

Batı Kef krom yatağının (Guleman-Elazığ) jeolojik özellikleri

Geological characteristics of the Batı Kef (Guleman-Elazığ) chromium deposit

Üner ÇAKIR Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara.

Öz

Batı Kef krom yatağı, Guleman ofiyolitinin alt birimini oluşturan tektonit dokulu harzburjitlerin hemen üzerinde, kümülat dokulu dünitlerin tabanında yer alır. Boyutları bakımından Türkiye'nin en önemli yatakları arasındadır.

Tabantaşı konumunda olan tektonitler porfiroklastik dokuya sahip genellikle harzburjitik yer yer dünitik litolojik birimlerle, gang, arataşı ve tavantaşı konumunda olan kümülatlar ise adkümülat dokusuna sahip dünitik, harzburjitik ve lertzolitik litolojik birimlerle temsil edilirler.

Cevher zonu ortalama K59D/ 54GD konumunda olup yüzeyde 1448-1580 m seviyeleri arasında mostra verir ve doğrultu boyunca 1000 m kadar izlenir. Güneybatı uçta ilksel bir sınırla kamalanarak, kuzeydoğu uçta ise Büyük Kef fayı ile kesilerek sona erer. Oldukça değişken olan kalınlık en fazla 52 m olarak saptanmıştır. Yapılan sondajlarla eğim boyunca 1153 m seviyesine kadar devam ettiği ortaya çıkarılmıştır. Yatak yer yer iki kola ayrılır. Kromca daha fakir olan üst kolun alt kola göre daha geç bir evrede oluştuğu düşünülmektedir.

Cevher disscimine yapı gösterir. Kromit ve olivin miktarındaki bağlı değişimler çoğunlukla yatağın genel konumuna paralel tabakanmaya neden olmaktadır. Tabantaşı sınırına yakın olan kısımlarda kalınlığı yer yer 1 m ye varan masif yapıda cevher tabakalarına rastlanmaktadır. Yatak K55D/ 76KB genel konumuna sahip, oblik atımlı sol yönlü ters fayla (KOT fayı:Kef Oblik Ters) iki büyük tektonik dilime ayrılmış durumdadır. KOT fayı ile eşzamanlı ve aynı kuvvet sistemlerine bağlı olarak oluştukları sanılan, genel olarak KB-GD doğrultulu, KD eğimli, atım miktarları oldukça değişken olan ters faylar ile belli bir sistem göstermeyen normal faylar yatağın daha küçük dilimlere ayrılmasına neden olmuşlardır.

Yüzey ve galeri jeolojisi ile sondaj verilerinden yararlanarak kesit yöntemiyle hesaplanan Batı Kef krom yatağı görünür rezervi 7,6 milyon ton, ortalama tenor % 30,06 Cr₂O₃ olarak bulunmuştur.

Abstract

Batı Kef chromium deposit is located just over the tectonite harzburgite, lower member of the Guleman ophiolite assemblage and the base of cumulate dunites. Considering its dimensions, it is among the major chromium deposit of Türkiye.

The tectonites having porphyroclastic texture and forming the footwall of the deposit are represented by harzburgites and occasionally by dunites while the cumulates having adcumulate texture and forming the hanging wall, gang and partings in the orebody are represented by dunites, harzburgites and lherzolites.

The general strike and dip of the deposit is N59E/54SE. The outcrop occurs between 1448-1580 m levels and can be followed 1000 m along the direction. At the south-west end it thins out by primary contact and in the north-east it is terminated by great Kef fault. The thickness varies considerably reaching a maximum of 52 m. The drill holes indicate that the deposit extends to 1153 m level. The orebody is occasionally divided into two branches. The upper branch is poor in chromium and probably formed at a later stage.

The ore shows a disseminated texture. The relative quantitative variations of the olivine and chromite results in layering parallel to the general setting of the deposit. At the bottom of the orebody, some massive layers up to 1 m thick can be seen.

The deposit is divided into two major tectonic slices by an important reverse oblique sinistral slip fault (KOT Fault) having a general setting of N55E/76NW. Several minor reverse faults with general strike of NW-SE and dip to NE, and some normal faults having no apparent systems result in smaller tectonic slices within the orebody.

Based on the surface and drift geology and drill hole data and using cross-sections method, the Batı Kef chromium deposit proven reserves are calculated as 7.6 million tons with an average grade of 30,06% Cr₂O₃.

GİRİŞ

Batı Kef krom yatağı Elazığ ili Guleman ilçesinin 10 km. kuzeybatısında Kef Tepe'nin güney yamacında yer alır (Şekil 1).

Boyutları, konumu ve geometrisi bakımından büyük önem taşıyan bu yatak içerisinde ilk üretim çalışmalarına 1952 yılında mostrayı takiben açılan yarmalarla başlanmış, şevin yükselmesine bağlı olarak çalışmaların zorlaşması üzerine 1960 yılından itibaren kapalı işletme yöntemleri ile üretim çalışmalarına geçilmiştir. Bu amaçla Kef Tepe'nin güney yamaçlarından kuzeye, kuzeydoğuya ve kuzeybatıya doğru değişik seviyelerden sürülen galerilerle cevher yatağına girilerek ambarlı yöntemle 1982 yılına kadar üretim sürdürülmüş, 1952-1982 yılları arasında toplam 1.100.000 ton cevher üretimi yapılmıştır. Batı Kef krom ocağı olarak adlandırılan bu galerileri birlikte gösteren şema Şekil 2'de verilmiştir. Bölgede cevherleşmeye dönük ilk çalışmalar Helke (1939, 1955, 1962), Borchert (1952, 1962), Hiesleitner (1954) ve Thayer (1964) tarafından kısa ziyaretler şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Yatağın geometrisinin belirlenmesi, rezerv ve tenör saptanmasına yönelik ilk detay etüd Etibank tarafından

Şekil 1. Batı Kef krom yatağının coğrafik ve jeolojik konumu.

A: Guleman ofiyolitinin Türkiye ofiyolitleri içerisindeki yeri.

B: Guleman civarının genel jeoloji haritası (Özkan, 1982)*.

1. Maden karmaşığı (Orta Eosen, allokton), 2. Hazar karmaşığı (Üst Maestrihtiyen-Alt Eosen, allokton), 3. Guleman ofiyoliti kümül birimi (Jura-Kretase), 4. Guleman ofiyoliti tektonit birimi (Jura-Kretase), 5. Bitlis metamorfileri (Paleozoyik-Mezozoyik,allokton), 6. Lice formasyonu (Alt Miyosen, otokton), 7. Krom yatakları, 8. Tabaka düzlemi doğrultu ve eğimi, 9. Foliasyon düzlemi doğrultu ve eğimi, 10. Fay.

*Dokusal özelliklerinden dolayı Kef düniiti kümülatlar içerisine alınmıştır.

C: Batı Kef krom yatağı yüzey jeoloji halitası (Engin, 1985)*

1. Harzburgit tektonit, 2. Harzburgit kümül, 3. Düniit kümül, 4. Cevher, 4a: 5. Zon (ort. ten. %39 Cr_2O_3), 4b. 4. Zon (ort. ten. %33 Cr_2O_3), 4c: 3. Zon (ort. ten. %27 Cr_2O_3), 4d: 1-2. Zon (ort. ten. %18 Cr_2O_3). 5. Foliasyon düzlemi doğrultu ve eğimi, 6. Tabaka düzlemi doğrultu ve eğimi, 7. Fay.

*Farklı tenöre göre belirlenen zonlar işlenmiştir.

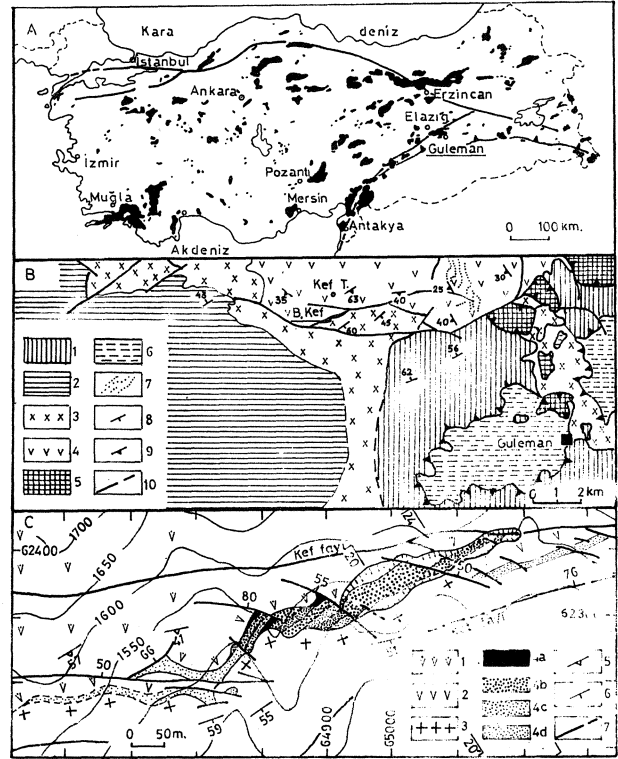


Figure 1. Geographical and geological situation of the Ban Kef chromium deposit.

A: Position of the Guleman ophiolite in the ophiolites of Türkiye

B: Geological map of the Guleman area (Özkan, 1982)*

1 Maden complex (Middle Eocene, allochton), 2. Hazar complex, (Upper Maestrihtiyen-Lower Eocene, allochton) 3. Cumulates of Guleman Ophiolite (Upper Jurassic-Lower Cretaceous), 4. Tectonites of Guleman ophiolite (Upper Jurassic-Lower Cretaceous), 5. Metamorphic massif of Bitlis (Paleozoic-Mesozoic, allochton), 6. Lice formation (Lower Miocene, autochtone), 7. Chromium deposits. 8. Strike and dip of the layer plane, 9. Strike and dip of the foliation plane, 10. Fault. *Kef dunite is included into the cumulates from its structural properties.

C: Surface geological map of the Batı Kef chromium deposit, (Engin, 1985)*

1. Harzburgite tectonite, 2. Harzburgite cumulate, 3. Dunite cumulate, 4. Ore, 4a. Zone, 5. (a. gr. 39% Cr_2O_3), 4b. Zone, 4. (av. gr. 33% Cr_2O_3), 4c. Zone 3. (av. gr. 27% Cr_2O_3), 4d. Zone 1-2 (a. gr. 18% Cr_2O_3), 5. Strike and dip of the foliation plane, 6. Strike and dip of the layer plane, 7. Fault.

*Zones of different ore grade are added.

