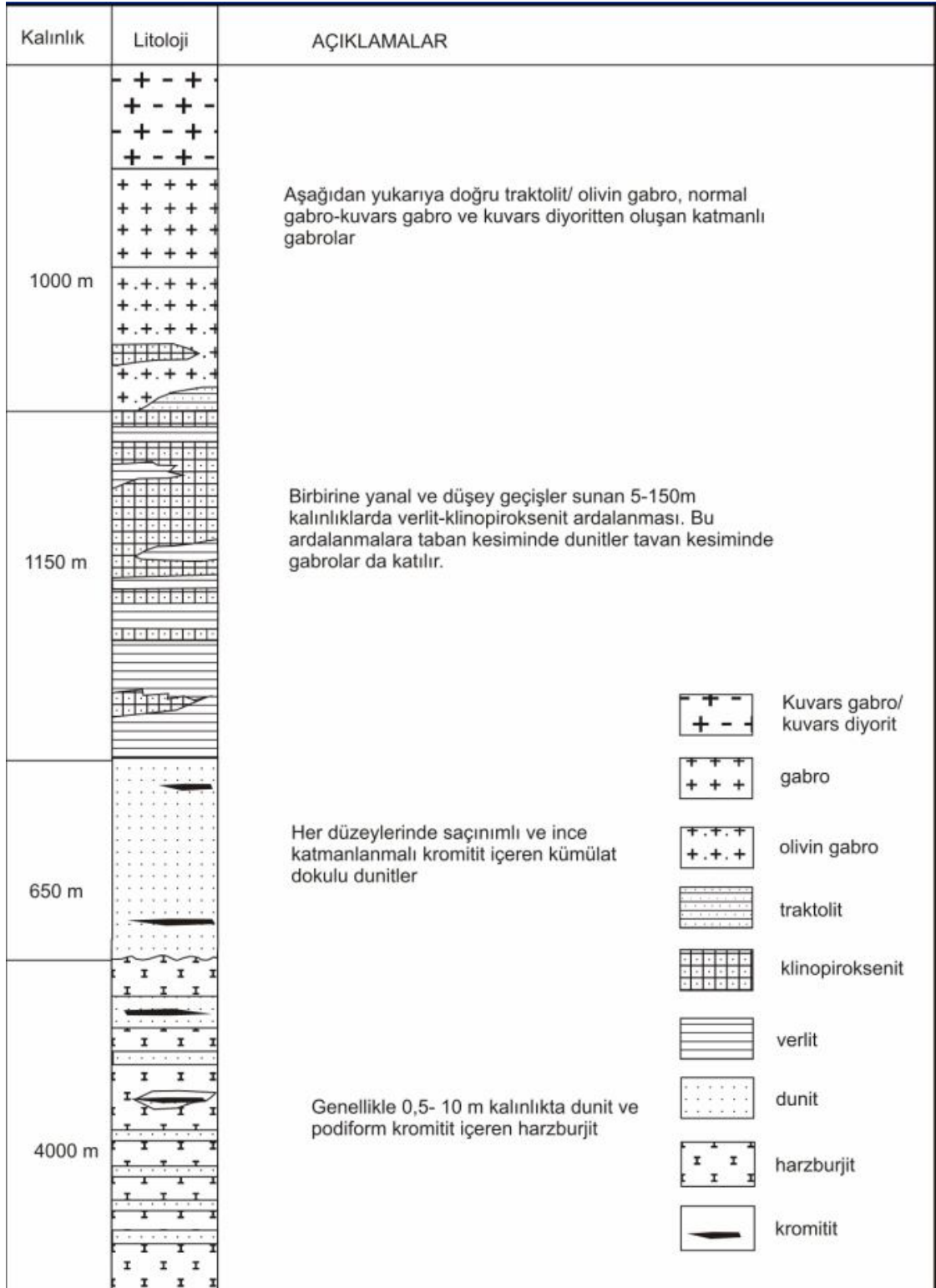
Dağılım ve Konum

Guleman Grubu'na ait kayalar Elazığ ilinin GD'sunda Alacakaya ilçesi civarında yaygın olarak gözlenir. Yaklaşık 200 km²'lik bir alan kaplayan bu birim tektonitlerden ve kümülatlardan oluşmakta olup, tektonitler kümülatlara oranla daha geniş yayılımlara sahiptir (Engin ve diğ., 1982).

Çalışma alanını kapsayan Batı Kef - Doğu Kef bölgesinde Guleman Grubu'nun tektonit birimine ait kayalar görülmektedir.

Litoloji

Guleman Grubu eksik bir ofiyolit istifi olup, birim içerisinde levha dayk karmaşığı ve bazik volkanik kayalar görülmemektedir (Şekil 3.1), (Özkan, 1984).



Şekil 3.1. Guleman Grubu'nun stratigrafik dikme kesiti (Özkan, 1984).

Guleman Grubu'nun tabanında başlıca dünit, harzburgit ardalanmasından oluşan ultramafik tektonitler ve bunların üzerinde dünit, verlit, piroksenit ve gabro gibi kayalardan oluşan kümülat birimi yer alır. Çalışma bölgesini oluşturan Kef bölgesinde tektonitlere bağlı olarak harzburgit, kümülatlara bağlı olarak dünitler görülmektedir. Bu kayalar arazide oldukça sert bir topoğrafya sergilerler.

Alterasyon yaygın olmamakla beraber yer yer de olsa gözlenmektedir. Bunun yanında alterasyon sonucu serpantinler de oluşmuştur. Fay zonları ile kırık ve çatlaklarda kalınlıkları 5-10 cm arasında değişen manyezit oluşumları gözlenmektedir. Manyezit oluşumlarına Doğu Kef bölgesindeki yeraltı maden ocaklarının üretim bölgelerinde rastlanmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Doğu Kef yeraltı maden ocağındaki manyezit oluşumundan bir görünüm

Oluşum Ortamı ve Yaş

Doğu Toroslar'da araştıma yapan pek çok araştırmacı, Guleman ofiyolitinin Arap Levhası ve Anadolu Levhası arasında Üst Triyas'tan açılmaya başlayan okyanus kabuğu ürünleri olduğunu ve bu okyanusun Üst Kretase'de başlayan kapanması ile de güneye

doğru Arap Levhası üzerine bindirdiğini kabul etmektedirler (Perinçek, 1979; Perinçek ve Özkaya, 1981; Bingöl, 1984; Sungurlu ve diğ., 1985).

Guleman Ofiyoliti, Anadolu Levhası ile Arap Levhası'nın arasında meydana gelen çarpışma sonucu; dalan okyanusal kabuk üzerinde meydana gelen açılma ve sonrasında bu açıklığı dolduran okyanusal kabuk ürünüdür (Çelik, 2005).

Özkan (1982), Guleman Ofiyolitinin Üst Jura – Alt Kretase Bingöl (1984, 1986) ise Geç Jura – Erken Kretase yaşlı olduğunu belirtmektedir.

Kılıç (2005), birim üzerine yaptığı çalışmada; Guleman Ofiyoliti'nin Neotetis'in güney kolunun, Üst Kretase'de kuzeye doğru dalmasıyla, dalan kabuk üzerindeki okyanusal kabukta meydana gelen açılmaya bağlı olarak gelişen okyanus kabuğu ürünleri olduğu belirtmiş ve dolayısıyla yaşının da Üst Kretase olması gerektiğini ileri sürmüştür.

3.2. Tektonizma

Guleman Ofiyolitinde izlenen kırık ve fayların hepsi ofiyolit yerleşmesi esnasında ve sonrasındaki kabuk hareketleri ile olmuştur (Özkan, 1982).

Batı ve Doğu Kef Krom yatağı genel olarak K-G doğrultulu sıkışma fazına bağlı kuvvetli bir tektoniğin etkisinde kalmış ve iki büyük tektonik dilime ayrılmış durumdadır (Çakır, 1994).

Batı-Doğu Kef bölgesinde kromit cevherleşmeleri yaklaşık D-B doğrultulu ve 80-85° ile güneye eğimlidir. Bu bölgedeki cevherleşmeler genel olarak D-B uzanımlı fayların arasında bulunmaktadır.

Batı ve Doğu Kef bölgesinde kromit cevherleşmelerinin kalınlıkları ortalama 35-40 m arasında değişkenlik gösterdiğinden bölgede cevher takibinde fayların olumsuz etkileri minimum seviyededir.

Kef dağında yüzeyde yapılan arazi incelemelerinde kromit cevherleşmesini sınırlayan Kef fayının genel olarak D-B doğrultulu, 70-85 derece arasında güneye eğimli olduğu belirlenmiştir.

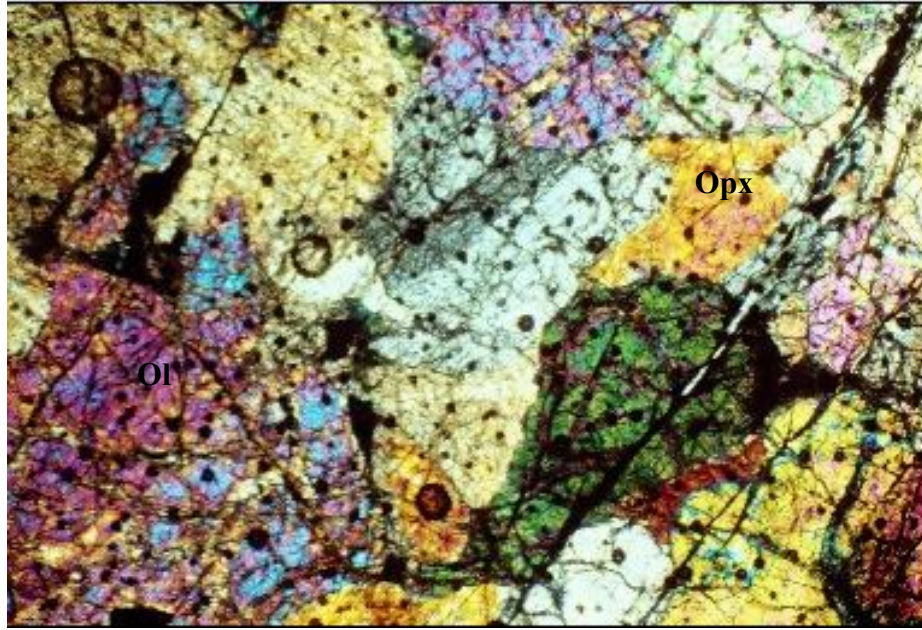
Çalışma bölgesinde kromit kütlesi harzburjit - dünit dokanağında yer alır. D-B uzanımlı bu kromit kütlesi Doğu Kef ve Batı Kef kromit kütlelerine ayrılır.

4. PETROGRAFİ

Kef dağı bölgesinde yapılan incelemeler neticesinde alınan sistematik yan kayaç örneklerinden ince kesitler yapılmış ve bunların mikroskopta incelenmesi sonucu Guleman Gurubu'na ait tektonitlerin harzburjit ve dünit bileşimli oldukları görülmüştür. Bu kayaçların alterasyonu sonucu, serpantin mineralleri oluşmuştur. Bu serpantinleşme sonucunda demiroksitler açığa çıkmıştır.

4.1. Harzburjitler

İnceleme alanında; kromit cevherleşmelerinin taban taşı olarak adlandırılan kuzey kesiminde görülen kayaç grubudur. Esas olarak olivin ve ortopiroksen minerallerinden oluşmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Guleman Grubu'na ait harzburjitlerin mikroskopta görünümü. Ol: Olivin, Opx: Ortopiroksen, Ç.N.X 32

Daha az oranda klinopiroksen, opak mineraller ve ikincil mineraller görülmektedir.

Olivin harzburjitler içerisinde egemen mineral olup hacim olarak kayacın yaklaşık % 85'ine yakın kısmını kaplamaktadır. Olivinler genellikle parçalanmış fakat az oranlarda iri kristalli olivinler (3-5 mm) de görülmektedir.

Özkan (1982) ve Üşümezsoy (1990), harzburjitleri oluşturan olivinlerin % 85-90 forsterit içeren krizolit bileşiminde olduklarını belirtmişlerdir. Olivinler içerisinde plastik deformasyon izleri görülmektedir. Olivinler yüksek çift kırma rengine sahip olduklarından, mikroskopta canlı ve parlak renklerde görünürler.

İnceleme alanındaki olivinler hem porfiroklastlar hemde matriksi oluşturan küçük mineraller halinde porfiroklastik doku şeklinde bulunması tektonitlere has bir özelliktir. Harzburjitler içerisinde olivinlerden sonra hacim olarak % 10-12'lik alan kaplayan ortopiroksenler görülür. Ortopiroksenlerde foliyasyon düzleminin kesitteki izine paralel sönme görülmesi, dik deformasyon ikizleri gösteren porfiroklastlar halinde olduğunu gösterir.

Bu mineraller genelde özşekilsiz bazen de yarı özşekilli olarak bulunmaktadır. Ortopiroksenler genelde tek yönde iyi gelişmiş dilinimlere sahiptirler. Ancak az olarak bazı kristallerde iki yönde ve aralarındaki açı 90 derece olan dilinimler de izlenmektedir.

