

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GÜNEYDOĞU TÜRKİYE OFİYOLİTİK KROMİTİTLERİNİN PETROJENEZİ:
KROMİT KİMYASI, PLATİN GRUBU ELEMENT JEOKİMYASI VE
MİNERALOGİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisi Recep Melih AKMAZ

**OCAK 2013
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GÜNEYDOĞU TÜRKİYE OFİYOLİTİK KROMİTİTLERİNİN PETROJENEZİ:
KROMİT KİMYASI, PLATİN GRUBU ELEMENT JEOKİMYASI VE
MİNERALOGİSİ**

Jeoloji Mühendisi Recep Melih AKMAZ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“JEOLOJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.12.2012
Tezin Savunma Tarihi : 09.01.2013**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. İbrahim UYSAL

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Recep Melih AKMAZ tarafından hazırlanan

**GÜNEYDOĞU TÜRKİYE OFİYOLİTİK KROMİTİTLERİNİN PETROJENEZİ:
KROMİT KİMYASI, PLATİN GRUBU ELEMENT JEOKİMYASI VE
MİNERALOGİSİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 25 / 12 / 2012 gün ve 1487 / 01 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : **Prof. Dr. Cüneyt ŞEN**

Üye : **Doç. Dr. İbrahim UYSAL**

Üye : **Doç. Dr. İbrahim ALP**

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Güneydoğu Türkiye’de yüzeylenen ofiyolitik kromititlerinin petrojenezi: kromit kimyası, platin grubu element (PGE) jeokimyası ve mineralojisi” isimli bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış ve 109Y219 nolu TÜBİTAK Projesi tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışmayı bana öneren; karşılaştığım tüm zorluklarda bilgisinden, tecrübesinden ve özellikle sistematik çalışma metodundan oldukça faydalandığım, çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim UYSAL’a teşekkürlerim sonsuzdur.

Çalışmada, elektron mikroprob analizlerinde kullanılmak üzere çok sayıda kromitit ve peridotit örneklerine ait ince kesitlerin hazırlanması süreçlerinde çok değerli katkıları bulunan Yrd. Doç. Dr. Yılmaz DEMİR ve Mak. Müh. Murat KAYIKÇI’ya, arazi çalışmaları sırasında örnek alımı ve ulaşım konularında çok değerli yardımları bulunan Adem EŞKİ, Abdullah DEDE ve A. Haydar AYGÜN’e, özellikle arazi çalışmaları sırasında örnek alımı ve kromitit örneklerinin parlak kesitlerinin hazırlanmasında çok değerli yardımları bulunan Arş. Gör. Samet SAKA’ya, çalışmaya değerli öneri ve görüşleri ile katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Utku BAĞCI ve Yrd. Doç. Dr. Necla KÖPRÜBAŞI’na, çalışmanın çok önemli bir kısmı olan elektron mikroprob analizlerinin gerçekleşmesinde çok değerli katkıları bulunan Prof. Dr. Federica ZACCARINI ve Dr. Melanie KALIWODA’ya, tezin her aşamasında bana destek olan ve beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli arkadaşım Leyla KÜTÜKDE’ye sonsuz teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca maddi–manevi desteklerini benden esirgemeyen kıymetli aileme ne kadar teşekkür etsem azdır.

Recep Melih AKMAZ

Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Güneydoğu Türkiye Ofiyolitik Kromititlerinin Petrojenezi: Kromit Kimyası, Platin Grubu Element Jeokimyası ve Mineralojisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. İbrahim UYSAL’ın sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili lâboratuarlarda yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 14/01/2013

Recep Melih AKMAZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Krom–Kromit	1
1.2. Kromitit	1
1.3. Podiform Tip Kromititler	2
1.3.1. Podiform Tip Kromititlerin Oluşum Ortamı.....	2
1.4. Plâtin Grubu Element (PGE) ve Mineralojileri.....	4
1.5. Önceki Çalışmalar.....	5
1.5.1. İnceleme Alanında Yapılan Önceki Çalışmalar.....	6
1.5.2. Podiform Tip Kromititlerin Oluşum Ortamı, PGE Jeokimyası ve Mineralojisine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	7
1.6. Çalışmanın Amacı.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Materyal ve Yöntemler.....	11
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	11
2.1.2. Lâboratuvar Çalışmaları.....	11
2.1.2.1. Mikroskobik İncelemeler.....	12
2.1.2.2. Kimyasal Analizler.....	12
2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Plâtin Grubu Element (PGE) Analizleri.....	12
2.1.2.2.1.2. Mineral Kimyası Analizleri.....	13
2.1.2.2.1.3. Kromit Ana ve İz Element Analizleri.....	15
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	16

3.	BULGULAR.....	17
3.1.	Bölgesel Jeoloji.....	17
3.2.	Ultramafik Kayaçlar.....	19
3.2.1.	Petrografi.....	19
3.2.2.	Manto Peridotitleri.....	20
3.2.2.1.	Harzburjit.....	20
3.2.2.2.	Dunit.....	20
3.2.2.3.	Serpantinit.....	21
3.3.	Ofiyolitik Kromititler.....	21
3.3.1.	Petrografi.....	21
3.3.2.	Cr–spinel Kimyası.....	26
3.3.3.	Kromit Kristallerinde Zonlanma ve Mineral Kimyasındaki Değişimler.....	34
3.3.4.	Ana ve İz Element Bileşimleri.....	37
3.3.5.	Tüm Kayaç Plâtin Grubu Element (PGE) Jeokimyası.....	39
3.3.6.	Kromit Kristallerindeki Kapanımlar.....	43
3.3.6.1.	Platin Grubu Mineral (PGM) Kapanımları.....	43
3.3.6.1.1.	Laurit.....	44
3.3.6.1.2.	İrarsit.....	44
3.3.6.1.3.	Osmiyum.....	44
3.3.6.2.	Silikat Kapanımları.....	51
3.3.6.2.1.	Birincil Silikat Kapanımları.....	51
3.3.6.2.1.1.	Olivin.....	51
3.3.6.2.1.2.	Amfibol.....	52
3.3.6.2.1.3.	Piroksen.....	55
3.3.6.2.2.	İkincil Silikat Kapanımları.....	57
3.3.6.3.	Baz Metal Mineral (BMM) Kapanımları.....	58
4.	TARTIŞMA.....	63
4.1.	Ofiyolitik Kromititlerin İlksel Magma Karakteristikleri.....	63
4.2.	Kromitlerdeki Ana ve İz Element Dağılımları.....	65
4.3.	PGE Jeokimyası, Mineralojisi ve Baz Metal Mineral Kapanımları..	66

4.4.	Güneydoğu Türkiye Ofiyolitik Kromititleri ve Tektonik Ortamları.	69
5.	SONUÇLAR.....	74
6.	ÖNERİLER.....	76
7.	KAYNAKLAR.....	77
8.	EKLER.....	85
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

GÜNEYDOĞU TÜRKİYE OFİYOLİTİK KROMİTİTLERİNİN PETROJENEZİ: KROMİT KİMYASI, PLATİN GRUBU ELEMENT JEOKİMYASI VE MİNERALOGİSİ

Recep Melih AKMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. İbrahim UYSAL
2013, 152 Sayfa, 54 Ek Sayfa

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititleri çoklukla manto peridotitleri (harzburjit ve dunit) içerisinde damar ve mercekli bir yapıda bulunmaktadır. Cr içerikleri bakımından geniş bir kimyasal bileşim aralığına sahip olan kromititlerin ($Cr\# = 39-82$) toplam PGE içerikleri 42 ilâ 348 ppb arasında değişmektedir (ort: 135 ppb). Yüksek-Cr bileşimli kromititler ($Cr\# > 70$; $Mg\# = 45.3-67$) çoklukla düşük TiO_2 içerikleri (≤ 0.2 %ağ.) ve kısmen daha yüksek toplam PGE içeriklerine sahip olmakla birlikte (ort: 158 ppb), Cr içerikleri bakımından kısmen daha fakir olan kromititler ($Cr\# < 70$; $Mg\# = 57.2-75.2$) daha yüksek TiO_2 içerikleri (0.2–0.4 %ağ.) ve kısmen daha düşük toplam PGE içerikleri ile temsil olur (84 ppb). Bununla birlikte yüksek-Cr içeren bir örnekte toplam PGE içeriği 2.7 ppm aşan bir zenginleşme gözlenmiştir. PGM ve BMM mineralojisi, kromitlerin yüksek sıcaklık (1300°C–1000°C) ve düşük fS_2 (–4) koşullarında kristallendiğini göstermektedir. GD Türkiye ofiyolitik kromititlerinin kimyasal, mineralojik, iz element, ilksel ergiyik bileşimleri, birincil kapanımların dokusal ve mineralojik bileşimleri incelendiğinde; yüksek-Cr bileşimli kromititlerin bir yitim ortamında boninitik karakterli bir ergiyik, yüksek-Al bileşimli olanların ise ya okyanus ortası sırtı bölgesinde OOSB tipi bir ergiyikten itibaren ya da yay gerisi havza ortamında kristallendikleri düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ofiyolitik kromitit, Boninit, Platin grubu element, Platin grubu mineral, Yay gerisi havza

Master Thesis

SUMMARY

PETROGENESIS OF OPHIOLITIC CHROMITITES FROM THE SOUTHEASTERN
TURKEY: CHROMITE COMPOSITION AND GEOCHEMISTRY AND
MINERALOGY OF PLATINUM GROUP ELEMENTS

Recep Melih AKMAZ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. İbrahim UYSAL
2013, 152 Pages, 54 Pages Appendix

Ophiolitic chromitites from southeastern Turkey are located within the mainly mantle peridotites (harzburgite and dunite) in the form of veinlets and lenticular bodies. Chromitites show a wide variation of Cr composition ($Cr\# = 39-82$), range between 42 and 348 ppb (mean 135 ppb) in total PGE concentrations. High-Cr chromitites ($Cr\# > 70$; $Mg\# = 45.3-67$) mainly contain low TiO_2 (≤ 0.2 %wt.) and higher total PGE contents (mean 158 ppb), whereas low-Cr ones ($Cr\# < 70$; $Mg\# = 57.2-75.2$) contain higher TiO_2 contents (0.2–0.4 %wt.) and represented lower total PGE contents (84 ppb) slightly. However, one sample in high-Cr composition show a significant enrichment in PGE up 2.7 ppm. PGM and BMM mineralogy suggests that chromites crystallized high temperature (1300°C–1000°C) and low fS_2 (–4) conditions. Chemical, mineralogical, trace element, calculated primitive melts composition in southeastern Turkey ophiolitic chromitites and also textural, mineralogical features of primary inclusions indicate that the high-Cr chromitites are crystallized out of boninitic melt in a subduction environment, whereas chromitites of high-Al composition are thought to crystallized either from the MORB type melt in mid oceanic ridge setting or back-arc environment.

Key Words: Ophiolitic chromitite, Boninite, Platinum group element, Platinum group mineral, Back-arc setting

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Olivin (Olv)–Kuars (K)–Kromit (Kr) minerallerinin faz diyagramı.....	3
Şekil 2. Podiform tip kromitlerin oluşum ortamı.....	4
Şekil 3. Kromit kristallerine ait PGM kapanımlarının cevher mikroskobunda sistematik bir şekilde taranma işlemi.....	14
Şekil 4. Çalışma alanının genel jeoloji haritası.....	18
Şekil 5. İnceleme alanına ait manto peridotitlerinin arazi görüntüleri.....	19
Şekil 6. İnceleme alanında yüzeylenen harzburjit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüleri.....	20
Şekil 7. İnceleme alanında yüzeylenen dunit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüleri.....	21
Şekil 8. Türkiye’deki başlıca ofiyolitik birimler (a) ve inceleme alanından alınan ofiyolitik kromitlerin lokasyonları.....	22
Şekil 9. Ofiyolitik kromitlerin arazi görüntüleri.....	23
Şekil 10. Ofiyolitik kromitlere ait Cr–spinel kristallerinin dokusunu gösteren BSE (Back Scattered Electron, a ve c) ve cevher mikroskobu görüntüleri (b–d–f).....	24
Şekil 11. Cr–spinel kristallerinin çatlak ve özellikle kenar kısımlarının BSE görüntülerinde Cr–spinel merkez kısımlarına göre belirgin bir şekilde daha açık renkli gözlenmesi, kromitlerin özellikle kenar kısımlarının Fe’ce zenginleşmiş, dolayısıyla Al ve Cr’ca fakirleşmiş olabileceklerini, yani alterasyondan önemli derecede etkilenmiş olabileceğini gösterir.....	25
Şekil 12. Cr–spinel kristallerindeki birincil kapanımların cevher mikroskobu (a ve b) ve BSE (c ve d) görüntüleri.....	26
Şekil 13. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerinin Cr#–Mg# sınıflama diyagramındaki yerleri.....	27
Şekil 14. Güneydoğu Türkiye kromitlerine ait kromit kristallerinin Al ₂ O ₃ (%ağ.) içeriklerine karşılık Cr ₂ O ₃ (%ağ.) (a) ve TiO ₂ (%ağ.) içeriklerine karşılık Cr ₂ O ₃ (%ağ.) içeriklerindeki (b) değişimler.....	27
Şekil 15. Güneydoğu Türkiye kromitlerine ait kromit kristallerinin Cr–Al–Fe ³⁺ sınıflama diyagramındaki yerleri.....	28
Şekil 16. Güneydoğu Türkiye kromitlerine ait kromit kristallerinin Cr# değerlerine karşılık Mg# değerlerindeki değişimler.....	34
Şekil 17. Yüksek–Cr (a) ve yüksek–Al (b) bileşimli kromit kristalleri üzerinde yapılan kenar–merkez–kenar profil analiz hatları.....	35

Şekil 18.	Yüksek–Cr bileşimli kromit kristali üzerinde bir kenardan diğer bir kenara doğru bir hat boyunca gerçekleştirilen elektron mikroprob analizi sonucu hesaplanan Al, Cr, Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mg ve Ti değerleri ile Cr# ve Mg# değerlerindeki değişimler.....	36
Şekil 19.	Yüksek–Al bileşimli kromit kristali üzerinde bir kenardan diğer bir kenara doğru bir hat boyunca gerçekleştirilen elektron mikroprob analizi sonucu hesaplanan Al, Cr, Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mg ve Ti değerleri ile Cr# ve Mg# değerlerindeki değişimler.....	37
Şekil 20.	Kromit kristallerindeki ana ve iz element içerikleri ile Cr# değerleri arasındaki ilişki.....	39
Şekil 21.	Ofiyolitik kromititlerin kondrit değerlerine oranlanmış PGE diyagramı.....	41
Şekil 22.	Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde yer alan PGM’lerin dokusal ilişkilerini gösteren cevher mikroskobu görüntüleri.....	43
Şekil 23.	Ofiyolitik kromititlerdeki laurit–erliçmanit serisi minerallerin ve Os–Ir alaşımının Ru–Os–Ir (%at.) üçgen diyagramında ve irarsit türü PGM’lerin ise Ru–Rh–Ir (%at.) üçgen diyagramındaki yerleri.....	45
Şekil 24.	Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait kromit kristalleri bünyesindeki tek fazlı lauritlerin dokusal ve morfolojik yapısını gösteren BSE görüntüleri.....	46
Şekil 25.	Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait kromit kristalleri bünyesindeki çok fazlı PGM’lerin BSE görüntüleri.....	47
Şekil 26.	Kromit kristalleri bünyesindeki silikat kapanımlarının BSE görüntüleri.....	51
Şekil 27.	Kromit kristalleri bünyesindeki birincil amfibol kapanımlarının Si–Mg# sınıflama diyagramındaki yerleri.....	53
Şekil 28.	Kromit kristalleri bünyesindeki birincil piroksen kapanımlarının Ca–Mg–Fe üçgen diyagramdaki yerleri.....	55
Şekil 29.	Kromitlere ait tek ve çok fazlı BMM’lerin dokusal ilişkilerini gösteren BSE görüntüleri.....	59
Şekil 30.	Kromit kristallerini oluşturan ergiyiğe ait hesaplanan Al ₂ O ₃ ve TiO ₂ değerlerine karşılık her iki tip kromititlere ait kromit kristallerinin Al ₂ O ₃ ve TiO ₂ (%ağ.) değerleri arasındaki ilişki.....	65
Şekil 31.	Güneydoğu Türkiye yüksek–Cr ve yüksek–Al bileşimli kromititlere ait kromit kristallerinin ana ve iz element içeriklerinin OOSB’larla ilişkili kromit ana ve iz element değerlerine oranlanmış çoklu element diyagramı.....	66
Şekil 32.	Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait PPGE _N /IPGE _N oranlarına karşılık ΣPGE değerleri arasındaki ilişki.....	67

Şekil 33.	Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerinin Pt/Pt* değerleri ile Pd/Ir oranları arasındaki ilişki.....	68
Şekil 34.	Metal-sülfid dengelenme eğrileri diyagramı.....	69
Şekil 35.	Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerinin Ti (ppm)-Cr# (a), Fe ₂ O ₃ (%ağ.)-Cr# (b) ve Cr#-Fe ²⁺ +# (c) dağılım diyagramları.....	71
Şekil 36.	Ofiyolitik kromitlere ait kromit kristallerinin TiO ₂ -Al ₂ O ₃ (%ağ.) diyagramındaki yerleri.....	71
Şekil 37.	Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerinin oluşum ortamı modelleri.....	73

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yüksek–Cr bileşimli farklı kromitit örneklerine ait kromit kristalleri üzerinde gerçekleştirilmiş elektron mikroprob analizi sonuçlarının ortalama değerleri.....	29
Tablo 2. Yüksek–Al bileşimli farklı kromitit örneklerine ait kromit kristalleri üzerinde gerçekleştirilmiş elektron mikroprob analizi sonuçlarının ortalama değerleri.....	32
Tablo 3. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerinin bazı ana ve iz element konsantrasyonları (ppm) ve Cr# değerleri...	38
Tablo 4. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait PGE konsantrasyonları ve ilgili oranlar.....	42
Tablo 5. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait PGM'lerin mikroprob analizleri.....	48
Tablo 6. Kromit kristalleri bünyesindeki olivin minerallerine ait mikroprob analizleri.....	52
Tablo 7. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde gözlenen amfibollere ait ortalama mikroprob analizleri.....	54
Tablo 8. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar hâlinde gözlenen piroksenlere ait mikroprob analizleri.....	56
Tablo 9. Kromit kristalleri bünyesindeki ikincil klorit ve serpantin minerallerine ait mikroprob analizleri.....	57
Tablo 10. Kromititlere ait kromit kristalleri bünyesindeki BMM'lerin mikroprob analizleri.....	60
Tablo 11. Ofiyolitik kromititler için hesaplanan ilksel magma bileşimleri.....	64
Ek Tablo 1. Yüksek–Cr bileşimli kromititlere ait kromit kristallerinin elektron mikroprob analizleri.....	86
Ek Tablo 2. Yüksek–Al bileşimli kromititlere ait kromit kristallerinin elektron mikroprob analizleri.....	108
Ek Tablo 3. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde gözlenen amfibollere ait mikroprob analizleri.....	130

SEMBOLLER DİZİNİ

ağ.	: Ağırlık
at.	: Atomik
Amf	: Amfibol
BMM	: Baz Metal Mineral
ÇN	: Çift Nikol
dla	: Deteksiyon Limitinin Altında
EDS	: Energy Dispersive Spectroscopy
En	: Enstatit
Fs	: Ferrosillit
IPGE	: İridyum Grubu Plâtin Grubu Element
Irt	: İrsarsit
K	: Kuvars
Kln	: Klinopiroksen
Kr	: Kromit
Lrt	: Laurit
Mil	: Millerit
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
N	: Analiz Sayısı
Ni	: Nikel
Olv	: Olivin
OOS	: Okyanus Ortası Sırt
OOSB	: Okyanus Ortası Sırtı Bazalt
Opr	: Ortopiroksen
ort.	: Ortalama
Pent	: Pentlandit
PGE	: Plâtin Grubu Element
PGM	: Plâtin Grubu Mineral
ppb	: Herhangi bir karışımda toplam madde miktarının milyarda 1 birimlik maddesi
PPGE	: Palladyum Grubu Plâtin Grubu Element

ppm	: Herhangi bir karışımda toplam madde miktarının milyonda 1 birimlik maddesi
Prt	: Pirit
Spl	: Spinel
TN	: Tek Nikol
Vo	: Vollastonit
Cr#	: $[100 \times \text{Cr} / (\text{Cr} + \text{Al})]$
Fe ²⁺ #	: $[100 \times \text{Fe}^{2+} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})]$
Fe ³⁺ #	: $[100 \times \text{Fe}^{3+} / (\text{Cr} + \text{Al} + \text{Fe}^{3+})]$
Mg#	: $[100 \times \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})]$
Pt*	: $(\text{Pt}/1020) / [(\text{Rh}/200) * (\text{Pd}/545)]^{1/2}$
Ru#	: $[100 \times \text{Ru} / (\text{Ru} + \text{Os})]$

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Krom–Kromit

Doğada fazla miktarda bulunan krom, ilk kez Fransız kimyacı Vauquelin tarafından 1797'de Sibirya'da bir kurşun oluşuğu içinde bulunmuştur. Atom numarası 24, yoğunluğu 7.1 g/cm^3 ve ergime sıcaklığı $1890 \text{ }^\circ\text{C}$ olan krom, VIB grubu geçiş elementidir. Gümüş gibi parlak, mavimsi–beyaz kolay kırılabilen sert bir element olan krom, havaya karşı çok dayanıklıdır. Nemli havada paslanmaz. Bu özelliğinden dolayı paslanma olasılığı yüksek maddelerden birçoğu ince bir krom tabakası ile kaplanır. Genel kimyasal formülü $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2\text{O}_4$ olan kromit kristalleri, kromitleri oluşturan başlıca minerallerdir. Kromitit, krom elementinin üretildiği tek kaynaktır ve modern endüstrinin vazgeçilmezlerinden biri olarak özellikle çelik, refrakter ve kimya endüstrisinde kullanılmaktadır.

1.2. Kromitit

Bünyesinde ağırlıkça %40 ve daha fazla kromit minerali barındıran kayalara kromitit denilmektedir. Bazik ve ultrabazik magmalardan kristallenen kromititler, yeryüzünde podiform ve stratiform tiplerde olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Podiform tip kromititler, stratiform olanlara göre daha fazla miktardadır. Türkiye'de irili ufaklı yaklaşık 2000 kromitit oluşuğu bilinmekte olup, bunlar ofiyolitlerin çoklukla manto kısmında oluşmuş, podiform tip kromititlerdir (Uysal, 2008). Son yıllarda sayıları gittikçe artan işletim durumundaki kromitit yatakları ile birlikte ülkemiz, krom ihraç eden önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Uysal, 2009b). Ekonomik olarak işletilebilen krom cevheri yatakları dünyada başlıca; Kazakistan, Zimbabve, Finlandiya, Hindistan, Türkiye, İran, Filipinler, Küba ve Brezilya'da bulunmaktadır.