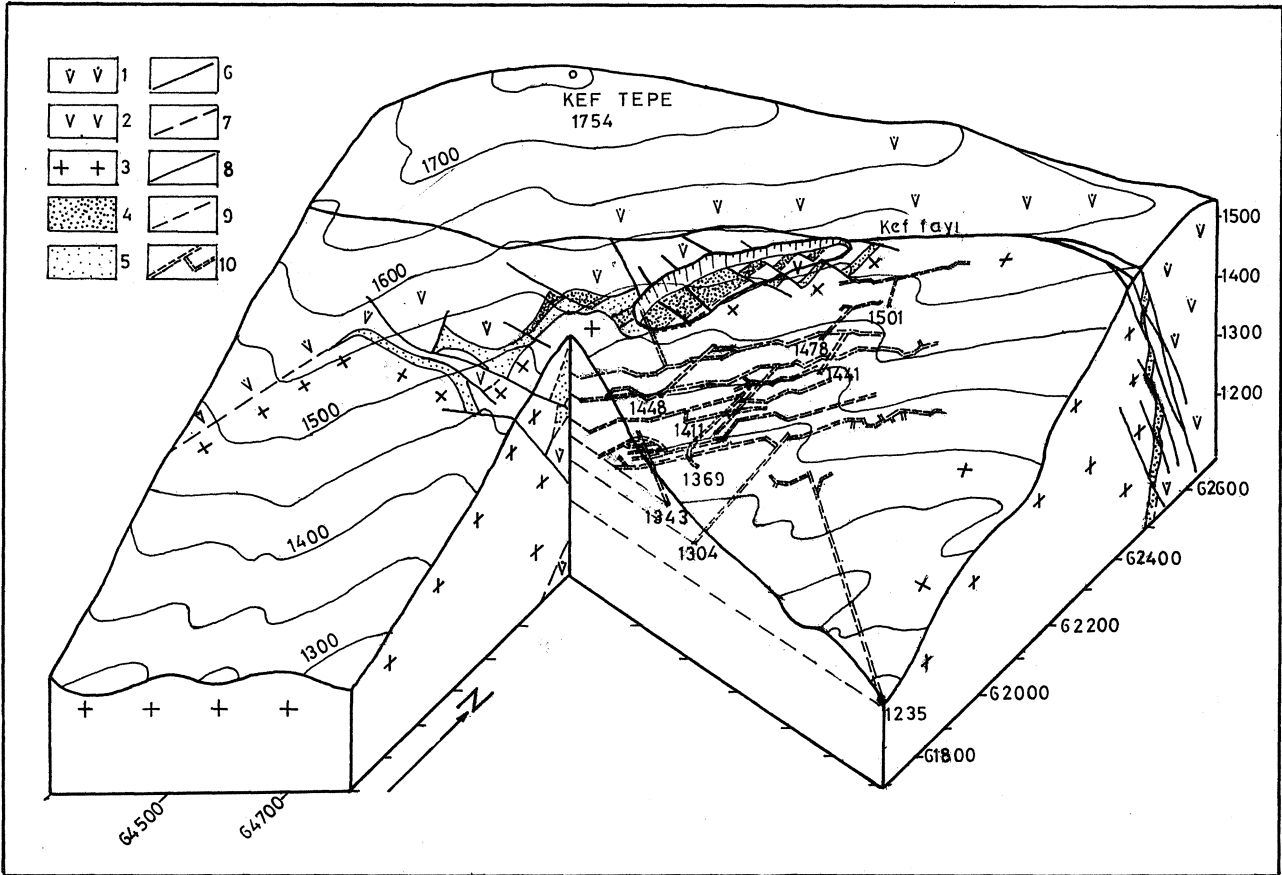
BATI KEF KROM YATAĞI

yapılmış (İskit, 1973), bu amaçla 1448 galerisi alt zon, 1411 galerisi ve 1304 galerisi doğu bölümden sistematik numune alımı (toplam 469 numune) ve yüzeyde 14 ayn lokasyondan toplam 3237 m uzunluğunda eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Numune alımı ve sondaj sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu kesit yöntemiyle yapılan rezerv hesaplanmasında görünür + muhtemel + mümkün kategorisinde % 32.4 Cr₂O₃ ortalama tenörlü, toplam 6,8 milyon ton cevher varlığı saptanmıştır.

G uleman krom yataklarının jeolojik etüdünü kapsayan M.T.A.-Etibank ortak projesi çerçevesinde M.T.A. tarafından yapılan çalışmalarda Batı Kef krom yatağının 1/1000 ölçekli yüzey jeoloji haritası detaylı bir şekilde hazırlanmış, galerilerin girilebilen bölümlerinin 1/500 ölçekli jeoloji haritaları yapılmıştır (Engin ve Sümer, 1987). Projeksiyon yöntemi ile yapılan hesaplamalarda 5,8 milyon ton görünür rezerv (% 33 Cr₂O₃) ve 6,8 milyon ton görünür + muhtemel rezerv (% 31,33 Cr₂O₃) saptanmıştır.

Elazığ ferrokrom tesis kapasitesinin artırılması ve yeni bir konsantratörün kurulması (Ket konsantratörü) modern bir üretim yöntemi seçimi gerekliliğini ortaya koymuş, buna bağlı olarak Outokumpu (1987) tarafından mevcut jeolojik bilgilere dayanarak mekanize bir yeraltı ocak tasarımı hazırlanmıştır. Limit tenörün %29 Cr₂O₃ olarak saptanması ve işletme kayıpları dikkate alınarak kazanılabilir rezerv 3.9 milyon ton olarak verilmiştir.

Makaleye temel oluşturan bu çalışmaya, Outokumpu tarafından hazırlanan temel ocak tasarımının detaylandırılması amacı ile, Teknomad-Etibank arasında oluşturulan Batı Kef krom ocağı modernizasyon projesi kapsamında, 1988 yılı Ocak ayında başlanmıştır. Yatak içerisinde yapılan ilk gözlemler sonucunda esas olarak ocağın en önemli bölümlerini oluşturan üretim boşlukları ve topukların topoğrafya ve jeolojisinin planlar üzerine işlenmemiş olduğu, dolayısıyla yeraltı jeolojisinin gereken ayrıntıda yapılamadığı tesbit edilmiş, va-



Şekil 2. Batı Kef krom ocağı şematik görünümü. 1) Harzburgit tektonit, 2) Harzburgit kümülat, 3) Dünit kümülat, 4) 3,4 ve 5. zon cevheri, 5) 1. ve 2. zon cevheri, 6) Görünür fay, 7) Muhtemel fay, 8) Görünür sınır, 9) Muhtemel sınır, 10)Galeri.

Figure 2. Schematic view of the Batı Kef chromium mine. 1) Harzburgite tectonite, 2) Harzburgite cumulate, 3) Dunite cumulate, 4) Ore of 3, 4. and 5. zones, 5) Ore of the 1. and 2. zones, 6) Apparent fault, 7) Probable fault, 8) Apparent limit, 10) Probable limit, 10) Drift.

rolan jeolojik verilerin böyle bir tasarım için yeterli olmadığı kanısına varılarak yeni bir çalışma programı hazırlanmıştır.

1988-1989 yıllarında gerçekleştirilen arazi çalışması ile 1304 galerisi doğu bölüm dışında girilebilir durumdaki tüm galeri ve üretim boşluklarının topoğrafya ve jeolojisi 1/ 500 ölçeğinde çıkartılmıştır (Çizelge 1).

Yüzeyde 20 m. aralıklarla 5 m.lik bölümler halinde, galerilerde her 10 m'de bir alınan oluk numunelerinin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile yatağın belirgin tenor farklılıkları gösteren bölümleri 5 zon halinde 1/250 ölçeğinde ayırtlanmıştır.

Rezerv hesapları 40 m. aralıklı doğrultuya dik düşey kesitler üzerinde değişik tenördeki seviyeler için görünür kategorisinde yapılmış, üretim çalışmalarına yardımcı olması amacı ile değişik seviyeler arasında bulunan cevher tonajları ayrıca çıkartılmıştır. Jeolojik etüdler sonucunda, 1411 katı ile yüzey arasında kapalı işletme ile kazanılamaz durumda, 3,6 milyon ton civarında önemli bir cevher varlığı belirlenmiş, cevher geometrisi ile yüzey topoğrafyasının KOT fayı üzerindeki cevher diliminin açık işletme ile alınmasına son derece uygun olduğu ortaya çıkarılmıştır (Teknomad, 1988a, 1988b).

Açık işletme alternatifini ciddi bir seçenek olarak irdeleme kararını takiben açık işletme hedef alanına giren 1304 katı üzerindeki cevher diliminin geometri, rezerv ve tenör dağılımının daha güvenilir sınırlarla belirlenmesi amacı ile 550 m uzunluğunda 7 adet yüzey ve 330,5 m uzunluğunda 14 adet yeraltı sondajı gerçekleştirilmiştir (Teknomad, 1988c, 1989). Sondaj sonuçlarının, jeolojik etüt bulgularını ve yorumlamaları hassas bir şekilde doğrulanmasını takiben, açık işletme projesi hazırlanmış ve Etibank tarafından uygulamaya konulmuştur.

Çizelge 1 Batı Kef galerileri giriş koordinatları.
Table I. Coordinates of entry of the Batı Kef drifts.

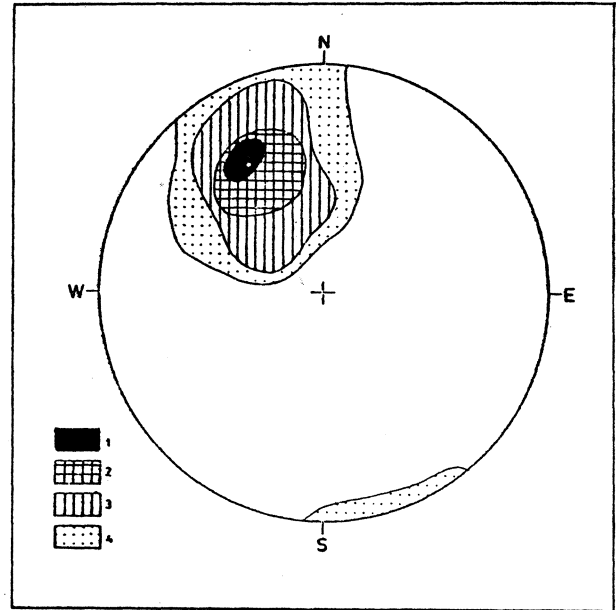
GALERİ ADI	GİRİŞ KOORDİNATLARI		
	Y	X	Z
1501	65314,48	62400,91	1501,96
1478	65218,49	62383,89	1478,20
1448	65007,48	62256,32	1448,14
1411	65122,52	62260,26	1411,79
1369	65115,30	62169,15	1369,60
1343	65120,39	62095,18	1343,54
1304	65164,11	62005,60	1304,80
1235	65661,22	61758,55	1235,67

Bu makale Batı Kef krom yatağını genel hatları ile tanıtmak amacı ile hazırlanmıştır. Okuyucunun yatağın jeolojik özellikleri hakkında toplu bilgi alabileceği ve gereğinde basitte olsa kullanabileceği bir doküman olması hedeflenmiştir. Bu nedenle doğrudan gözleme dayalı sonuçlar ön planda tutulmuş, açık işletme alanı içerisinde kalan cevher geometrisi ve tenör dağılımı galeri planları üzerinde mümkün olduğunca verilmeye çalışılmıştır. Tartışmalar bölümünde önceki araştırmacılar tarafından gündeme getirilen ve arama programlarını doğrudan etkileyen konular ele alınmış, yatağın çatallanmış olduğu ve kümülatların tabanında yer aldığı olguları irdelenerek pekiştirilmek istenmiştir.

YATAK ŞEKLİ VE BOYUTLARI

Batı Kef krom yatağı K59D/ 54 GD genel konumunu gösterir (Şekil 3). Doğrultu boyunca yüzeyde 1000m ye varan bir devamlılığa sahiptir. Güneybatı uçta kamlanarak, kuzeydoğu uçta Büyük Kef fayı ile kesilerek sona erer. Cevherli zon yer yer iki kola ayrılmakta olup 1478, 1448, 1411, 1369 ve 1343 galerileri doğu bölümünde iki kol, 1304 ve daha alt seviyelerde tek kol halinde dir. 1369 ve 1343 galerilerinde iki kolun doğrultu boyunca birleştikleri gözlenmiştir.

Yapılan sondajlarla yatağın eğim boyunca 1153 m seviyesine kadar devam ettiği, 1972/5 no.lu sondajla



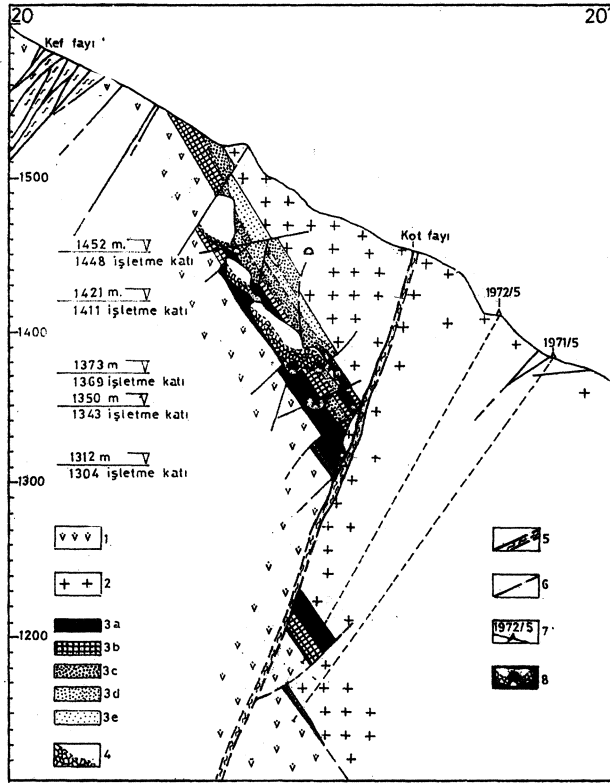
Şekil 3. Cevher-yantaş sınır düzlemlerinden alınan 38 ölçüye ait kontur diyagramı, Schmidt ağı, alt yarımküre. 1) % 10-12, 2) % 6-9, 3) % 2-5, 4) < % 1.