Klinopiroksenler, kayaç içerisinde çok az olarak (% 1-2) izlenmektedir. Bu mineraller öz şekilsiz ve küçük kristaller halinde bulunmaktadır. Tek yöndeki dilinim izlerine göre 15 – 35° arasında bir sönme açısına sahiptirler.

Piroksen minerallerinde deformasyon sonucu oluşmuş eğilme ve bükülmeler görülmektedir. Harzburjitler içerisinde opak mineraller ve ikincil serpantin mineralleri de tespit edilmiştir. Kromit minerali yaklaşık % 1-2 oranında bulunur. Genelde foliyasyon düzlemine paralel uzama gösteren porfiroklastlar halinde gözlenir.

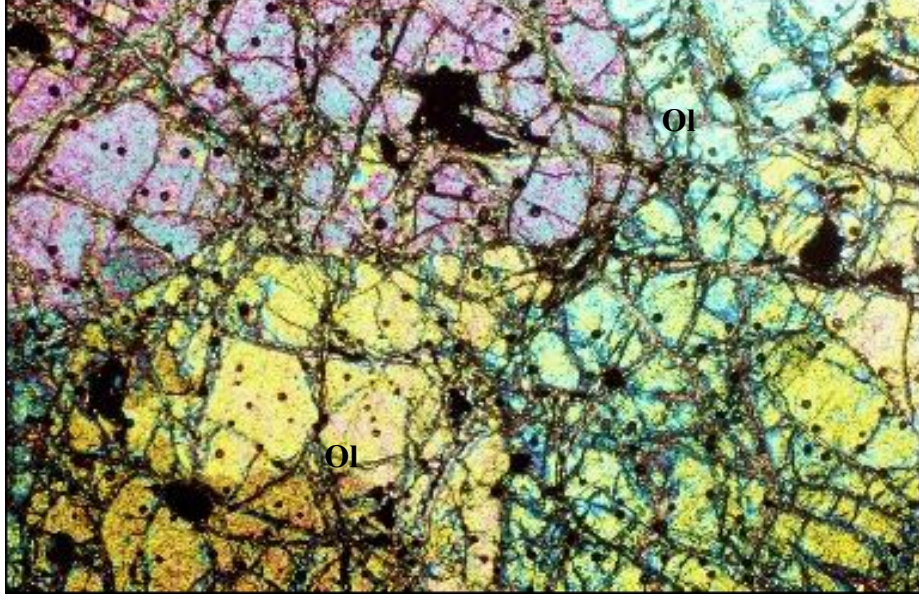
4.2. Dünitler

Çalışma bölgesinde cevherleşmenin tavan taşı kısmında güney kesimlerinde daha çok görülmektedirler. Genellikle 3-8 mm, yer yer birkaç cm'yi aşan boyutlarda iri olivinleri ve alışılmışın üzerinde kromit içermesiyle tipiktir (Engin, 1985; Engin ve Sümer, 1987).

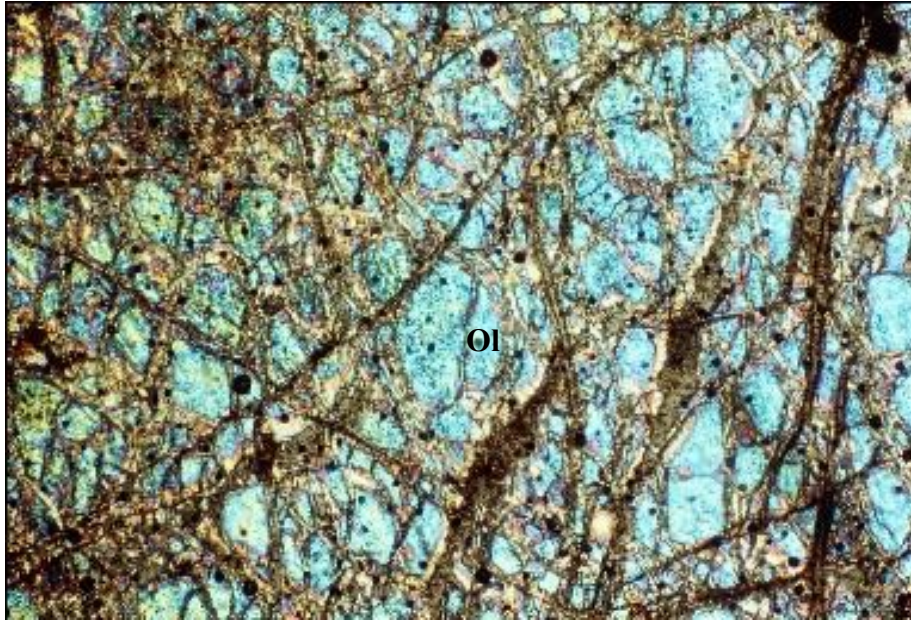
Olivin minerali bu kayacın % 95-98'ni oluşturmaktadır. Ayrıca az miktarlarda (% 3-5) opak mineraller de içermektedirler. Olivinler mikroskopta yer yer özşekilli, özşekilsiz iri kristaller halinde (Şekil 4.2) hem de parçalanmış küçük kristaller halinde bulunmaktadır (Şekil 4. 3). İri olivin kristallerinde plastik deformasyon sonucu uzamalar kristal içi kaymalara bağlı olarakta king-bantlar oluşmuştur (Şekil 4.4).

Dünitler içerisinde % 3-5 oranında ortopiroksen minerali saptanmıştır. Bu mineraller özşekilsiz iri kristalli ve tek yönde iyi gelişmiş dilinimlere sahiptirler. Bu kayaçlarda

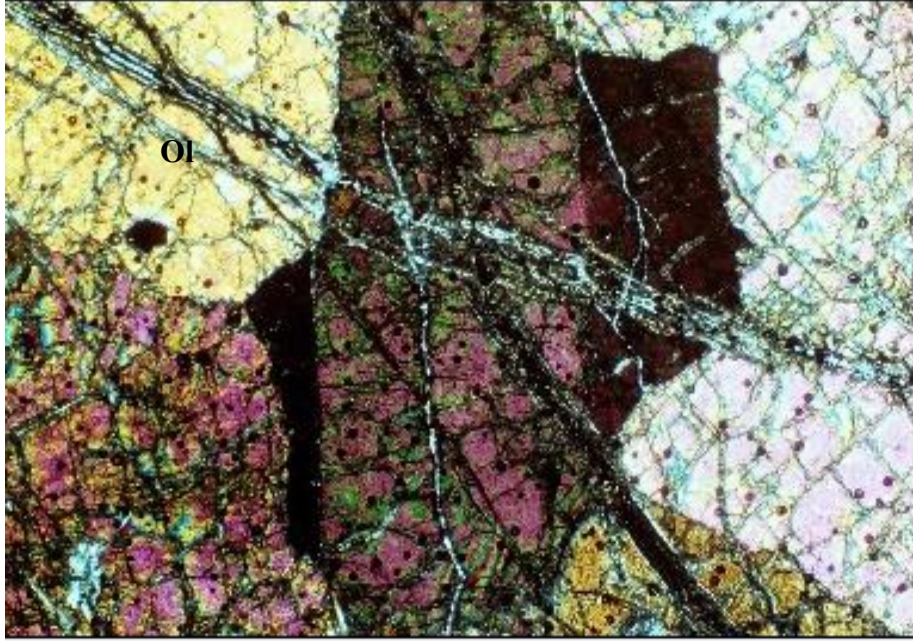
olivinlerin alterasyonu sonucu lizardit ve krizotil türü mineraller, ortopiroksenlerin alterasyonu sonucu ise bastit mineralleri gelişmiştir.



Şekil 4.2. İri kristalli özşekilsiz olivinlerin mikroskopta görünümü. Ol: Olivin, Ç.N.X32



Şekil 4.3. Guleman Grubu'na ait parçalanmış olivin kristallerinin mikroskopta görünümü. Ol: Olivin, Ç.N.X32



Şekil 4.4. Guleman Grubu'na ait olivinlerdeki king-bantların mikroskopta görünümü.
Ol: Olivin, Ç.N.X32

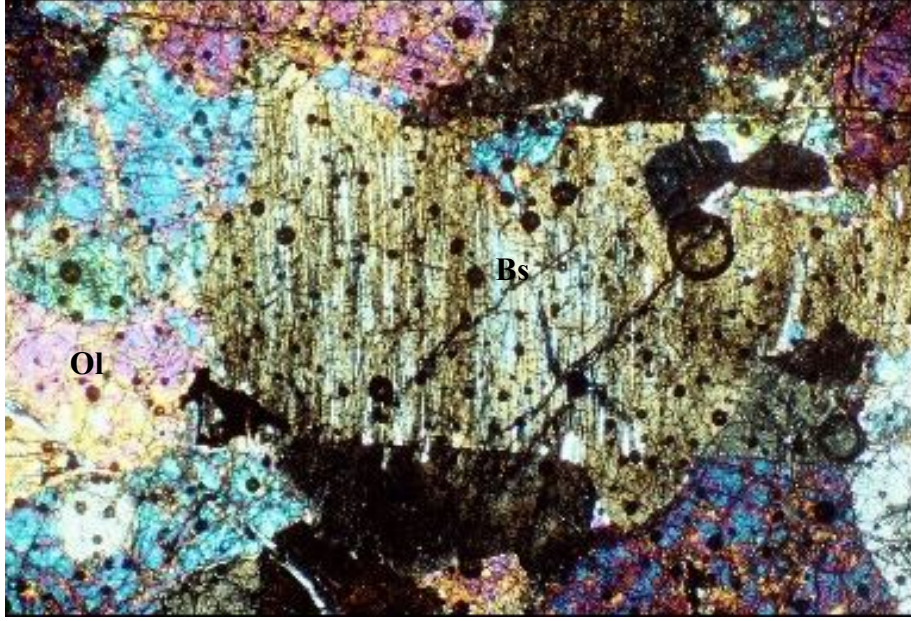
4.3. Serpantinitler

Serpantinitler, peridotitik kayaçların yüzeysel koşullar ve hidrotermal şartlar altında geçirmiş oldukları alterasyon sonucu oluşmuşlardır. Çalışma alanındaki peridotitik kayaçlarda serpantinleşme çok yaygın değildir. Ancak yer yer olivin ve ortopiroksen minerallerinde serpantinleşme gözlenmektedir.

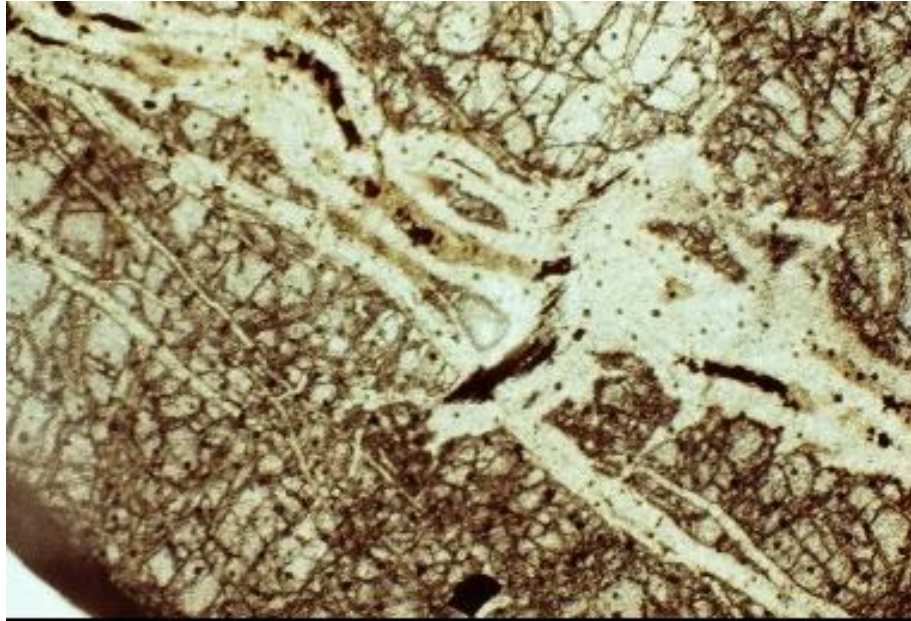
Mikroskobik incelemeler sırasında olivin ve ortopiroksen minerallerinin kenardan itibaren serpantinleştikleri ve kristalin orta kısımlarında kalıntı halinde birincil minerallerin varlığı izlenmiştir. Bazı örneklerde ise bu mineraller tamamen serpantin minerallerine dönüşmüşlerdir. Ortopiroksenlerin alterasyonuna bağlı olarak bastit mineralleri oluşmuştur (Şekil 4.5). Ayrıca bu minerallerin serpantinleşmesi sırasında demiroksitler açığa çıkmıştır (Şekil 4.6).

Olivinler lizardit ve krizotil türü serpantin minerallerine de dönüşmüşlerdir. Bu dönüşüm sonucu serpantinlerde ağ dokusu gelişmiştir. Genellikle bu dokunun merkezi kısımlarında olivin tanelerine rastlanmaktadır. Ancak bazı örneklerde ise olivinler tamamen serpantinit minerallerine dönüşmüşlerdir (Şekil 4.7).