1.3. Podiform Tip Kromititler

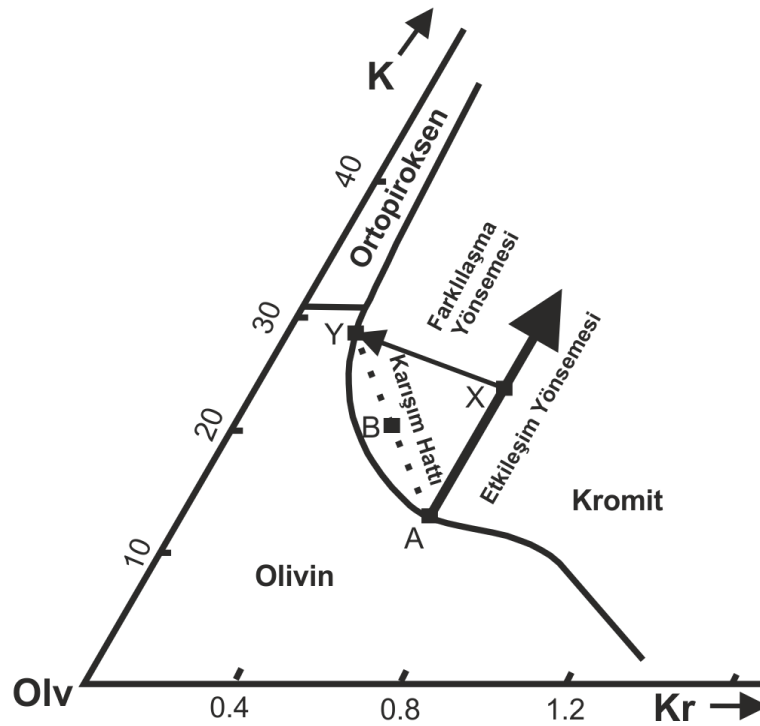
Podiform tip kromititler genellikle ofiyolitler ile ilişkilidir. Bu türden kromititler ofiyolitlerin manto kısmında tüketilmiş peridotitler içerisinde, kalınlıkları birkaç metreden 10'larca metreye kadar çıkabilen, mercek şekilli kromititlerdir. Ofiyolitik istifler genelde tek tip bileşime sahip kromititler içermektedir (yüksek-Cr ya da yüksek-Al bileşimli; Robinson vd., 1997). Bununla birlikte nadiren de olsa dünyanın farklı bölgelerindeki bazı ofiyolitler bünyelerinde her iki tür (yüksek-Cr ve yüksek-Al bileşimli) kromititleri de barındırmaktadır (Zhou vd., 1994, 1996; Economou-Eliopoulos, 1996; Zhou vd., 1998; Proenza vd., 1999; Ahmed vd., 2001; Tsoupas ve Economou-Eliopoulos, 2008; Uysal vd., 2009a; Gonzalez-Jimenez vd., 2011a). Genellikle yüksek-Cr bileşimli kromititlerin $Cr\# [100 \times Cr / (Cr + Al)]$ değerleri 70'ten büyük, TiO_2 değerleri $\leq \%ağ. 0.2$, yüksek-Al'lu olanların ise $Cr\#$ değerleri 70'ten küçük, TiO_2 değerleri $\%ağ. 0.2-0.5$ arasında değişmektedir.

1.3.1. Podiform Tip Kromititlerin Oluşum Ortamı

Podiform tip kromititlerin dokusal ve mineralojik özellikleri, kromititlerin üst mantoda mafik magmalardan itibaren kristallendiklerini belirtmektedir (Lago vd., 1982). Kromit kristallerinde gözlenen kümülat dokusu ve silikat gang mineralleri, kromititlerin magmatik bir kökene sahip olduğunu kanıtlamaktadır (Leblanc ve Ceuleneer, 1992). Birçok podiform kromititin tektonik deformasyona maruz kalması ve mantonun devam eden kısmi ergime süreçleri sonrasında kromititlerin tekrar kristallenmesi, podiform kromititlerin magmatik bir kökene sahip olduğu görüşünü değiştirmemiştir (Robinson vd., 1997).

Podiform tip kromititlerin oluşumları hakkında günümüzde hâlen birçok tartışma yapılmaktadır. Robinson vd. (1997), Irvine (1977)'nin stratiform kromititlerin oluşumları için önerdiği oluşum modelini, podiform kromititler için uyarlamıştır (Şekil 1). Podiform kromititlerin büyük bir çoğunluğunun etrafında genellikle dunitik bir çeper bulunmaktadır. Birçok araştırmacıya göre bu çeper, ergiyik-kayaç etkileşimi sonucu oluşmaktadır (Dick, 1977; Quick, 1981; Bodinier vd., 1990; Robinson vd., 1997). Üst mantodan itibaren yükselen kısmi ergime derecesi yüksek mafik magmalar, tüketilmiş manto peridotitleri ile etkileşerek, ergime derecesi daha düşük olan piroksen minerallerini ergitir ve geriye

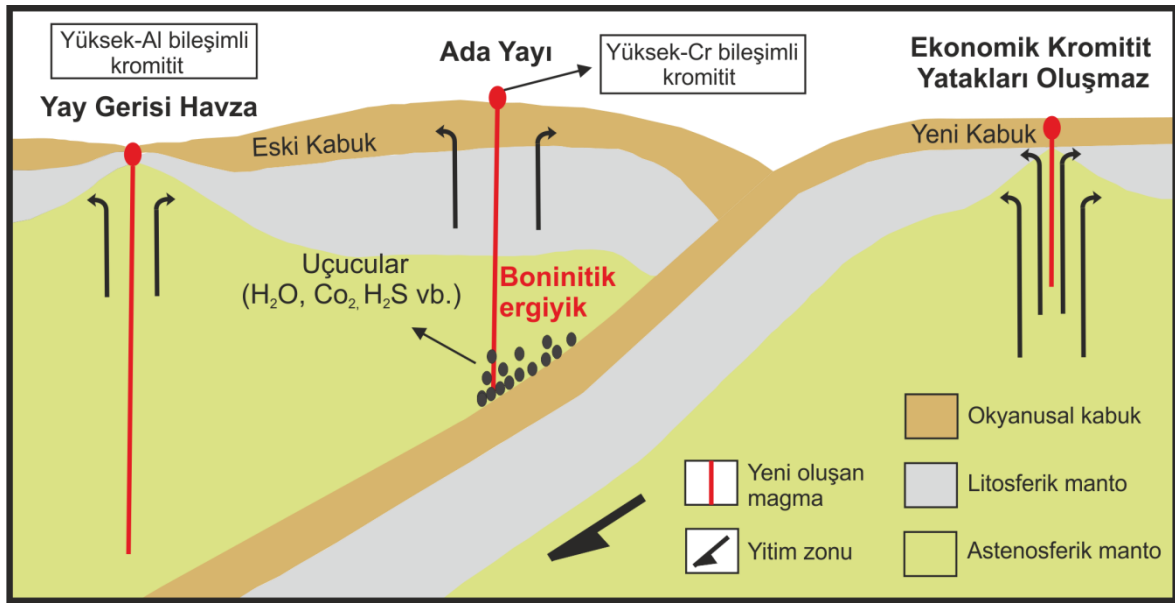
kalınlığı cm ile m arasında değişen, görece olivin bakımından zengin dunitik çeperler kalır. Podiform kromitlerinin etrafındaki bu dunitik çeperlerin varlığı, kromit kristallenmesinde iki olayın etkili olduğunu belirtmektedir. Deneysel çalışmalar, kayaç–ergiyik etkileşimi ile birlikte peridotitlerin bünyesindeki piroksenlerin ergimesi sonucu magmanın silisyum içeriğinin arttığını göstermiştir (Kelemen vd., 1990). Bu silisyum artışı, kromitleri kristallendiren ergiyiğin olivin–kromit kotektığından (A noktası, Şekil 1) birincil kromit fazına doğru ilerlediğini göstermektedir. Ergiyiğin kromit duraylılık alanına gelmesiyle birlikte kromit ayrımlaşması başlar ve ergiyik olivin–kromit kotektığına ulaşır (Y noktası, Şekil 1). Üst mantodan bir kanal boyunca yükselen yeni oluşan ergiyik ile farklılaşmış ergiyik birbirine karışır (AY doğrusu, Şekil 1) ve tekrar kromit duraylılık alanına ulaşır.



Şekil 1. Olivin (Olv)–Kuars (K)–Kromit (Kr) minerallerinin faz diyagramı [Irvine (1977)'den derlenmiştir].

Podiform kromitlerin oluşumları konusundaki tartışmalar günümüze kadar devam etmiştir. Bazı özellikleri hâlâ anlaşılammış olsa da podiform tip kromitlerin, ergiyik–ergiyik ya da ergiyik–kayaç etkileşimi sonucu oluştuğu fikri benimsenmiştir. Son yıllarda birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar neticesinde podiform tip kromitlerin, bir

yitim zonu ortamında olivin ve kromit bakımından oldukça doygun, su içeren ilksel bir magmadan itibaren kristallendikleri konusunda genel bir görüş hakim olmuştur (Roberts, 1988; Arai ve Yurimoto, 1994 1995; Zhou vd., 1998; Proenza vd., 1999; Melcher vd., 1999; Matveev ve Ballhaus, 2002; Büchl vd., 2004; Uysal vd., 2005, 2007a, 2008). Yine birçok araştırmacı tarafından yüksek-Cr bileşimli ofiyolitik kromititlerin boninitik veya Mg'ca zengin andezitik karakterli ergiyiklerden itibaren üst mantonun alt seviyelerinde, ada yayı ortamında; bununla birlikte yüksek-Al bileşimli ofiyolitik kromititlerin ise okyanus ortası sırtı bazaltı (OOSB) tipi bir ergiyikten itibaren üst mantonun daha sığ kesimlerinde, petrolojik MOHO yakınlarında ya da yay gerisi havza ortamında oluştuğu belirtilmiştir (Ahmed ve Arai, 2002; Rollinson, 2008; Gonzalez-Jimenez vd., 2011a; Şekil 2).



Şekil 2. Podiform tip kromititlerin oluşum ortamı (Robinson vd., 1997'den derlenmiştir).

1.4. Plâtin Grubu Element (PGE) ve Mineralojileri

Plâtin grubu metaller; plâtin, iridyum, rodyum, osmiyum, palladyum ve rutenyumdan oluşmaktadır. Plâtin, 1735 yılında J. Scaliger tarafından bulunmuştur. Palladyum, rodyum, osmiyum ve iridyum, resmî olarak 1803 ve 1804 yılları arasında W. Wollastone ve S. Tenant tarafından tanımlanmış olup, rutenyum 1844 yılında K. Klaus tarafından belirlenmiştir. Plâtin grubu elementler her ne kadar siderofil karakterde olsalar da

mantonun kısmi ergime ve magmanın farklılaşma süreçlerinde farklı davranış gösterip, iki gruba ayrılırlar. İridyum–grubu plâtin grubu elementler (IPGE: Ru, Os, Ir) yüksek ergime derecesi ve kısmi ergime esnasında uyumlu elementler olması, palladyum–grubu plâtin grubu elementler (PPGE: Rh, Pd, Pt) ise düşük ergime derecesi ve kısmi ergime esnasında uyumsuz elementler olması ile karakteristiktir (Uysal, 2007). Genel anlamda ofiyolitik kromitlerde IPGE’ler, PPGE’lere kıyasla daha fazla zenginleşir.

20. yüzyılın ikinci yarısından günümüze, PGE’ler modern endüstrinin vazgeçilmezleri durumuna gelmiş ve birçok ileri teknolojiye önemlerinden dolayı “mucize metallere” olarak tanımlanmışlardır. Birçok kullanım alanlarına sahip olmalarının temelinde yatan en önemli özellikleri, elektrik geçirgenlikleri ve yüksek sıcaklıklara, oksidasyona ve kimyasal korozyonlara karşı dirençleridir. Bazı PGE’leri çok daha değerli kılan önemli özelliklerinden birisi de, birçok kimyasal reaksiyonda çok etkili katalizör olarak rol almalarıdır (Uysal, 2007).

Plâtin grubu elementlerin bir araya gelip, bileşik oluşturmaları sonucu meydana gelen plâtin grubu mineraller (PGM) oldukça küçük ebatlı, taze kromit kristalleri içerisinde tek fazlı ya da silikat, baz metal mineral (BMM) ve diğer PGM’lerle birlikte çok fazlı bir şekilde bulunan minerallerdir. Ofiyolitik kromitlere ait kromit kristallerindeki başlıca PGM’ler: laurit (Ru,Os)₂S₂, irarsit (Ir,Ru)AsS ve erliçmanit (Os,Ru)₂S₂ türü minerallerdir. Dokusal ilişkileri, şekilleri ve morfolojilerine göre PGM’ler iki kısma ayrılmaktadır. Magmatizma sürecinde taze kromit içerisinde yüksek sıcaklıkta (1000°C) oluşanlar birincil; silikat matriks ve magmatizma sonrası alterasyona uğramış kromit içerisinde daha düşük sıcaklıkta oluşanlar ikincil PGM’lerdir. Birincil PGM’ler çoklukla öz şekilli, ikincil PGM’ler ise özşekilsiz ve daha çok altere minerallerle ilişkilidir.

1.5. Önceki Çalışmalar

Çalışmanın önceki çalışmalar kısmı iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, bu çalışmaya konu olan Kahramanmaraş civarında yüzeyleyen manto peridotitleri ve kromititlerin petrografisi, jeokimyası ve bölgenin genel jeolojisi ile ilgili daha önce değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar açıklanmıştır. İkinci olarak ise, PGE jeokimyası ve mineralojisine yönelik çalışmalar verilmiştir.

1.5.1. İnceleme Alanında Yapılan Önceki Çalışmalar

Perinçek ve Kozlu (1984), Afşin, Elbistan ve Doğanşehir dolaylarında yaptıkları çalışmada allokton ve otokton birimleri sınıflamış, bunların stratigrafilerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini ortaya koymuşlardır.

Genç vd. (1993), Berit ve Engizek dağları arasında kalan bölgede yaptıkları ayrıntılı harita alımı ve lâboratuar çalışmaları neticesinde bölgede yüzeyleyen Berit metaofiyolitini iki tektonik dilimden oluşan, metamorfizma geçirmiş düzenli bir ofiyolitik birim olarak tanımlamıştır.

Parlak vd. (2002), Malatya–Doğanşehir civarında yer alan Yüksekova ofiyolitindeki metamorfik dilime ait kayalar üzerinde yapmış oldukları çalışmada, ofiyolit tabanında yer alan metamorfitletlerin çok fazlı deformasyon ve kıvrımlanma geçirdikleri ve granulit fasiyesinden, epidot–amfibolit fasiyesine kadar değişim gösteren ters bir metamorfik zonlanma gösterdiklerini belirtmiştir.

Parlak vd. (2004), Kahramanmaraş–Göksun dolaylarında yaptıkları çalışmalar neticesinde, bu bölgede yüzeyleyen Malatya metamorfitletleri ve Göksun ofiyoliti birimlerinin ayırtlamıştır.

Beyazpırınç (2005), Afşin çevresinde yüzeyleyen allokton ve otokton konumlu kayalar topluluklarını adlandırarak, bu kayalar topluluklarını formasyon ve üye düzeyinde sınıflandırmıştır.

Karaoğlan (2005), Doğanşehir granitoidi ile Berit metaofiyolitini ayrıntılı incelemiş olup, Doğanşehir granitoidinin başlıca amfibollü gabro, diyorit, kuvars diyorit, tonalit, granodiyorit, mafik ve felsik dayklardan; Berit metaofiyolitinin ise ultramafik kayalar ve şist serilerinden meydana geldiğini belirtmiştir.

Rızaoğlu vd. (2005), Kahramanmaraş–Göksun dolayında yüzeyleyen Esence granitoidini incelemiş olup, yaptıkları petrografik ve jeokimyasal çalışmalar neticesinde Yüksekova ofiyolitinin düzenli bir ofiyolit istifi sunduğunu belirtmiştir.

Parlak (2006), Göksun ve Afşin (Kahramanmaraş) çevresinde yüzeyleyen granitoidlerin, kalkalkalen karakterde olduklarını ve bunların bir volkanik yay ortamında oluştuklarını belirtmiştir.

Kozlu (2007), Kahramanmaraş–Berit Metaofiyoliti Masifi MOHO geçiş zonu kromititlerini incelediği çalışmasında kromititlerin, rutil ve Pt–Pd'ca zengin plâtin grubu mineraller içerdiğini belirtmiştir.

Uysal vd. (2007b), Kahramanmaraş civarında yüzeylenen podiform tip kromititlerin yüksek–Cr ve yüksek–Al bileşimli kromititler olmak üzere iki kısma ayrıldığını, kromititlerin PGE içeriklerinin genel anlamda düşük olmasına rağmen bir örnekte önemli bir Pt (99 ppb) zenginleşmesi görüldüğünü ve kromititlerdeki Re/Os oranının yüksek olmasını, Kahramanmaraş kromititlerinin bir yitim ortamında oluştuğu görüşünü desteklediğini belirtmiştir.

Uysal (2008), Elbistan–Kahramanmaraş ofiyolitik kromititlerine ait birincil platin grubu mineral ve baz metal mineral kapanımlarının dokusal özellikleri, parajenez ve bileşimlerine göre, bu kapanımların 1300 ilâ 1000 °C’de kristallenmiş birincil kapanımlar olduklarını belirtmiştir. Yüksek–Cr ve düşük–Ti içeriğine sahip kromitlerin bünyesinde Na’ca zengin sulu silikatların varlığına dayanarak söz konusu kromititlerin bir yitim zonu ortamında, değişken kısmi ergime dereceleri sonucu meydana gelmiş ergiyiklerden itibaren kristallendiklerini belirtmiştir.

Bağcı, (baskıda), Kahramanmaraş bölgesindeki ofiyolitik kayaçları jeokimyasal, petrolojik olarak incelemiş ve bu kayaçların farklı tür magma oluşumu ile ilişkili olduklarını ve bu kayaçların Geç Kretase süresince Neotetis okyanusal baseninin güney kolu boyunca pasif Arap kıta kenarına yerleştiğini belirtmiştir.

1.5.2. Podiform Tip Kromititlerin Oluşum Ortamı, PGE Jeokimyası ve Mineralojisine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Prichard vd. (1986), Alp tipi ofiyolitlerin ultrabazik kısımlarında oluşan podiform kromititlerde de PGE’lerin varlığını ortaya koymuşlardır.

Yaman ve Ohnenstetter (1991), Akarca, Yapraklı ve Musalı kromitlerini inceleyerek, kromitlerin harzburjit türü tektonitler içersinde düzensiz damar ve mercek şekilli bir yapıda bulduklarını belirtmiştir.

Economou–Eliopoulos (1996), PGE’lerin jeokimyasını irdeleyerek, özellikle podiform tip kromititlerin farklılaşmış magmalardan itibaren oluşabileceğinin yanı sıra manto kaynağındaki aşırı kısmi ergimenin kromitit tipini belirleyeceğini ortaya koymuştur.

Zhou vd. (1998), yitim zonu ortamında oluşan yüksek–Cr bileşimli kromititlerin boninitik bir magmadan, yüksek–Al’lu kromititlerin ise toleyitik bir magmadan oluştuklarını belirtmiştir.

Garuti vd. (1999), podiform tip kromitlerde, magmatizma süresince birincil PGM'ler ile birlikte ikincil PGM'lerin de oluşabileceğini ortaya koymuştur.

Ahmed vd. (2001), dunitler içerisinde damar ve merceksi bir şekilde bulunan podiform kromitlerin, kayaç–ergiyik (harzburjit–ergiyik) reaksiyonu sonucu oluştuğunu belirtmiştir.

Uysal (2003), Ortaca (Muğla) yöresi kromitlere ait kromit kristallerinin mineral kimyası, PGE jeokimyası ve mineralojisini inceleyerek, bu kromitlerin yüksek Cr# değerlerine sahip olduklarını, PGE içeriklerinin ekonomik anlamda bir önem arz etmediğini ve kromitlerin bir yitim ortamında, boninitik magmadan itibaren oluştuklarını belirtmiştir.

Zaccarini vd. (2005), serpantinitle ilişkili podiform kromitlerin, yüksek dereceli bir alterasyona maruz kalmasından dolayı demirce zengin kromitlere dönüştüklerini, PGE içeriklerinin düşük olduğunu ve PGM'lerin kromit kristallerinin demirce zengin kısımlarına yakın yerlerde bulunduğu belirtmiştir.

Rollinson (2005), Oman ofiyolitik kromitlerinin bileşimsel olarak farklılık göstermesini, kromitleri oluşturan ilksel ergiyiklerin farklı karakteristik özelliklere sahip olmasına bağlamıştır. İlksel ergiyiklerdeki bu farklılığın, kromitlerin farklı tektonik ortamda oluşmasından ziyade, ergiyik–kayaç etkileşiminden kaynaklandığını yeni bir model olarak sunmuştur.

Uysal vd. (2007a), Kop ofiyoliti ultramafik kayaçlarının, dokusal olarak masif, saçınımlı ve bantlı bir yapıda bulunan kromitler içerdiğini, kromitleri kristallendiren ergiyiklerin hesaplanan kimyasal bileşimi sonucu bu ergiyiklerin boninit ve pikritik bazalt bileşimine oldukça yakın olduğunu ve birincil sulu silikat kapanımlarının yanı sıra düşük Ti değerlerine sahip olması sebebiyle Kop ofiyolitik kromitlerinin üst mantonun yüksek dereceli kısmi ergimesi ya da bir yitim ortamındaki peridotit–ergiyik etkileşimi sonucu oluştuğu sonucunu ortaya koymuştur.

Rollinson (2008), Oman ofiyolitinin kuzeyinde yer alan manto kromitlerinin jeokimyasını incelediği çalışmasında, kromitleri kristallendiren ilksel ergiyiklere ait hesaplanan $TiO_2-Al_2O_3$ değerlerine göre yüksek–Cr bileşimli kromitlerin tüketilmiş manto peridotitlerinden türeyen Ca'ca zengin boninitik karakterli bir ergiyik, yüksek–Al bileşimli kromitlerin ise tüketilmiş manto ve okyanus ortası sırtı bazaltı bileşimine sahip iki ergiyiğin karışımı sonucu oluşan bir ergiyik tarafından kristallendiklerini ortaya koymuştur.