Figure 3. Contour diagram of 38 measures from the planes of limites between the orebody and the enclosing rock, Schmidt stereographic net, plotted on lower hemisphere. 1) 10-12%, 2) 6-9%, 3) 2-5%, 4) < 1%.

BATI KEF KROM YATAĞI

1188m seviyesinde 21 m, 1971/5 no.lu sondajla 1153 m seviyesinde 2 m kalınlık gösterdiği ortaya çıkarılmıştır (Şekil 4). İncelenen seviyelerde kalınlık oldukça değişkendir. Yaklaşık 150 m uzunluğa sahip orta bölümde kalınlık 30 m ile 52 m arasında değişmekte olup cevher kuzeydoğu ve güneybatıya doğru incelerek sürmektedir.

Cevher zonu içerisinde gözlenen tabakalar genellikle cevher-yantaş sınır düzlemine paraleldir (Şekil 5). Bununla beraber yatağın kamalanarak bittiği güneybatı uç



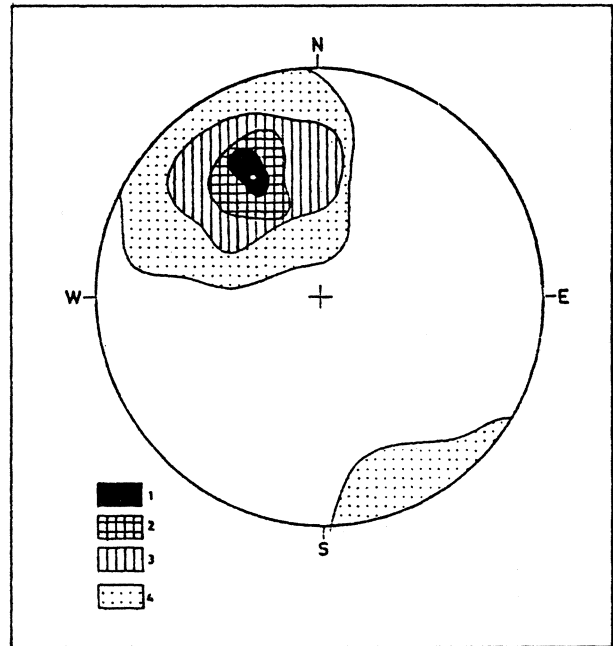
Şekil 4. 20-20'kesiti. 1)Harzburgite ttekonit, 2)Dünit kümülat, 3a)5.zon cevheri ($t > 37\% Cr_2O_3$), 3b)4.zon cevheri ($31\% Cr_2O_3 < t < 37\% Cr_2O_3$), 3c) 3.zon cevheri ($25\% Cr_2O_3 < t < 31\% Cr_2O_3$), 3d) Ore of the 2. zone $19\% Cr_2O_3 < t < 25\% Cr_2O_3$, 3e) 1.zon cevheri ($13\% Cr_2O_3 < t < 19\% Cr_2O_3$) 4) Ambarda bırakılmış, kırılmış cevher, 5) Şistleşmiş fay zonu, 6) Fay, 7) Sondaj, 8) Galeri ve üretim boşlukları.

Figure 4. Cross-section 20-20' 1) Harzburgite tectonite, 2) Dunit e cumulate, 3 a) Ore of the 5.zone ($t > 37\% Cr_2O_3$), 3b) Ore of the 4.zone ($31\% < t < 37\% Cr_2O_3$), 3c) Ore of the 3.zone ($25\% Cr_2O_3 < t < 31\% Cr_2O_3$), 3d) Ore of the 2. zone $19\% Cr_2O_3 < t < 25\% Cr_2O_3$, 3e) Ore of the 1.zone ($13\% Cr_2O_3 < t < 19\% Cr_2O_3$), 4) Broken ore in the underground stores, 5) Schistic fault zone, 6) Fault. 7) Drilling, 8) Drift and underground store.

ile, kalınlaşma gösterdiği orta bölümde her iki düzlem arasında belirgin bir açılma farklılığı görülür. 1369 galerisi güneybatı uca cevher ilksel bir dokanakla net bir şekilde kesilmekte olup 12 m devamlılık gösteren sınır düzlemi konumu K20B/80KD olarak tesbit edilmiştir. Bu düzlemin 5m berisinde gözlenen ve K70E/50GD konumuna sahip tabaka düzlemi ile 83 derecelik bir açı yapması ilginç bir gözlem olarak verilebilir (Şekil 6).

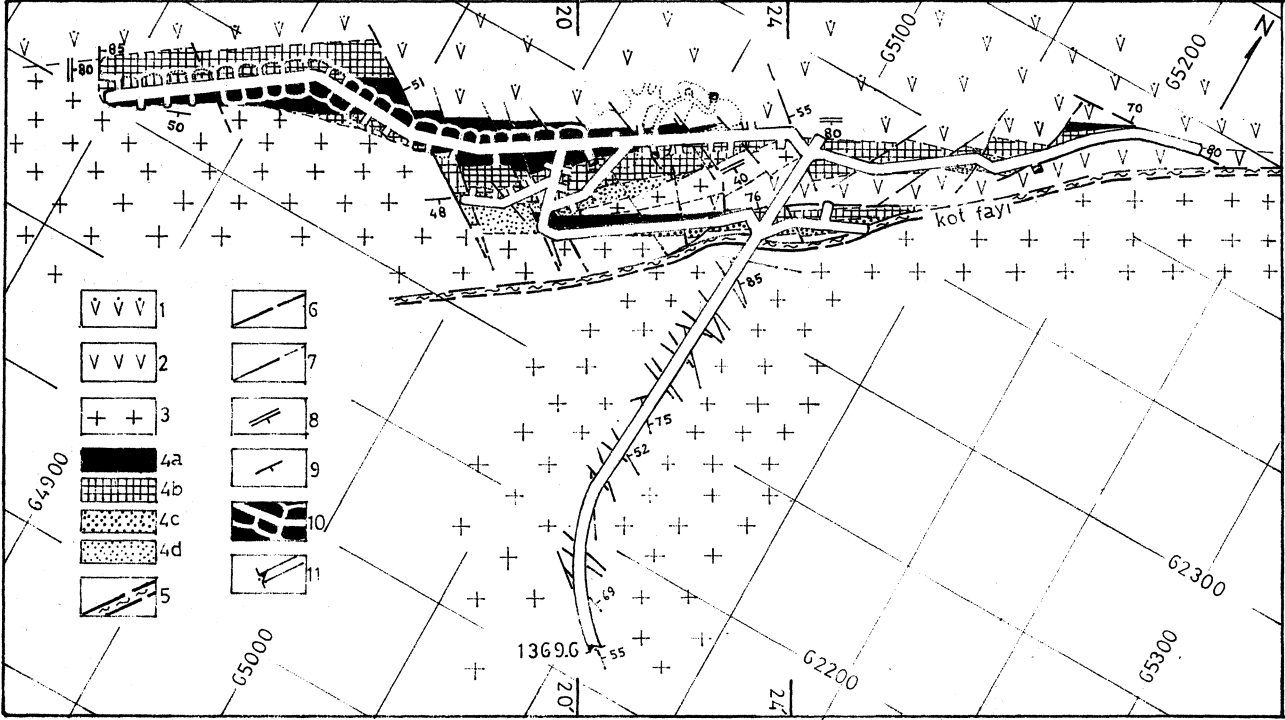
Cevherli zonda görülen kalınlık farklılıklarının ve cevher-yantaş sınır düzlemi ile tabaka düzlemlerinin yer yer gösterdikleri açılma uyumsuzlukların mağmatik sedimentasyon sırasında ortaya çıkan ilksel yapılar oldukları düşünülmektedir.

1369 ve 1343 galerilerinde güneybatı uca gözlenen kamalanmaların birbiri üzerindeki izdüşümleri yatak dalımının düşeye yakın bir değere sahip olduğu izlenimini vermekte ise de orta bölümdeki geniş cevher zonu dikkate alındığında dalımın güneybatıya doğru olduğu, dalım açısının 1411 galerisi ile 1369 galerisi arasında 28 derece, 1369 ile 1343 arasında 32 derecelik bir değere sahip olduğu gözlenmektedir. Buna göre yatağın genişleme gösterdiği merkezi bölümün 1411 ve 1343 galerileri arasında güneybatıya doğru ortalama 30 derecelik bir dalıma sahip olduğu söylenebilir. 1343 galerisi gü-



Şekil 5. Kromitit tabaka düzlemlerinden alınan 48 ölçüye ait kontur diyagramı, Schmidt ağı, alt yarıküre. 1) % 10-15,2) %6-9, 3) %2-5,4) < % 1.

Figure 5. Contour diagram of 48 measures from the planes of chromitite layer, plotted on lower hemisphere. 1) 10-15%, 2) 6-9%, 3) 2-5%, 4) < 1%.



Şekil 6. 1369 galerisi jeoloji haritası. 1) Harzburgit tektonit, 2) Harzburgit kümülat, 3) Dünit kümülat, 4a) 5.zon cevheri ($t > 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4b) 4.zon cevheri ($31\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4c) 3.zon cevheri ($25\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 31\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4d) 2.zon cevheri ($19\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 25\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4e) 1. zon cevheri ($13\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 19\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 5) Şistleşmiş fay zonu, 6) Fay, 7) Litolojik sınır, 8) Cevher-yantaş sınır düzlemi doğrultu ve eğimi, 9) Kromitit tabaka düzlemi doğrultu ve eğim, 10) Galeri ve üretim boşluğu, 11) Galeri girişi.

Figure 6. Geological map of the Drift 1369. 1) Harzburgite tectonite, 2) Harzburgite cumulate, 3) Dunite cumulate, 4a) Ore of the 5. zone ($t > 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4b) Ore of the 4. zone ($31\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4c) Ore of the 3. zone ($25\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 31\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4d) Ore of the 2. zone ($19\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 25\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4e) Ore of the 1. zone ($13\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 19\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 5) Schistose fault zone, 6) Fault, 7) Lithologic limit, 8) Strike and dip of the plane between the ore and the enclosing rock, 9) Strike and dip of the plane of chromitite layer, 10) Drift and underground store, 11) Entry of the drift.

neybatı uçta ilksel bir sınırla kamalanarak kesilen cevherde dalımın K22D/25GB konumunda olduğunun doğrudan gözlemlerle tesbiti bu düşünceyi kuvvetlendirmektedir (Şekil 7).

PETROGRAFI

Batı Kef krom yatağı tektonitlerle kümülatlar arasında ve kümülatların tabanında yer alır. Tektonit-kümülat geçişi tabantaşı-cevher sınırı ile birlikte net olarak gerçekleşmektedir.

Tabantaşı

Tabantaşı rolü oynayan tektonitler genellikle harzburgitik bir bileşim ve porfiroklastik bir doku gösterirler. Fay zonlarında lokal olarak rastlanan yapraklanmış serpantinleşmenin dışında son derece taze bir görünüme sahiptirler.