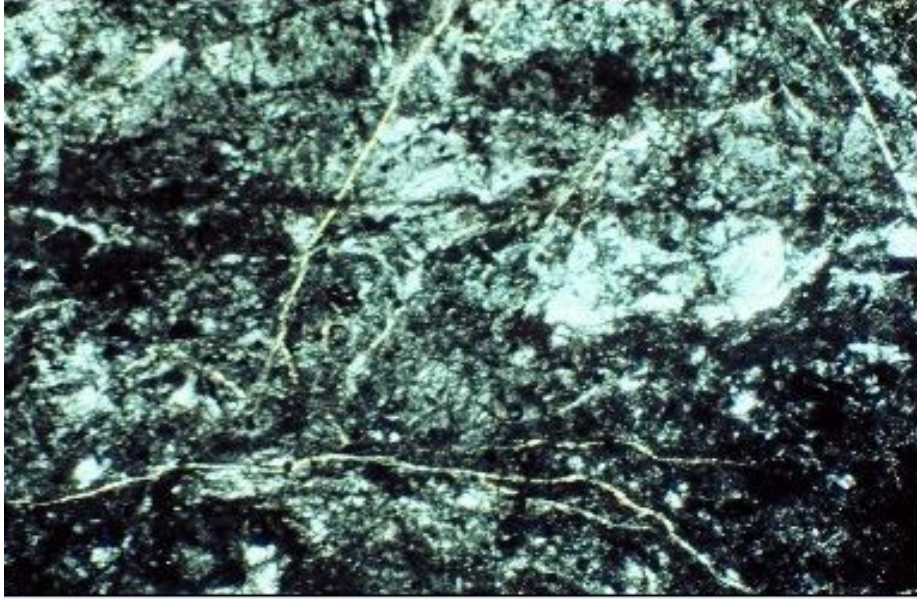
Ayrıca kayaçlar içerisinde bulunan piroksenlerin alterasyonu sonucu iğnemsî şekilli ve ışınal tremolit mineralleri de meydana gelmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.5. Bastite dönüşen ortopiroksenlerin mikroskopta görünümü. Bs: Bastit, Ol: Olivin, Ç.N.X32



Şekil 4.6. Serpantinleşme sırasında açığa çıkan demiroksitlerin (kahverengimsi) mikroskopta görünümü. Ç.N.X32



Şekil 4.7. Olivinlerin alterasyonu sonucu oluşan serpantin minerallerinin mikroskopta görünümü. Ç.N.X32



Şekil 4.8. Guleman Grubu'na ait kayalarda iğnemsî ve ışınsal tremolitlerin mikroskopta görünümü. Tr: Tremolit, Ol: Olivin, Ç.N.X32

5. BATI VE DOĞU KEF BÖLGESİ KROMİT CEVHERLEŞMELERİ

Daha önce yapılan araştırmalarda Guleman Grubu içinde 500'den fazla krom zuhuru bulunduğu belirtilmiştir (Engin ve diğ.,1982).

Bu krom zuhurlarının bazıları çeşitli boyutta birbirleri ile bağlantısı olmayan bağımsız, bazıları da kısa kesintilerle devamlılık gösteren zuhurlardır. Bu kromit kütlelerinin doğrultu boyları birkaç cm'den birkaç yüz m'ye kadar değişir (Şekil 5.1). Guleman Grubu içindeki krom yatakları hem tektonitler hem de kümülatlar içerisinde gözlenir. Fakat tektonitler içerisinde ve tektonit - kümülat sınırında daha yoğundur (Özkan, 1983). Kefdağı kromit cevherleşmesi Guleman tektoniğinde harzburjit - dünit dokanağına yakın yer alır. Kef Dağı bölümünde madencilik çalışmalarının 1939 yıllarında başladığı bilinmesine karşın, elde edilebilen ilk üretim rakamları 1952 yılına aittir. Etibank kayıtlarına göre, 1952-1981 yılları arasındaki dönemde Batı Kef Yatağı'ndan toplam 1 000 000 ton kadar cevher üretilmiştir. Kef dağı kromit damarı ortalama 10 m, yer yer 50 m kalınlık göstermekte (EK-1) ve bazı bölümlerde cevher içerisinde büyük kütleler halinde yan kayaçların olması tek damar olan kromit cevherleşmesinde iki damar olarak izlenmektedir. Peridotit içindeki Kef Dağ kromit damarı kromitçe zengin ve fakir cevherlerden meydana gelmiştir.

Batı Kef – Doğu Kef kromitlerinin minerolojik, yapısal, kimyasal özellikleri ve işletme durumu ile ilgili karşılaştırmaları Çizelge 5.1 de verilmiştir. Bu karşılaştırma değerlendirildiğinde iki bölge kromitleri arasında hemen hemen hiç fark bulunmamaktadır. Cevherin tenöründe ve kullanım alanında farklılık vardır.

Krom yatağının tenörü, % 10-46 Cr₂O₃ arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 5.2).

D-B uzanımlı bu kromit cevheri kütlesi Doğu Kef Dağı ve Batı Kef Dağı kromit cevherleşmeleri olarak ikiye ayrılır.

Tablo 5.1. Batı Kef ve Doğu Kef kromit cevherleşmelerinin bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Engin ve diğ., 1982; Özkan,1982,1983,1984 ve Çakır,1994’den derlenmiştir).

		BATI KEF BÖLGESİ	DOĞU KEF BÖLGESİ
Yan Kayacın Mineralojisi ve Petrografisi	Yankayacın Türü	Taban taşı harzburjit, tavan taşı dünit	Harzburjit
	Görülen Mineraller	Olivin, Ortoproksen	Olivin, Ortoproksen
	Serpantinleşme Durumu	Serpantinleşme az, fay zonlarında daha fazla	Serpantinleşme az, fay zonlarında daha fazla
	Dokusal Özellikleri	Olivinlerde deformasyon izini gösteren kink bantlar görülmektedir. Kristal taneleri özşekilsiz ve çatlaklı haldedir.	
	Metamorfizması Derecesi	Düşük sıcaklık yüksek basınç koşullarında metamorfizma gelişmiştir. Mineral yapılarına bol oranda H ₂ O ve CO ₂ girişi olmuştur.	
Cevherin Konumu ve İçeriği	Cevher Kütlesinin Boyutu ve Şekli	Kef Bölgesi kromitlerinin kalınlığı en çok 50 m, uzunluğu yaklaşık 350 m’dir. Doğu ve Batı Kef olmak üzere ikiye ayrılmıştır.	
	Cevherin Doğrultu ve Eğimi	D-B doğrultulu, 80-85° ile G'ye eğimlidir	D-B doğrultulu, 80-85° ile G'ye eğimlidir
	Cevher Tenörü	% 42,37-% 24,25 Cr ₂ O ₃	% 48,73-% 33,78 Cr ₂ O ₃
Cevherin Minerolojisi	Cevher Mineralleri	Kromit çok, az oranda nikel mineralleri (Pentlandit-Millerit)	Kromit çok, az oranda nikel mineralleri (Pentlandit-Millerit)
	İkincil Mineraller	Oksit mineralleri olarak hematit	Oksit mineralleri olarak hematit
	Cevherin Makro Dokusu	Masif - Saçınımlı kromit	Masif kromit
	Cevherin Mikro Dokusu	Çatlamış ufalanmış krom taneleri var. Kataklastik ve çek-ayır doku baskın olarak görülür.	
Cevherin Kimyası	Cr ₂ O ₃ İçeriği	% 42,37 - 24,25	% 48,73 - 33,78
	Al ₂ O ₃ İçeriği	% 13,22 - 9,48	% 19,33 - 13,37
	Fe ₂ O ₃ İçeriği	% 16,39 - 13,42	% 15,79 - 13,75
	Cr/Fe Oranı	Ortalama 1,99	Ortalama 1,69
	Cr/Al Oranı	Ortalama 3,72	Ortalama 3,38
	Kromitin Sınıflandırılması	Alpin Tipi	Alpin Tipi
	Kromitin İsimlendirilmesi	Ferri kromit, ferrikrom pikotit, ferriyalümkromit, subferriyalümkromit	Ferri kromit, ferrikrom pikotit, ferriyalümkromit, subferriyalümkromit
Yapısal Durum	Bölgesel Tektonizma	K-G yönünde sıkıştırma gerilmesi etkili olmuştur. Bindirmeler ve tektonik sınırlar çoktur.	
	Önemli Fay ve Konumu	KOT (Kef Oblik Ters Fay) KD -GB doğrultulu bu fay 150 m atımı vardır.	
	Tektonizma Derecesi	Makro ve mikro ölçekte çok fazla tektonizma söz konusudur.	
İşletme Durumu	İşletme Yöntemi	Yeraltı ve Açık İşletme	Yeraltı İşletmeciliği
	Bugünkü İşletme Durumu	Üretim çalışmaları devam ediyor.	Üretim çalışmaları devam ediyor.

Tablo 5.2. Guleman krom yataklarının bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Engin ve diğ., 1982; Özkan, 1982,1983,1984 ve Çakır, 1994'den derlenmiştir; Özsoy, 2002'den).

	Hakim Yankayaç tipi	Serpantinleşme	Kütle tipi ve sayısı	Krom kütlelerinin boyutu	Tenör % Cr ₂ O ₃	Krom kütlelerinin konumu	Kimyasal bileşim türü	İşletme yöntemi	Yapısal durum
Pütyan krom yatağı	Serpantinit	İlksel kayacın türü tanınmayacak kadar ileri	Birbirinden bağımsız kütleler, 15 zuhur var	Ortalama 7.5x1.5x2.5m	Ortalama % 45	D-B Doğrultulu			
Rut-Lasir-Ayıpınarı krom yatağı	Harzburjit hakim, az oranda dünit	Az	Mercek Şekli kütleler	Ortalama 20x1.5x7m	Masif nodüllü, saçılmış cevher, 7.46-54.43	K-G Uzunımlı 35-40° batıya eğimli	Metalurjik	Açık ve kapalı	K-G doğrultulu 35-40° ile batıya eğimli iç yapı düzeni var
Şabata krom yatağı	Harzburjit hakim olup, az oranda dünit var	Çok az. Fay zonların da gözlenebilir	8 tane kadar krom merceği	En çok boyu 30m, kalınlığı 2.5m	Masif yer yer nodüllü cevher. 26.65-50.64	KB-GD uzunımlı, 60° GB'ya eğimli	Metalurjik	Kapalı	Bantlanmalar KB-GD ve GB'ya eğimli
Kapın krom yatağı	Harzburjit	Harzburjitler ileri derecede serpantinleşmiş ve breşleşmiş	Büyük küçüklü 30 zuhur.	En çok 15m uzunluk, 4m genişlik	Masif ve kırılğan cevher, 41.38-51.65	KB-GD uzunımlı, 60° ile GB'ya eğimli	En alt kotdaki zon refrakter	Açık	Yapraklanma KD-GB, 40-70° ile GD'ya eğimli
Doğu Kef krom yatağı	Harzburjit ve dünit	İleri derecede, fay zonlarında nisbeten daha çok	Büyük küçüklü 60 zuhur. 8'i dünit, gerisi harzburjit içinde	Yüzeyde izlenen krom merceklerinde en çok 35m uzunluk, 4.5m kalınlık	Masif ve çok breşik, 38.30-43.98	D-B 80-85°G		Kapalı	
Batı Kef krom yatağı	Harzburjit, yer yer dünit	Az. Fay zonlarında lokal olarak gözlenir.		Mostrada ençok 50m genişlik, yer altında en çok 45m kalınlık.	Saçınımlı bazen masif, ortalama 30.06 en az 13 en çok 37	D-B 80-85°G		Açık ve Kapalı işletme	Yan kayalar bazı küçük yırtılmalar hariç tümüyle ilksel sınırlı. K55°D/76°B konumlu Kef oblik ters fayı krom kütlelerini iki ana kısma ayırır.

5.1 Doğu Kef Kromit Horizonu

Doğu Kef Yatağı dünit - harzburjit sınırını izleyen büyük fay zonu içinde büyüklü küçüklü 60 kadar krom mostrası bulunmaktadır. Söz konusu mostralardan bazıları gruplar, bazıları ise tek mostra halindedir.

Fay zonu boyunca bazı mostralardan zonun dünit kesiminde bulunmasına karşın, büyük bölümü harzburjit içinde ve büyük fay zonunun güney kenarına yakın kesimlerde bulunmaktadır. Mostralardan bulunduğu en fazla yükselti 1610 m, en düşük yükselti ise 1380 m'dir.

Doğu Kef bölgesindeki cevher, genelde masif özelliktedir. Doğu Kef kesiminde sürülen yeraltı maden ocaklarında (Şekil 5.2) cevherin boyutları 1144 m, 1214 m ve 1278 m galerilerinde saptanmıştır. Yeraltında krom mercerlerinde en fazla uzunluk 350 m, en fazla kalınlık ise 50 m kadar ölçülmüştür.

Doğu Kef bölgesinden yapılan yıllık ortalama üretim miktarı 350 bin tondur.



Şekil 5.2. Doğu Kef 1214 yeraltı maden ocağından bir görünüm

5.2. Batı Kef Kromit Horizonu

Batı Kef Krom Yatağı, Batı Kef kesiminde yaklaşık 500 m uzunluğunda mostraya sahip olup, dünit - harzburjit sınırı boyunca uzanmaktadır (Şekil 5.3). Krom yatağının sınırı boyunca izlenen dünit (kılıfının) zonunun genişliği bazı yerlerde 4-5 m olmasına karşın, çoğu yerde bu genişlik 40-50 cm kadardır.