Page ve Barnes (2009), Thetford Mines ofiyoliti ile ilişkili kromititlere ait ana ve iz element bileşimlerinin, V ve Fe₂O₃ dışında boninitler ile hemen hemen benzer özelliklere sahip olduğu, bu farklılığa rağmen Thetford Mines ofiyolitik kromititlerinin, ofiyolitik istifte yer alan diğer volkanik birimler ile benzer şekilde ilksel boninitik ergiyikler tarafından kristallendiği belirtmiştir.

Uysal vd. (2009b), Eskişehir ofiyoliti ile ilişkili podiform kromititlerinin plâtin grubu mineral (PGM) olarak sadece birincil laurit kristalleri içerdiğini, öz şekilli–yarı özşekilli ve Os konsantrasyonları düşük lauritelere sahip kromitlerin, magmatik faaliyet süresince yüksek bir sıcaklıkta ve kısmen yüksek sülfür fugasitesi koşullarında oluşmuş olabileceğini belirtmiştir.

Akbulut vd. (2010), Elmaslar (Denizli) podiform kromititlerini baz–metal (BM) ve plâtin grubu element jeokimyası ve mineralojisi bakımından incelemiş olup, kromititlerin alışılmışın aksine palladyum–grubu plâtin grubu element (PPGE) ve BM bakımından zenginleştiklerini (1 ppm) ortaya koymuştur.

Caran vd. (2010), Antalya ofiyoliti ile ilişkili podiform kromititleri incelemiş olup, kromititlerin Cr’ca zengin ve kromititleri oluşturan ilksel ergiyiklerin boninitik karakterde olduklarını, ayrıca kromititlerin oldukça refrakter olivin–spinel birlikteliğinden meydana geldiğini belirtmiştir.

Zaccarini vd. (2011), Santa Elena (Kosta Rika) kromititlerine ait PGE’lerin tipik bir ofiyolitik kromititte olduğu gibi yüksek (Os+Ir+Ru)/(Rh+Pd+Pt) oranına sahip olduklarını, kromitlerde birincil Os–Ir–Ru alaşımlarına rastlanılmaması ve PGE’lerin dokusal ilişkileri dikkate alındığında, Santa Elena kromititlerinin kısmen yüksek sülfür fugasitesi şartlarında oluşmuş olabileceğini belirtmiştir.

Gonzalez–Jimenez vd. (2011a), Mayarı–Cristal ofiyolitik masifindeki (Doğu Küba) yüksek–Cr ve yüksek–Al bileşimli kromititlerin mineralojisi, jeokimyası ve PGE içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, yüksek–Cr ve yüksek–Al’lu kromititlerin bir arada bulunmalarını, zamansal ve/veya mekansal farklılıkları bulunan farklı manto kaynaklarından oluşmuş ergiyiklerden itibaren kristallendikleri şeklinde yorumlamışlardır.

Gonzalez–Jimenez vd. (2011b), New Caledonia ofiyolitinde manto–kabuk geçiş zonuna ait plâtin zengin kromititlerin mineraloji ve jeokimyasını inceledikleri çalışmalarında bu kromititlerin, mantoda yer alan iridyum–grubu plâtin grubu elementlerce (IPGE) zengin podiform kromititlerin aksine, Pt ve Pd bakımından oldukça zenginleştüğünü (Pt+Pd = 11.5 ppm) ortaya koymuşlardır.

Shi vd. (2012a), Dangqiao (Kuzey Tibet) Neo-tetis ofiyolitik kromititlerinden elde ettikleri Os izotopik verilerine göre, kromititlerin büyük ölçüde ergiyik/manto karışımı olayları sonucunda oluşmuş olabileceğini belirtmişlerdir.

Shi vd. (2012b), Sartohay ofiyoliti (Kuzeybatı Çin) ile ilişkili kromititlerden elde ettikleri Re-Os izokron yaşı (2.45 milyar yıl) ile troktolitlere ait zirkon yaşının (2.4 milyar yıl) birbiriyle uyumlu olduğunu ve Sartohay ofiyolitik kromititlerinin ilk olarak Arkayen'de oluştuklarını, daha sonra Paleozoyik'te yeniden oluştuklarını ortaya koymuşlardır.

1.6. Çalışmanın Amacı

Son yıllarda Türkiye'deki ofiyolitik kromititleri konu alan çalışma sayısı giderek artmaktadır. Bu çalışmaya konu olan güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititleri ile ilgili de birkaç araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Uysal vd. (2007b), Kahramanmaraş kromititlerinin düşük miktarda PGE içermelerine rağmen, Elbistan'dan alınan bir örneğin kısmen Pt zenginleşmesi sunduğunu (99 ppb) ve kondrit değerlerine oranlanmış PGE grafiklerinde pozitif Pt anomalisi gösterdiğini belirtmiş ve daha sonra yapılacak çalışmalarda Kahramanmaraş kromititlerine ait PGM'lerin detaylı bir şekilde incelenmesini önermiştir. Bu öneri dikkate alınarak yapılan bu çalışmada Türkiye'nin güneydoğusunda yer alan ofiyolitik kromititlere ait kromit kristallerinin bileşimi, ana ve iz element dağılımları, kromitleri kristallendiren ilksel ergiyiklerin bileşimleri, PGE jeokimyası ve mineralojileri incelenerek, elde edilen bulgular yardımı ile bu kromititlerin: ne tür bir tektonik ortamda ne tür ilksel ergiyiklerden itibaren kristallendikleri ve PGE'ler bakımından ekonomik olup olmadıkları hakkında fikir sahibi olmak amaçlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerinin kromit ana oksit ve bazı iz element içerikleri, ilksel ergiyik bileşimleri, PGE jeokimyası ve mineralojileri incelenerek elde edilen bulgular yardımı ile bu kromitlerin: PGE içerikleri ve tektonik oluşum ortamları hakkında fikir sahibi olunmaya çalışılmıştır. Bunun için çalışma alanından alınan kromitit ve bunların içersinde bulunduğu harzburjit ve dunit türü kayaçlar materyal olarak kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda arazi, literatür araştırması, lâboratuar ve büro çalışması yapılmıştır. Arazi çalışması, MTA'nın hazırlamış olduğu 1/25000 ölçekli jeolojik haritalar yardımıyla söz konusu bölgeden sistematik bir şekilde kromitit ve yan kayaç örneklerinin derlenmesini içermektedir. Literatür çalışması, çalışma konusuna ve alanına yönelik yayınların incelenmesi ve değerlendirilmesi şeklinde yapılmıştır. Lâboratuar çalışması, mikroskopik tayinler ve kimyasal analizlerden oluşmaktadır. Büro çalışmaları sırasında, söz konusu arazi ve literatür çalışmaları sonucunda elde edilen bulgu ve veriler değerlendirilip yorumlanmış ve sonrasında tez yazım işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, inceleme alanında yüzeylenen kromitit ve yan kayaçlarından örnek alım işlemi şeklinde gerçekleşmiştir. Örnek alımı sırasında söz konusu kromitit ve yan kayaç örneklerinin oldukça taze ve sağlam olmasının yanı sıra homojen bir yayılım göstermesine dikkat edilmiştir.

2.1.2. Lâboratuar Çalışmaları

Çalışmanın lâboratuar çalışması kısmında inceleme alanına ait kromititlerin petrografisi ve içerdiği kapanımlar hakkında fikir sahibi olmak ve mikrokimyasal analizleri gerçekleştirilebilmesi için parlak kesitler ve ayrıca kromititleri barındıran yan kayaçların mineral parajenezlerini ve litolojilerini belirlemek için ince kesitler hazırlanmıştır.

Kromititlere ait kromit kristallerin mineral kimyası ve kromititlerin tüm kayaç PGE içeriklerinin tespitine yönelik örnekler çeşitli laboratuvarlarda hazırlanmıştır.

2.1.2.1. Mikroskobik İncelemeler

Çalışma alanından alınan peridotit örneklerinin mineral parajenezlerinin yanı sıra petrografik ve mineralojik özelliklerinin belirlenebilmesi için ince kesitler hazırlanmıştır. Bunun için kayalardan alınan 0.5 x 2 x 4 cm boyutundaki plâkacıklar, bir yüzeylerinin pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığındaki 2.5 x 5 cm boyutundaki cam üzerine araldit kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayaç, dereceli elmas aşındırıcılar ve tozlar yardımıyla 0.03 mm kalınlığa kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hâle getirilmiştir.

Cevher mikroskobisi çalışmaları için kromititlerden elde edilen yaklaşık 2 x 2 cm boyutunda ve 0.5 cm kalınlığındaki plâkacıklar, 2.54 cm çaplı kalıplar içerisine yerleştirilip üzerlerine epoxy dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır. Kalıplardan çıkarılan örneklerin bir yüzeyleri su kullanılarak döner çarklı, kademeli elmas aşındırıcılar ile düzleştirilmiştir. Bu örnekler, üç farklı boyutta aşındırıcı kullanılarak (Al_2O_3 tozları) döner çarklar üzerinde parlatılmıştır. Örneklerin son parlatmaları (final polishing) 1 μm 'lik Al_2O_3 tozu kullanılarak ayrı bir keçe üzerinde gerçekleştirilmiştir. Cevher mikroskobisi çalışmaları, bu aşamalardan geçirilmiş örnekler üzerinde yapılmıştır.

2.1.2.2. Kimyasal Analizler

2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Plâtin Grubu Element (PGE) Analizleri

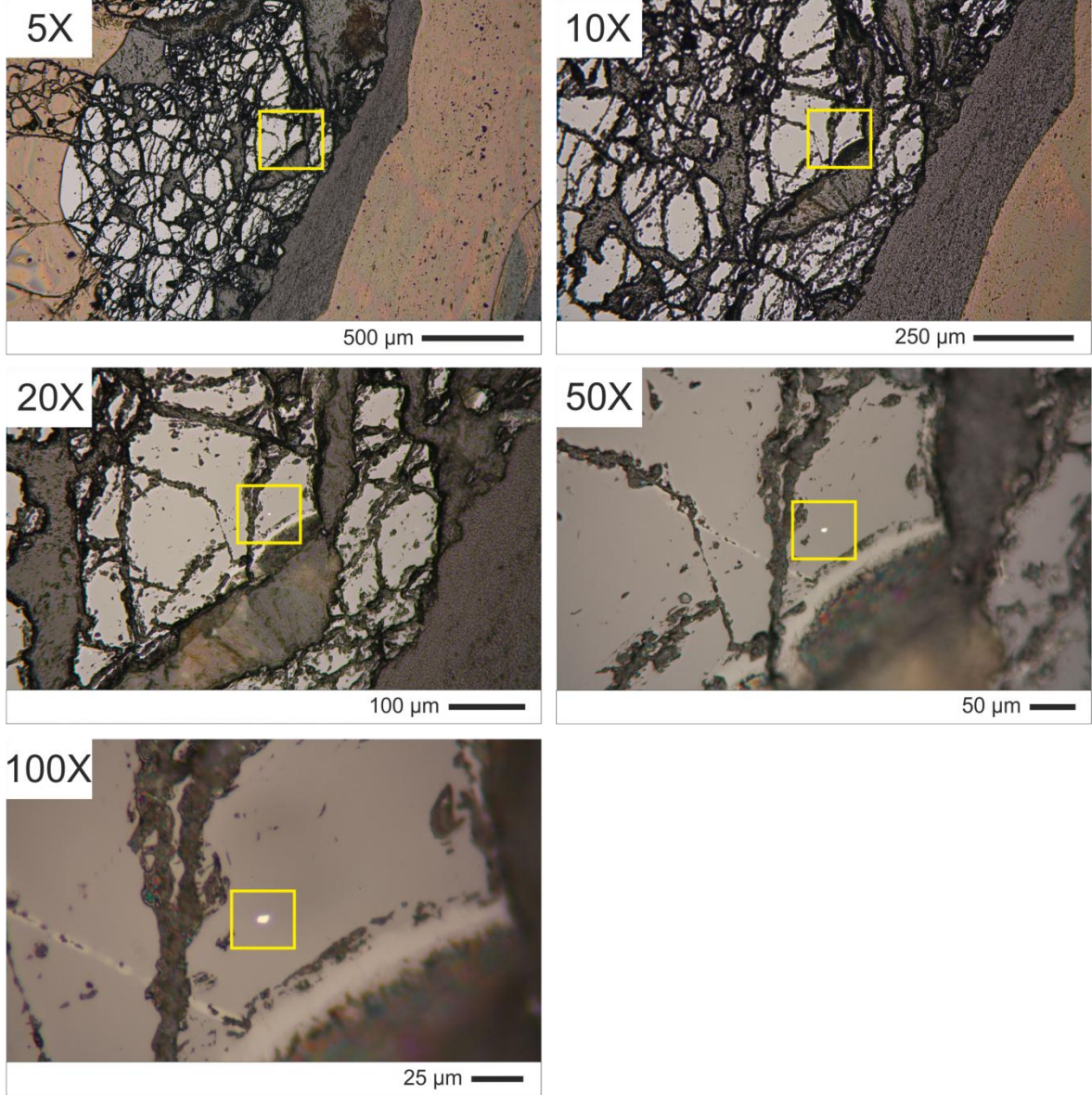
Bu çalışma için hazırlanan 15 adet kromitit örneği Genalysis Ltd. (Maddington, Batı Avustralya)'de, Chan ve Finch (2001) tarafından tanımlanan yöntemle göre ICP-MS ile analiz edilmiştir. Bu yöntemde 25 gr örnek, boraks, soda külü, silika, nikel oksit ve sülfürden oluşan bir karışım ile ergitilmiştir. Ergiyik, tüm kromit kristallerinin tamamıyla ergidiğinden ve tüm PGE'lerin nikel sülfid tarafından tutulduğundan emin olmak için 1200 °C de tutulmuştur. Nikel sülfid butonu yaklaşık 100 °C'de hidroklorik asit ile çözülmüştür. Sonrasında, çözünmeyen PGE ve Au-sülfidler, bir selüloz nitrat membran filtre üzerinde

toplanmış ve yüzer durumdaki borosilikat test tüpünde sindirilmiştir. Bu işlem sonucu çözelti elde edilmiş olup, çözelti % 10 v/v nitrik asit ile tamamen karıştırılarak seyreltilmiştir. Son olarak seyreltik çözelti, Perkin Elmer/Sciex Elan 6000 ICP–MS ile analiz edilmiştir. Altı adet ölçümleme çözelti standardı kullanılmıştır. Tüm standart ve örneklerin, yönseme monitörü aracılığıyla iki iç standart kullanılarak pikleri izlenmiştir. Uluslararası sertifikalı referans materyali (Güney Afrika Referans Materyali, SARM–7) ve bu lâboratuardaki standartlar tüm analizler için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Ni ve Cu’dan kaynaklanan karışımlar için düzeltmeye tabi tutulmuştur. Ölçüm alt sınır limitleri, Rh için 1 ppb ve Os, Ir, Ru, Pt ve Pd için 2 ppb’dir.

2.1.2.2.1.2. Mineral Kimyası Analizleri

Kromitit örneklerine ait minerallerin kimyasal içeriklerinin tayini için, Ludwig Maximillian Üniversitesi (Münih–Almanya) Mineraloji ve Petrografi Enstitüsü’nde CAMECA–SX100 marka elektron mikroprob aleti kullanılmıştır. Kromit kristallerine ait Fe, K, Cl, Na, Al, Ca, Si, Mg, Cr, Ni, Mn ve Ti ana elementleri için standart sapma (sigma) değerleri sırasıyla % olarak 0.40, 0.03, 0.04, 0.04, 0.13, 0.03, 0.02, 0.19, 0.67, 0.09, 0.00 ve 0.04’tür. Mikrokimyasal analizleri yapılmak istenen her bir kromitit örneğinden farklı sayılarda hazırlanmış parlatılmış kromitit kesitleri, kromit kristalleri bünyesindeki mineral kapanımları ile kromit kristallerinin kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi için mikroprob ile analiz edilmiştir. Bunun için mevcut örneklere ait kromit kristalleri bünyesindeki PGM, baz metal mineral (BMM) ve silikat mineral kapanımlarının dokusal ve morfolojik özelliklerini belirlemek için her bir örnek öncelikli olarak cevher mikroskobu yardımıyla, farklı büyütme özellikli objektifler kullanılarak ve bütün yüzeyleri sistematik bir şekilde taranmak suretiyle detaylı bir şekilde incelenmiştir. Kromit kristalleri bünyesindeki özellikle PGM kapanımları genellikle oldukça küçük boyutludur (< 10 mikrometre). Buna karşılık, söz konusu mineral kapanımlarının elektron mikroprob analizlerinin sağlıklı olarak gerçekleştirilebilmesi için 2 mikrometreden büyük olanları belirlenmiş ve bu minerallerin cevher mikroskobunda gözlenebilmesi için ise 20X büyütmeli objektif kullanılmıştır. Oldukça nadir fazlar olan PGM’lerin sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için tüm kesit yüzeyi sistematik olarak taranmıştır. Kromitlere ait plâtin grubu mineral, baz metal ve silikat mineralleri parlak kesitler üzerinde tespit edildikten sonra asetat kalem ile

(söz konusu mineralleri içersine alacak şekilde) daire içersine alınmış ve analiz yapılacak kısımların görüntüleri bilgisayara kaydedilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Kromit kristallerine ait PGM kapanımlarının cevher mikroskobunda sistematik bir şekilde taranma işlemi. Şekilde yaklaşık 4 mikrometre boyutundaki PGM 5X ve 10X büyütme objektiflerinde gözlenmezken ancak 20X büyütme objektif kullanıldığında gözle görülebilir hâle gelmiştir.

Kromit kristalleri bünyesindeki kimyasal değişimleri belirlemek için bazı kromit kristalleri üzerinde bir kenardan diğer kenara doğru belirlenen profiller (kenar–merkez–kenar) boyunca nokta analizler de gerçekleştirmek için koordinatlar alınmıştır. Son olarak, bu işlemlerden geçen her bir örnek analiz edilmeden önce analiz sırasında iletkenliği

sağlamak ve bazı elementlerin analiz ortamından kaçmasını önlemek için karbon kaplama işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemlerden sonra örnekler analiz edilmek üzere nem barındırmayan kaplara konularak beklemeye bırakılmıştır.

Güneydoğu Türkiye kromitit örneklerine ait parlatılmış kesitlerdeki PGM ve BMM kapanımlarının mikrokimyasal analizleri iki ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada PGM veya BMM olduğu düşünülen mineraller EDS methodu ile analizlenmiş ve elde edilen element pikleri neticesinde, mikrokimyasal analizler için hangi elementlerin ölçüleceği belirlenmiştir. Daha sonra PGM ve BMM'ler iki ayrı dosya kullanılarak analizlenmişlerdir. PGM ve BMM analizleri sırasında alet çalışma koşulları 15–20 kV ve 20 nA olarak ayarlanmış, elektron ışınının çapı ise 1 µm olarak seçilmiştir. Standart olarak, PGE, Ni ve Cu elementleri için saf metaller, As için arsenopirit (FeAsS) ve Fe için pirit (FeS₂) kullanılmıştır. Analizler süresince, Ru, Ir, Rh, Pt için L α , Os için M α , Pd ve As için L β ve Ni, Fe, Cu ve S için K α X-ışınları çizgisi kullanılmıştır. RuL β → RhL α , IrL α → CuK α , RhL β → PdL α , RuL β → PdL α , CuK β → OsL α düzeltmeleri çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. PGM ve BMM'lere ait Ru, Os, Mn, Ir, Ni, S, Cr, Fe, Cu, Rh, Pd, Pt, As, Mg, Te, Pb, Bi, Co ve Sb elementleri için standart sapma (sigma) değerleri sırasıyla % olarak 0.52, 0.29, 0.04, 0.26, 0.24, 0.48, 0.23, 0.13, 0.02, 0.00, 0.01, 0.29, 0.02, 0.01, 0.03, 1.12, 0.16, 0.06 ve 0.07'dir.

2.1.2.2.1.3. Kromit Ana ve İz Element Analizleri

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerinden 5 tanesi için “Thermo X-Series 2 quadropole ICP-MS, New Wave UP-213 Laser Ablation” sistemi kullanılarak toplam 16 adet ana ve iz element analizleri gerçekleştirilmiştir. Hata payını en aza indirebilmek için her bir element, iç standart değerlerine (alüminyum) göre normalize edilmiş ve NIST 611 Glass cihaz kalibrasyonu için kullanılmıştır. Kalibrasyon kalitesi için her 8–10 noktadan sonra NIST 611 tekrar analiz edilmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve lâboratuar çalışmalarından elde edilen bütün veriler büro çalışmaları ile bir araya getirilmiş olup, güneydoğu Türkiye bölgesindeki ofiyolitik kromitlere ait kromitlerin mineral kimyası, iz element bollukları, ilksel ergiyik bileşimleri, plâtin grubu element jeokimyası ve mineralojisi yanı sıra diğer mineral kapanımları ile ilgili sonuçlar ortaya konulmuş ve tartışılmıştır.