Olivin egemen mineral durumundadır. Hacim olarak kayacın % 85'ine yakın bir kısmını kaplamaktadır. Öz-

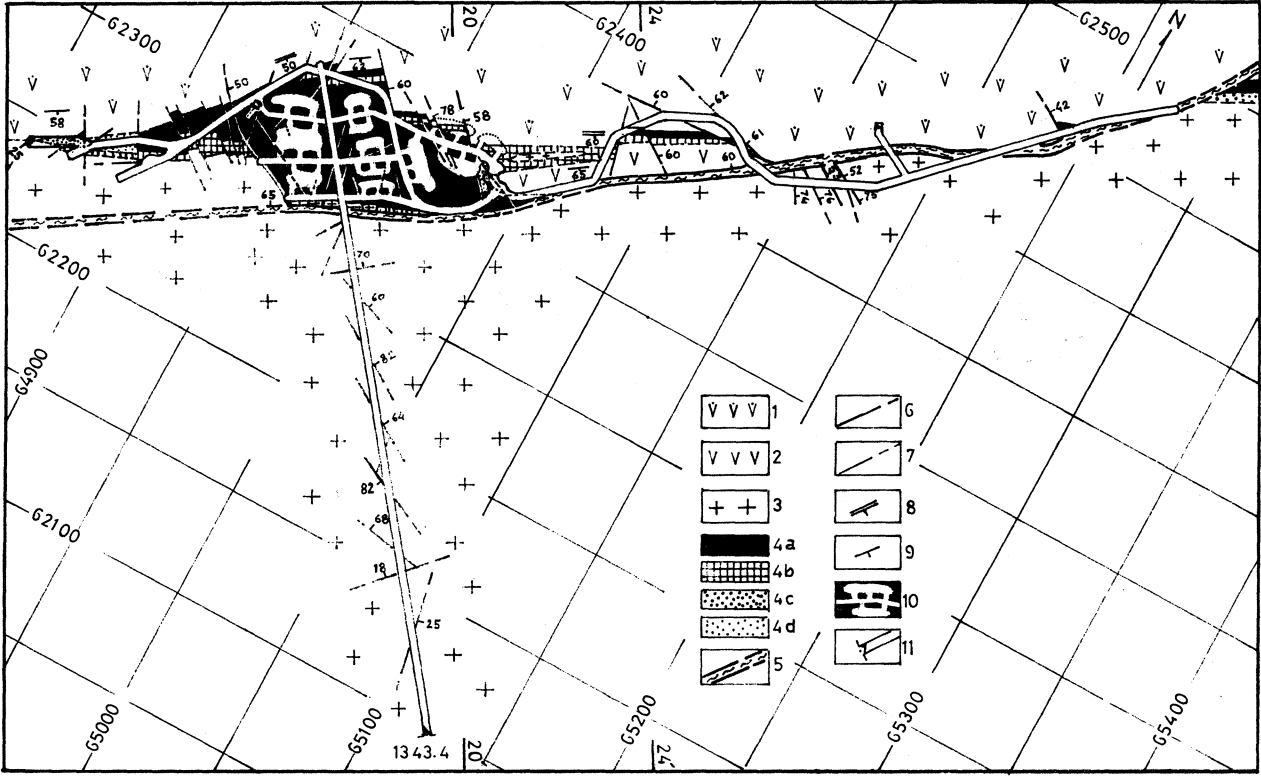
kan (1982) ve Üşümezsoy (1990) harzburgitleri oluşturan olivinlerin %85-90 forsterit içeren krizolit bileşiminde olduklarını saptamıştır. Olivin esas olarak üç şekilde bulunur (Şekil 8).

Porfiroklastlar halinde gözlenen olivin, boyutları 1-4 mm arasında değişen, morfolojik uzun eksenli foliyasyon düzleminin kesitteki izine paralel, dalgalı sönme ve birbirine çok yakın deformasyon izleri gösteren iri mineraller halindedir. Foliyasyon düzlemine dik kısa eksenli 0,5-1,5 mm civarındadır.

Deformasyon esnasında öğütülmüş olan olivin, ileri derecede yassılaşıma ve uzama gösteren küçük mineraller halindedir. Mineralin uzunluk/genişlik oranı genellikle 10'un üzerinde, morfolojik uzun eksenli 0,3 mm'nin altındadır.

Birbirleriyle 120 derecelik açılar yapan üçlü sınır noktalarına sahip, düzgün kenarlı, poligonallı şekilli ve

BATI KEF KROM YATAĞI



Şekil 7. 1343 galerisi jeoloji haritası. 1) Harzburgit tektonit, 2) Harzburgit kümülüt, 3) Dünit kümülüt, 4a) 5.zon cevheri ($t > 37\%Cr_2O_3$). 4b) 4.zon cevheri ($31\%Cr_2O_3 < t < 37\%Cr_2O_3$), 4c) 3.zon cevheri ($25\%Cr_2O_3 < t < 31\%Cr_2O_3$), 4d) 2.zon cevheri ($19\%Cr_2O_3 < t < 25\%Cr_2O_3$). 5) Şistleşmiş fay zonu, 6) Fay, 7) Litolojik sınır, 8) Cevher-yantaş sınır düzlemi doğrultu ve eğimi, 9) Kromitit tabaka düzlemi doğrultu ve eğimi, 10) Galeri ve üretim boşluğu, 11) Galeri girişi.

Figure 7. Geological map of the Drift 1343. 1) Harzburgite tectonite. 2) Harzburgite cumulate. 3) Dunite cumulate. 4a) Ore of the 5. zone $>37\%Cr_2O_3$. 4b) Ore of the 4. zone ($31\%Cr_2O_3 < t < 37\%Cr_2O_3$). 4c) Ore of the 3. zone ($25\%Cr_2O_3 < t < 31\%Cr_2O_3$). 4d) Ore of the 2. zone ($19\%Cr_2O_3 < t < 25\%Cr_2O_3$). 5) Schistose fault zone. 6) Fault. 7) Lithologic limit. 8) Strike and dip of the plane between the ore and the enclosing rock. 9) Strike and dip of the plane of chromitite layer. 10) Drift and underground store. 11) Entry of the drift.

hiçbir deformasyon izi göstermeyen olivinler ise deformasyondan sonraki yeniden kristalleşmenin işareti olarak görülürler.

Olivinlerin bu şekilde bir yandan porfiroklastlar, diğer yandan matriksi oluşturan küçük mineraller halinde bulunduğu porfiroklastik doku, tektonitlere has bir özelliktir ve üst mantonun yüksek deformasyon hızına sahip dinamik zonları içerisinde olduğu ileri sürülmektedir (Boullier, 1975).

Ortopiroksen hacim olmak kayacın %10-14'lük bir kısmını kaplamaktadır. Genellikle foliyasyon düzleminin kesitteki izine paralel uzama ve bu ize dik deformasyon izleri gösteren porfiroklastlar halindedir. Boyutları 1-4 mm arasında değişir. Sık sık dilinim yüzeyleri boyunca klinopiroksen eksolüsyonlarına rastlanır. Bölgede çalışan diğer araştırmacılar tarafından bileşimle-

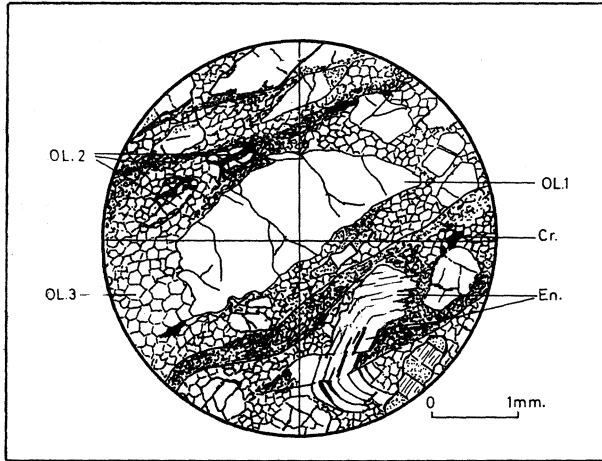
rinin %89-90 enstatit olduğu saptanmıştır (Özkan, 1982).

Kromit yaklaşık % 1 oranında bulunur. Genellikle foliyasyon düzlemine paralel uzama gösteren porfiroklastlar ve daha az miktarda matriksi oluşturan küçük mineraller halinde gözlenir.

Cevher Zonu

Cevher harzburgitler üzerine kalınlığı genellikle 2 cm ile 50 cm arasında değişen dünitik bir seviyeden sonra gelir. Bu seviyenin yüzeyde yer yer 10 m ye varan kalınlıklar gösterdiği belirtilmektedir (Engin ve Sümer, 1987).

Cevher dissemine yapıya sahiptir (Şekil 9). Bantlı nodüler yapı (Üşümezsoy, 1986) hiçbir seviyede gözlenmemiştir. Kromit-gang oranı genellikle 2/3 civarın-



Şekil 8. Tabantaşı rolü oynayan harzburgitlerin mikroskopik görünümü. OL.1) Porfiroklastlar halindeki olivin, OL.2) Deformasyon sırasında öğütülmüş olivin, OL. 3) Deformasyondan sonra yeniden kristalleşmiş olivin, En.)Enstatit, Cr)Kromit.

Figure 8. Microscopic aspect of the footwall harzburgite. OL. 1) Olivines as porphyroclastes, OL. 2) Olivines milonitized during deformation, OL. 3) Olivines recrystallized after deformation, En) Enstatites, Cr) Chromites.

dadır. Bununla birlikte tabanda kalınlığı yer yer 1 m ye varan, hemen hemen gang minerali içermeyen masif yapılı kromitit tabakalarına rastlanır. Üst seviyelere doğru ise gang minerallerinin oldukça büyük hacimler kapladığı düşük tenörlü cevher zonları hakim duruma geçer.

İnce kesitte, kromit tane boyu 0,1 mm ile 2 mm arasında değişen fakat genellikle 1 mm civarında olan özşekilli veya yarı özşekilli mineraller halindedir. Seyrek olarak kapanım halinde olivin mineralleri içermektedir, genellikle tazedir. Nadiren çatlaklar boyunca opak görümlü ferritkromite dönüştüğü gözlenmektedir.

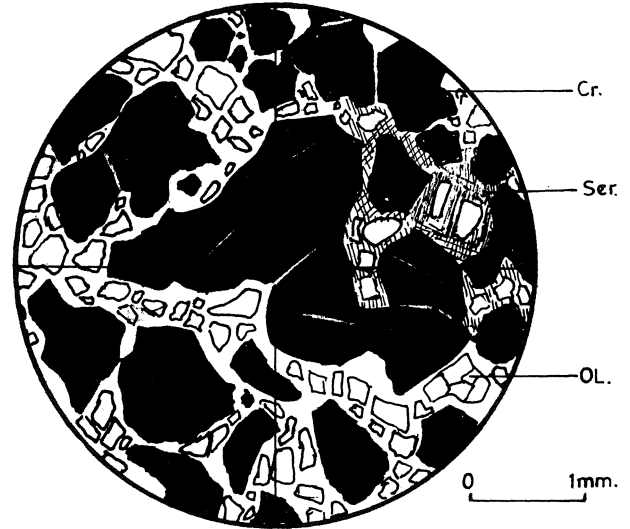
Olivin kroniklerin arasındaki boşlukları dolduran özşekilsiz ve interkümümlüs mineraller halindedir. Arman ve Aydın (1983) tarafından forsterit bileşiminde oldukları tesbit edilmiştir.

Çok az miktarda enstatite rastlanır. İkincil olarak krom klorit ve krizotil mineralleri görülmektedir.