Krom yatağının doğrudan harzburjite yaslandığı görünümünde olan yerlerde de 4-5 cm genişlikte de olsa ince dünit zonunun varlığı izlenmektedir. Krom yatağının güney kenarını, kalınlığı 2500 m kadar olan Kef yöresi asıl dünit birimi oluşturmaktadır.

Batı Kef Krom Yatağı batı uçta saçılmış özellikte başlamakta, doğuya doğru giderek genişlemekte ve zon içindeki kromit oranı da artmaktadır. 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 sistemi daha hâkim ve etkin olarak belirlemektedir.

Batı Kef Krom Yatağı'nın mostralarının izlenebildiği en düşük yükselti 1448 m, en fazla yükselti 1580 metredir. Cevher yatağının yeraltında bilinen en fazla kalınlığı 45 metredir. Yatağın eğim yönündeki devamlılığı yapılan sondajlarla 1186 m yükseltisine kadar kontrol edilmiştir.

Batı Kef cevherleşmelerinde hazırlık ve üretim 1586 m kotundan 1420 m kotuna kadar farklı zamanda açık işletme ile yapılmış yaklaşık 12 milyon m³ dekapaj hazırlık çalışmasına karşılık bölgeden 1 milyon ton cevher alınmıştır.

Batı Kef açık saha yeniden proje kapsamında olup 1430 m kotundan 1300 m kotuna kadar olan cevherlerin alınması için dekapaj programı hazırlanmaktadır (Şekil 5.4).

1300 m kotun altında kalan cevherler gerek eski galerilerin yeniden açılmasıyla gerekse yeni sürülen galerilerin cevher damarına ulaşmasıyla günümüzde üretim çalışmaları kesintisiz devam etmektedir (Şekil 5.5).

Batı Kef Bölgesinde açık ocak çalışmaya yakın dönemde başlaması ile yıllık üretim 500 -600 bin ton arasında olacaktır.



Şekil 5.3. Batı Kef cevherleşmelerinden bir görünüm



Şekil 5.4. Batı Kef açık işletmesinden bir görünüm



Şekil 5.5. Batı Kef 1235 yeraltı maden ocağından bir görünüm

5.3. Cevher Dokusu

Batı ve Doğu Kef bölgesindeki cevherler genellikle masiftir. Ancak az oranlarda saçınımlı ve bantlı doku da görülmektedir.

5.3.1. Masif kromit

Kef bölgesinde genellikle harzburjitler içerisinde bulunan kromit cevherleşmelerinin kalınlaştığı kesimlerde masif yapıdadır (Şekil 5.6). Genelde metalurjik karakterli bir cevherleşme izlenirken inceleme alanının özellikle doğu bölgesinde refrakter özelliğe sahip kromitler bulunmaktadır. Cevher iri taneli olup, taneler göz ile fark edilebilir boyuttadır. Çalışma alanındaki kromit cevherleşmelerinin yaklaşık % 90'ı masiftir.

5.3.2 Saçınımlı-bantlı kromit

İnceleme alanında bu tip cevherleşmeler özellikle Batı Kef Kromit yatağının üst bölgelerinde görülür. Makroskopik olarak en iri taneler 3 mm, en küçük olanlar ise 0,5 mm civarındadır. Bantlı kromitler bölgede genelde saçınımlı kromitlerle beraberdir.

Bantlı kromitler genelde dünitlerle veya saçınımlı kromitlerle ardalanmalıdır. Saçınımlı kromitler ise genellikle dünitler içerisinde görülmektedir. Kromit cevherlerinin

her iki yanında da dışa doğru dünitlerden harzburjitlere geçiş olmaktadır. Dünit bandının genişliği birkaç cm'den, 1-1,5 m'ye kadar değişmektedir.

Bu tip cevherlerde genelde şerit halinde saçınımlı kromit ve dünit bandı birbirini takip eder. Bazen de dünit bandı olarak gözlenen kısım dikkatli incelenince, çok az kromit içerir.



Şekil 5.6. Masif kromitin makro ölçekte görünümü

5.4. Cevher Mineralojisi

Kef Dağı bölgesinden alınan örneklerden yapılan parlak kesitler üstten aydınlatmalı maden mikroskonda incelenerek, cevherleşmenin minerolojik ve dokusal özellikleri ortaya konmuştur.

Kef Dağı bölgesindeki ana cevher minerali kromit olup, kromit yanında çok az oranda ise nikel mineralleri de bulunmaktadır. Bunlar; millerit ve pendlandit olarak görülmektedir.

Kromit (FeCr_2O_3):

İnceleme alanındaki kromitler makro ölçekte; masif ve saçınımlı - bantlı olmak üzere iki ayrı tipte görülmektedir. Bu cevher tiplerinin mikroskobik incelemeleri sonucu ise farklı dokular sergiledikleri görülmüştür. Arazideki masif kromitler cevher mikroskobunda, deformasyon şiddetinin miktarına bağlı; poligonal sınır ilişkili-özşekilli kromit tanelerinden (Şekil 5.7), özşekilsiz-kataklastik dokulu kromit tanelerine kadar

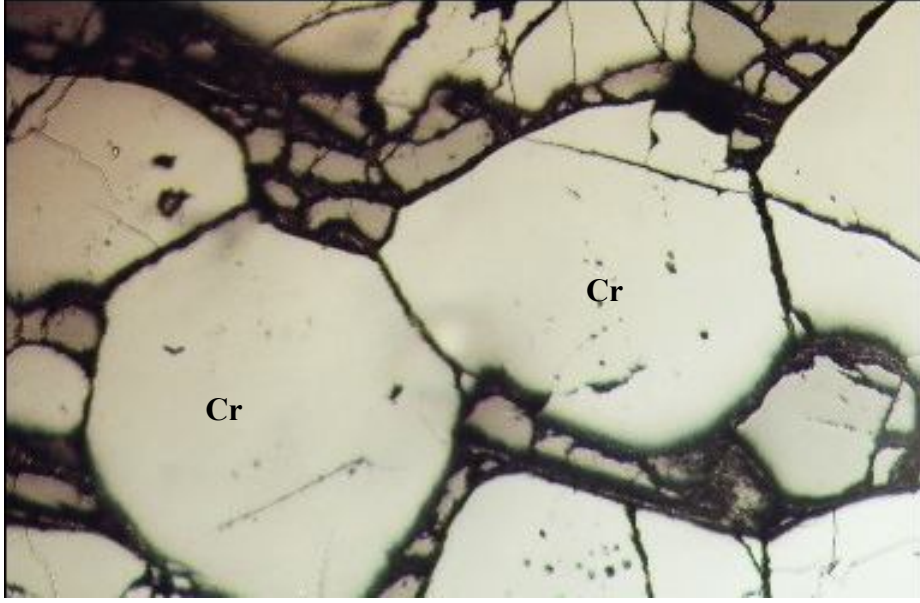
farklı tane özelliğinde görülmektedir. Saçınımlı - bantlı cevherleşmelerde cevher dokusu da özellikle fay zonları ve çevresinden alınan kromit örneklerine benzer özellikler sunmaktadır. Bu örneklerde kromit taneleri, ufalanmış ince taneli kromitler şeklinde izlenmektedir (Şekil 5.8). Tenörü nisbeten düşük olan bu cevher tipinde kromit tanelerinin arası ve çatlakları harzburjit ve serpantinitle dolmuştur. Bazı kromit tanelerinin kenarları ve çatlak sistemleri boyunca kapantı halinde silikat mineralleri gözlenmektedir.

Pentlandit ($\text{Fe,Ni}_9\text{S}_8$):

Kromit cevherleşmesi içerisinde en çok görülen nikel minerali pentlandittir. Açık sarı rengi ve yüksek reflektivitesi ile kromitten ayrılmaktadır. Hem kromit tanelerinin içerisinde hem de mineral sınırlarında görülmektedir. Kristal şekilleri özşekilsiz ve farklı büyüklüktedir (Şekil 5.9).

Millerit (NiS):

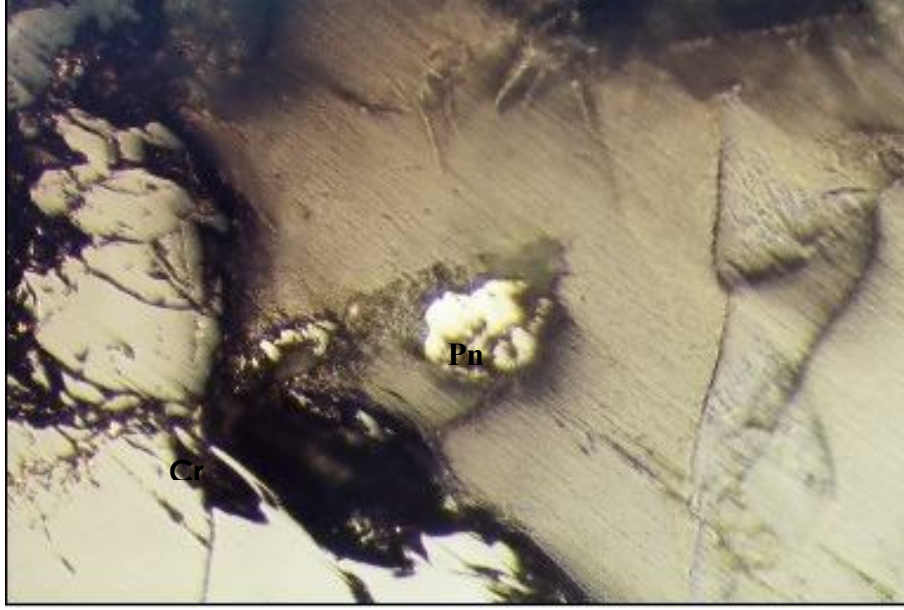
Kromit taneleri içerisinde iğnemsî yapıda izlenmektedir. Mikroskopta pentlanditten ayırmak oldukça güçtür. Anizotropi özellik göstermesi ile pentlanditten ayırt edilir. Pentlanditten daha beyaz rengi ve yüksek reflektivitesi ile ayrılır (Şekil 5.10).



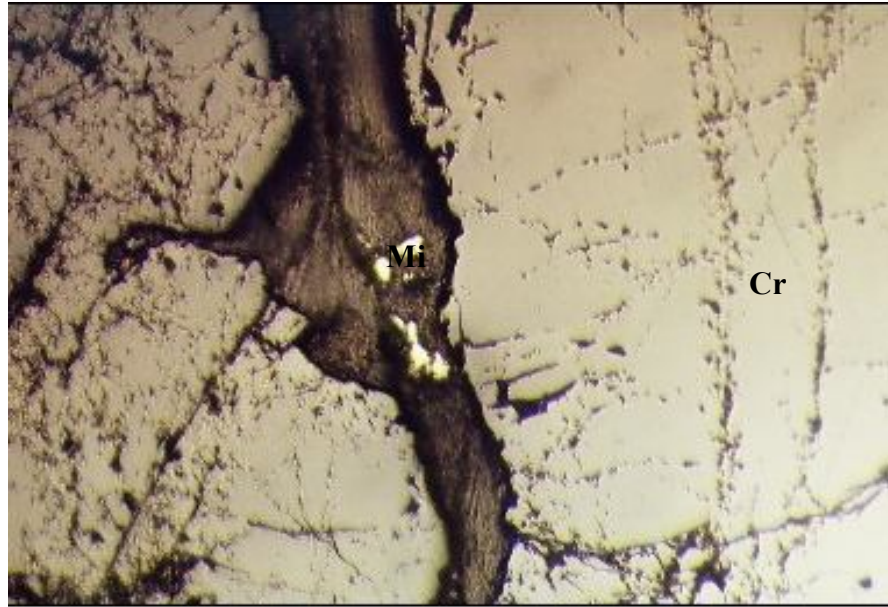
Şekil 5.7. Polygonal sınır ilişkili özşekli kromitler. Cr: Kromit, T.N.X200



Şekil 5.8. Deformasyon sonucunda parçalanmış kromit tanelerinin mikroskopta görünümü. Cr: Kromit, T.N.X100



Şekil 5.9. Pentlandit mineralinin mikroskopta görünümü. Pn: Pentlandit, T.N.X100



Şekil 5.10. Millerit mineralinin mikroskopta görünümü. Cr: Kromit, Mi: Millerit, T.N.X100

6. KİMYASAL İNCELEMELER

Kef bölgesindeki kromitlerin kimyasal özelliklerini incelemek amacı ile 35 adet kromit örneği seçilmiş ve Eti Krom A.Ş. Labratuarlarında X Ray Floresan (XRF) yöntemiyle ana oksit analizleri yapılmıştır (Çizelge 6.1).

Kromit örneklerine ait ana oksit analizleri kullanılarak kromitlerin isimlendirilmesi ve sınıflandırılmaları yapılmıştır. Analizlerin sonucunda % FeO (toplam) ile beraber Al_2O_3 , Cr_2O_3 , SiO_2 , MgO ve CaO değerleri bulunmuştur. Toplam % FeO sonucundan hareketle, % $(Fe^{2+})O$ ve % $(Fe^{3+})_2O_3$ değerleri kromitin stokiyometresinden matematiksel olarak hesaplanmıştır. Yine matematiksel yöntemlerle kromitin 100'e bağlanmış anyon ve katyon % ağırlıkları ile bazı oransal değerler hesaplanmıştır (Çizelge 6.2). Kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayıları da matematiksel olarak bulunmuştur (Çizelge 6.3). Yapılan bu analiz ve hesaplamalar sonucunda, kromitlerin sınıflandırılması, isimlendirilmesi ve Batı Kef ile Doğu Kef kromitlerinin karşılaştırılmasında kullanılmıştır.