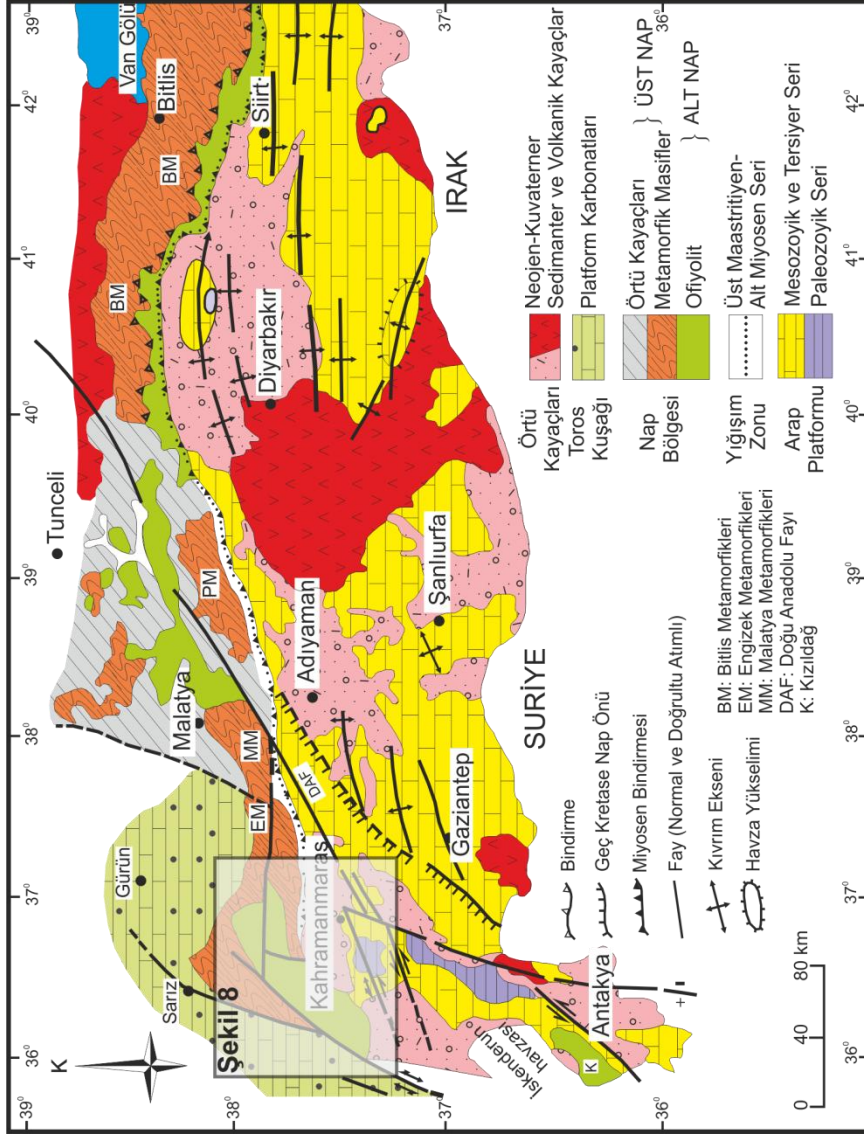
3. BULGULAR

3.1. Bölgesel Jeoloji

Kahramanmaraş'ın kuzeyinde yer alan Afşin (Kahramanmaraş) çevresinde allohton ve otokton konumlu kayaç toplulukları yer almaktadır. Allohton birimleri bölgeye naplar şeklinde yerleşmiş olan Binboğa metamorfileri, Göksun ofiyoliti ve bunları kesen Esence granitoyidinden oluşmaktadır. Otokton birimler ise daha yaşlı birimler üzerine açılmal uyumsuzlukla çökelmiş olan Harami, Seske, Ahmetçik Formasyonları ile Kuvaterner çökellerinden meydana gelmektedir (Beyazpirinç, 2005).

Doğanşehir (Malatya) çevresindeki kayaç toplulukları genel anlamda Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerden oluşmaktadır. Bu birimler yaşlıdan gence doğru Pütürge metamorfileri, Permo–karbonifer–Triyas yaşlı Malatya metamorfileri, Üst Kretase yaşlı Berit metaofiyoliti, Üst Kretase yaşlı Doğanşehir granitoyidi, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Tersiyer–Kuvaterner yaşlı örtü çökellerinden oluşmaktadır (Karaoğlan, 2005).

Islahiye (Gaziantep) çevresini de içine alan Kahramanmaraş'ın güney bölgesi Alpin Orogenizi sonucu oluşmuştur (Karig ve Kozlu, 1990; Yılmaz, 1993; Bağcı, baskıda). Bu bölge jeolojik olarak üç kısma ayrılmaktadır. Bunlar Allohton Arap Platformu, Ofiyolitik Naplar ve Tersiyer Birimleri'dir (Şekil 4). Allohton Arap Platformu Alt Kambriyen–Üst Ordovisiyen yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, kuvarsit ve şeyllerden oluşmaktadır. Ofiyolitik naplar, birbirleriyle tektonik dokanakları bulunan 3 dilimden oluşmaktadır. En altta yer alan Karadut Kompleksi (Geç Triyas–Geç Kretase) fliş, killi kireçtaşı, ofiyolitik kayaçlar, çörtlü şeyl ve kireçtaşından oluşmaktadır. Bu kompleks ofiyolitik melanj ve ofiyolitik sedimanter kayaçlardan oluşan Koçali Kompleksi tarafından üzerlenmektedir (Yılmaz vd., 1993; Bağcı, baskıda). En üst kısımda da bu kompleksleri üzerleyen Geç Maastrityen–Paleosen kireçtaşı ve kumtaş–silttaş–çamurtaş aralanması ile oluşan birimler yer almaktadır.

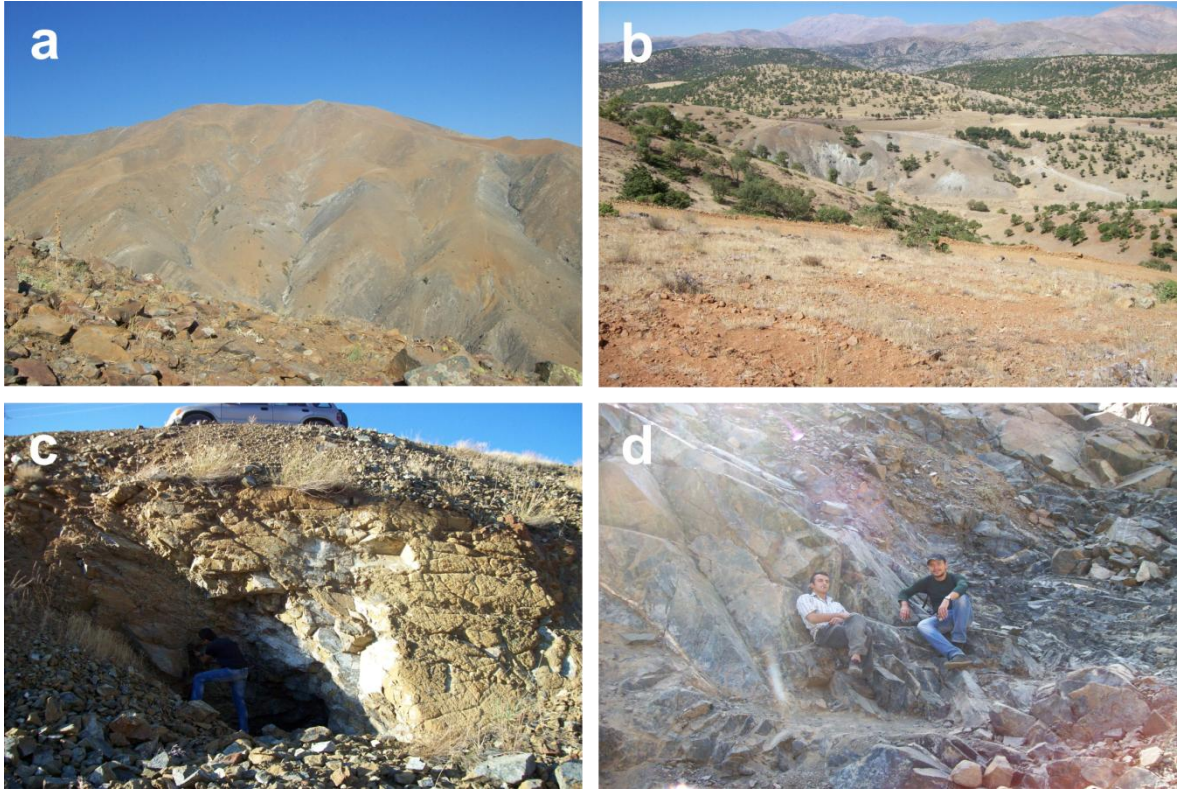


Şekil 4. Çalışma alanının genel jeolojisi haritası (Yılmaz vd. 1993 ve Parlak vd. 2009'dan derlenmiştir).

3.2. Ultramafik Kayaçlar

3.2.1. Petrografi

Çalışma alanında yer alan ultramafik kayaç örnekleri çoklukla Berit Dağı–Göksun (Kahramanmaraş) çevresinden alınmıştır (Şekil 5a). Bununla birlikte Berit Dağı'nın doğusunda Doğanşehir (Malatya, Şekil 5b), kuzeyinde Afşin (Kahramanmaraş) ve güneyinde yer alan Islahiye (Gaziantep) bölgelerinden de peridotit örnekleme yapılmıştır. İnceleme alanında yüzeylenen manto peridotitleri genellikle bol çatlaklı ve kırıklı bir yapı sunarlar (Şekil 5c). Bu kayaçlar bol miktarda olmakla birlikte, küçük boyutlarda (2–3 cm) kromitit oluşukları içermektedir ve kromititlere ev sahipliği yapan manto peridotitleri önemli oranda serpantinleşmiştir (Şekil 5d).

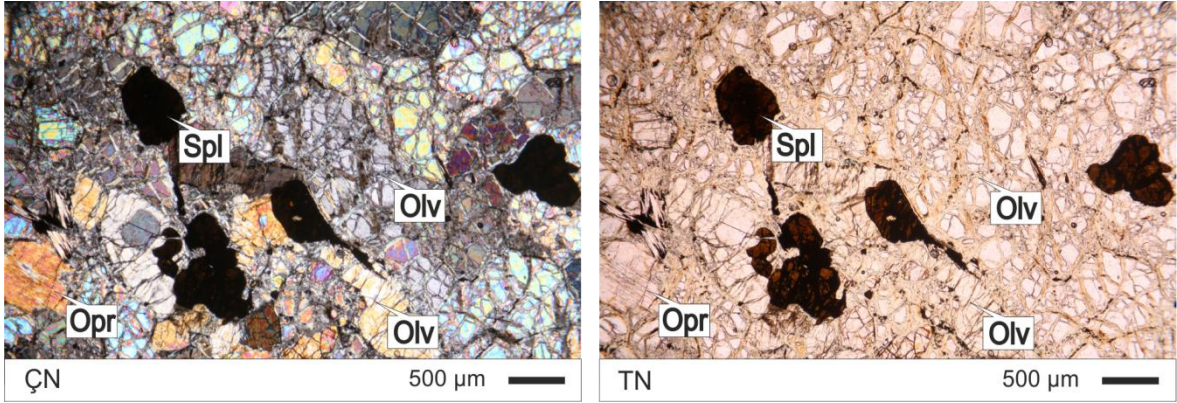


Şekil 5. İnceleme alanına ait manto peridotitlerinin arazi görüntüleri. a) Berit Dağı ve b) Doğanşehir civarında yüzeylenen manto peridotitleri. c) Deformasyon sonucu bol kırık ve çatlaklı bir yapıda olan peridotitler. d) Serpantinize harzburgit.

3.2.2. Manto Peridotitleri

3.2.2.1. Harzburjit

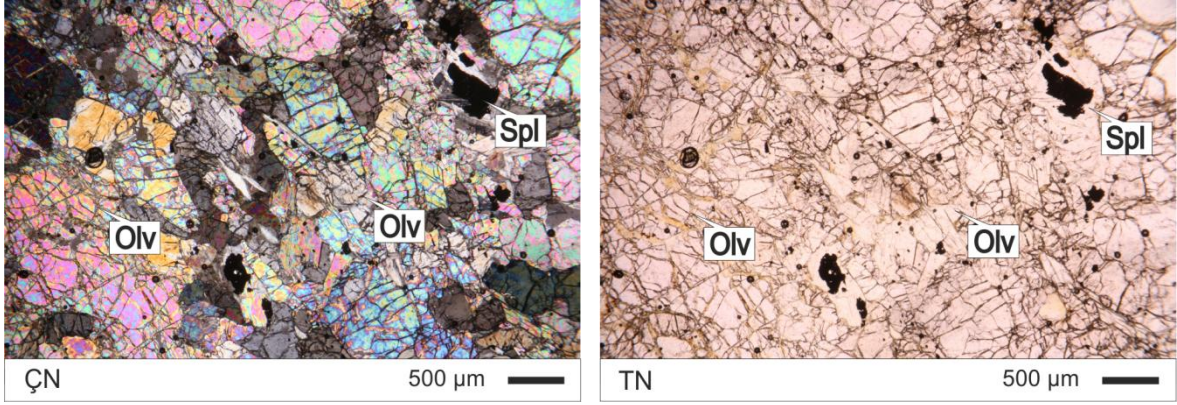
Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititleri çoklukla harzburjit türü manto kayaçları içerisinde yer almaktadır. Genellikle alterasyona uğramış, taze olmayan harzburjitlerin bünyesinde yaklaşık %80–85 arasında olivin gözlenmektedir. Olivinler çatlaklar boyunca serpantinleşerek ağ ve elek dokunun oluşmasını sağlamıştır (Şekil 6). Kayaçta %15–20 arasında ortopiroksen bulunmakla birlikte, ayrıca yarı-öz şekilli iri taneler hâlinde spinel mineralleri de bulunmaktadır.



Şekil 6. İnceleme alanında yüzeylenen harzburjit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüleri. Olv: Olivin, Opr: Ortopiroksen, Spl: Spinel, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.2.2. Dunit

Çalışma alanında harzburjitlerden sonra en çok bulunan peridotit türü kayaçlar dunitlerdir. Kayacın yaklaşık %90'dan fazlasını oluşturan olivin mineralleri, serpantinleşmenin etkisiyle elek ve ağsal dokunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kayacın içerisinde bulunan olivin mineralleri, çift nikoldeki mavi–mor–sarı–turuncu girişim renkleri ve tek nikoldeki yüksek röliyefi ile kolaylıkla tanınmaktadır. Kayaçta bulunan ortopiroksen mineralleri %10'u geçmemektedir. Kayaçta çok az miktarda gözlenen spinel kristalleri ise yarı özşekilli taneler olarak gözlenmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. İnceleme alanında yüzeyleyen dunit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüleri. Olv: Olivin, Spl: Spinel, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

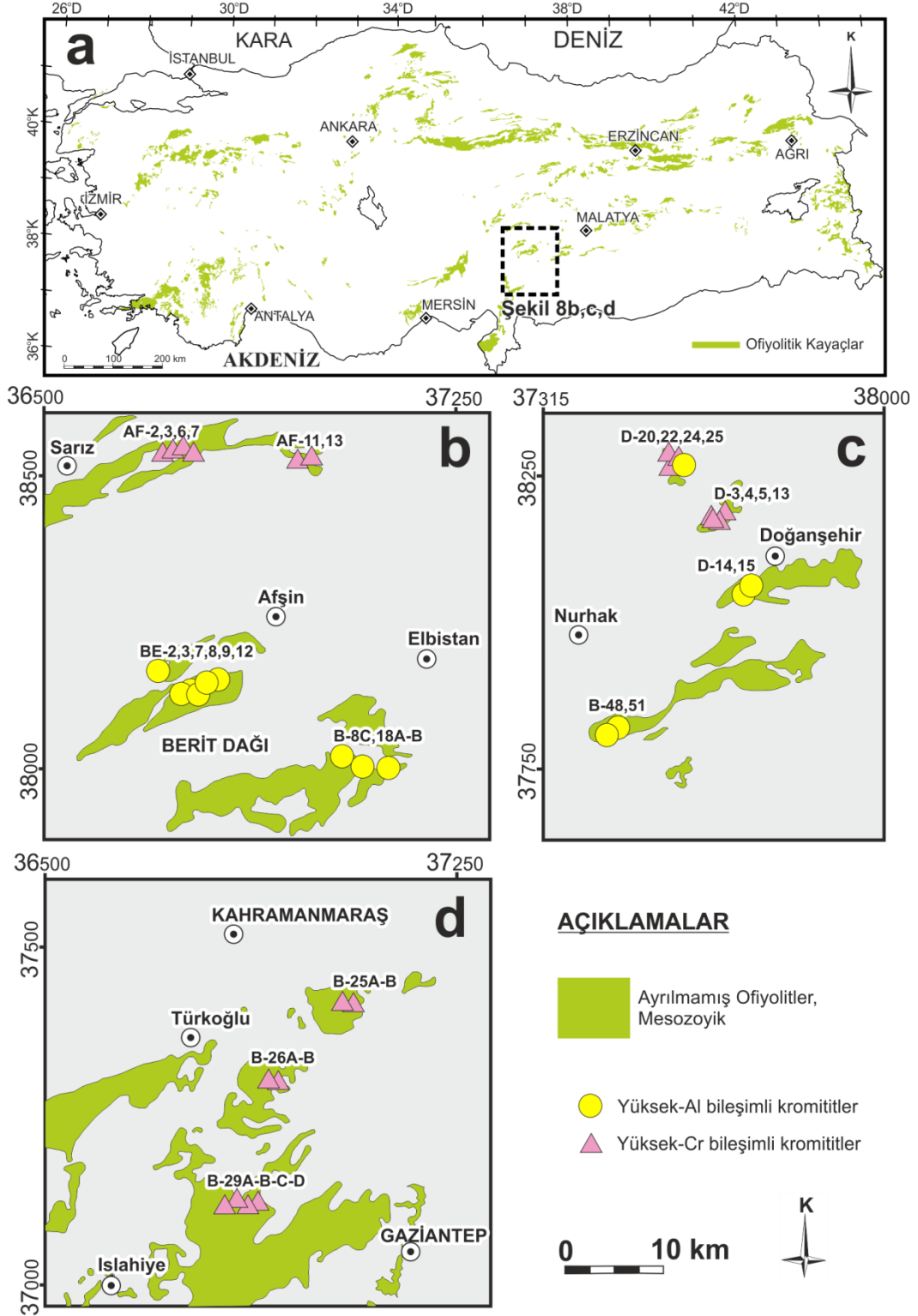
3.2.2.3. Serpantinit

Çoklukla taze olmayan güneydoğu Türkiye peridotitleri, alterasyona uğrayarak serpantinleşmiştir. Bir kısım peridotitler ise tamamen serpantinleşmiş ve içersinde olivin minerallerinden eser kalmamıştır. Kısmen serpantinleşen örneklerde olivin mineralleri ağsal dokuyu meydana getirmiştir. Örneklerde az miktarda da olsa öz şekilsiz spinel minerallerine rastlanmıştır.

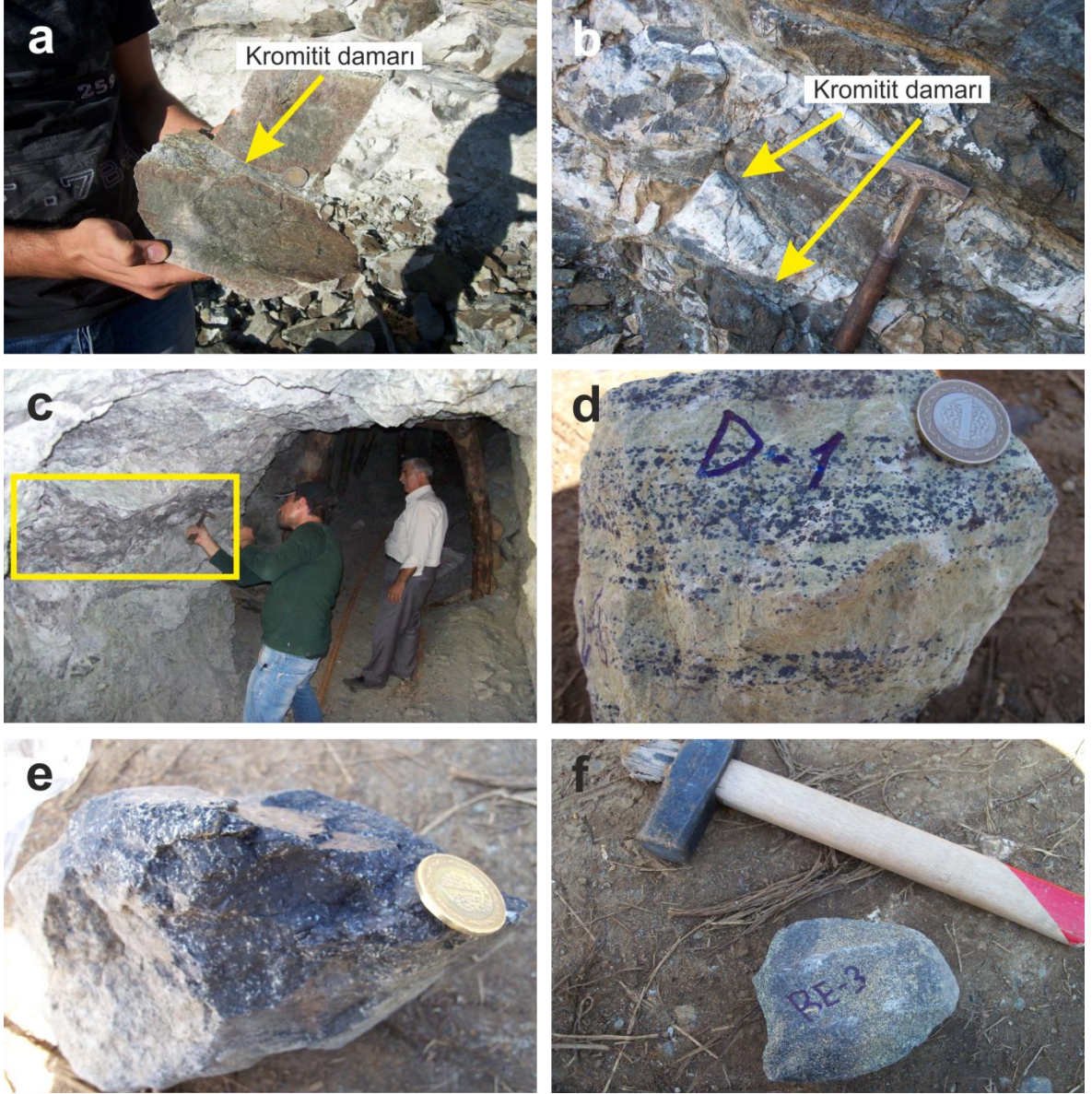
3.3. Ofiyolitik Kromititler

3.3.1. Petrografi

Türkiye, ofiyolitik kayalar bakımından oldukça zengin bir ülkedir (Şekil 8a) ve önemli miktarda kromitit yatakları içermektedir. Bu çalışmaya konu olan güneydoğu Türkiye ofiyoliti ile ilişkili kromitit örnekleri, çoklukla Berit Dağı–Göksun (Kahramanmaraş) ve çevresinden alınmıştır. Bununla birlikte Berit Dağı'nın kuzeyinde Afşin (Kahramanmaraş), doğusunda Doğanşehir (Malatya) ve güneyinde yer alan Islahiye (Gaziantep) bölgelerinden de kromitit örnekleme yapılmıştır (Şekil 8b–d). Çoklukla dunitler tarafından çevrelenen kromititler, manto peridotitleri (harzburjit ve dunit) içersinde damar, merceksi, bantlı, masif ve saçınımlı bir yapıda bulunmaktadır (Şekil 9a–f). Bunların kalınlıkları 2–3 cm ile 9–10 m arasında değişkenlik göstermektedir.