Arataşı

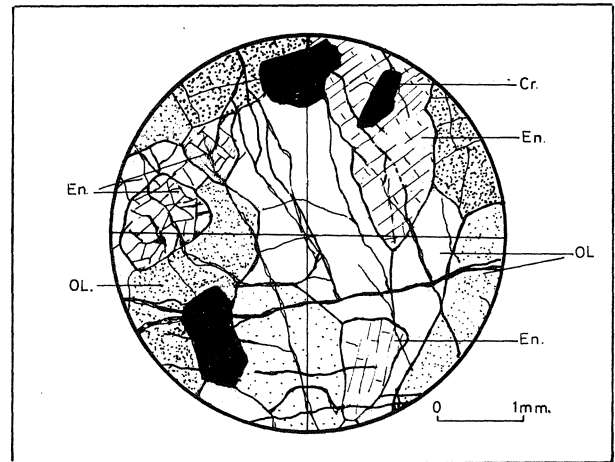
Batı Kef yatağının ilgi çeken özelliklerinden biri cevher zonunun doğrultu eğim boyunca yer yer iki kola ayrılıyor olmasıdır. İki kola ayrıldığı durumlarda ara kayacın adkümümlat dokusu gösteren genellikle harzburgitik, yer yer dünitik mineralojik bileşimde olduğu tesbit edilmiştir (Şekil 10).

1369 ve 1411 galerilerinde ara kayaçtan alınan örnekler genellikle ortopiroksence fakir harzburgit bileşi-



Şekil 9. Dissemine krom cevherinin genel mikroskopik görünümü. OL.:Olivin, Ser.:Serpantin, Cr.:Kromit.

Figure 9. General microscopic aspect of the disseminated chromium ore. OL.:Olivine, Ser.: Serpentine, Cr.:Chromite.



Şekil 10. Arataşı rolü oynayan harzburgitlerin genel mikroskopik görünümü.

Figure 10. General microscopic aspect of the intercalated harzburgite.

mindedir. Seyrek olarak ortopiroksen oranının %10'un altına düştüğü durumlarda dünitlere geçiş görülür.

Olivin hakim mineraldir. Kayacın hacim olarak %85'inden fazlasını oluşturur. Genellikle boyları 2-4 mm arasında değişen düzgün kenarlı, yarı özşekilli mineraller olarak gözlenir. Ender olarak deformasyon izikleri gösterir.

Ortopiroksen ve çok az miktarda rastlanan klinopiroksen boyutları 1-3 mm arasında değişen yarı özşekilli mineraller şeklindedir.

Kromit % 1-2 oranında ve 0,2 -1 mm boyutlarında mineraller halindedir. Genellikle olivinler arasındaki

BATI KEF KROM YATAĞI

boşluklarda ve olivinler tarafından çevrelenmiş kapamılar şeklindedir.

Tavantaşı

Dünitik mineralojik bileşime sahip, adkümülat dokusu gösteren oldukça taze kayalarla temsil edilir. Yatak civarında yer yer az miktarda harzburjit ve lerzolitik seviyelere geçiş gösteren bu birime Kef Düni ismi verilmiştir (Engin ve diğ. 1983).

Genellikle 5-10 mm, yer yer birkaç santimetreyi aşan boyutlarda iri olivinleri ve alışılmışın üzerinde kromit içermesiyle tipiktir (Engin, 1985; Engin ve Sümer, 1987). Adkümülat dokusu gösterir. Olivin özşekli veya yarı özşekli iri mineraller, kromit 1mm'nin altında özşekli veya yarı özşekli, yer yer yuvarlaklaşmış küçük mineraller halindedir. Olivinlerin genellikle deformasyon izi göstermediği, lokal olarak kinkbantlara rastlandığı belirtilmektedir (Engin, 1985).

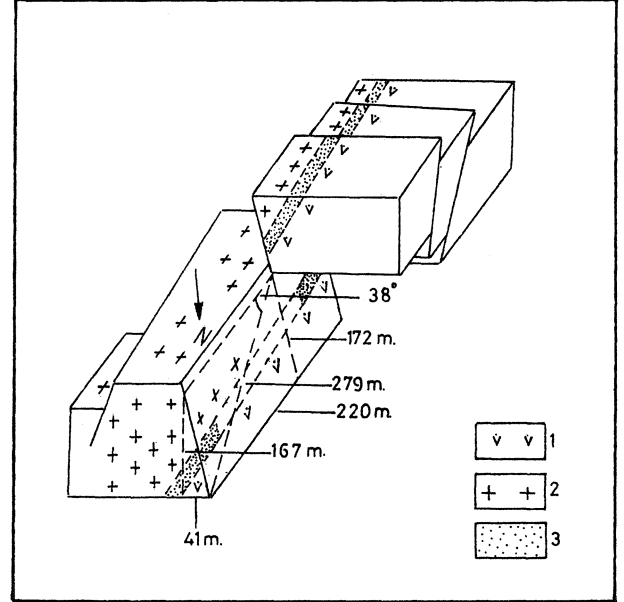
Forsterit içerikleri %94-96 arasında bulunmuştur (Üşümezsoy, 1990). Tabantaşını meydana getiren dünitlere ve harzburjitlere ait olivinlerle (%86-90) belirgin bir farklılık söz konusudur. Bu durum Kef dünitinin tabantaşı ile aynı koşullarda oluşmadığı, muhtemelen magnezyumca zengin bir magmanın ilk ürünlerini temsil ettiği şeklinde değerlendirilmektedir.

TEKTONİK

Batı Kef krom yatağı genel olarak kuzey-güney doğrultulu sıkışma fazına bağlı kuvvetli bir tektoniğin etkisinde kalmış ve esas olarak oblik atımlı sol yönlü ters bir fayla (KOT fayı) iki büyük tektonik dilime ayrılmış durumdadır (Şekil 4).

1448 m seviyesi altında incelenen tüm galerilerde ortaya çıkan bu fayın doğrultusu K45-70D, eğimi 51-80 KB arasında değişmekte olup, K55D/76KB genel konumu gösterir. Fay düzlemi üzerinde ölçülen çizgisellik ortalama K45D/36KD konumunu gösterdiğinden eğim atımı 172 m, gerçek atım 279 m olarak bulunmuştur. Fayın ortalama eğimi 76 derece olduğundan düşey atımı 167 m, yanal atım 41 metredir (Şekil 11).

1304 galerisi kuzeydoğu bölümü ile 1235 galerisi içerisindeki cevher zonlar KOT fayının alt dilimi,, 1304 galerisinin güneybatı bölümü ile daha üst seviyelerde gözlenen cevherli zonlar üst dilimi içerisinde bulunurlar. Her iki dilim kendi içerisinde K56B/66KD genel konumunu gösteren, atım miktarları oldukça değişken çok sayıda ters ve oblik atımlı ters faylar ile daha küçük dilimlere ayrılmıştır. Yer yer belli bir sis-



Şekil 11. Batı Kef krom yatağını etkileyen fayların şematik görünümü. 1) Harzburjit tektonit. 2) Dünit kümülat. 3) Cevher

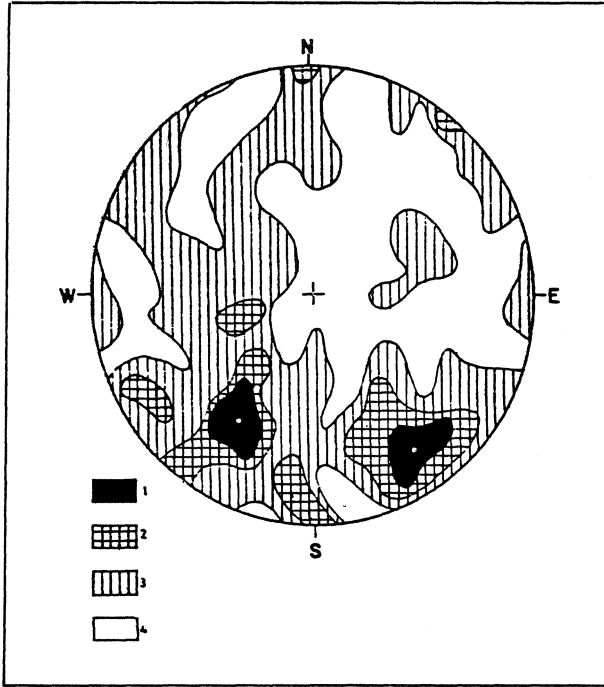
Figure 11. Schematic representation of the faults effecting the Batı Kef chromium deposit. 1) Harzburgite tectonite, 2) Dunite cumulate, 3) Ore.

tem göstermeyen, fakat genellikle kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu normal faylara da Tatlanmaktadır.

İncelenen galerilerde gözlenen 180 faya ait kontur diyagramı fay düzlemlerini esas olarak K57D/78KB ve K56B/66KD konumları etrafında yoğunlaştıklarını göstermektedir (Şekil 12). İlk değer KOT fayına paralel oblik atımlı ters faylara, ikinci değer yatağı daha küçük dilimlere ayıran ters faylara ait olduğu söylenebilir.

Yaklaşık kuzey-güney doğrultulu sıkışma fazının en önemli sonucu şüphesizki yatağın kuzeydoğuya doğru olan devamlılığını net bir şekilde kesen ve sürükleyerek kendi konumuna uyduran (Doğu Kef yatakları) Büyük Kef fayıdır (Teknomad, 1988c; 1988d). Yüzye yaklaşık 3,5 km boyunca kesikli olarak izlenen fay zonu genişliği 2 m ile 50 m arasında değişmekte olup ortalama 20 m civarındadır (Engin, 1985).

1448 galerisinden kuzeybatıya doğru sürülen arama galerisinin 189. metresinde ortaya çıkan ve kesikli olarak toplam yaklaşık 50 m genişlik gösteren bu fayın aynaları üzerinde (Şekil 13), K76D/12GB ile K5D/51KD doğrultu ve eğimlerini gösteren iki ayrı çizgisellik ve çentikler ilk hareketin sağ yönlü oblik atımlı ters, ikinci hareketin eğim yönünde normal karakterde olduğu izlenimini vermektedir.



Şekil 12. Batı Kef krom yatağını etkileyen fay düzlemlerinden alınan 180 ölçüye ait kontur diyagramı, Schmidt ağı, alt yarımküre. 1) %4-6, 2) %2-3, 3) %0,5-1,4) <%0,5.

Figure 12. Contour diagram of the 180 measures from the plane of faults affecting the Batı Kef chromium deposit, Schmidt stereographic net plotted on lower hemisphere. 1) 4-6%, 2) 2-3%, 3) 0,5-1%, 4) < 0,5 %.

Yüzeyle yapılan incelemelerde Kef fayının genel olarak doğu-batı doğrultulu, 30-85 derece arasında kuzeye eğimli olduğu ve Batı Kef yatağını kestiği noktadan itibaren cevheri doğuya sürüklediği gözlenir. Bu durum ilk ve esas hareketin sağ yönlü oblik ters karakterde olduğu kanısını kuvvetlendirmektedir.

TENÖR DAĞILIMI VE REZERV

Batı Kef krom yatağı homojen bir tenör dağılımına sahip olmayıp genel olarak merkezi bölümün alt seviyelerinde yüksek, üst seviyeler ile doğu ve batı uçlarda düşük tenörlü bir görünüm sergiler. Bu nedenle, yatağın farklı tenör gösteren belirgin seviyeleri, yüzey ve galerilerden alınan oluk numuneleri ile sondaj karotları cevherli bölümlerinin analiz sonuçlarına dayanak %6 tenör farklılıklarına göre 5 zon halinde ayırılmış, li-mit tenör %13 Cr_2O_3 olarak kabul edilmiştir. Tenör (t) sınırları % Cr_2O_3 olarak aşağıdaki gibi alınmıştır: 1.Zon: %13-19, 2.Zon: %19-25, 3. Zon: %25-31, 4.Zon: %31-37, 5.Zon: %37-40. Rezerv kesit yöntemi ile görünür kategorisinde hesaplanmış, sonuçlar işletme seviyeleri arasında kalan dilimler ve farklı tenör-

de cevher tonajlarını da kapsayacak şekilde çizelgeler halinde verilmiştir (Çizelge 2). Çizelgeler üzerinde ilk sütun işletme kat seviyelerini, ikinci sütun ilk satırdaki rakkamlar farklı tenördeki cevher zonlarını, ikinci satırdaki harfler cevher zonları arasındaki aşağıda verilen kombinasyonları ifade eder:

A=4+5, B=3+4+5, C=2+3+4+5, D=1+2+3+4+5. Üçüncü sütun dilim ortalama tenörlerini, dördüncü sütun tonajları verir.