6.1. Kromitlerin İsimlendirilmesi

Kromitlerin isimlendirilmesinde üçgen diyagramlardan yararlanılmıştır. XRF yöntemi sonuçlarına göre % Cr_2O_3 oranı 46,85-62,50, % Fe_2O_3 oranı 17,24-31,40 ve % Al_2O_3 değeri 17,61-23,47 arasındadır (Çizelge 6.1). Ana bileşen % oksit değerlerinden Cr_2O_3 , Fe_2O_3 ve Al_2O_3 'ün kullanıldığı diyagramların ilkinde (Şekil 6.1A), Kef bölgesi kromitleri çoğunlukla “Ferri kromit”, önemsenmeyecek kadar az bir kısmı ise “Alüminyum kromit” alanına düştüğü görülmektedir. Aynı oksit değerlerinin kullanıldığı ikinci diyagramda (Şekil 6.1B), örneklerin çoğunluğunun “Ferrokrom pikotit” alanında kümелendiği görülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre kromitlerin birim hücrelerindeki Cr^{3+} değerleri 5,01-9,98; Fe^{3+} değerleri 2,50-3,05; Al^{3+} değerleri 3,13-5,87 arasındadır (Çizelge 6.3). Birim hücrelerindeki katyon sayılarından, Cr, Al ve Fe^{3+} ’den yararlanılarak hazırlanan diyagramda (Şekil 6.1C), kromitler bu katyon değerlerine göre çoğunlukla

Tablo 6.1. İnceleme alanındaki kromitlerin ana oksit % değerleri. DA: Doğu Kef alt zon, DO: Doğu Kef orta zon, DÜ: Doğu Kef üst zon, BA: Batı Kef alt zon ve BÜ: Batı Kef üst zon

S.NO	N.NO	Cr ₂ O ₃	FeO (Top)	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO
1	DA-2	46,75	30,00	15,79	14,21	2,74	15,74	15,72	0,27
2	DA-5	46,97	27,09	14,26	12,83	1,65	18,50	15,53	0,09
3	DA-8	38,55	26,66	14,03	12,63	6,53	14,69	23,09	0,11
4	DA-11	43,26	26,54	13,97	12,57	4,10	16,71	18,87	0,09
5	DA-14	47,00	27,02	14,22	12,80	1,68	17,95	15,98	0,16
6	DA-17	48,21	26,73	14,07	12,66	0,61	19,33	14,70	0,09
7	DA-19	45,91	26,13	13,75	12,38	2,25	17,76	17,25	0,09
8	DO-2	33,38	28,22	14,85	13,37	8,90	13,37	26,41	0,09
9	DO-5	35,93	27,66	14,56	13,10	7,84	14,22	24,31	0,15
10	DO-12	48,73	26,87	14,14	12,73	1,11	17,94	15,00	0,09
11	DO-14	46,23	27,53	14,49	13,04	1,70	18,62	15,85	0,12
12	DO-16	43,37	27,06	14,24	12,82	3,66	17,06	18,57	0,11
13	DO-18	47,31	26,75	14,08	12,67	1,45	18,22	15,81	0,13
14	DÜ-1	43,69	27,51	14,48	13,03	3,93	16,29	18,50	0,11
15	DÜ-4	42,36	26,64	14,02	12,62	4,36	16,53	19,64	0,09
16	DÜ-6	46,81	27,27	14,35	12,92	1,50	18,62	15,62	0,10
17	DÜ-7	44,05	27,21	14,32	12,89	4,23	15,03	19,19	0,18
18	DÜ-8	38,28	26,26	13,82	12,44	6,80	14,86	22,74	0,49
19	DÜ-10	41,10	26,90	14,16	12,74	5,09	15,57	20,98	0,09
20	BA-4	32,06	29,68	15,62	14,06	9,95	12,45	23,75	0,17
21	BA-6	38,63	27,19	14,31	12,88	6,78	14,34	22,66	0,29
22	BA-8	36,79	27,21	14,32	12,89	8,51	11,82	25,45	0,11
23	BA-10	33,14	28,27	14,88	13,39	9,23	11,41	28,18	0,16
24	BA-11	27,67	28,46	14,98	13,48	12,02	10,31	31,90	0,12
25	BA-13	29,15	27,93	14,70	13,23	12,15	9,48	31,40	0,13
26	BA-15	34,86	27,66	14,56	13,10	8,65	13,22	25,61	0,11
27	BA-16	30,66	28,23	14,86	13,37	10,81	10,81	29,72	0,14
28	BÜ-2	37,51	28,16	14,82	13,34	6,89	15,63	22,05	0,09
29	BÜ-3	24,45	31,14	16,39	14,75	13,17	11,35	31,53	0,12
30	BÜ-6	31,01	29,91	15,74	14,17	10,59	11,67	27,86	0,12
31	BÜ-8	41,90	25,71	13,53	12,18	7,00	11,85	22,61	0,11
32	BÜ-10	42,37	25,50	13,42	12,08	6,61	12,00	22,48	0,11
33	BÜ-12	39,24	28,80	15,16	13,64	9,25	12,78	20,36	0,21
34	BÜ-14	34,80	28,71	15,11	13,60	10,22	12,01	24,66	0,20
35	BÜ-15	36,64	26,92	14,17	12,75	9,32	11,29	25,43	0,16

Tablo 6.2. İnceleme alanındaki kromitlerin 100'e bağlanmış anyon ve katyon ağırlıkları ile bunlara ait bazı oranlar. DA: Doğu Kef alt zon, DO: Doğu Kef orta zon, DÜ: Doğu Kef üst zon, BA: Batı Kef alt zon ve BÜ: Batı Kef üst zon

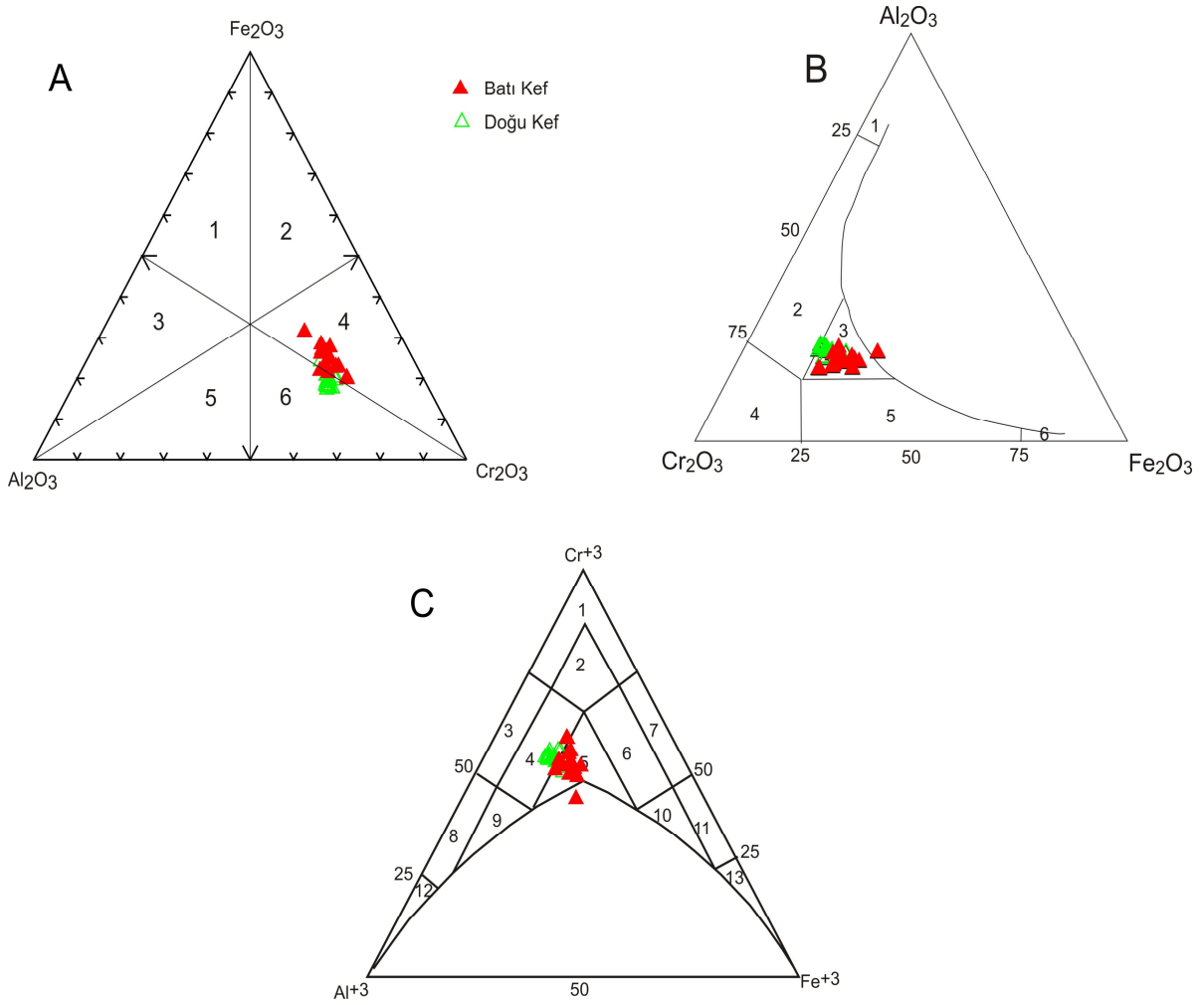
S.NO	N.NO	Cr	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Si	Al	Mg	Ca	O	Cr/Fe	Cr/Al
1	DA-2	31,99	3,94	7,09	1,28	8,33	9,48	0,19	34,68	2,90	3,84
2	DA-5	32,14	4,36	7,85	0,77	9,79	9,37	0,06	34,88	2,63	3,28
3	DA-8	26,38	4,43	7,98	3,05	7,78	13,93	0,08	35,98	2,13	3,39
4	DA-11	29,60	4,45	8,02	1,92	8,84	11,38	0,06	35,42	2,37	3,35
5	DA-14	32,16	4,38	7,88	0,79	9,50	9,64	0,11	34,84	2,62	3,38
6	DA-17	32,99	4,42	7,96	0,29	10,23	8,87	0,06	34,72	2,66	3,22
7	DA-19	31,41	4,53	8,15	1,05	9,40	10,40	0,06	35,05	2,48	3,34
8	DO-2	22,84	4,19	7,54	4,16	7,08	15,93	0,06	36,56	1,95	3,23
9	DO-5	24,58	4,27	7,69	3,66	7,53	14,66	0,11	36,29	2,06	3,27
10	DO-12	33,34	4,40	7,92	0,52	9,50	9,05	0,06	34,64	2,71	3,51
11	DO-14	31,63	4,29	7,73	0,79	9,86	9,56	0,09	34,94	2,63	3,21
12	DO-16	29,67	4,37	7,87	1,71	9,03	11,20	0,08	35,35	2,42	3,29
13	DO-18	32,37	4,42	7,95	0,68	9,64	9,54	0,09	34,82	2,62	3,36
14	DÜ-1	29,89	4,30	7,73	1,84	8,62	11,16	0,08	35,28	2,48	3,47
15	DÜ-4	28,98	4,44	7,99	2,04	8,75	11,84	0,06	35,51	2,33	3,31
16	DÜ-6	32,03	4,34	7,80	0,70	9,86	9,42	0,07	34,87	2,64	3,25
17	DÜ-7	30,14	4,35	7,82	1,98	7,96	11,57	0,13	35,21	2,48	3,79
18	DÜ-8	26,19	4,50	8,10	3,18	7,87	13,71	0,35	36,03	2,08	3,33
19	DÜ-10	28,12	4,39	7,91	2,38	8,24	12,65	0,06	35,63	2,29	3,41
20	BA-4	21,94	3,98	7,17	4,65	6,59	14,32	0,12	35,46	1,97	3,33
21	BA-6	26,43	4,35	7,78	3,17	7,59	13,67	0,21	35,94	2,18	3,48
22	BA-8	25,17	4,35	7,82	3,98	6,26	15,35	0,08	36,16	2,07	4,02
23	BA-10	22,67	4,18	7,53	4,31	6,04	17,00	0,11	36,48	1,94	3,75
24	BA-11	18,93	4,15	7,48	5,62	5,46	19,24	0,09	37,22	1,63	3,47
25	BA-13	19,94	4,23	7,62	5,68	5,02	18,94	0,09	37,08	1,68	3,97
26	BA-15	23,85	4,27	7,69	4,04	7,00	15,45	0,08	36,42	1,99	3,41
27	BA-16	20,98	4,19	7,54	5,05	5,72	17,92	0,10	36,85	1,79	3,67
28	BÜ-2	25,66	4,20	7,56	3,22	8,27	13,30	0,06	36,11	2,18	3,10
29	BÜ-3	16,73	3,80	6,83	6,16	6,01	19,02	0,09	37,58	1,57	2,78
30	BÜ-6	21,22	3,95	7,12	4,95	6,18	16,80	0,09	36,77	1,92	3,43
31	BÜ-8	28,67	4,60	8,28	3,27	6,27	13,64	0,08	35,61	2,23	4,57
32	BÜ-10	28,99	4,64	8,35	3,09	6,35	13,56	0,08	35,54	2,23	4,56
33	BÜ-12	26,85	4,10	7,39	4,32	6,76	12,28	0,15	36,02	2,34	3,97
34	BÜ-14	23,81	4,12	7,41	4,78	6,36	14,87	0,14	36,48	2,07	3,75
35	BÜ-15	25,07	4,39	7,90	4,36	5,98	15,34	0,11	36,26	2,04	4,20