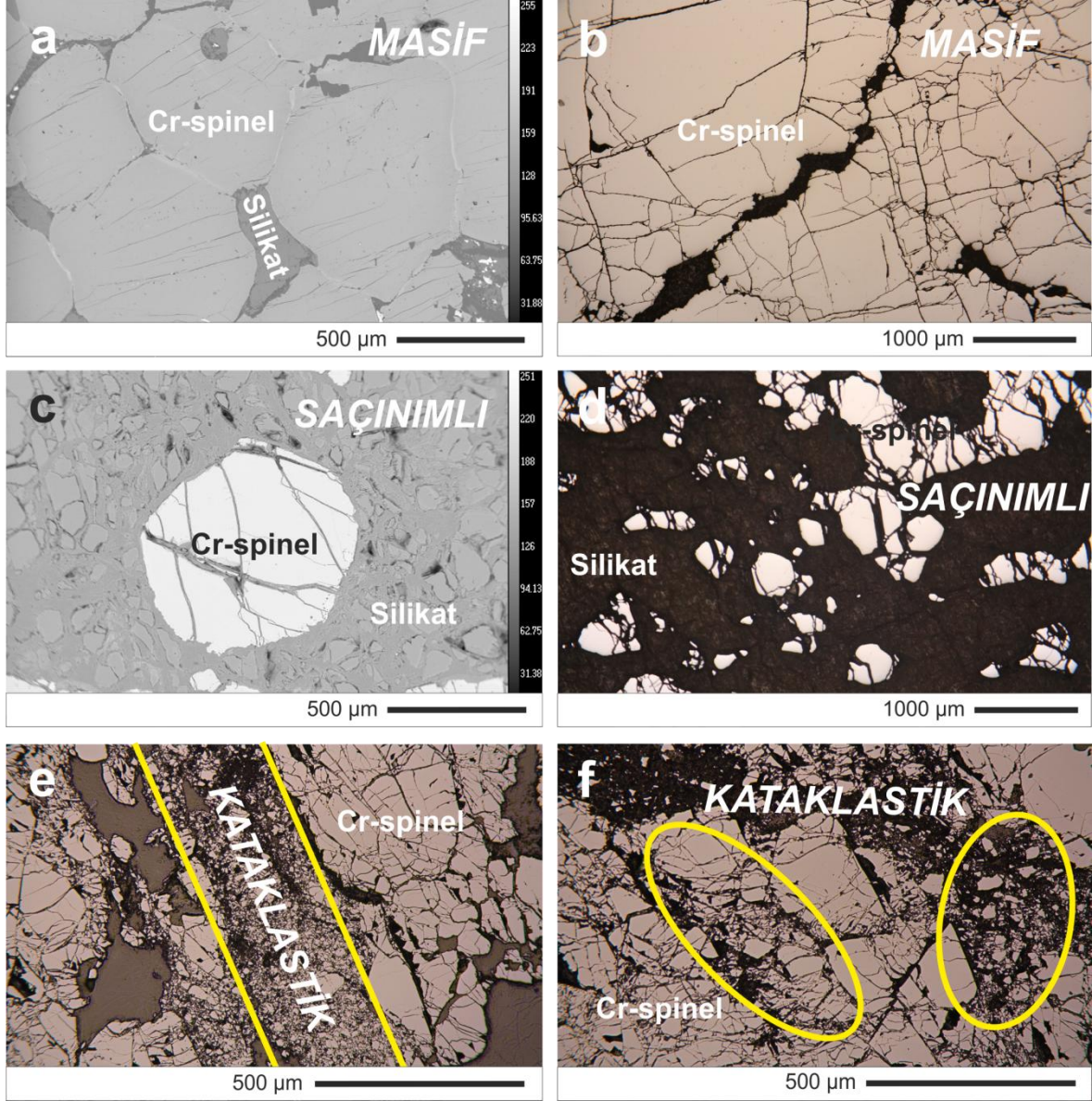


Şekil 8. Türkiye'deki başlıca ofiyolitik birimler (a) ve inceleme alanından alınan ofiyolitik kromititlerin lokasyonları (b-d; MTA, 2002'den derlenmiştir).



Şekil 9. Ofiyolitik kromititlerin arazi görüntüleri. Harzburgit içerisindeki kromitit damarı (a), harzburgit içerisindeki ince kromit katmanı (b), dunit içerisinde merceksi yapıda bulunan kromitit (c), dunit içerisindeki bantlı kromitit (d), masif kromitit (e) ve saçınımlı kromitit (f).

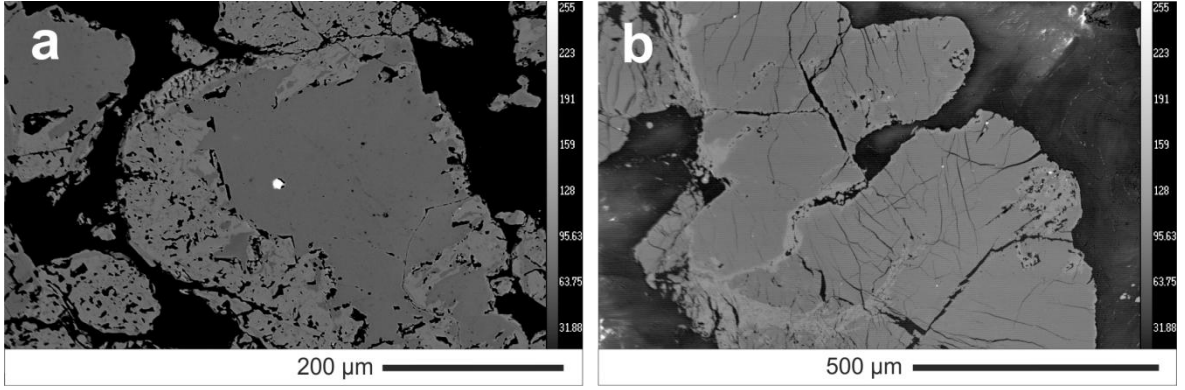
Ofiyolitik kromititlere ait Cr–spinel kristalleri dokusal olarak masif ve saçınımlı olup, genellikle çatlaklı ve breşik bir yapıdadır (Şekil 10a–d). Tektonik deformasyon sonucu meydana gelen ve podiform tip kromititlerde sıkça gözlenen bu parçalanma yapılarının meydana getirdiği kataklastik doku birçok Cr–spinel kristalinde gözlenmektedir (Şekil 10e–f).



Şekil 10. Ofiyolitik kromitlere ait Cr–spinel kristallerinin dokusunu gösteren BSE (Back Scattered Electron, a ve c) ve cevher mikroskobu görüntüleri (b–d–f). a ve b) masif Cr–spinel, c ve d) saçınımlı Cr–spinel, e ve f) kataklastik doku gösteren Cr–spinel kristallerine ait görüntülerdir.

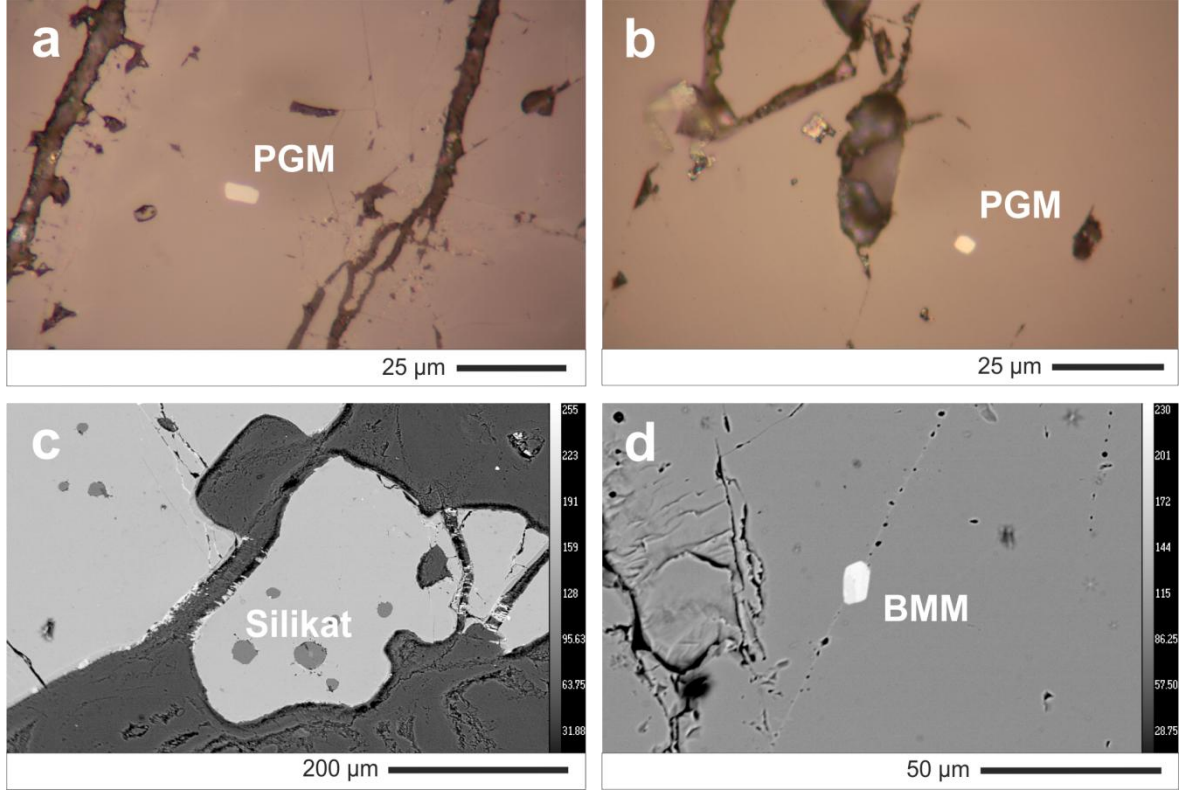
Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait Cr–spinel kristalleri çoklukla altere olmamış, taze Cr–spinel kristallerinden oluşmaktadır. Bununla birlikte, nadiren de olsa Cr–spinel kristallerinin kenar kısımlarından merkeze doğru uzunluğu 100 mikron metreye varan ve Cr–spinel çatlakları boyunca cevher mikroskobunda ve özellikle BSE görüntülerinde gözlenen kısmen açık renk olası bir alterasyonu işaret etmektedir (Şekil 11a–b).

Cr–spinel kristallerinin çatlakları boyunca ve Cr–spinel kristalleri aralarını dolduran silikat matriks çoklukla serpantin türü alterasyon ürünü silikat minerallerinden oluşsa da alterasyondan oldukça az etkilenmiş bazı Cr–spinel kristallerinde gang mineralleri taze olivin ve nadiren piroksen ve amfibol minerallerinden oluşmaktadır.



Şekil 11. Cr–spinel kristallerinin çatlak ve özellikle kenar kısımlarının BSE görüntülerinde Cr–spinel merkez kısımlarına göre belirgin bir şekilde daha açık renkli gözlenmesi, kromititlerin özellikle kenar kısımlarının Fe’ce zenginleşmiş, dolayısıyla Al ve Cr’ca fakirleşmiş olabileceklerini, yani alterasyondan önemli derecede etkilenmiş olabileceğini gösterir.

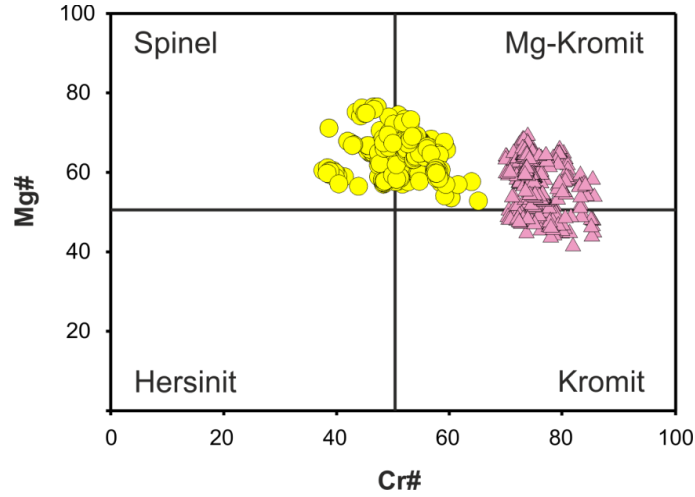
Ofiyolitik kromititlere ait Cr–spinel kristalleri birincil kapanımlar şeklinde plâtin grubu mineral (PGM), silikat ve baz metal mineral (BMM) kapanımları içermektedir. Ebatları çoklukla 50 mikrometreden küçük olan, genellikle öz şekili–yarı özşekilli kapanımlar çoklukla taze Cr–spinel kristalleri bünyesinde bulunmaktadır (Şekil 12a–d).



Şekil 12. Cr–spinel kristallerindeki birincil kapaenımların cevher mikroskobu (a ve b) ve BSE (c ve d) görüntüleri.

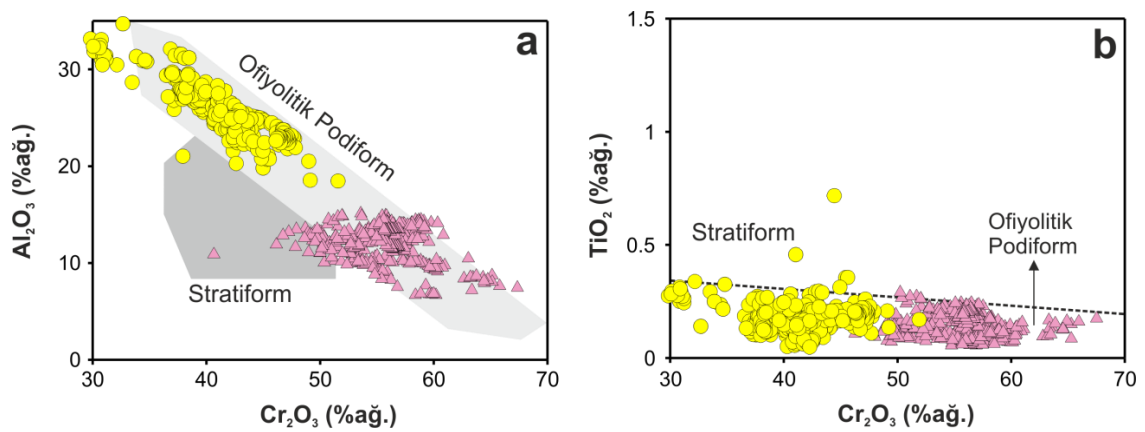
3.3.2. Cr–spinel Kimyası

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerinden 54 adet kromitit örneği üzerinde yaklaşık 760 adet mikrokimyasal analiz yapılmıştır (Tablo 1–2, Ek Tablo 1–2). Cr–spinel, kimyasal bileşimleri bakımından geniş bir aralık sunmaktadır. Cr₂O₃ içerikleri 30–61 (%ađ.) ve Al₂O₃ içerikleri 6.5–33 (%ađ.) arasında değişen Cr–spinel kristallerinin Fe₂O₃ ve TiO₂ içerikleri düşük olup sırasıyla 0.5–4 (%ađ.) ve 0.06–0.29 (%ađ.) aralıklarındadır. Bu veriler ile hesaplanan Cr# değerleri 39 ilâ 82 buna karşılık Mg# değerleri ise 45 ilâ 75 arasında değişmekte olup, kromititler Cr# değerleri dikkate alınarak yüksek–Cr (Cr# > 70) ve yüksek–Al bileşimli (Cr# < 70) kromititler olmak üzere iki alt gruba ayrılabilmekte ve Cr–spinel kristallerinin Cr#–Mg# değerleri dikkate alındığında yüksek–Cr bileşimindeki Cr–spinel kristallerinin Mg–kromit ve kromit, yüksek–Al bileşimindeki kromit kristallerinin ise spinel ve Mg–kromit bileşiminde oldukları gözlenmiştir (Şekil 13). Bununla birlikte olası bir karışıklığı engellemek için tüm spinel grubu mineraller için kromit terimi kullanılmıştır.

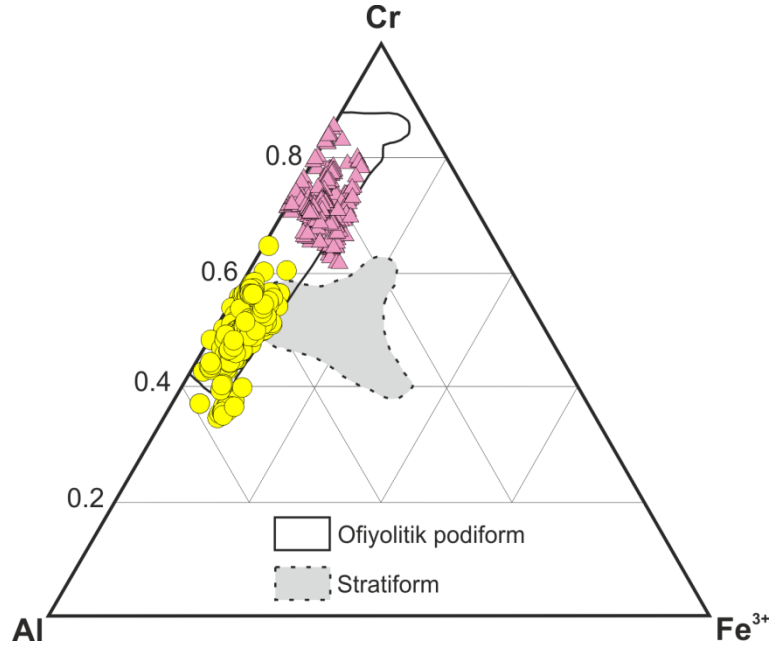


Şekil 13. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerinin Cr#–Mg# sınıflama diyagramındaki yerleri (Semboller Şekil 8'deki gibidir.).

Yüksek–Cr ve Al bileşimli kromitlere ait kromit kristallerinde Cr_2O_3 içeriklerindeki azalmaya bağlı olarak Al_2O_3 içeriklerinde lineer bir artış söz konusudur. Bunun yanı sıra hemen hemen tüm kromit kristalleri oldukça düşük TiO_2 içerikleri (<0.3 %ağ.) ile temsil edilir. Tüm lokasyonlardan alınan örnekler Şekil 14a ve b'de ofiyolitik podiform alan içerisinde sınırlanmışlardır. Bununla birlikte kromit kristalleri oldukça düşük Fe_2O_3 içerikleriyle Şekil 15'teki Cr–Al– Fe^{3+} üçgeninde yine ofiyolitik podiform alan içerisinde kalmıştır.



Şekil 14. Güneydoğu Türkiye kromitlerine ait kromit kristallerinin Al_2O_3 (%ağ.) içeriklerine karşılık Cr_2O_3 (%ağ.) (a) ve TiO_2 (%ağ.) içeriklerine karşılık Cr_2O_3 (%ağ.) içeriklerindeki (b) değişimleri. Ofiyolitik podiform ve stratiform kromit alanları Bonavia vd. (1993)'den alınmıştır (Semboller Şekil 8'deki gibidir.).



Şekil 15. Güneydoğu Türkiye kromitlerine ait kromit kristallerinin Cr–Al–Fe³⁺ sınıflama diyagramındaki yerleri. Ofiyolitik podiform ve stratiform kromitit alanları Bonavia vd. (1993)'den alınmıştır (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

Tablo 1. Yüksek-Cr bileşimli farklı kromitit örneklerine ait kromit kristalleri üzerinde gerçekleştirilmiş elektron mikroprob analizi sonuçlarının ortalama değerleri [$Cr\# = 100 \times Cr / (Cr + Al)$, $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$, $Fe^{3+\#} = 100 \times Fe^{3+} / (Cr + Al + Fe^{3+})$, $Fe^{2+\#} = 100 \times Fe^{2+} / (Mg + Fe^{2+})$; N = Analiz Sayısı, dla = deteksiyon limitinin altında].

Örnek#	AF2	AF3	AF6	AF7	AF11	AF13	B25A1	B25A3	B25B2	B25B3	B26A1	B26A2	B29A1	B29B1	B29B2	B29D1	B29D3	B32C1-1
N	4	14	5	5	5	5	5	5	5	10	5	5	5	20	15	5	7	20
SiO ₂	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.07	0.03	0.33
TiO ₂	0.12	0.10	0.10	0.13	0.14	0.12	0.09	0.10	0.20	0.09	0.17	0.18	0.18	0.17	0.19	0.19	0.18	0.13
Al ₂ O ₃	9.40	9.74	11.74	9.79	11.60	11.98	12.46	12.64	13.47	12.98	12.01	11.63	13.84	12.40	13.22	13.32	12.98	11.07
Cr ₂ O ₃	60.50	59.68	56.79	60.28	56.84	57.04	58.30	56.03	54.29	58.06	57.66	56.69	55.28	52.77	55.78	56.32	54.26	51.72
Fe ₂ O ₃	2.76	2.95	2.69	1.97	2.86	3.28	1.38	2.27	3.59	1.27	3.18	3.03	4.04	4.88	3.77	4.05	3.70	7.49
FeO	14.43	15.74	14.84	14.31	13.12	14.11	14.42	13.42	12.74	14.23	14.35	14.02	13.08	12.64	13.18	12.61	12.56	18.68
MnO	dla	dla	0.39	dla	0.34	0.37	dla	0.34	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.10	0.09	0.08	0.10	0.18	0.11	0.04	0.09	0.11	0.09	0.08	0.14	0.13	0.14	0.12	0.11	0.13	0.08
MgO	12.40	11.64	11.86	12.37	12.85	12.59	12.69	12.75	13.61	12.85	12.91	12.49	13.94	13.09	13.68	14.32	13.53	9.96
CaO	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	0.02	dla	dla	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
K ₂ O	dla	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ	99.74	99.98	98.52	99.00	97.96	99.65	99.40	97.67	98.08	99.62	100.41	98.30	100.53	96.16	99.99	101.04	97.38	99.48
Si	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.011
Ti	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.005	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003
Al	0.362	0.376	0.454	0.379	0.448	0.457	0.474	0.488	0.513	0.491	0.454	0.449	0.515	0.485	0.496	0.493	0.499	0.432
Cr	1.564	1.545	1.474	1.566	1.474	1.458	1.488	1.451	1.388	1.474	1.460	1.468	1.379	1.384	1.404	1.398	1.400	1.355
Fe ³⁺	0.068	0.073	0.066	0.048	0.070	0.080	0.033	0.056	0.087	0.031	0.077	0.075	0.096	0.122	0.090	0.096	0.091	0.187
Fe ²⁺	0.395	0.431	0.408	0.393	0.360	0.381	0.389	0.367	0.345	0.382	0.385	0.384	0.345	0.351	0.351	0.331	0.343	0.518
Mn	-	-	0.011	-	0.009	0.010	-	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.003	0.002	0.002	0.003	0.005	0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002
Mg	0.604	0.568	0.581	0.606	0.628	0.607	0.610	0.622	0.656	0.615	0.617	0.610	0.656	0.647	0.649	0.671	0.658	0.491
Ca	-	-	-	-	-	0.000	-	-	0.001	-	-	0.000	-	0.000	0.000	0.000	-	0.000
Na	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	-	0.001	0.003	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
K	-	-	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.001	-	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	60.5	56.9	58.8	60.6	63.6	61.4	61.1	62.9	65.6	61.6	61.6	61.4	65.5	64.9	64.9	66.9	65.7	48.6
Cr#	81.2	80.4	76.5	80.5	76.7	76.1	75.8	74.8	73.0	75.0	76.3	76.6	72.8	74.1	73.9	73.9	73.7	75.8
Fe ³⁺ #	3.4	3.6	3.3	2.4	3.5	4.0	1.7	2.8	4.4	1.5	3.9	3.8	4.8	6.1	4.5	4.8	4.6	9.5
Fe ²⁺ #	39.5	43.1	41.2	39.4	36.4	38.6	38.9	37.1	34.4	38.4	38.4	38.6	34.5	35.1	35.1	33.1	34.3	51.4

Tablo 1 'in devamı.