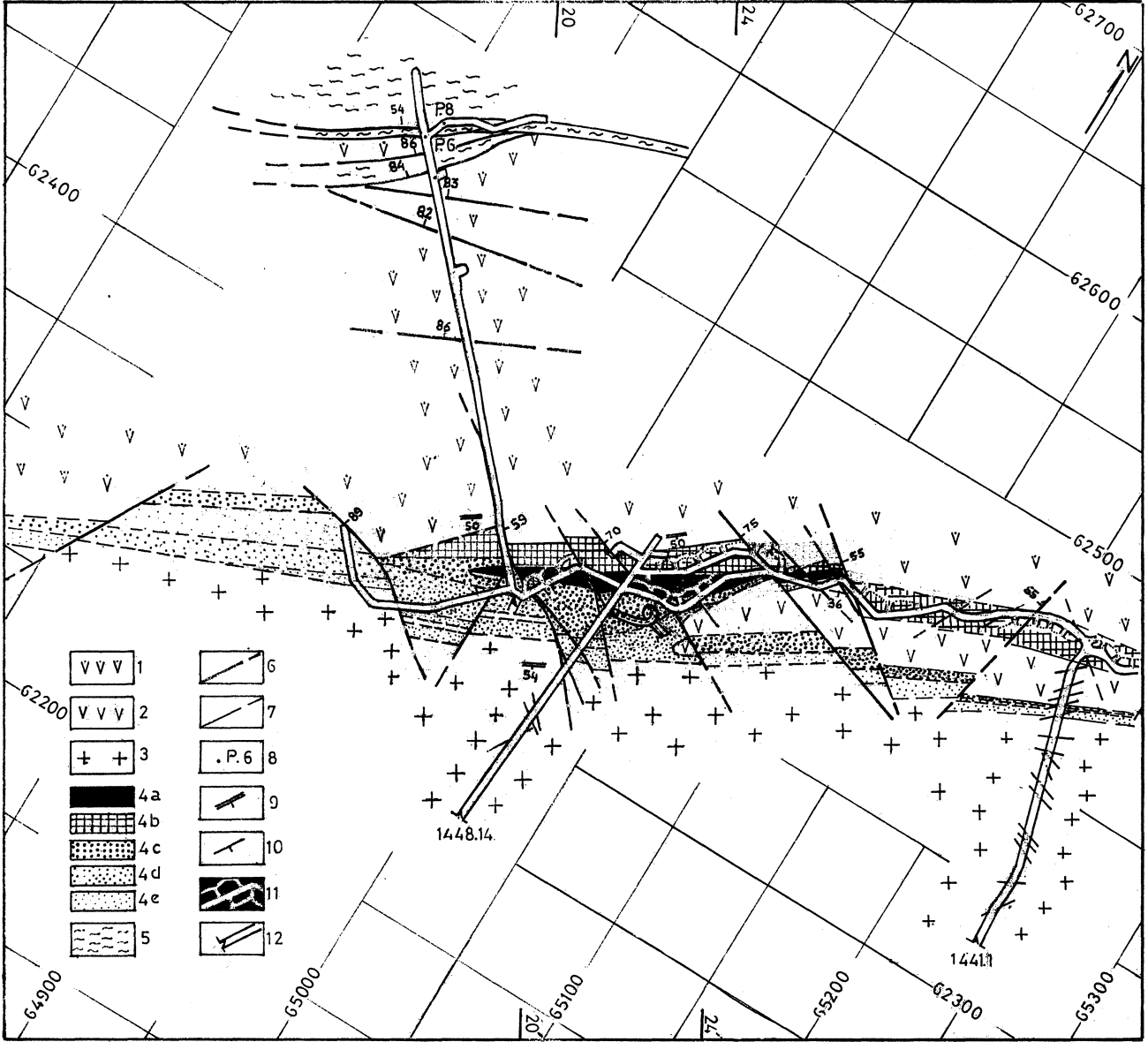
Çizelge üzerinde üst kotlarda oldukça büyük hacimler kaplayan düşük tenörlü cevher zonlarının 1369 kattan itibaren azaldığı ve yatak ortalama tenörünün belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Bu durum düşük tenörlü merkezi bölüm üst cevher zonu ile doğu bölüm üst cevher kolunun eğim boyunca incelenmesi ile açıklanabilir (Şekil 14).

TARTIŞMALAR

Batı Kef krom yatağı jeolojik özelliklerinin ve bilhassa üst kotlarda yer yer iki kola ayrılan bir geometriye sahip olmasının bu çalışma ile açık bir şekilde tesbiti, önceki araştırmacılar tarafından yapılan tartışmalara tatminkar bir cevap getirmektedir.

Yüzeyle 35 m kalınlık ve %34 Cr_2O_3 civarında tenöre sahip tek bir seviye halinde gözlenen merkezi bölüm doğuya doğru K70B/ 50KD konumlu ters bir fayla kesilmekte ve fayın doğusunda kalan üst blok içerisinde cevher, tavantaşı sınırına göre 25 m kadar güneye kaymış bir şekilde tekrar ortaya çıkmaktadır. Bu bölümde kalınlık 10 m, tenör %26 Cr_2O_3 civarındadır (Şekil 15 A). Kuzeye doğru 45 m kadar yukarı çıktığında tabanı tamamıyla molozla örtülü büyük yarmanın faydan itibaren genel doğrultuya paralel şekilde kuzeydoğuya doğru 115 m daha devam ettiği gözlenir. Yarma içerisindeki molozlar nedeniyle cevher görülmemesine karşın, işletmenin bu seviyedeki bir cevheri takiben yapıldığı açıktır. Bu şekliyle fayın üst bloğu içerisinde birbirlerinden 40 m civarında steril bir bölümlerle ayrılmış iki cevher seviyesinin varlığını kabul etmek gerekmektedir. Bunun yanında her iki cevher seviyesini ayıran arataşının genellikle harzburjit mineralojisine sahip olması duruma daha ilginç bir boyut getirmektedir. Bu şekilde yatağın fayın alt bloğunda kalın tek bir seviye, üst bloğunda ince ve iki ayrı seviye halinde gözlenmesi, Engin (1985) tarafından cevherin çatallanmış olması veya ana zonun altında ikinci bir cevher seviyesinin bulunması alternatifleri halinde irdelenmiştir (Şekil 15 B-C). Geçerli varsayım olan çatallanma alternatifi, gerek o günkü yeraltı jeoloji verilerindeki eksiklikler, gerekse arataşının harzburjitik olması nedenleri ile kabul görmemiş, ikinci hipoteze bağlı olarak merkezi bölümün 40 m kadar altında harzburjitler içerisinde açığa

BATI KEF KROM YATAĞI



Şekil 13. 1448 galerisi jeoloji haritası. 1) Harzburgit tektonit, 2) Harzburgit kümülat, 3) Dünit kümülat, 4a) 5.zon cevheri ($t > 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4b) 4. zon cevheri ($31\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4c) 3. zon cevheri ($25\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 31\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4d) 2. zon cevheri ($19\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 25\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4e) 1.zon cevheri ($13\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 19\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 5) Şistleşmiş fay zonu, 6) Fay, 7) Litolojik sınır, 8) Poligon noktası, 9) Cevher yantaş sınır düzlemi doğrultu ve eğimi, 10) Kromitit tabaka düzlemi doğrultu ve eğimi, 11) Galeri ve üretim boşluğu, 12) Galeri girişi.

Figure 13. Geological map of the Drift 1448. 1) Harzburgite tectonite, 2) Harzburgite cumulate, 3) Dunite cumulate, 4a) Ore of the 5. zone ($t > 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4b) Ore of the 4. zone ($31\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 37\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4c) Ore of the 3. zone ($25\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 31\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4d) Ore of the 2. zone ($19\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 25\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 4e) Ore of the 1. zone ($13\% \text{Cr}_2\text{O}_3 < t < 19\% \text{Cr}_2\text{O}_3$), 5) Shistic fault zone, 6) Fault, 7) Lithologic limite, 8) Topographic landmark, 9) Strike and dip of the plane between the ore and enclosing rock, 10) Strike and dip of the plane of chromitite layer, 11) Drift and underground store, 12) Entry of the drift.

çıkartılmamış yeni bir cevher zonu varolması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Böyle bir cevher zonu mevcut değildir. 1304 katı üzerindeki incelenen tüm galerilerde merkezi bölüm

cevheri doğuya doğru iki kola ayrılmaktadır. 1369 ve 1343 galerilerinde her iki kolun merkezi bölümle birleştiği direk olarak gözlenmiştir. Nitekim harzburgitler içerisindeki muhtemel cevher zonu aramak amacı ile, 1448

Çizelge 2. Batı Kef krom yatağı görünür rezervi.

Table 2. Proven reserve of the Batı Kef chromium deposit.

Dilim Aralığı	Cevher Tipi	Dilim Ortalama Tenörü (%Cr ₂ O ₃)	Dilim Rezerv (Ton)
Mostra	1	15.26	612.061
	2	22.25	926.522
	3	27.91	1.025.370
	4	33.89	988.112
	5	38.96	79.354
1411	A	34.27	1.067.566
	B	31.15	2.092.936
	C	28.42	3.019.458
	D	26.20	3.631.519

Dilim Aralığı	Cevher Tipi	Dilim Ortalama Tenörü (%Cr ₂ O ₃)	Dilim Rezerv (Ton)
1343	1	...	...
	2	20.27	19.433
	3	29.17	81.558
	4	33.39	237.006
	5	39.14	467.106
1304	A	37.20	704.112
	B	36.37	785.669
	C	35.98	805.102
	D	35.98	805.102

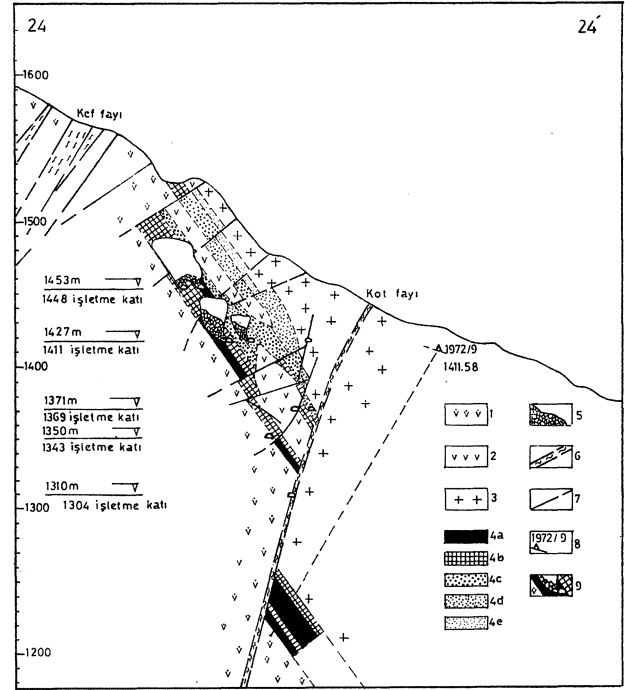
Dilim Aralığı	Cevher Tipi	Dilim Ortalama Tenörü (%Cr ₂ O ₃)	Dilim Rezerv (Ton)
1411	1	15.8	84.102
	2	24.18	159.99
	3	28.08	363.909
	4	33.03	353.418
	5	39.41	262.114
1369	A	35.75	615.532
	B	32.9	979.441
	C	31.67	1.139.431
	D	30.58	1.223.533

Dilim Aralığı	Cevher Tipi	Dilim Ortalama Tenörü (%Cr ₂ O ₃)	Dilim Rezerv (Ton)
1369	1	...	...
	2	20.10	58.995
	3	27.32	39.118
	4	33.7	293.206
	5	38.81	329.845
1343	A	36.41	623.051
	B	35.87	662.169
	C	34.58	721.164
	D	34.58	721.164

Dilim Aralığı	Cevher Tipi	Dilim Ortalama Tenörü (%Cr ₂ O ₃)	Dilim Rezerv (Ton)
Görünür	1	15.32	696.163
	2	22.37	1.198.770
	3	27.95	1.594.385
	4	33.33	2.572.503
	5	39.18	1.584.978
Rezerv	A	35.56	4.157.481
	B	34.45	5.751.866
	C	31.53	6.950.636
	D	30.06	7.646.799

galerisinden itibaren kuzeye doğru M.T.A. önerisi ile sürülen 230 m. uzunluğundaki arama galerisi ve bu galeriden itibaren yapılan sondajlar herhangi bir cevher izine rastlamamıştır.