Tablo 6.3. İnceleme alanındaki kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayıları. DA: Doğu Kef alt zon, DO: Doğu Kef orta zon, DÜ: Doğu Kef üst zon, BA: Batı Kef alt zon ve BÜ: Batı Kef üst zon

S.NO	N.NO	Cr ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺
1	DA2	9,57	4,78	2,94	3,06	6,07
2	DA5	9,62	5,61	2,65	2,76	6,00
3	DA8	7,89	4,46	2,61	2,72	8,92
4	DA11	8,86	5,07	2,60	2,70	7,29
5	DA14	9,62	5,45	2,65	2,75	6,17
6	DA17	9,87	5,87	2,62	2,72	5,68
7	DA19	9,40	5,39	2,56	2,66	6,66
8	DO2	6,83	4,06	2,76	2,88	10,20
9	DO5	7,36	4,32	2,71	2,82	9,39
10	DO12	9,98	5,44	2,63	2,74	5,79
11	DO14	9,47	5,65	2,70	2,80	6,12
12	DO16	8,88	5,18	2,65	2,76	7,17
13	DO18	9,69	5,53	2,62	2,73	6,11
14	DÜ1	8,95	4,94	2,70	2,80	7,14
15	DÜ4	8,67	5,02	2,61	2,71	7,58
16	DÜ6	9,58	5,65	2,67	2,78	6,03
17	DÜ7	9,02	4,56	2,67	2,77	7,41
18	DÜ8	7,84	4,51	2,57	2,68	8,78
19	DÜ10	8,42	4,73	2,64	2,74	8,10
20	BA4	6,56	3,78	2,91	3,02	9,17
21	BA6	7,91	4,35	2,66	2,77	8,75
22	BA8	7,53	3,59	2,67	2,77	9,83
23	BA10	6,79	3,46	2,77	2,88	10,88
24	BA11	5,67	3,13	2,79	2,90	12,32
25	BA13	5,97	2,88	2,74	2,85	12,13
26	BA15	7,14	4,01	2,71	2,82	9,89
27	BA16	6,28	3,28	2,77	2,88	11,48
28	BÜ2	7,68	4,74	2,76	2,87	8,52
29	BÜ3	5,01	3,44	3,05	3,17	12,18
30	BÜ6	6,35	3,54	2,93	3,05	10,76
31	BÜ8	8,58	3,60	2,52	2,62	8,73
32	BÜ10	8,68	3,64	2,50	2,60	8,68
33	BÜ12	8,03	3,88	2,82	2,93	7,86
34	BÜ14	7,13	3,65	2,81	2,93	9,52
35	BÜ15	7,50	3,43	2,64	2,74	9,82

“Ferriyalürokromit” alanında yoğunlaşmaktadır. Azda olsa “Subferriyalürokromit” alanına düşen kromitler de bulunmaktadır.

Batı Kef ve Doğu Kef kromitleri bu sınıflandırma ve isimlendirme diyagramlarında aynı alanlarda dağılım sunmaktadır (Şekil 6.1).

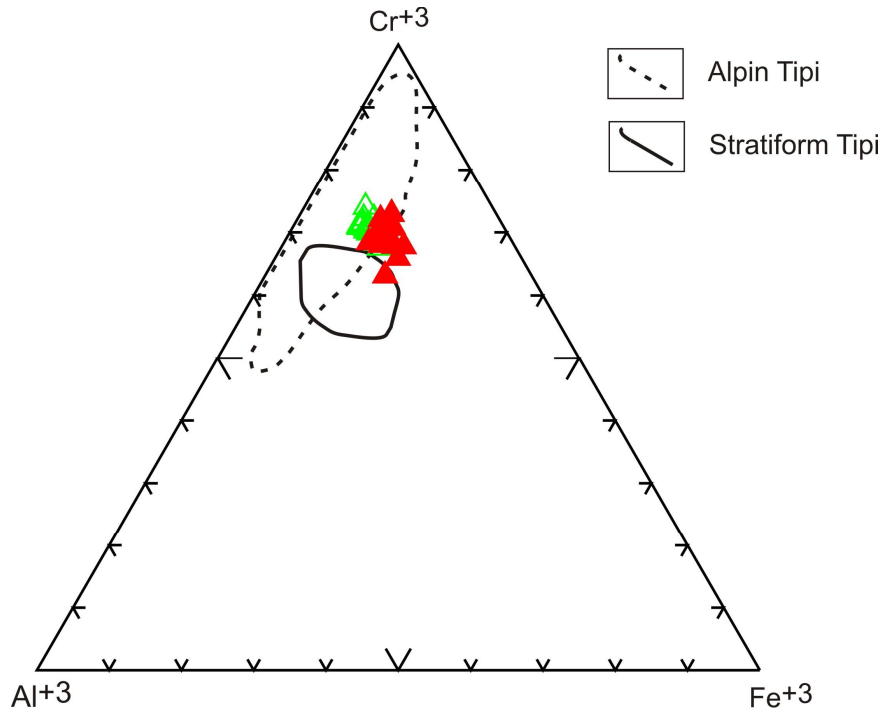


Şekil 6.1. Kef bölgesi kromitlerinin Al_2O_3 - Fe_2O_3 - Cr_2O_3 ve Al^{+3} - Cr^{+3} - Fe^{+3} üçgen diyagramlarında isimlendirilmesi. **A:** Stevens (1946)'ın % Fe_2O_3 , % Al_2O_3 ve % Cr_2O_3 üçgen diyagramında (Koptagel ve Gökçe, 1993) Kef bölgesi kromitlerinin isimlendirilmesi. 1. Alüminyum manyetit, 2. Krom manyetit, 3. Ferri spinel, 4. Ferri kromit, 5. Krom spinel, 6. Alüminyum kromit. **B:** Sokolov (1948)'un % Al_2O_3 , % Cr_2O_3 ve % Fe_2O_3 üçgen diyagramında (Koptagel ve Gökçe, 1993) Kef bölgesi kromitlerinin isimlendirilmesi. 1. Pikotit, 2. Krom pikotit, 3. Ferrokrom pikotit, 4. Kromit, 5. Ferrokromit. **C:** Pavlov ve Grigor (1978)'in kasyon sayılarının % değerlerine göre yaptıkları üçgen diyagramında (Koptagel ve Gökçe, 1993) Kef bölgesi kromitlerinin isimlendirilmesi. 1. Kromit, 2. Subferrikromit, 3. Alürokromit, 4. Subferriyalürokromit, 5. Ferriyalürokromit, 6. Subalümoferrikromit, 7. Ferrokromit, 8. Krompikotit, 9. Subferrikrompikotit, 10. Subalürokrommanyetit, 11. Krommanyetit, 12. Pikotit, 13. Manyetit.

6.2. Kromitlerin Sınıflandırılması

Kromitler oluşum ortamları, yankayaçları ve oluşum yaşları dikkate alındığında Podiform ve Stratiform tip kromitler olmak üzere iki gruba ayrılır. Bu farklılıklar yanında, bahsedilen iki tip arasında, iç yapı, kimyasal bileşim ve mikroskopik özellik farkları da bulunur. Farklı araştırmacılar tarafından bu iki tipin ayırtlanmasında kullanılan bazı ana diyagramlardan bu çalışmada da yararlanılmıştır.

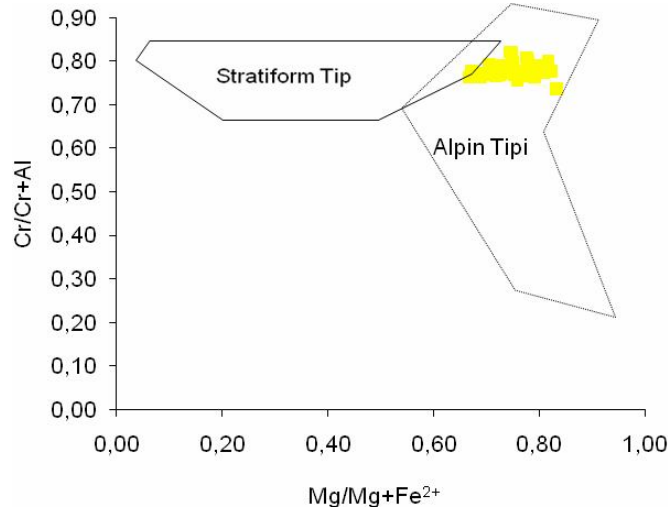
Şekil 6.2’de Cr, Al ve Fe^{3+} kasyon % ağırlıklarının kullanıldığı üçgen diyagramında Doğu Kef cevherleşmesine ait örneklerin tümü Alpin Tipi kromit alanına, Batı Kef cevherleşmeleri çoğunlukla Alpin Tipi kromit alanına az bir kısmı ise Stratiform Tipi kromitlerin dağılım alanına düşmüştür.



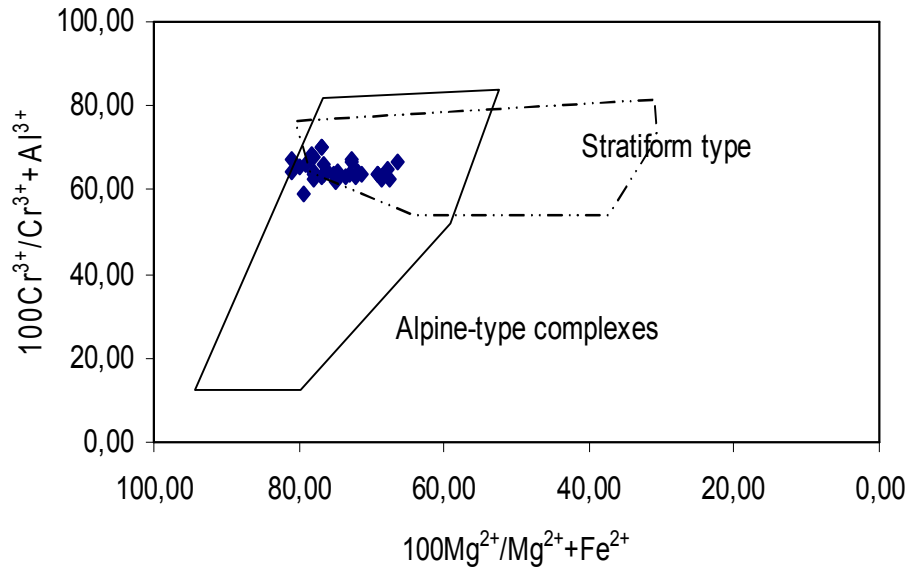
Şekil 6.2. % Cr^{+3} , Al^{+3} ve Fe^{+3} üçgen diyagramında (Dickey, 1975). Kef bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması (▲ : Batı Kef, ▲ : Doğu Kef).

Kromitlerin birim hücrelerinde yer alan kasyon sayılarının orantısal olarak değerlendirildiği $Cr/Cr+Al - Mg/Mg+Fe^{2+}$ ikili diyagramında örneklerin çoğunluğu Alpin Tipi kromit alanına, az bir bölümü hem Alpin hem de stratiform tipi kromitlerinin alanına düşmüştür (Şekil 6.3). Yine kromitlerin sınıflandırılması amacı ile, $100Mg^{2+}/Mg^{2+}+Fe^{2+}$ -

$100\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{3+}+\text{Al}^{3+}$ ikili diyagramı kullanılmış ve örneklerin bir bölümü sadece Alpin Tipi kromit alanında, bir bölümü hem Alpin hem de Stratiform Tipi kromit alanında yoğunlaşırken çok az bir kısmı ise her iki alanın dışında yoğunlaşmıştır (Şekil 6.4).



Şekil 6.3. Kromitlerin birim hücresindeki katyon sayılarının orantısız olarak değerlendirildiği $\text{Cr}/\text{Cr}+\text{Al} - \text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}$ ikili diyagramında (İrvine, 1967), Kef bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması.



Şekil 6.4. Katyonların % ağırlıklarının orantısız değerlerinin kullanıldığı $100\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}^{2+}+\text{Fe}^{2+} - 100\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{3+}+\text{Al}^{3+}$ ikili diyagramında (Evans, 1993), Kef bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması.