Örnek#	B32C1-2	B32C1	B32C2	B36B1	B36B2	B37B1	B37B2	B39A3	B39B1	B42	BE8	BE9	BE15	BE16	D3	D4	D5-3	D10
N	20	10	18	5	6	5	9	10	3	5	5	6	3	15	7	5	2	1
SiO ₂	0.25	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.51	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
TiO ₂	0.13	0.12	0.12	0.10	0.08	0.12	0.11	0.14	0.11	0.08	0.26	0.22	0.08	0.09	0.21	0.15	0.20	0.19
Al ₂ O ₃	12.81	9.72	10.18	11.29	10.50	11.13	10.98	13.28	10.22	10.27	11.52	11.81	8.22	8.68	12.46	13.87	14.95	13.48
Cr ₂ O ₃	49.58	54.42	53.80	53.65	50.68	54.65	55.02	56.64	58.74	53.71	50.65	53.07	55.79	56.36	54.54	51.54	53.73	49.83
Fe ₂ O ₃	8.08	6.57	7.37	7.29	6.87	5.48	5.53	2.58	1.84	7.06	7.68	6.60	6.54	6.79	5.11	5.29	4.29	6.45
FeO	18.30	19.45	19.29	18.03	16.59	18.00	17.57	13.37	17.48	20.21	16.44	17.58	17.86	19.17	15.85	14.74	15.39	16.53
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.43	0.46	0.47	dla	0.45	0.37	dla	0.41
NiO	0.12	0.11	0.10	0.08	0.09	0.10	0.08	0.10	0.04	0.09	0.11	0.12	0.09	0.08	0.11	0.13	0.12	0.09
MgO	10.32	9.03	9.34	10.45	10.03	10.24	10.53	13.51	11.00	8.78	10.66	10.44	9.40	9.35	11.69	12.07	12.76	10.66
CaO	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	dla	0.02	0.01	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla
Na ₂ O	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	dla	0.01	0.01	0.01	0.00	dla	dla	0.05
K ₂ O	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.01
Σ	99.62	99.46	100.23	100.92	94.90	99.77	99.88	99.66	99.98	100.24	97.81	100.34	98.48	100.55	100.45	98.17	101.45	97.73
Si	0.008	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.017	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Ti	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.007	0.005	0.002	0.002	0.005	0.004	0.005	0.005
Al	0.495	0.384	0.398	0.434	0.429	0.432	0.425	0.500	0.393	0.403	0.454	0.455	0.329	0.341	0.474	0.533	0.554	0.526
Cr	1.284	1.445	1.413	1.383	1.387	1.425	1.431	1.430	1.522	1.415	1.339	1.371	1.500	1.485	1.391	1.330	1.335	1.305
Fe ³⁺	0.199	0.166	0.184	0.179	0.179	0.136	0.137	0.062	0.046	0.177	0.193	0.162	0.167	0.170	0.124	0.130	0.101	0.161
Fe ²⁺	0.501	0.546	0.536	0.492	0.480	0.496	0.483	0.357	0.480	0.563	0.460	0.480	0.508	0.534	0.428	0.402	0.404	0.458
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012	0.013	0.013	-	0.012	0.010	-	0.012
Ni	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002
Mg	0.504	0.452	0.462	0.508	0.518	0.503	0.517	0.643	0.537	0.436	0.531	0.509	0.477	0.464	0.562	0.587	0.598	0.527
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.001	0.000	-	0.001	0.000	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-
Na	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	-	-	0.000	0.001	0.001	0.000	-	-	0.003
K	0.000	-	0.000	-	-	-	-	0.000	0.000	-	-	0.000	0.000	-	-	0.000	-	0.000
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	50.1	45.3	46.3	50.8	51.9	50.3	51.7	64.3	52.8	43.6	53.6	51.4	48.4	46.5	56.8	59.3	59.6	53.5
Cr#	72.2	79.0	78.0	76.1	76.4	76.7	77.1	74.1	79.5	77.8	74.7	75.1	82.0	81.3	74.6	71.4	70.7	71.3
Fe ³⁺ #	10.1	8.3	9.2	9.0	9.0	6.8	6.9	3.1	2.3	8.9	9.7	8.2	8.4	8.5	6.2	6.5	5.1	8.1
Fe ²⁺ #	49.9	54.7	53.7	49.2	48.1	49.7	48.3	35.7	47.2	56.4	46.4	48.6	51.6	53.5	43.2	40.7	40.4	46.5

Tablo 1 'in devamı.

Örnek#	D13	D20	D24	D29B	D30B	D31A
N	13	3	7	40	14	22
SiO ₂	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
TiO ₂	0.10	0.26	0.17	0.20	0.20	0.20
Al ₂ O ₃	12.23	14.80	10.14	12.21	11.93	13.41
Cr ₂ O ₃	49.48	51.92	58.05	56.12	55.92	56.33
Fe ₂ O ₃	8.34	4.42	3.02	4.07	4.34	3.21
FeO	18.43	13.48	12.95	16.41	17.15	15.18
MnO	0.45	0.36	0.39	dla	dla	dla
NiO	0.11	0.15	0.09	0.09	0.10	0.10
MgO	9.48	13.14	12.80	11.70	11.16	12.66
CaO	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla
K ₂ O	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	0.01
Σ	98.67	98.56	97.65	100.86	100.84	101.13
Si	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
Ti	0.003	0.006	0.004	0.005	0.005	0.005
Al	0.480	0.560	0.396	0.463	0.454	0.501
Cr	1.305	1.319	1.520	1.427	1.429	1.412
Fe ³⁺	0.209	0.107	0.075	0.098	0.105	0.077
Fe ²⁺	0.514	0.362	0.359	0.442	0.464	0.403
Mn	0.013	0.010	0.011	—	—	—
Ni	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003
Mg	0.471	0.629	0.632	0.561	0.538	0.599
Ca	—	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	—
K	0.000	0.000	—	0.000	0.000	0.000
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	47.8	63.5	63.8	55.9	53.7	59.8
Cr#	73.1	70.2	79.3	75.5	75.9	73.8
Fe ³⁺ #	10.5	5.4	3.8	4.9	5.3	3.9
Fe ²⁺ #	52.2	36.5	36.2	44.1	46.3	40.2

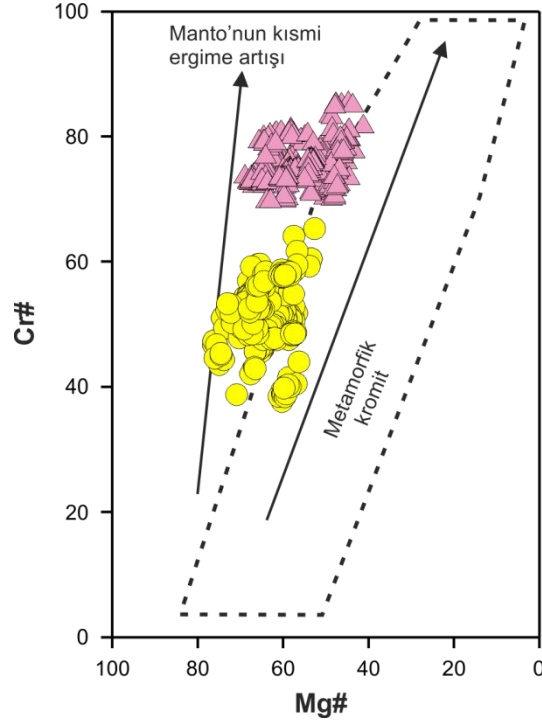
Tablo 2. Yüksek-Al bileşimli farklı kromitit örneklerine ait kromit kristalleri üzerinde gerçekleştirilmiş elektron mikroprob analizi sonuçlarının ortalama değerleri [$Cr\# = 100 \times Cr / (Cr + Al)$], $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$, $Fe^{3+\#} = 100 \times Fe^{3+} / (Cr + Al + Fe^{3+})$, $Fe^{2+\#} = 100 \times Fe^{2+} / (Mg + Fe^{2+})$; N = Analiz Sayısı, dla = deteksiyon limitinin altında].

Örnek#	B8C2	B18A1	B18A1-1	B18A1-2	B31B1	B31B2	B31B3	B34B1	B34B2	B34B3	B35B1-1	B35B1	B38B1-1	B38B1	B38B2	B39B1	B39B1-1	B39B2
	10	12	17	20	10	4	10	5	5	5	12	10	42	13	5	4	5	
SiO ₂	dla	0.04	0.09	0.16	0.10	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.15	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02
TiO ₂	0.24	0.20	0.21	0.18	0.14	0.13	0.18	0.30	0.29	0.27	0.12	0.14	0.17	0.16	0.16	0.07	0.08	0.08
Al ₂ O ₃	28.29	25.32	24.76	23.35	25.91	25.84	26.65	32.14	30.98	31.29	26.10	26.06	24.25	24.21	24.60	24.94	25.76	24.79
Cr ₂ O ₃	39.24	43.04	44.32	46.51	40.16	41.64	41.12	30.84	31.22	30.84	40.71	41.73	42.96	42.39	41.07	42.30	41.16	42.49
Fe ₃ O ₃	4.91	3.29	1.21	1.37	2.48	2.56	2.75	7.47	7.71	7.38	2.93	2.93	4.57	4.68	4.65	4.39	4.40	3.59
FeO	10.16	12.78	13.29	13.72	16.18	16.24	16.16	16.35	16.86	16.46	15.21	15.44	12.93	12.94	12.70	12.58	12.01	12.90
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.17	0.16	0.17	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15	0.19	0.11	0.16	0.13	0.16	0.16	0.15	0.18	0.17
MgO	17.26	15.22	14.60	14.47	12.59	12.83	13.12	13.79	13.19	13.34	13.47	13.49	14.97	14.83	14.73	14.90	15.46	14.72
CaO	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	dla	dla	0.03	0.02	dla	0.01	dla	0.01	0.01	0.01
Na ₂ O	dla	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	dla	0.03	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K ₂ O	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	dla	dla	dla	dla
Σ	100.29	100.06	98.69	99.95	97.74	99.45	100.19	101.10	100.42	99.80	98.87	100.02	100.00	99.43	98.13	99.73	99.09	98.80
Si	-	0.001	0.003	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
Ti	0.005	0.004	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.007	0.006	0.006	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002
Al	0.974	0.895	0.889	0.835	0.946	0.929	0.948	1.108	1.083	1.097	0.938	0.928	0.863	0.866	0.888	0.887	0.915	0.890
Cr	0.907	1.021	1.068	1.116	0.984	1.005	0.981	0.714	0.732	0.725	0.982	0.997	1.025	1.018	0.996	1.009	0.980	1.023
Fe ³⁺	0.108	0.074	0.028	0.031	0.058	0.059	0.062	0.164	0.172	0.165	0.067	0.067	0.104	0.107	0.107	0.100	0.100	0.082
Fe ²⁺	0.249	0.321	0.339	0.348	0.419	0.415	0.408	0.400	0.418	0.410	0.388	0.390	0.326	0.328	0.326	0.318	0.303	0.329
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	-	-
Ni	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Mg	0.752	0.680	0.663	0.655	0.582	0.584	0.590	0.601	0.583	0.592	0.612	0.608	0.674	0.671	0.673	0.670	0.695	0.668
Ca	0.000	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	-	0.000	0.001	0.001	-	0.000	-	0.000	0.000	0.000
Na	-	-	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	-	0.002	0.001	-	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
K	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	-	-	0.000	0.000	0.001	-	-	-	-	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	75.2	68.0	66.2	65.3	58.1	58.5	59.1	60.0	58.2	59.1	61.2	60.9	67.4	67.1	67.4	67.9	69.7	67.0
Cr#	48.2	53.3	54.6	57.2	51.0	52.0	50.9	39.2	40.4	39.8	51.1	51.8	54.3	54.0	52.8	53.2	51.7	53.5
Fe ³⁺ #	5.4	3.7	1.4	1.6	2.9	2.9	3.1	8.3	8.7	8.3	3.4	3.3	5.2	5.4	5.4	5.0	5.0	4.1
Fe ²⁺ #	24.8	32.0	33.8	34.7	41.9	41.5	40.9	40.0	41.8	40.9	38.8	39.1	32.6	32.9	32.6	32.1	30.3	33.0

Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	B40B2-1	B40B2-2	B41	B43	B44	B48A2	B51	B52	B53	B57	BE12	D14	D15	D22	D25	D32A
N	20	25	32	5	13	11	10	6	10	7	1	5	4	5	6	25
SiO ₂	0.14	0.11	0.28	0.01	0.06	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03
TiO ₂	0.18	0.16	0.14	0.23	0.25	0.17	0.18	0.15	0.19	0.15	0.21	0.27	0.31	0.13	0.20	0.19
Al ₂ O ₃	26.86	28.15	26.88	31.69	30.25	25.69	25.90	25.08	23.36	24.30	20.24	22.59	20.80	24.83	22.26	22.48
Cr ₂ O ₃	38.94	38.14	38.51	34.07	38.83	42.76	42.34	41.62	42.12	41.23	42.69	42.84	45.37	41.45	44.18	47.16
Fe ₂ O ₃	4.29	4.19	3.51	4.88	1.88	3.33	3.49	5.12	6.05	4.90	6.01	4.64	4.37	4.42	4.88	1.67
FeO	14.94	14.25	16.50	13.16	10.80	12.58	14.33	10.87	13.99	13.59	15.87	13.10	12.83	12.77	13.61	15.95
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.29	0.38	0.36	0.43	0.36	0.32	0.34	0.35	dla
NiO	0.14	0.13	0.14	0.21	0.17	0.17	0.10	0.09	0.13	0.17	0.06	0.18	0.14	0.14	0.11	0.10
MgO	13.87	14.51	12.87	15.50	16.89	15.32	14.45	16.11	13.95	13.99	11.89	14.05	14.20	14.59	14.07	13.00
CaO	0.01	0.01	0.01	0.04	dla	0.02	0.01	dla	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.01	0.02	dla
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	dla	dla	0.02	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01
K ₂ O	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	dla
Σ	99.39	99.67	98.86	99.81	99.15	100.08	100.85	99.34	100.21	98.71	97.41	98.05	98.36	98.69	99.72	100.60
Si	0.005	0.003	0.009	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Ti	0.004	0.004	0.003	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.005	0.006	0.007	0.003	0.005	0.004
Al	0.956	0.991	0.966	1.093	1.044	0.906	0.909	0.888	0.839	0.879	0.764	0.827	0.764	0.893	0.805	0.810
Cr	0.931	0.901	0.930	0.789	0.900	1.011	1.002	0.988	1.014	1.001	1.080	1.052	1.118	1.000	1.072	1.141
Fe ³⁺	0.097	0.094	0.081	0.108	0.041	0.075	0.078	0.116	0.139	0.113	0.145	0.108	0.102	0.101	0.113	0.038
Fe ²⁺	0.378	0.356	0.421	0.322	0.265	0.315	0.359	0.273	0.356	0.349	0.425	0.340	0.335	0.326	0.349	0.408
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.010	0.009	0.012	0.009	0.008	0.009	0.009	-
Ni	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.002	0.002	0.003	0.004	0.001	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003
Mg	0.625	0.646	0.585	0.676	0.737	0.683	0.643	0.721	0.633	0.640	0.568	0.651	0.660	0.664	0.644	0.593
Ca	0.000	0.000	0.000	0.001	-	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	-	0.000	0.001	-
Na	0.001	0.000	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	0.000	0.000	-	0.001
K	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-	0.000	-	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	62.3	64.5	58.2	67.7	73.6	68.5	64.1	72.5	64.0	64.7	57.2	65.7	66.4	67.1	64.8	59.2
Cr#	49.3	47.6	49.0	41.9	46.3	52.8	52.4	52.7	54.7	53.2	58.6	56.0	59.4	52.8	57.1	58.5
Fe ³⁺ #	4.9	4.7	4.1	5.4	2.1	3.8	3.9	5.8	7.0	5.7	7.3	5.5	5.2	5.1	5.7	1.9
Fe ²⁺ #	37.7	35.5	41.8	32.3	26.4	31.5	35.9	27.5	36.0	35.3	42.8	34.3	33.6	32.9	35.2	40.8

Kromit kristallerinin Mg# değerlerindeki azalmaya bağlı olarak Cr# değerlerinde bir artış gözlenir. Mg# değerlerinin kısmen yüksek oluşu söz konusu kromitlere ait kromit kristallerinin metamorfik bir iz taşımadığını gösterir (Şekil 16; Evans ve Frost, 1975; Garuti vd., 2012).

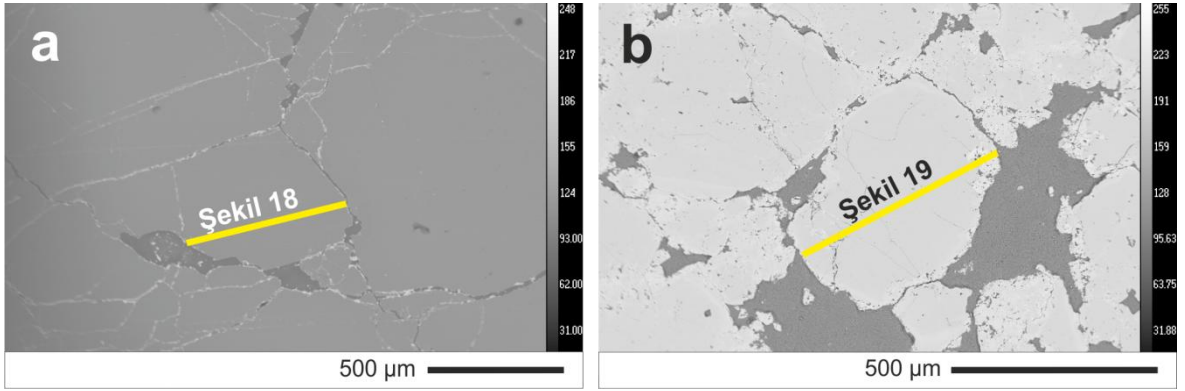


Şekil 16. Güneydoğu Türkiye kromitlerine ait kromit kristallerinin Cr# değerlerine karşılık Mg# değerlerindeki değişimler (Garuti vd., 2012). Metamorfik kromit alanı Evans ve Frost (1975)'den alınmıştır (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

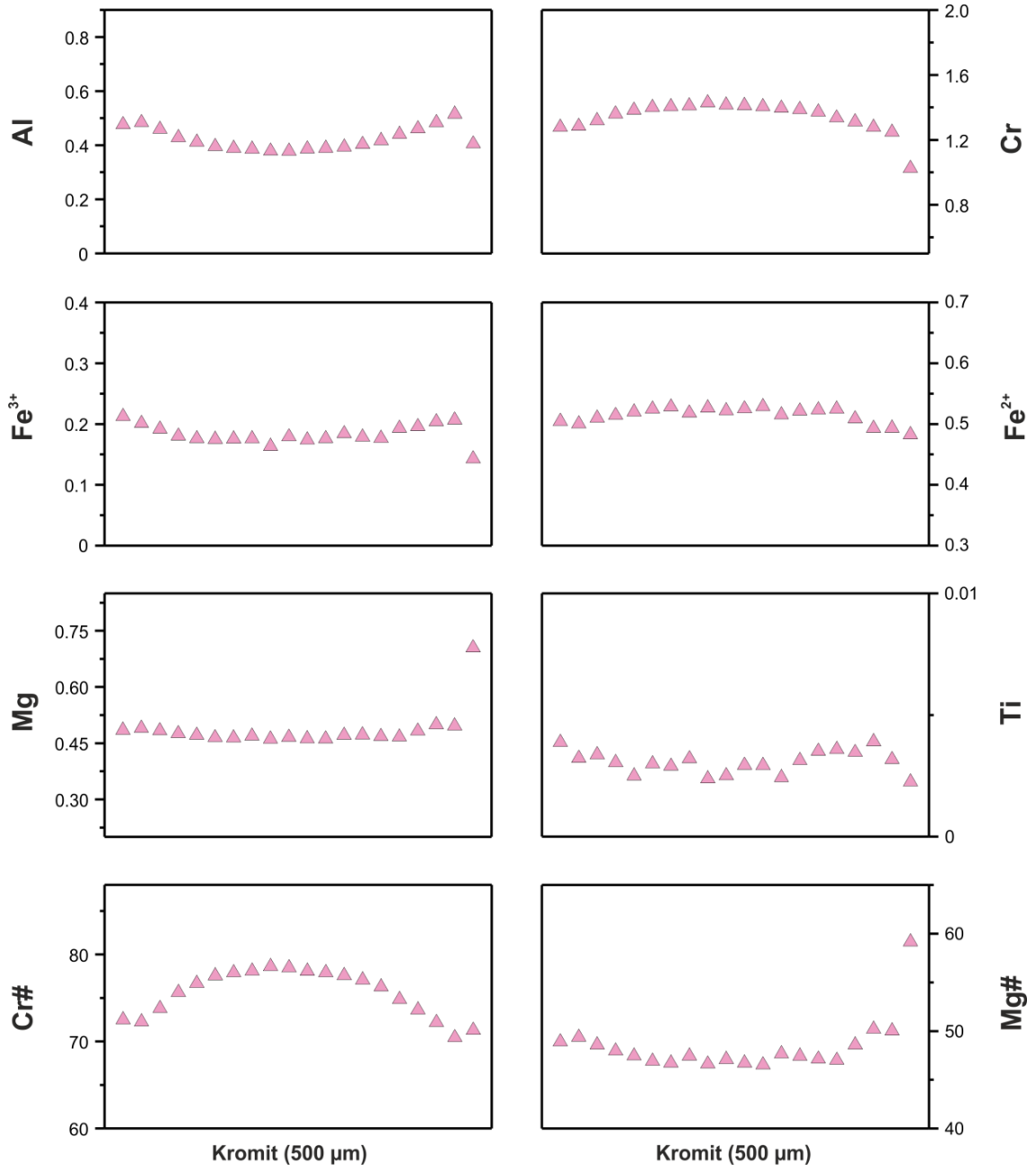
3.3.3. Kromit Kristallerinde Zonlanma ve Mineral Kimyasındaki Değişimler