Her iki alternatifini irdeleme çalışmasının bir parçası olarak M.T.A. tarafından (Engin 1985; Engin ve Sumen 1987) farklı cevher zonlarından alınan numunelerdeki kromit mineralleri elektron mikropip ile analiz edilmiştir. Sonuçlar toplu bir değerlendirme yapılabilmesi amacıyla Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge üzerindeki ilk 3 numune (MB 1,2,3) M.T.A. tarafından orta bölüm olarak isimlendirilen merkezi kısımdan alınmıştır. Yatağın tek kol halinde bulunduğu bölümü temsil etmektedir. Daha sonraki 5 numune (AK 1,2,3,4,5) M.T.A. tarafından Balı Kef kuzey bölüm olarak isimlendirilen alt kol cevherini, son 3 numune (ÜK 1,2,3) Batı Kef doğu bölüm olarak isimlendirilen üst kol cevherini karakterize etmektedir. Merkezi bölüm cevheri ile alt kol cevherinin kimyasal bileşimleri birbirlerine oldukça yakındır. Buna karşılık üst kol cevheri her iki bölümden Cr₂O₃ miktarının düşüklüğü ve Al₂O₃ miktarının yüksekliği ile belirgin bir şekilde ayrılır. Cr/Cr+Al ve Mg/Mg+Fe diyagramı üzerinde her iki grup arasındaki farklılık net bir şekilde görülmektedir (Şekil 16). Bu durum gözlem sonucu ortaya konan, alt kol cevherinin merkezi bölüm alt seviyelerinin doğuya doğru olan devamını temsil ettiği ve bağımsız bir zon olmadığı tesbitini desteklemektedir. Buna karşılık üst kol cevherinin daha geç bir ev-



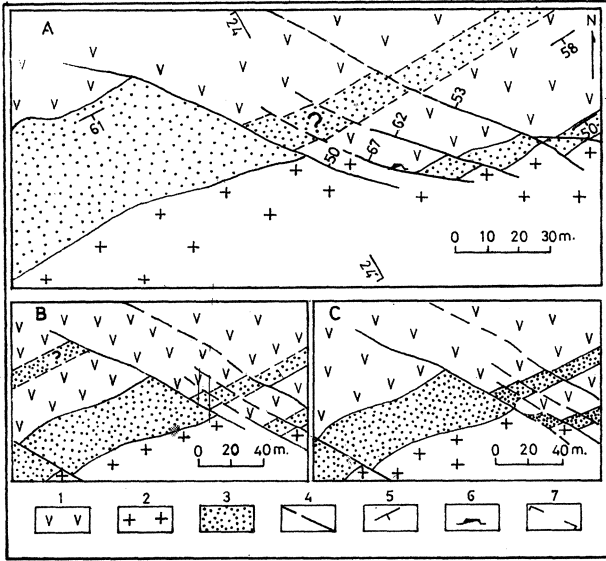
Şekil 14. 24-24' jeoloji kesiti. 1) Harzburgite tectonite. 2) Harzburgite cumulate, 3) Dunite cumulate, 4a) 5. zon cevheri ($t > 37\% Cr_2O_3$), 4b) 4. zon cevheri ($31\% Cr_2O_3 < t < 37\% Cr_2O_3$), 4c) 3. zon cevheri ($25\% Cr_2O_3 < t < 37\% Cr_2O_3$), 4d) 2. zon cevheri ($19\% Cr_2O_3 < t < 25\% Cr_2O_3$), 4e) 1. zon cevheri ($13\% Cr_2O_3 < t < 19\% Cr_2O_3$), 5) Ambarda bırakılmış, kırılmış cevher. 6) Şistleşmiş fay zonu, 7) Fay, 8) Sondaj, 9) Galeri ve üretim boşluğu.

Figure 14. Cross section 24-24' 1) Harzburgite tectonite. 2) Harzburgite cumulate, 3) Dunite cumulate, 4a) Ore of the 5. zone ($t > 37\% Cr_2O_3$), 4b) Ore of the 4. zone ($31\% Cr_2O_3 < t < 37\% Cr_2O_3$), 4c) Ore of the 3. zone ($25\% Cr_2O_3 < t < 37\% Cr_2O_3$), 4d) Ore of the 2. zone ($19\% Cr_2O_3 < t < 25\% Cr_2O_3$), 4e) Ore of the 1. zone ($13\% Cr_2O_3 < t < 19\% Cr_2O_3$). 5) Broken ore in the underground stores, 6) Schistic fault zone, 7) Fault, 8) Drilling, 9) Drift and underground store.

rede oluştuğu, merkezi bölümde doğrudan ilk cevher zonu üzerine, kenar kısımlarda ise kromit kristalleşmesindeki kesiklilik sırasında meydana gelen, kümülat dokulu, genellikle harzburgitik, yer yer dünitik seviye üzerine çökeldiği sanılmaktadır. Bu durumda, orta bölüm cevherinin düşük tenörlü üst seviyelerinin üst kol cevherinin devamı olduğu söylenebilir. Bu seviyelerden alınacak numunelerin pür cevher analizleri böyle bir varsayımı açıklığa kavuşturabilecek yararlı bir çalışma olarak görülmektedir.

Üst kol cevherinin, merkezi bölüm cevherine göre farklı bir alanda toplanması, Engin ve Sümer (1987) ta-

BATI KEF KROM YATAĞI



Şekil 15. Batı Kef krom yatağının merkezi ve doğu bölümleri arasındaki geçişi gösteren yüzey jeoloji haritası (Engin ve Sümer, 1987). 1) Harzburgit, 2) Dünit, 3) Cevher, 4) Fay, 5) Tabaka düzlemi doğrultu ve eğimi, 6) Galeri giriş, 7) Kesit izi. A) Mevcut durum. Mevcut durumu açıklayan hipotezler: B) Bağımsız alt cevher zonu hipotezi, C) Çatallanma hipotezi.

Figure 15. Surface geological map displaying the passage between central and eastern part of the deposit (Engin and Sümer, 1987). 1) Harzburgite, 2) Dunite, 3) Ore, 4) Fault, 5) Direction and dip of layer plane, 6) Entry of Drift, 7) Profile section.

A) Actual situation Explanatory Hypothesis of the Situation by: B) Lower independent zone hypothesis, C) Ramification hypothesis.

rafından "beklentinin aksine bir durum" olarak değerlendirilmiş, analiz sonuçlarının yapısal ilişkilerin ortaya konmasında yararlı olmadığı, kromitlerin kimyasal bileşimlerinin oluşumdan sonraki süreçler içerisinde değişmiş olabileceği ileri sürülerek alt kolun bağımsız bir cevher zonu olduğu görüşünde ısrar edilmiştir. Bu kabulde şüphesizki alt kol cevherinin tamamıyla harzburgitler içerisinde bulunmasının önemli bir rolü vardır. Arataşının genellikle harzburgitik bir bileşimde olması kümülatlar içerisindeki bu tür yataklarda ender görülen bir durumdur. Bununla birlikte değişik seviyelerden alınan numunelerin mikroskopik etüdü kayacın adkümülat dokusu gösterdiğini ve dunitik tavantaşı ile benzer dokusal özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Porfiroklastik dokuya sahip harzburgitik labantaşı ile net bir farklılık sözkonusudur. Bu durum ofiyolitik masiflerde harzburgitlerin sadece kısmi ergimeye ve plastik deformats-

yona uğramış üst manto malzemesini temsil etmediğini, kümülatlar içerisinde de zaman zaman kalın seviyeler oluşturabildiğini göstermesi açısından önemli görülmektedir.

Korsika ofiyolitinde santimetrik ve desimetrik kalınlıkta piroksenolit, lertzolit ve gabro tabakaları ile alternans halinde bulunan adkümülat ve heteradkümülat dokulu harzburgitlerin mağmatik sedimanter kayalar olduğu görüşü (Ohnenstetter ve Ohnenstetter-Crochmore, 1975) bu bulgu ile desteklenmiş olmaktadır.

Kangal ofiyolitinde, Eymir Güney Ocak krom yatağında yapılan EGÜ.2 sondajında, kümülat dunitler arasında 8m kalınlıkta kümülat dokulu harzburgit kesilmiş olması (Belliver ve Çakır, 1992) bu örneklerin dahada çoğaltılabileceğinin bir işareti olarak verilebilir.

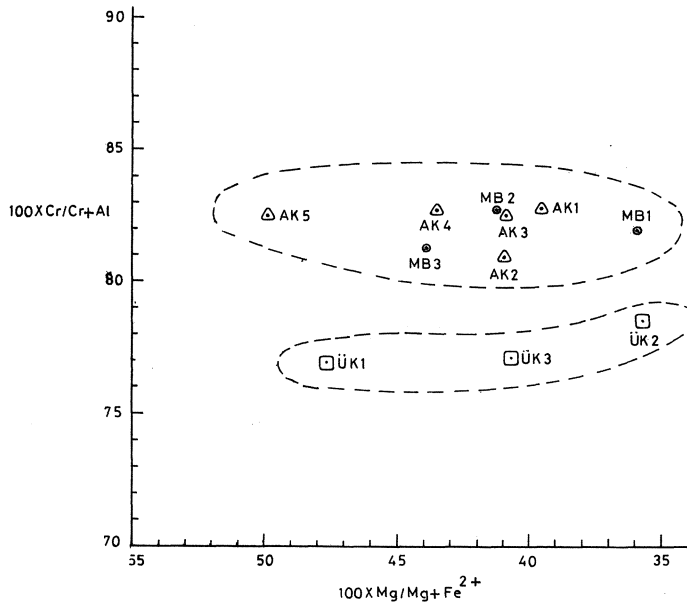
Bu sonuçlar dolaylı olarak Üşümezsoy (1986) tarafından ileri sürülen Batı Kef krom yatağının üst manto içerisinde yer aldığı ve oluşumunun kümülatik yolla açıklanamayacağı savına karşı bir görüş niteliği de taşımaktadır.

Bilindiği gibi tektonit-kümülat ayrımının belirleyici biteri yapısal ve dokusal özelliklerdir. Batı Kef krom yatağının her seviyesinde gözlenen düzenli tabakalı yapı ve kümülat dokunun mağmatik sedimantasyon sonu-

Çizelge 3. Farklı cevher zonlarından alınan örneklerindeki kromit mineralleri analiz sonuçları (Engin ve Sümer, 1987). MB.Merkezi bölüm cevheri. AK.Lower kol cevheri. ÜK. Üst kol cevheri. M.T.A tarafından verilen örnek numaraları yatak konumuna göre değiştirilmiştir. $Cr/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$, $Cr/(Cr+Al)$, $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ satırları ilave edilmiştir. Fe_2O_3 ve FeO değerleri Fe_2O_3 değerinden $RO/R_2O_3=1$ eşitliği kabul edilerek hesaplanmıştır.

Table 3. Analytical results of chromites in the samples representing different zones of the ore deposit (Engin ve Sümer, 1987). MB.Central part ore, AK Lower branch ore, ÜK Upper branch ore. Sample numbers given by M.T.A has been modified according to the geological situation of the orebody. The line of $Cr/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$, $Cr/(Cr+Al)$, $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ has been added. The values of Fe_2O_3 and FeO has been calculated from Fe_2O_3 agreeably to the equation of $RO/R_2O_3=1$.