6.3. Kromitlerde Ana Oksit Bileşenlerinin Karşılaştırılması

Doğu Kef ve Batı Kef bölgesindeki kromitlerin ana oksit değerleri ayrı ayrı karşılaştırılmıştır:

a) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ İlişkisi: Hem Batı Kef hem de Doğu Kef bölgesinde, iki ana oksit arasında negatif yönde bir ilişki gözlenmektedir (Çizelge 6.4, 6.5, Şekil 6.5). Fe_2O_3 değeri Doğu Kef kromitlerinde % 13,75 – 15,79 arasında değişirken, Batı Kef kromitlerinde % 13,42 - 16,39 arasında değişmektedir. Al_2O_3 değeri; Doğu Kef kromitlerinde % 13,37 – 19,33 arasında, Batı Kef kromitlerinde ise % 9,48 – 15,63 arasında bir dağılım sunmaktadır (Çizelge 6.1).

b) $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3$ İlişkisi: Batı ve Doğu Kef bölgesinin iki ana oksit değerleri arasında pozitif bir ilişki söz konusudur (Çizelge 6.4, 6.5, Şekil 6.6). Cr_2O_3 içeriği, Doğu Kef kromitlerinde % 33,38 – 48,73 arasında değişirken, Batı Kef kromitlerinde % 24,45 – 42,37 arasında değişmektedir. Al_2O_3 değeri; Doğu Kef kromitlerinde % 13,37 – 19,33 arasında değişirken, Batı Kef kromitlerinde ise, % 9,48 – 15,63 arasında bir dağılım göstermektedir (Çizelge 6.1).

c) $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3$ İlişkisi: Hem Batı Kef hemde Doğu Kef bölgesinde, iki ana oksit arasında negatif yönde bir ilişki bulunmaktadır (Çizelge 6.4, 6.5, Şekil 6.7). Cr_2O_3 içeriği, Doğu Kef kromitlerinde % 33,38 – 48,73 arasında Batı Kef kromitlerinde ise, % 24,45 – 42,37 arasında bir dağılım görülmektedir. Fe_2O_3 değeri; Doğu Kef kromitlerinde % 13,75 – 15,79, Batı Kef kromitlerinde ise, % 13,42 - 16,39 arasındadır. (Çizelge 6.1).

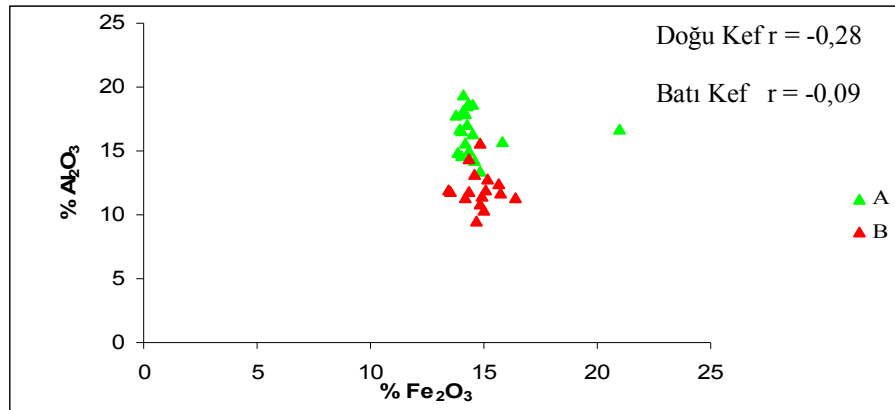
d) $\text{FeO} - \text{MgO}$ İlişkisi: Batı ve Doğu Kef bölgesinin iki ana oksit değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki gözlenmektedir (Çizelge 6.4, 6.5, Şekil 6.8). MgO değeri, Doğu Kef kromitlerinde % 14,70 – 26,41 arasında değişirken, Batı Kef kromitlerinde % 22,05 – 31,90 arasında bir değişim göstermektedir. FeO değeri; Doğu Kef kromitlerinde % 30,00 – 26,13 arasında gözlenirken, Batı Kef kromitlerinde % 24,45 – 42,37 arasında dağılım sunmaktadır (Çizelge 6.1).

Tablo 6.4. Doğu Kef bölgesi kromitlerindeki ana oksitlerin korelasyon katsayıları

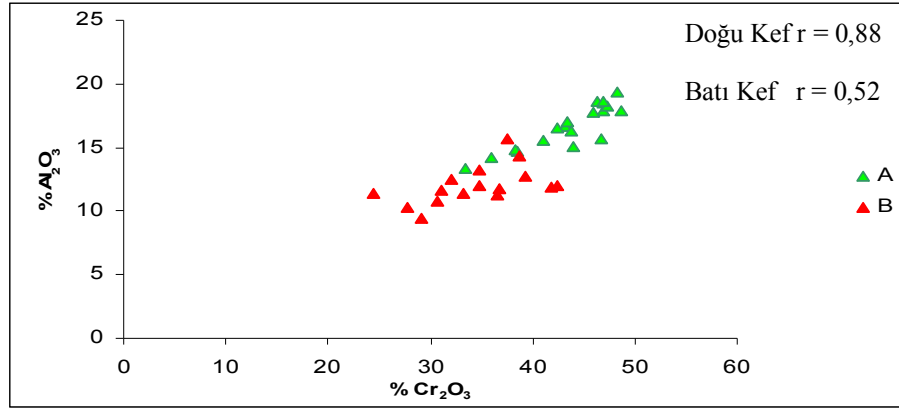
Cr ₂ O ₃	1,00					
FeO	-0,05	1,00				
SiO ₂	-0,99	0,10	1,00			
Al ₂ O ₃	0,88	-0,28	-0,94	1,00		
MgO	-0,99	0,01	0,99	-0,91	1,00	
CaO	-0,21	0,11	0,27	-0,34	0,20	1,00
	Cr ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO

Tablo 6.5. Batı Kef bölgesi kromitlerindeki ana oksitlerin korelasyon katsayıları

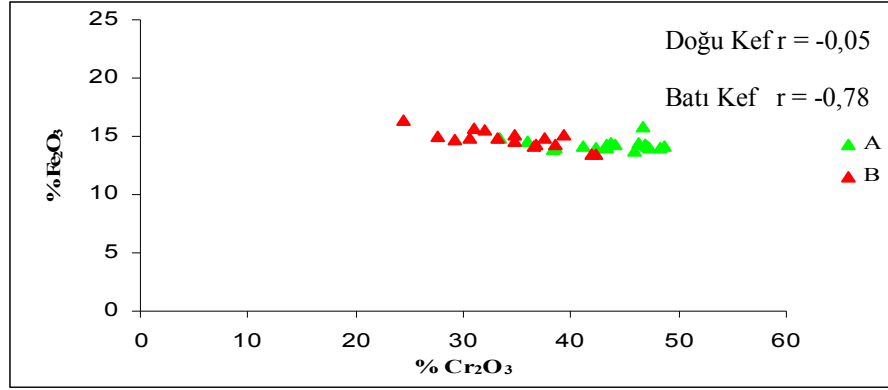
Cr ₂ O ₃	1,00					
FeO	-0,78	1,00				
SiO ₂	-0,93	0,72	1,00			
Al ₂ O ₃	0,52	-0,09	-0,70	1,00		
MgO	-0,89	0,44	0,84	-0,73	1,00	
CaO	0,18	0,05	-0,13	0,23	-0,31	1,00
	Cr ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO



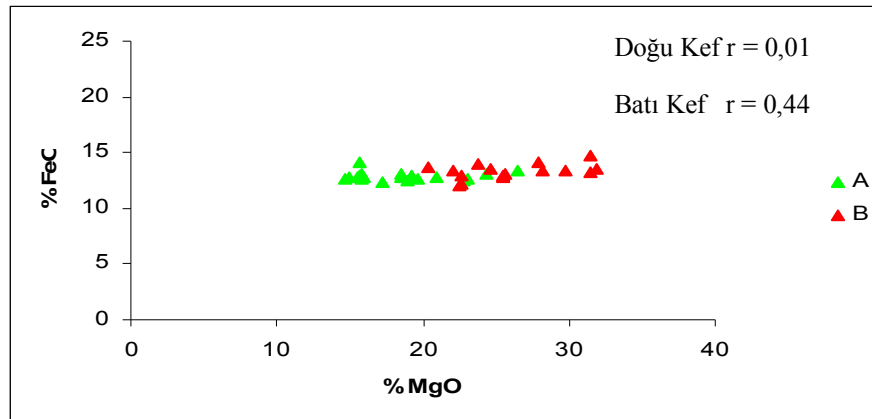
Şekil 6.5 % Al₂O₃ - % Fe₂O₃ ikili ana oksit diyagramı. A: Doğu Kef kromitleri, B: Batı Kef kromitleri



Şekil 6.6. % Al_2O_3 - % Cr_2O_3 ikili ana oksit diyagramı. A: Doğu Kef kromitleri, B: Batı Kef kromitleri



Şekil 6.7. % Fe_2O_3 - % Cr_2O_3 ikili ana oksit diyagramı. A: Doğu Kef kromitleri, B: Batı Kef kromitleri



Şekil 6.8. % FeO - % MgO ikili ana oksit diyagramı. A: Doğu Kef kromitleri, B: Batı Kef kromitleri

6.4. Kromit Cevherlerinin Tenörü

Kef bölgesi kromit cevherleşmelerinden alınan örneklerin iki ayrı bölgeye ait ortalama % ana oksit analiz sonuçları Çizelge 6.6’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre Kef bölgesi kromit cevherlerinin genel ortalama tenörü, % 39,00 Cr_2O_3 ’tür.

Tablo 6.6. Kef bölgesinde iki farklı bölgeye ait kromit örneklerinin ortalama % ana oksit değerleri

Bölge Adı	Örnek Sayısı	Cr_2O_3	FeO (Toplam)	Al_2O_3	SiO_2	MgO	CaO
Batı Kef	N=16	34,43	28,09	12,03	9,45	25,98	0,15
Doğu Kef	N=19	43,57	27,16	16,68	3,69	18,62	0,14
Ortalama	N=18	39,00	27,63	14,36	6,57	22,30	0,15

6.5. Kromitlerde Katyonların Oranı

a) % $\text{Cr}^{3+}/\text{Fe}^{3+}$ Oranı: Bu oran Kef bölgesi kromitlerinde 1,57 - 2,90 arasındadır. Dünyadaki Alpin tipi kromitlerde bu oran ortalama 2- 4,5 arasındadır (Çizelge 6.7). Kef kromitleri genelde bu değerler arasında olup, Alpin tipi olarak isimlendirilebilirler.

b) % $\text{Cr}^{3+}/\text{Al}^{3+}$ Oranı: Doğu Kef bölgesi kromitlerinde 3,21-3,84, Batı Kef bölgesi kromitlerinde ise 2,78-4,57 arasında değişmektedir.

Tablo 6.7. Kef bölgesinde kromitlerin Alpin Tipi ve Bushveld Tipi kromitlerle karşılaştırılması

	Oluştugu jeotektonik ortam	İlişkili olduğu kayaç grubu	Serpantinleşme derecesi	Cevher geometrisi	Rezerv ve tenör	Cr/Fe	% Al₂O₃	% Fe₂O₃
Alpin Tipi	Okyanus ortası sırt ve yay gerisi basenlerde Tektonik olarak kıta kabuğuna yerleşir	Ofiyolitik istifin ultramafitleri içerisinde ve peridotik kayaç hakimdir	İleri derecede	Kafa, mercek, cep şekilli küçük kütleler	Küçük rezerv, düşük tenör	2-4,5	6,52	8
Bushveld Tipi	Duraylı kratonik bölge (üstkabuk). Tektonik taşınma yok	Tabakalı magmatik komplekslerdir ve gabroik kayaç hakimdir	Serpantinleşme gözlenmez	Geniş yayımlı ve düzgün tabakalı kütleler	Büyük rezerv, nispeten yüksek tenör	<3	Çok az	10-20
Çalışma Alanı	Okyanus ortası sırt bölgesi	Ofiyolitik istif içerisinde, Peridotitler hakimdir	Orta derecede	Mercek şekilli kütleler	Büyük rezerv, yüksek tenör	1,57-2,90	14,54	7,72

7. EKONOMİK JEOLJİ

Bölgede madencilik çalışmaları 1936 yılında başlamıştır. Cevher üretimine ait ilk kayıtlar 1941 yılına aittir..Bu ilk kayıtlara göre, 1936-1981 yılları arasında Etibank sahalarından toplam 6.300.000 ton krom cevheri üretilmiştir (Engin ve diğ., 1982). 1981-2000 yılları arasında ise yaklaşık 3.500.000 ton krom cevheri üretilmiştir (Özsoy, 2001). 2000-2005 yılları arasında krom sahası özelleştirme kapsamında olduğu için üretim faaliyetleri yapılamamıştır. Bölge; 2005 yılında özel şirkete devredilmesi ile birlikte üretim faaliyetleri yeniden başlamıştır. 2005-2009 yılları arasında ise yaklaşık 3.000.000 ton cevher üretilmiştir. Kef Bölgesinde Eti Krom A.Ş tarafından yapılan rezerv hesaplamalarında, Batı Kef bölgesinde 5.000.000 ton, Doğu Kef bölgesinde 3.000.000 ton cevher bulunmaktadır.

Bölgede görülen kromit cevherleşmesi metalurjik ve refrakter karakterlidir. Kromit cevherinin kimyasal içeriklerine göre sınıflandırılması ve sanayideki kullanım alanları Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1. Kromit cevherinin sanayideki kullanım alanları ve bu alanlara ait özellikler (Özsoy, 2001).