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristalleri üzerinde kenar–merkez–kenar hattı boyunca mikrokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir (Şekil 17a–b). Yüksek–Cr bileşimli kromitlere ait bir örnekteki kromit kristali üzerinde gerçekleştirilen mikroprob analizinde merkezden her iki kenara doğru Al ve Fe³⁺ değerlerinde artış, Cr ve Cr# değerlerinde bir azalma gözlenmektedir. Bu durum kromitleri kristallendiren ergiyiklerin kromit kristallenmesi süresince az oranda farklılaştığını ve kromit kristalinin magmatik bir zonlanma gösterdiğine işaret eder (Şekil 18). Yüksek–Al bileşimli

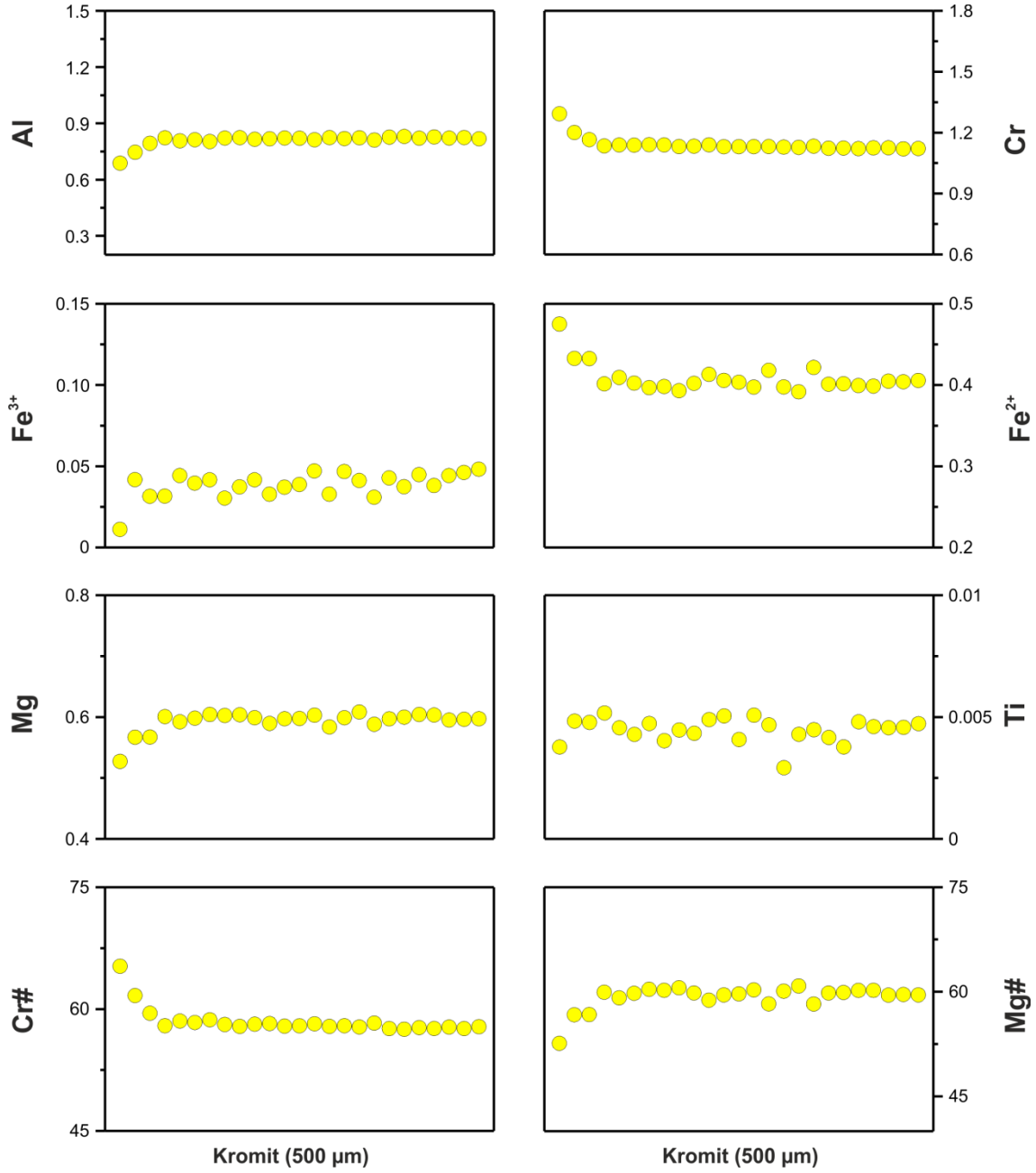
kromitlere ait bir örnekteki kromit kristalinin ise merkezden bir kenara doğru Al ve Mg miktarlarında ve Mg# değerlerinde bir azalma gözlenirken; Cr ve Fe²⁺ miktarlarında ve Cr# değerlerinde bir artış gözlenmektedir (Şekil 19). Bu durum, alterasyon sürecinde Mg ve Al'un kromitten ayrılmasına ve kısmen Fe ve Cr içerikleri bakımından zenginleşmesi ile açıklanmaktadır (Uysal, 2007). Diğer katyon değerlerinde profil boyunca belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.



Şekil 17. Yüksek-Cr (a) ve yüksek-Al (b) bileşimli kromit kristalleri üzerinde yapılan kenar-merkez-kenar profil analiz hatları.



Şekil 18. Yüksek-Cr bileşimli kromit kristali üzerinde bir kenardan diğer bir kenara doğru bir hat boyunca gerçekleştirilen elektron mikroprob analizi sonucu hesaplanan Al, Cr, Fe³⁺, Fe²⁺, Mg ve Ti (at.) değerleri ile Cr# ve Mg# değerlerindeki değişimler (Semboller Şekil 8'deki gibidir).



Şekil 19. Yüksek-Al bileşimli kromit kristali üzerinde bir kenardan diğer bir kenara doğru bir hat boyunca gerçekleştirilen elektron mikroprob analizi sonucu hesaplanan Al, Cr, Fe³⁺, Fe²⁺, Mg ve Ti (at.) değerleri ile Cr# ve Mg# değerlerindeki değişimler (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

3.3.4. Ana ve İz Element Bileşimleri

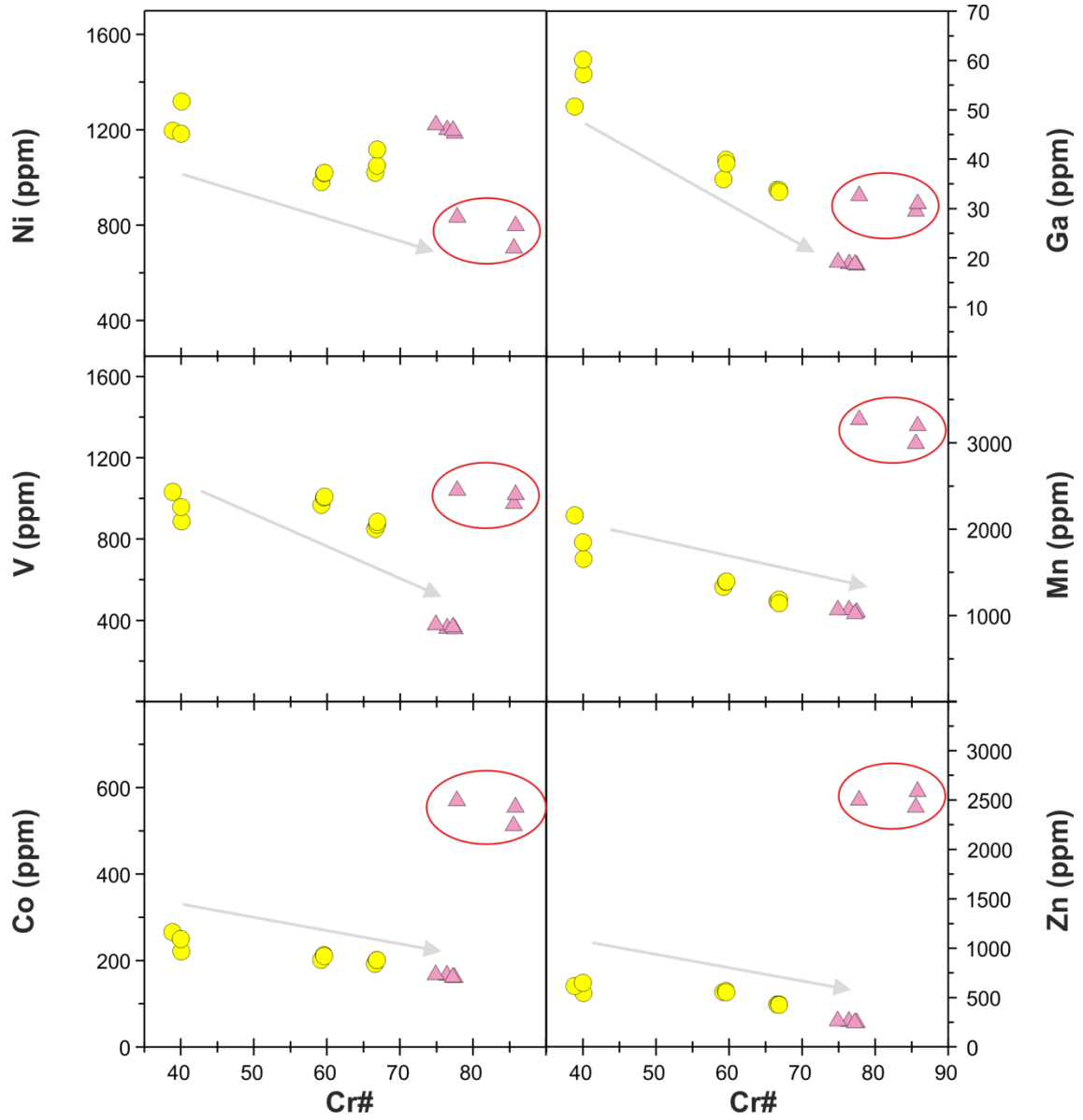
Ofiyolitik kromitlere ait kromit kristallerinin ana ve iz element konsantrasyonları Tablo 3'te verilmiştir. Yüksek-Cr bileşimli kromitlere ait Ni, Mn, Ti, V, Zn, Co ve Ga içerikleri sırasıyla ortalama olarak 1211, 1076, 667, 379, 278, 169 ve 19 ppm olmakla

birlikte, yüksek–Al’lu olanlarda bu değerler sırasıyla 1100, 1475, 1371, 941, 530, 217 ve 43 ppm’dir. Bununla birlikte yüksek–Cr bileşimli kromitlere ait bir örnek (BE16), Mn (3181 ppm), Zn (2528 ppm) ve Co (551 ppm) içerikleri bakımından oldukça zengin olmasının yanı sıra düşük Ni (788 ppm) içeriğiyle temsil edilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerinin bazı ana ve iz element konsantrasyonları (ppm) ve Cr# değerleri.

Örnek#	Analiz#	Kromit Tipi	Cr#	Ni	Mn	Ti	V	Zn	Co	Ga
B34B3	1	Yüksek–Al	40.1	1319	1656	967	887	545	221	57.2
B34B3	2	Yüksek–Al	38.9	1196	2161	1160	1032	617	266	50.7
B34B3	3	Yüksek–Al	40.0	1183	1849	854	957	649	250	60.2
D15	1	Yüksek–Al	59.2	980	1333	1833	968	555	201	35.9
D15	2	Yüksek–Al	59.6	1018	1391	1831	1006	566	213	39.9
D15	3	Yüksek–Al	59.6	1019	1394	1857	1009	553	210	39.1
D18	1	Yüksek–Al	66.6	1020	1163	1244	850	430	192	33.8
D18	2	Yüksek–Al	66.8	1050	1185	1281	871	430	201	33.7
D18	3	Yüksek–Al	66.8	1117	1143	1313	885	425	201	33.4
Ortalama	N=9	Yüksek–Al	55.3	1100	1475	1371	941	530	217	43
BE16	1	Yüksek–Cr	85.6	714	3021	524	986	2450	517	29.9
BE16	2	Yüksek–Cr	85.8	807	3225	588	1031	2611	560	31.5
BE16	3	Yüksek–Cr	77.8	843	3297	632	1051	2524	576	33.1
Ortalama	N=3	Yüksek–Cr	83.1	788	3181	581	1023	2528	551	32
AF11	1	Yüksek–Cr	76.4	1210	1094	713	374	284	172	19.3
AF11	2	Yüksek–Cr	77.5	1195	1067	675	370	271	166	19.0
AF11	3	Yüksek–Cr	77.2	1208	1050	587	381	268	167	19.2
AF11	4	Yüksek–Cr	74.9	1231	1094	695	391	288	173	19.6
Ortalama	N=4	Yüksek–Cr	76.5	1211	1076	667	379	278	169	19

Kromit kristallerine ait ana ve iz element bileşimleri ile Cr# değerleri arasındaki ilişki Şekil 20’de verilmiştir. Genel anlamda Cr# değerleri artarken, ana ve iz element içerikleri azalmaktadır. Özellikle Ni ve Ga içerikleri ile Cr# değerleri arasında belirgin bir negatif korelasyon gözlenmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Kromit kristallerindeki ana ve iz element içerikleri ile Cr# değerleri arasındaki ilişki. Daire ile sınırlanmış analizler Zn, Mn ve Co içerikleri bakımından zengin BE16 numaralı örneğe aittir (Semboller Şekil 8'deki gibidir.).

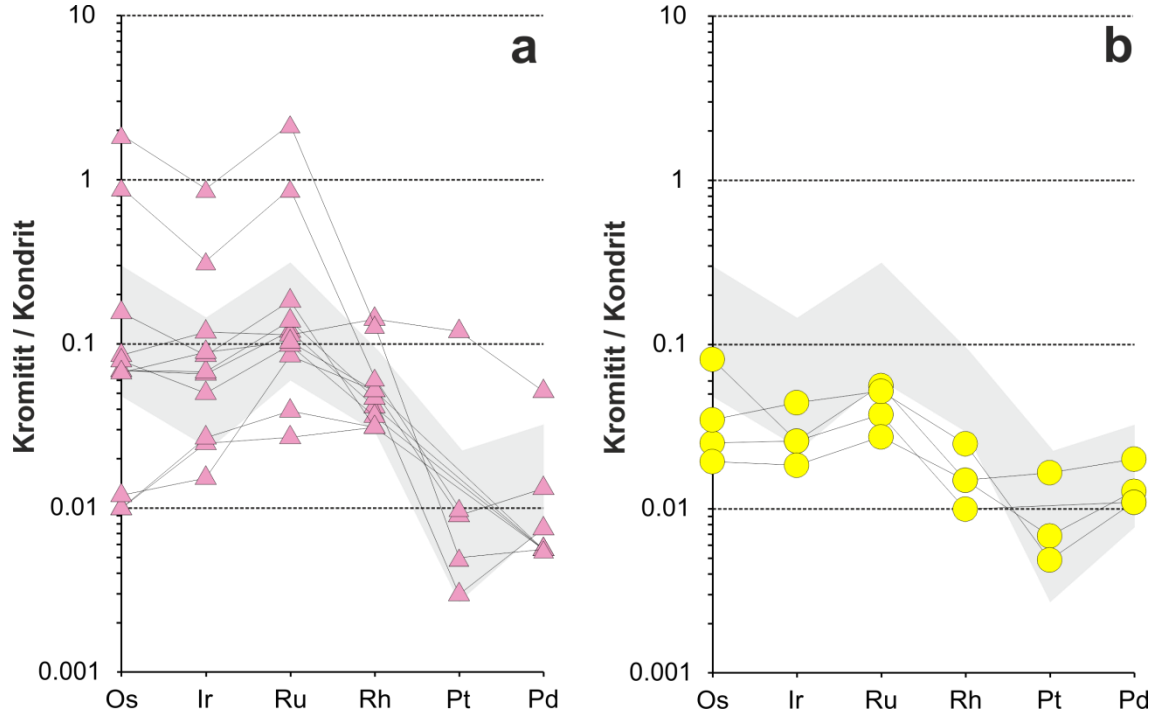
3.3.5. Tüm Kayaç Plâtin Grubu Element (PGE) Jeokimyası

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromit örneklerinden 15 tanesi için elde edilen PGE konsantrasyonları Tablo 4'te verilmiştir. Yüksek-Cr bileşimli kromitlerin PGE içerikleri 42–348 ppb arasında değişirken, Al içerikleri kısmen daha yüksek olan kromitlerde (Cr# < 70) bu değerler 70–94 ppb aralığındadır (Tablo 4). Yüksek-Cr içerikli kromitler (ort: 158 ppb) Al'lu kromitlere (ort: 84 ppb) göre kısmen daha yüksek PGE içeriklerine sahiptir. Bununla birlikte, kromitlere ait PGE konsantrasyonları ile Cr# değerleri arasında

belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır. Genel anlamda kromititlerin PGE içerikleri düşük olmasına rağmen (< 348 ppb), yüksek-Cr bileşimli iki kromitit örneğinde toplam PGE içeriği 1.1 (D13) ve 2.7 ppm (D5) değerlerini aşan önemli bir zenginleşme gözlenmiştir (Tablo 4).

Kondrit değerlerine oranlanmış PGE dağılım diyagramı Şekil 21’de verilmiş olup, bu diyagramda çalışma alanına ait ofiyolitik kromititler ile dünya genelindeki manto peridotitleri ile ilişkili kromititlerin PGE içerikleri karşılaştırılmıştır. Doğanşehir bölgesinden alınmış PGE içerikleri bakımından kısmen zenginleşme sunan D5 ve D13 numaralı kromititlerde belirgin bir pozitif Ru anomalisi gözlenmiştir. Bu iki örneğin Os, Ir ve Ru içerikleri diğer kromitit örneklerine göre yaklaşık 10 kat zenginleşme sunar. Genel anlamda tüm kromititlerde tipik bir ofiyolitik kromititte olduğu gibi Os’dan Ru’ya doğru pozitif bir yönseme gözlenmekle birlikte bazı örnekler negatif Ir anomalisi ile karakteristiktir. Hemen hemen tüm kromitit örnekleri Ru’dan Pt’e negatif bir yönseme sunar. Bir kısım örneğin Pd içerikleri deteksiyon limitleri altında kalmakla birlikte, Pd içerikleri belirlenen sekiz örnekten yedisi Pt’den Pd’a doğru hafif bir pozitif yönseme sunar (Şekil 21a, b).

Tüm kromitit örneklerinde, ofiyolitik kromititler için karakteristik olan PPGE içeriklerine karşılık IPGE zenginleşmesi gözlenmektedir (Tablo 4, Şekil 21). Genel anlamda yüksek-Cr bileşimli kromititlerin PPGE konsantrasyonları 6 ilâ 170 ppb (ort: 29 ppb) ve IPGE konsantrasyonları 36 ilâ 240 ppb (ort: 128 ppb) arasında değişirken, PGE içerikleri bakımından kısmi bir zenginleşme sunan Cr’ca zengin ($Cr\# = 70.5-73.1$) D13 ve D5 numaralı iki kromitit örneğinin PPGE içerikleri 22 ilâ 33 ppb ve IPGE içerikleri ise 1165 ilâ 2741 ppb arasında değişmektedir. Bununla birlikte yüksek-Al bileşimli kromititlerin PPGE konsantrasyonları 8 ilâ 31 ppb, IPGE konsantrasyonları ise 66 ilâ 82 ppb arasındadır (Tablo 4).



Şekil 21. Yüksek-Cr (a) ve yüksek-Al bileşimli ofiyolitik kromititlerin (b) kondrit değerlerine (Naldrett ve Duke, 1980) oranlanmış PGE diyagramı (gri alanın çiziminde kullanılan veriler: Bonavia vd., 1993; Zhou vd., 1996, 1998; Page vd., 1982; Prichard vd., 2008; Bacuta vd., 1990; Auge ve Maurizot, 1995; Leblanc, 1995; Yang ve Seccombe, 1993, Graham vd., 1996; Uçurum vd., 2000, 2006; Uysal, 2007; Uysal vd., 2005, 2007a, 2007b, 2009a'dan alınmıştır. (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

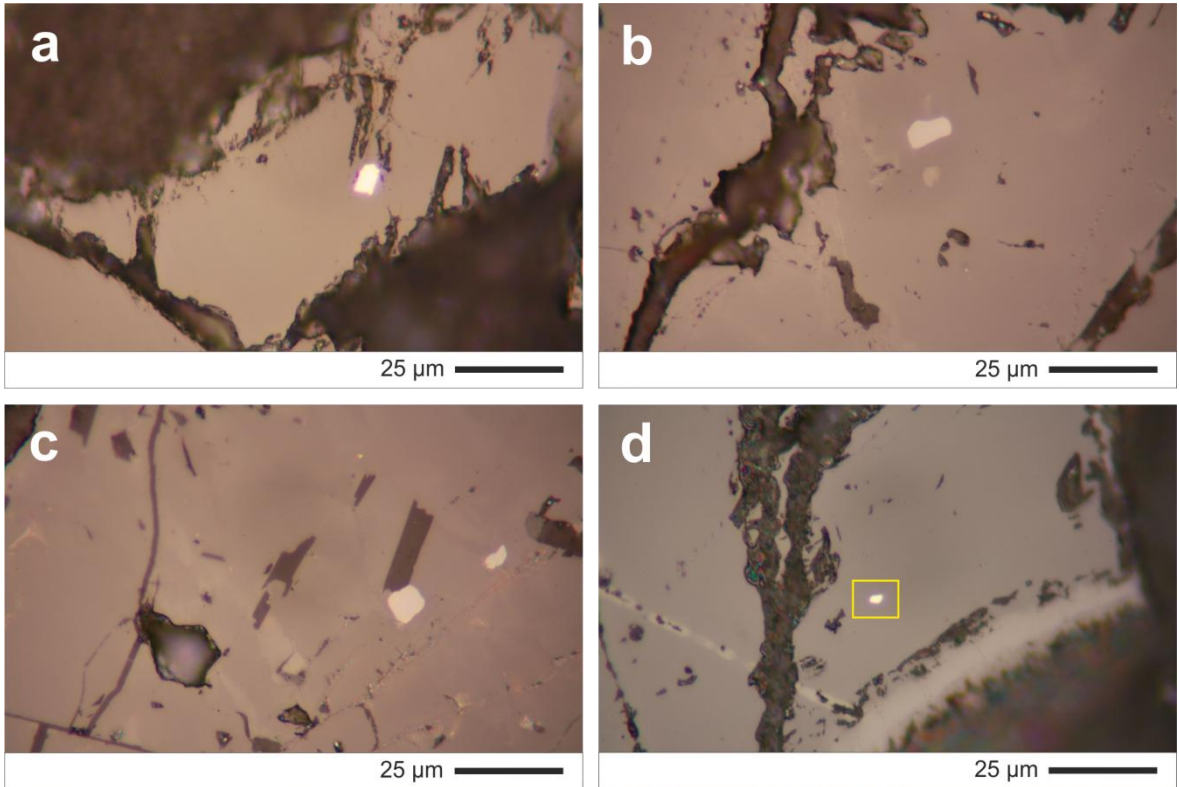
Tablo 4. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait PGE konsantrasyonları ve ilgili oranlar. Kondrit değerleri Naldrett ve Duke, (1980)'den alınmıştır. $Pt/Pt^* = (Pt/1020)/[(Rh/200)*(Pd/545)]^{1/2}$, $dla =$ deteksiyon limitinin altında.