	MB1	MB2	MB3	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	ÜK1	ÜK2	ÜK3
Cr ₂ O ₃	53.00	54.50	53.60	55.70	53.10	55.10	54.50	55.10	49.70	49.20	49.80
Al ₂ O ₃	15.20	14.70	16.00	15.00	16.30	15.10	14.70	15.10	19.30	17.40	19.20
Fe ₂ O ₃	2.10	2.60	2.10	.....	2.10	1.10	2.60	2.60	2.60	4.20	2.10
FeO	16.30	14.10	13.40	15.00	14.40	14.40	13.40	11.50	12.40	16.00	14.80
MgO	11.80	12.80	13.60	12.70	12.90	12.90	13.40	14.80	14.60	11.50	13.20
Toplam	98.40	98.70	98.70	98.40	98.80	98.60	98.60	99.10	98.60	98.30	99.10
Fe ₂ O ₃ Toplam	20.00	18.10	16.90	16.50	17.90	16.90	17.40	15.30	16.30	21.80	18.40
Cr (Fe ²⁺)+(Fe ³⁺)	2.56	2.91	3.09	3.27	2.87	3.15	3.05	3.51	2.97	2.19	2.02
100xCr/(Cr+Al)	81.83	82.73	81.25	82.77	80.82	82.52	82.75	82.52	76.90	78.53	77.04
100xMg/(Mg+Fe ²⁺)	35.83	41.18	43.92	39.50	40.87	40.87	43.55	49.83	47.61	35.68	40.76



Şekil 16. Merkezi ve doğu bölümden alınan cevher örnekleri analiz sonuçlarının karşılaştırılması.

Figure 16. Comparison of the ore samples analytical results representing the eastern and central part of the deposit.

cu oluştuğu düşünülmektedir. Stratigrafik olarak tabanda yüksek tenörlü olan ve yer yer masif yapı gösteren cevherin yukarıya ve kenarlara doğru disemine yapıda düşük tenörlü cevhere geçiş göstermesi bu düşüncüyü kuvvetlendirmektedir. Alt koldan üst kola geçişte kromit minerallerindeki krom miktarının ve Cr/Fe oranının belirgin şekilde azalması ve alüminyum miktarının artması bu görüşün kimyasal verilerle de desteklendiğini göstermektedir. Tabantaşını temsil eden ve üst manto-dan artakalan malzeme olarak yorumlanan porfiroklastik dokulu harzburjitlerden cevhere geçişte deformasyon izlerinin keskin şekilde kaybolması, yatağın üst mantonun üzerinde yeraldığını ve plastik deformasyondan sonraki bir evrede meydana geldiğini göstermektedir.

Batı Kef krom yatağının üst manto içerisindeki magma kanallarında oluştuğu görüşü (Üşümezsoy, 1986) esas olarak kromitlerin kimyasal bileşimlerinin topoğrafik seviyeye göre değiştiği kabulüne dayandırılmıştır. Veri olarak 1300-1500m seviyeleri arasında alınan 20 adet örnekteki 100 kromit mineralinin mikropropla yapılan analiz sonuçları kullanılmıştır. Cr/Fe oranının topoğrafik üst seviyelerde daha yüksek olduğu, oysa kümülatik süreçlerde eğim ve doğrultü boyunca herhangi bir değişikliğin olmaması gerektiği ileri sürülerek kümülatik süreçler reddedilmiştir. Kimyasal bileşimdeki farklılık üst seviyelerde daha yüksek sıcaklıkta kristalleşen kromitlerin magma kanallarındaki konveksiyon akımları ile aşağı doğru inerken soğuması ile açıklanmıştır.

Öncelikle cevherin bulunduğu güncel topoğrafik seviye ile yatağın oluşumu sırasındaki seviye arasında paralellik kurulmasının doğru bir yöntem olmadığı açıktır. Yatağın ilksel konumuna ancak yantaş ve cevherde gözlenen yapısal unsurların karşılaştırılması ile bir yaklaşımda bulunulabilir. Tektonit-kümülat geçişini temsil eden tabantaş-cevher dokanak düzleminin cevher ve tavantaşındaki tabakalanmaya ve yatağın genel konumuna olan paralelliği ilksel konumun büyük bir olasılıkla yatay düzlemde olduğu izlenimini vermektedir. Kaldığı aynı stratigrafik seviye içerisindeki kromit minerallerinin bileşiminde değişiklik olması stratiform yataklarda bilinen bir durumdur (Jackson, 1963; Cameron, 1977) ve kümülatik süreçlerin reddi için yeterli bir veri oluşturamaması gerekir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Batı Kef krom yatağı, Guleman ofiyolitik masifinin tektonit ve kümülat birlikleri arasında ve kümülatların tabanında yer alır. Merkezi bölümde kalın, kenarlara doğru incelen ve yer yer iki kola ayrılan bir geometriye sahiptir.

Cevher tabakalı disemine bir yapı gösterir. Tabaka düzlemleri tektonit-kümülat sınır düzlemi ile tabantaşında gözlenen foliyasyon düzlemlerine genellikle paraleldir. Bu şekli ile mağmatik sedimantasyon mekanizmaları ile oluşmuş konkordan bir yatak görünümündedir. Yatağın yer yer iki kola ayrılması ve üst kol cevherinin kimyasal yönden alt kol cevherine göre belirgin bir farklılığa sahip olması, kromit kristalleşmesinin iki farklı evrede meydana geldiğini göstermektedir. Üst kol cevherinin merkezi bölümde doğrudan alt kol cevheri üzerine, kenar kısımlarda ise kromit kristalleşmesindeki kesiklilik sırasında bu bölümlerde oluşan genellikle harzburjitik, yer yer dunitik seviye üzerine çökeldiği sanılmaktadır.

Yatak K59D/54GD genel konumunu gösterir. K55D/76KB konumlu oblik atımlı ters bir fayla (KOT fayı) iki büyük tektonik dilime ayrılmış durumdadır. Fayın üst bloğu içerisinde yer alan cevher zonunun jeolojik özellikleri bu çalışma ile detaylı bir şekilde ortaya konulmuş olmasına rağmen, alt dilim bir işletme projesine temel oluşturacak derecede tanınmamaktadır. 1304 galerisi doğu bölümü ve 1235 galerisinden itibaren yapılması düşünülen, galerili ve sondajlı arama programının uygulamaya konulması böyle bir eksikliği giderecek ve yatak rezervinin artışına yol açacak gerekli bir çalışma olarak görülmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Teknomad-Etibank ortak projesi çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup çalışmalarımız sırasında değerli yardımlarını esirgemeyen Etibank Şarkromları Müessesesi Mü-

BATI KEF KROM YATAĞI

dürlüğü'ne, Proje Tesis Dairesi Başkanlığı'na. arazi ve büro çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz Jeoloji mühendisleri Hacı Karakuş ve Murat Ünal'a, büro çalışmalarında yardımcı olan Maden mühendisleri Ali Saran, Levent Yener, Lütfiye Kılıç, Emin Pütün'e, yazım ve düzeltme aşamasındaki katkılarından dolayı sayın Yrd.Doç.Dr. Erkan Aydar, Yrd.Doç.Dr. Meral Doğan, Jeoloji Y.Müh. Engin Ö. Sümer ile Prof.Dr.Yavuz Erkan'a teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Arman,B., Aydın, E., 1983, Guleman Kefdağı kromit cevheri örnekleri maden ve gang minerallerinin elektron mikroprob ve mineralojik analizi.. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü, Rapor No.DYP/EB-8301-1.
- Bellivier, R, Çakır, Ü., 1992, Chromite (Turquie). Permis d'exploitation d'Eymir (Kangal). Evaluation des gites. Résultats de la campagne de sondages.Rap. B.R.G.M. R.34305 Orléans-Fransa.
- Borchert, H., 1952, Etibank Şarkkromlan mıntıkasında krom cevheri yatakiından yapılan jeolojik tetkik hakkında rapor: M.T.A. Genel Müdürlüğü, No. 2082.
- Borchert, H.,1962, Soridağ-Rutdağ peridotit masifi ve bu masifin krom yatakları ile cevher rezervi: M.T.A. Genel Müdürlüğü, Rapor No.2943.
- Boullier, A., M., 1975, Structure des Péridotites en enclave dans les kimberlites d'Afrique du Sud: Doktora Tezi., Nantes, Fransa, 122 s.
- Cameron, E., N., 1977, Chromite in the central sector of the Bush weld Complex, South Africa. Am. Mineralogist, 62, 1082-1096.
- Engin, T., Balcı, M., Sümer, Y., Özkan, Y.Z., 1983, Guleman (Elazığ) Krom yatakları ve peridotit biliminin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri. M.T.A. Dergisi, No.95/96, s. 77-100.
- Engin, T., 1985, Petrology of the peridotite and structural setting of the Batı Kef-Doğu Kef chromite deposits, Guleman, Elazığ, Eastern Turkey, metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks, I.M.M. Edinburg-İngiltere, 229-240.
- Engin, T., Sümer, Y., 1987, Kefdağ-Kapın (Guleman-Elazığ) yöresinin jeolojisi. Batı Kef Doğu -Kef krom yataklarının maden jeolojisi raporu; M.T.A. Genel Müdürlüğü, No.2080.
- Helke,A., 1939, Soridağ krom cevheri yatakları; M.T.A. raporu, No.710.
- Helke, A., 1955, Beobachtungen an turkischen Minerallagerstätten: N Jb. Miner., 88,954-962.
- Helke, A., 1962, The metallogeny of the chromite deposits of the Guleman area: Econ. Geol. 57, 954-962.
- Hiessleitner,G., 1954, Güney Anadolu Torosu kromitli peridotit serpantinlerinin jeolojisine yeni ilaveler: M.T.A. Dergisi, 46/47, 21-46.
- İskit,M., 1973, Etibank Şarkkromları Kef Dağı krom yatakları arama raporu: Etibank raporu, (yayınlanmamış).
- Jackson, E. D., 1963, Stratigrafic and lateral variation of chromite composition in the Stillwater complex: Min.Soc.Amer.Spec.Paper, 1,46-54.
- Ohnenstetter, D., Ohnenstetter - Crochemore, M., 1975, Le puzzle ophiolitique Corse, un bel exemple de paléodorsale océanique: Doktora tezi, Nancy-Fransa.418 s.
- Outokumpu, O., 1987, Batı Kef underground mine basic engineering: Rapor, Etibank, (yayınlanmamış).
- Özkan, Y., Z., 1982, Guleman (Elazığ) ofiyolitinin jeolojisi ve petrolojisi: Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Yer-bilimleri Fakültesi, 168 s.
- Teknomad, 1988a, Batı Kef Krom Ocağı modernizasyonu projesi, ocak etüdü ön raporu: Etibank, No.88/1.
- Teknomad, 1988b, Batı Kef Krom Ocağı modernizasyonu projesi, ocak etüdü nihai raporu: Etibank, No.88/6.
- Teknomad, 1988c, Batı Kef Krom Ocağı modernizasyonu projesi, rezerv geliştirme programı: Rapor, Etibank, No.88/10.
- Teknomad, 1988d, Doğu Kef ve Altındağ Krom Ocakları jeoloji ve rezerv kalite raporu: Etibank, No.88/12.
- Teknomad, 1989, Batı Kef Krom Ocağı modernizasyonu projesi, tahkik sondajları programı uygulama sonuçları değerlendirme raporu: Etibank, No.89/7.
- Thayer, T.P., 1964, Principal features and origin of podiform chromite deposits and some observations on the Guleman-Soridağ district.Turkey: Econ. Geol., 59, (8), 1497-1524.
- Üşümezsoy, Ş., 1986, Kefdağ ve Soridağ (Guleman) kromit kütlelerinin oluşumu üzerine yeni bir yaklaşım., Jeoloji Mühendisliği, 29,47-60.
- Üşümezsoy, Ş., 1990, On the formation mode of the Guleman chromite deposits (Turkey): Mineral Deposita, 25, 89-95.