	Kullanım oranı (%)	% Cr ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	P ve S içeriği	% FeO	% Fe ₂ O ₃	% SiO ₂	Cr ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃	% CaO
Metalurji	68	> 48	> 3	< 1	-	-	< 6	-	-	-
Kimya	17	> 44	-	-	-	< 14	< 3	-	-	-
Refrakter	18	18	-	-	18	-	< 6	> 60	> 20	< 1

Kef bölgesinde yeraltı ve açık işletme yöntemleri ile cevher üretimi yapılmaktadır. Batı Kef cevheri 1300 m kotuna kadar açık işletme yöntemi ile 1300 m kotundan altta

bulunan cevherler yeraltı işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Doğu Kef bölgesi tamamen yeraltı yöntemi ile üretimi gerçekleştirilmektedir. Doğu Kef bölgesi hem rezerv hem de tenör açısından şu anki en büyük yeraltı ocaklarını barındırmaktadır. Kef bölgesinde yılda yaklaşık 600.000 ton kromit cevheri üretilmektedir.

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kef bölgesi kromit cevherleşmelerinde yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler aşağıda belirtilmiştir:

1- Guleman ve çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda otokton ve allokton birimlerin varlığı tespit edilmiştir. Bölgede bulunan birimler tektonostratigrafik olarak en altta otokton olan Lice Formasyonu (Alt Miyosen) üste doğru allokton birimler; Guleman Grubu (Jura-Alt Kretase), Hazar Karmaşığı (Üst Meastrihtiyen-Alt Eosen) ve Maden Karmaşığı (Orta Eosen) olarak sıralanır. Guleman Grubu tavan ve taban kesimlerinde tektonik dokanaktır.

2- Çalışma bölgesini oluşturan kromit cevherleşmeleri Guleman Grubu içerisinde yer almaktadır. Guleman Grubu eksik bir ofiyolit istif olup tektonit ve kümülatlardan oluşur. Doğu Kef bölgesi kromit cevherleşmeleri tektonitler içerisinde yer almaktadır. Tektonitler esas olarak harzburjit, dünit ve kromitlerden oluşur. Batı Kef bölgesi çalışma alanını kuzey bölgeleri tektonit güney bölgeleri ise kümülatlardan oluşmaktadır. Kümülatlar ise dünit-verlit-piroksenit aralanması, gabro seviyesi ve çok az oranda kromitlerden oluşmaktadır. Harzburjitler, içerdikleri piroksen minerallerinin varlığı ile karakteristiktirler.

3- Arazide harzburjitler grimsi, kahverengimsi yeşil renktedir. Dünitler ise daha yeşilimsidir. Tektonizma oldukça yaygındır. Bölgede farklı boyutlarda birçok fay bulunmaktadır. Bunlardan en büyük boyutta olanı KOT (Kef Oblik Ters fay) KD-GB doğrultulu faydır.

4- Araziden alınan kayaç örneklerinin üzerinde yapılan petrografik incelemeler sonucunda en yaygın görülen kayaç grubunun harzburjit olduğu tespit edilmiştir. Bunlar bölgedeki peridotitik kayaçların % 60-70'ini oluşturmaktadır. Bu kayaçların tipik mineralleri olivin ve ortopiroksendir. Bu minerallerin alterasyonu sonucu serpantin mineralleri de oluşmuştur. Bölgede yaygın olan diğer kayaç grubu ise dünit olup, olivinler bu kayacın % 90'ından fazlasını oluşturmaktadır. Bu minerallerde plastik deformasyon izlerini gösteren çok iyi gelişmiş king bantlar görülmektedir.

5- Çalışma alanındaki kromit kütleleri genelde mercek ve damar şekillidir. Bu kromit kütleleri arazi görünümünde yaklaşık D-B doğrultulu ve 80-85° ile G'ye eğimlidirler. Bölgede metalurjik ve refrakter karakterli cevherler bulunmaktadır. Bunlar arazide genelde masif yapıdadırlar. Çok az oranda saçınımlı ve bantlı yapı da göstermektedirler.

6- Kromit taneleri mikroskopta iri taneli, özşekilsiz çatlamış ve parçalanmış halde görülmektedir. Mikroskopta kromit cevheri ile beraber çok az olarak nikel minerallerine rastlanmıştır. Bunlar pentlandit ve millerit mineralleridir.

7- Kef bölgesi kromitlerinin kimyasal incelemesini yapmak için Kromit cevherlerine ait 35 adet örnek seçilmiş ve Elazığ Eti Krom A.Ş laboratuvarlarında X Ray Floresan (XRF) yöntemiyle analiz edilmiştir. Cr_2O_3 , Fe_2O_3 ve Al_2O_3 oksitlerinin ve katyonların % ağırlıklarından yararlanılarak kromitlerin oluştuğu tektonik ortama göre sınıflandırılması ve Al^{3+} , Fe^{3+} ve Cr^{3+} içeriklerine göre sınıflandırılması ve isimlendirilmesi yapılmıştır.

8- Kromitlerin isimlendirilmesinde ferri kromit, ferrikrom pikotit, ferriyalümkromit subferriyalümkromit gibi değişik isimler tespit edilmiştir. Bu farklılık kullanılan diyagramların farklı araştırmacılar tarafından hazırlanmasından kaynaklanmaktadır.

9- Batı Kef ve Doğu Kef bölgesi kromitlerinin sınıflandırılması sonucunda bölgedeki kromitlerin Alpin tipi kromitler ile benzer olduğu görülmüştür.

10- Batı ve Doğu Kef kromitlerinin minerolojik, yapısal ve kimyasal özellikleri ile işletme durumu bakımından Batı Kef ve Doğu Kef kromitleri arasında hemen hemen hiç bir fark bulunmamaktadır. Ancak, tenöründe ve kullanım alanlarında farklılıklar görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F.,** 1984. The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of a Neotethyan active margin; In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, J.E. Dixon and A.H.F. Robertson(eds), Geological Society of London special Publication, Edinburgh, **17**, 375 – 402.
- Arıkal, R.T. ve Taşan, N.,** 1986. Guleman krom yatakları. Etikrom A.Ş. yayını, 86/01, Elazığ, 98s.
- Aslantaş, N.,** 2001. Kapin-Şabata (Guleman-Elazığ) Krom cevherleşmesinin incelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 54 s (yayınlanmamış).
- Başpınar, G.,** 2006. Guleman (Elazığ) bölgesi krom yataklarının platin grubu element içerikleri ve jeokimyası. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, 125s. (yayınlanmamış).
- Bingöl, A.F.,** 1984. Gology of Elazığ area in the Eastern Taurus region. In the geology of the Taurus Belt. İnternational Symposium Proceedings, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, Turkey, 209-216.
- Bingöl, A.F.,** 1986. New findings on the structural setting of the chromites in the Guleman Ophiolitic massive (Eastern Taurus). The Journal of Fırat Uni., Science and Technology, Elazığ, **1/1**, 37-46.
- Çakır, Ü.,** 1994. Batı Kef krom yatağının (Guleman-Elazığ) jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, **37/2**, 15-29.
- Dickey, J.S.,** 1975. A hypothesis of origin for podiform chromite deposits. Geochimica et cosmochimica acta, Peraman press, Nothernireland, **39**, 1061-1074.
- 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., Balcı, M., Sümer, Y. ve Özkan, Y.Z.,** 1983. Guleman (Elazığ) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeolojik konumu ve yapısal özellikleri. MTA Dergisi, **95/96**, 77 – 100.
- Engin, T.,** 1985. Petrology of the peridotite and structural setting of the Batı Kef-Doğu Kef choromite deposits, Guleman-Elazığ, Eastern Turkey. In: Metallogeny of basic

and ultrabasic rocks, M. J. Gallegher, R. A. Ixer, C. R. Neary and H. M. Prichard (Eds.), Communications in Print, Essex, 229-240.

Engin, T. Özkan, Y.Z. ve Balcı, M., 1985. Türkiye’de krom yatakları ve MTA’nın krom aramacılığındaki yeri. MTA Sempozyumu, 30 – 35.

Engin, T. ve Sümer, Y., 1987. Kefdağ-Kapın (Guleman-Elazığ) yöresinin jeolojisi, Batı Kef Doğu Kef Krom yataklarının maden jeolojisi raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 2080.

Erdoğan, B., 1982. Ergani - Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı’nın jeolojisi ve volkanik kayalar. TJK Bülteni **25**, 45-59.

Evans, A.M., 1993. Ore Geology and industrial minerals: An Introduction. Blackwell Scientific Publications Third Edition, Oxford, 231 .

Irvine, T.N., 1967. Chromian spinel as a petrogenetic indicator. Part 2: petrologic applications: Can. Jour. Earth Sci., **4**, 71-103.

Kılıç, A.D., 2005. Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi 103s. (yayınlanmamış).

Koptagel, O. ve Gökçe A., 1993. Başçayır-Dağönü (Ulaş-Sivas) Yöresi Kromitlerinin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni. Yerbilimleri, **16**, 1-17.

Koptagel, O. ve Gökçe A., 1987. Kızıldağ (Zara-Sivas) Krom Yatağının Jeolojisi, Kromitlerin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni. C.Ü. Müh. Fak. Derg. Seri A- Yerbilimleri **4/1**, 43-56.

Örün, H., 2002. Rut - Lasir (Guleman-Elazığ) Bölgesi Krom yataklarının Jeolojisi ve Jeokimyası. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 57s. (yayınlanmamış).

Özkan, Y.Z., 1982. Guleman (Elazığ) ofiyolitinin jeoloji ve petrolojisi. Yerbilimleri Dergisi, **3-4/6**, 33-39.

Özkan, Y.Z., 1983. Guleman (Elazığ) ofiyolitinin yapısal incelenmesi. MTA Dergisi, **37**, 78-85.

Özkan, Y.Z., 1984. Guleman ofiyolitinde metamorfizma etkileri. MTA Dergisi, 47-57.

Özkan, Y.Z. and Öztunalı, Ö., 1984. Petrology of the magmatic rocks of Guleman Ophiolite. In: Geology of the Taurus Belt Proceedings, O. Tekeli and M. C. Göncüoğlu (Eds.), MTA, 285-292.

- Özkan, Y. Z. ve Sümer, Y.,** 1986. Rut, Orta Lasir ve Yeni Lasir Krom Yataklarının (Guleman – Elazığ) Maden jeolojisi Raporu. MTA Genel Müd., Maden Etüt ve Arama Dairesi Ankara, 55s.
- Özkaya, İ.,** 1975. Sason yöresinin yapısal jeolojisi. Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Konferansı, Tebliğler, MTA yayını, 21-30.
- Özsoy, S.,** 2001. Ayıpınarı (Guleman-Elazığ) Krom cevherleşmesinin incelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 51s (yayınlanmamış).
- Perinçek, D.,** 1979. The geology of Hazro-Korudag-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya region. Guide Book, TJK yayını 33s., Ankara.
- Perinçek, D.,** 1980. Bitlis metamorfizlerinde volkanitli Triyas. TJK Bült., **23**, 201-211.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ.,** 1981. Arabistan levhası kuzey kenarının tektonik evrimi. Hacettepe Üniv., Yerbilimleri Enst. Bült., **8**, 91-101.
- Sungurlu, O.,** 1979. GD sürüklenim kuşağı Tersiyer sürüklenimleri: 33. TJK Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri. 121-122, Ankara.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E. ve Naz, H.,** 1985. Elazığ-Palu-Hazar alanının jeolojisi. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi, **29**, 83-191.
- Üşümezsoy, Ş.,** 1990. On the formation mode of the Guleman chromite deposits (Turkey): Mineral Deposita, **25**, 89-95.
- Yazgan, E.,** 1981. Doğu Toroslarda etkin bir paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase – Orta Eosen) Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu, Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enstitüsü, **7**, 83-104

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Elazığ'da doğdum. 1998 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. 1999 yılında maden yatakları bölümünden yüksek lisansa başladım. 1998 - 2000 yılları arasında Guleman bölgesi yeraltı maden ocaklarında ocak mühendisi, 2000 - 2002 yıllarında Alparslan – I Barajı (Bulanık – Muş) saha mühendisi, 2002-2004 yılları arasında Cindere Barajı (Güney - Denizli) şantiye şefi olarak görev yaptım. 2005 yılından bu zamana Guleman bölgesi yeraltı maden ocaklarında özel bir firmada müteahhit vekili olarak görev yapmaktayım. Evli ve iki çocuk babasıyım.

KEF BÖLGESİ YERALTI MADEN OCAĞI JEOLojİ HARİTASI

AÇIKLAMALAR

- CEVHER
- CEVHER TOPUK
- BETON TOPUK
- ARAMA GALERİSİ
- HAZIRLIK BAŞYÜKARISI
- 2008-2009 YILLARINDA YAPILAN YERALTI SONDALARI
- FAY

0 1000

4 262 600
4 262 550
4 262 500
4 262 450
4 262 400
4 262 350
4 262 300

565 600
565 650
565 700
565 750
565 800
565 850
565 900
565 950
566 000
566 050
566 100
566 150
566 200

08.12.2009

2008-2009 YILLARINDA YAPILAN YERALTI SONDALARI

1
2
3
4
5
6
7

565 1000
565 1050
565 1100
565 1150
565 1200
565 1250
565 1300