Element Birim Kondrit	Lokasyon Adı	Kromit Tipi	Os ppb 514	Ir ppb 540	Ru ppb 690	Rh ppb 200	Pt ppb 1020	Pd ppb 545	Pd/Ir	Pt/Ir	$\Sigma I/PGE$ ppb	$\Sigma P/PGE$ ppb	ΣPGE ppb	$PPGE_N/IPGE_N$	Pt/Pt*
AF11	Afşin	Yüksek-Cr	34	34	79	8	dla	3	0.09	-	147	11	158	0.19	-
B26A	Berit	Yüksek-Cr	5	13	18	6	dla	dla	-	-	36	6	42	0.50	-
B29A	Berit	Yüksek-Cr	5	14	26	6	dla	dla	-	-	45	6	51	0.41	-
BE9	Berit	Yüksek-Cr	42	61	75	27	116	27	0.44	1.90	178	170	348	0.98	1.39
BE15	Berit	Yüksek-Cr	6	8	56	10	9	7	0.88	1.13	70	26	96	0.67	0.35
D3	Doğanşehir	Yüksek-Cr	34	35	91	9	3	4	0.11	0.09	160	16	176	0.21	0.16
D4	Doğanşehir	Yüksek-Cr	39	26	65	7	dla	3	0.12	-	130	10	140	0.19	-
D5	Doğanşehir	Yüksek-Cr	899	445	1397	25	5	3	0.01	0.01	2741	33	2774	0.03	0.19
D10	Doğanşehir	Yüksek-Cr	76	44	120	6	dla	3	0.07	-	240	9	249	0.09	-
D13	Doğanşehir	Yüksek-Cr	432	163	570	12	10	dla	-	0.06	1165	22	1187	0.04	-
D20	Doğanşehir	Yüksek-Cr	33	46	68	10	dla	3	0.07	-	147	13	160	0.22	-
B18A	Berit	Yüksek-Al	13	14	39	3	7	7	0.50	0.50	66	17	83	0.32	0.49
BE2	Berit	Yüksek-Al	42	14	26	2	dla	6	0.43	-	82	8	90	0.14	-
D22	Doğanşehir	Yüksek-Al	18	24	36	5	5	6	0.25	0.21	78	16	94	0.31	0.30
BE3	Berit	Yüksek-Al	10	10	19	3	17	11	1.10	1.70	39	31	70	0.79	0.96

3.3.6. Kromit Kristallerindeki Kapanımlar

3.3.6.1. Plâtin Grubu Mineral (PGM) Kapanımları

Ofiyolitik kromititlere ait kromit kristalleri çoklukla birincil kapanımlar şeklinde, ebatları 10 mikronmetreye varan, öz şekilli–yarı özşekilli plâtin grubu mineral (PGM) kapanımları içermektedir (Şekil 22). Bu kapanımlar genellikle Ru–Os–Ir fazlarından meydana gelmektedir. Mineralojik olarak PGM’ler çok fazla çeşitlilik sunmamaktadır. Tipik bir ofiyolitik kromititte olduğu gibi laurit, kromit kristalleri bünyesinde en bol bulunan faz olmakla birlikte az oranda irarsit ve Os–Ir alaşımı PGM fazlarını oluşturmaktadır (Şekil 23a–b). Dokusal özellikleri ve parajenezleri PGM’lerin yüksek sıcaklıkta oluşmuş, birincil kapanımlar olduğunu göstermektedir. Plâtin grubu mineraller her iki tür kromitit tipinde de oldukça nadir fazlar olmakla birlikte yüksek–Cr bileşimli kromititlerde rastlanılma olasılıkları daha yüksektir.



Şekil 22. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde yer alan PGM’lerin dokusal ilişkilerini gösteren cevher mikroskobu görüntüleri.

3.3.6.1.1. Laurit

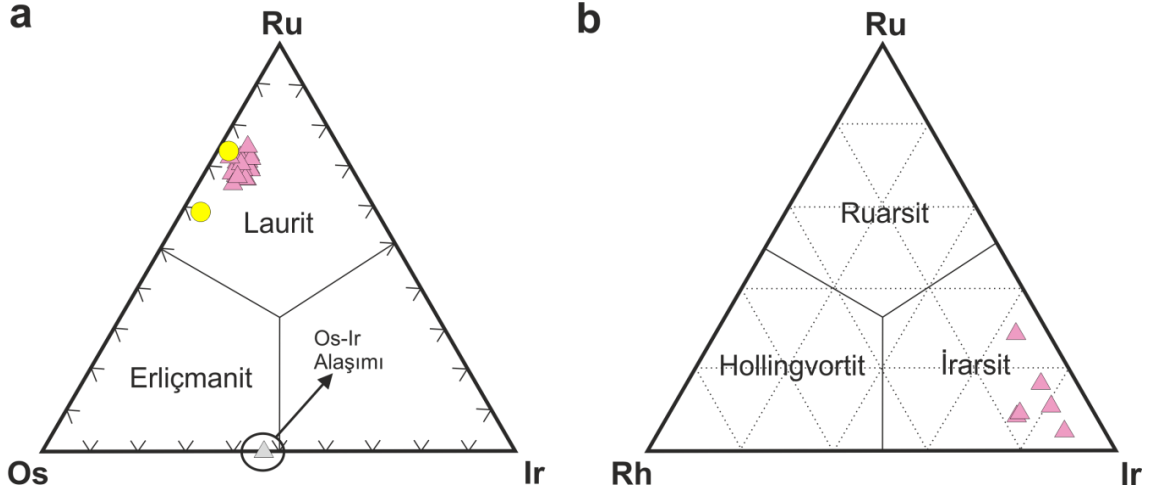
Kromititlere ait kromit kristalleri bünyesindeki laurit kristalleri boyutları 1 ilâ 10 mikron–metre arasında değişen birincil kapanımlardır. Öz şekilli–yarı özşekilli, çoklukla tek fazlı (Şekil 24) ya da silikat, PGM ve BMM’ler ile çoklu fazlar şeklinde olup (Şekil 25), kimyasal olarak Ru’ca zengindir [$Ru\#; 100 \times Ru / (Ru + Os) = 61-80$]. Kimyasal bileşimleri $Ru = 0.54-0.77$ (%at.), $Os = 0.19-0.34$ (%at.), $Ir = 0.02-0.09$ (%at.), $S = 1.90-2.03$ (%at.) arasında değişmektedir (Tablo 5).

3.3.6.1.2. İrarsit

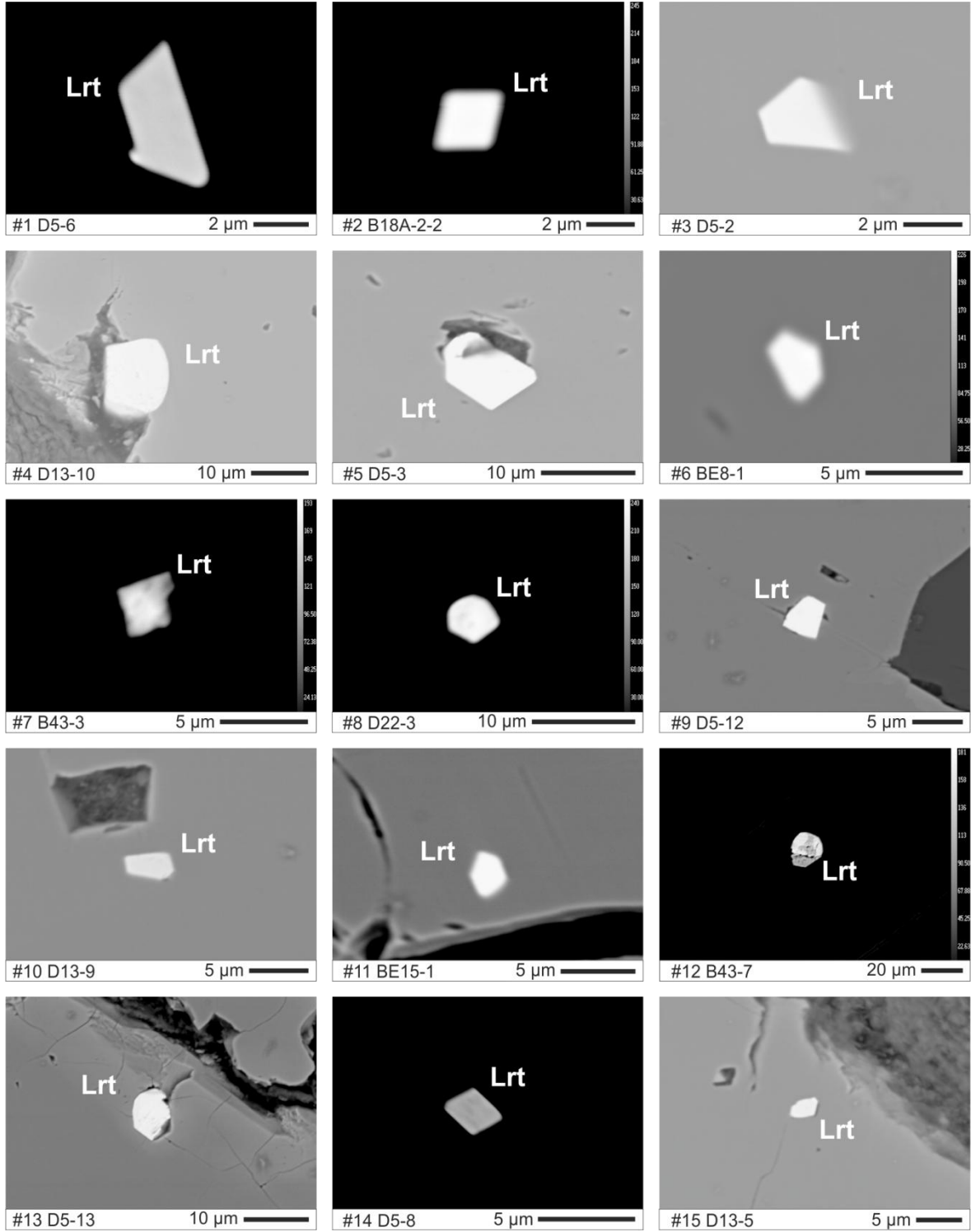
Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerinde lauritlerden sonra en çok gözlenen PGM, irarsittir. Genellikle özşekilli–yarı özşekilli olarak bulunan irarsitler oldukça küçük kristaller şeklinde gözlenir (1–2.5 μm). Kimyasal bileşimleri $Ir = 0.55-0.60$ (%at.), $Ru = 0.12-0.27$ (%at.), $Os = 0.005-0.01$ (%at.), $As = 0.33-1.04$ (%at.) ve $S = 1.03-1.60$ (%at.) arasındadır (Tablo 5). Çoklukla lauritler ile birlikte çok fazlı olarak bulunan irarsitler, nadiren tek fazlı olarak da gözlenmiştir (Şekil 25).

3.3.6.1.3. Osmiyum

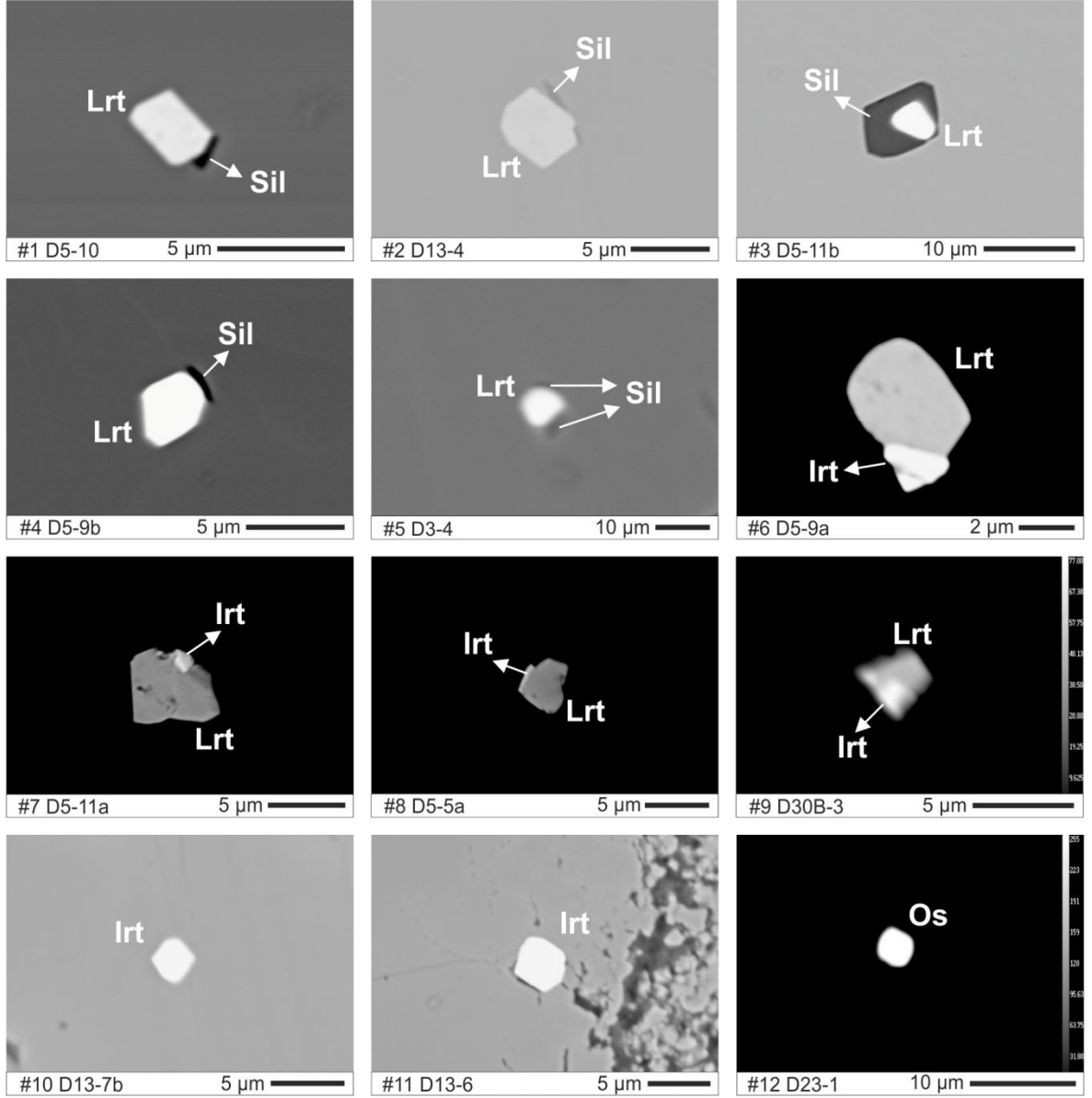
Kromititlerde laurit ve irarsit türü PGM kapanımlarının yanı sıra kısmende olsa osmiyum (Os–Ir) kapanımında gözlenmektedir (Şekil 23). Özşekilli–yarı özşekilli osmiyum, yaklaşık 5 mikrometre ebatındadır. Kimyasa bileşimi $Os = 1.45$ (%at.), $Ir = 1.27$ (%at.) ve $Fe = 0.24$ (%at.)’dir. Osmiyum, kromit kristallerinde tek fazlı bir yapıda gözlenmiştir (Şekil 25).



Şekil 23. Ofiyolitik kromitlerdeki laurit-erliçmanit serisi minerallerin ve Os-Ir alışımının Ru-Os-Ir (%at.) üçgen diyagramında (a) ve irarsit türü PGM'lerin ise Ru-Rh-Ir (%at.) üçgen diyagramındaki yerleri (b) (Semboller Şekil 8'deki gibidir).



Şekil 24. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristalleri bünyesindeki tek fazlı lauritlerin dokusal ve morfolojik yapısını gösteren BSE görüntüleri. Lrt: Laurit.



Şekil 25. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristalleri bünyesindeki çok fazlı PGM'lerin BSE görüntüleri. Lrt: Laurit, Irt: İrarsit, Os: Osmiyum, Sil: Silikat.

Tablo 5. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait PGM'lerin mikroprob analizleri. dla = deteksiyon limitinin altında.

Örnek#	B43		D5		D5		D5		D5		D5		D5		D5		D5		
	Yüksek-Al	Yüksek-Al	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	Yüksek-Cr	Laurit	
Os	33.01	22.27	19.36	22.07	19.13	18.59	20.27	19.98	24.85	23.72	22.36	22.86							
Ru	27.44	36.26	35.53	33.87	33.75	32.74	33.92	34.66	35.86	36.55	34.70	36.82							
Ir	3.28	2.07	6.88	8.79	6.89	7.51	6.96	8.46	6.50	5.91	7.24	7.31							
Rh	0.05	0.32	0.08	0.35	dla	0.18	0.04	0.14	dla	0.12	0.13	dla							
Pd	0.96	1.45	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla							
Pt	0.21	dla	0.28	dla	0.08	0.37	0.05	dla	dla	dla	dla	dla							
Fe	1.15	2.12	1.97	0.82	1.74	2.22	1.98	0.99	0.77	0.75	0.82	0.81							
Ni	0.11	0.10	0.19	0.11	0.28	0.07	0.16	0.21	0.13	0.08	0.09	0.09							
Cu	0.02	0.03	0.09	dla	dla	0.15	0.05	dla	dla	0.06	0.10	0.17							
S	32.70	33.59	33.26	35.18	31.90	32.06	32.54	33.60	34.75	35.26	34.33	35.34							
As	dla	dla	0.68	0.74	0.37	0.78	0.25	1.39	0.23	0.20	0.65	0.41							
Σ	98.93	98.21	99.17	102.04	94.33	95.12	96.46	99.88	103.26	103.24	100.59	104.57							
Os	0.344	0.221	0.193	0.214	0.200	0.192	0.207	0.199	0.241	0.228	0.221	0.218							
Ru	0.538	0.676	0.665	0.618	0.664	0.638	0.653	0.649	0.655	0.661	0.645	0.661							
Ir	0.034	0.020	0.068	0.084	0.071	0.077	0.071	0.083	0.062	0.056	0.071	0.069							
Rh	0.001	0.006	0.001	0.006	-	0.003	0.001	0.003	-	0.002	0.002	-							
Pd	0.018	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Pt	0.002	-	0.003	-	0.001	0.004	0.001	-	-	-	-	-							
Fe	0.041	0.072	0.067	0.027	0.062	0.078	0.069	0.033	0.025	0.025	0.028	0.026							
Ni	0.004	0.003	0.006	0.003	0.010	0.002	0.005	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003							
Cu	0.001	0.001	0.003	-	-	0.005	0.001	-	-	0.002	0.003	0.005							
Σ (Katyon)	0.981	1.025	1.020	0.957	1.014	1.011	1.018	0.982	0.994	0.984	0.974	0.992							
S	2.019	1.975	1.963	2.024	1.977	1.969	1.976	1.983	2.000	2.011	2.010	1.999							
As	-	-	0.017	0.018	0.010	0.020	0.007	0.035	0.006	0.005	0.016	0.010							
Σ (Anyon)	2.019	1.975	1.980	2.043	1.986	1.989	1.982	2.018	2.006	2.016	2.026	2.008							
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000							
Ru#	61.0	75.4	77.5	74.3	76.9	76.8	75.9	76.6	73.1	74.4	74.5	75.2							

Tablo 5'in devamı.

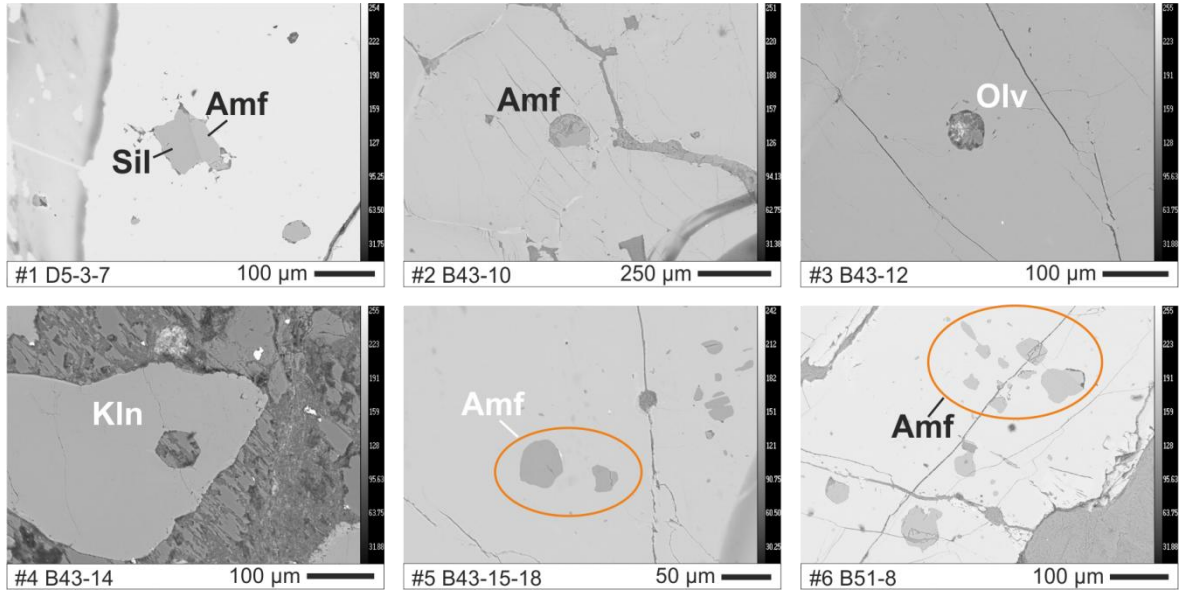
Örnek#	D5	D5	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D30B
Kapamı#	12	13	4	4	5	6	8	9	10	10	10	10	10	10	10	3-1
Analiz#	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
Şekil#	24-9	24-13	25-2	Laurit	24-15	Laurit	Laurit	24-10	Laurit	Laurit	24-4	Laurit	Laurit	Laurit	25-9	
Mineral	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	Laurit	
Kromitit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	
Os	22.69	19.57	21.36	21.47	18.47	25.20	22.16	24.33	26.15	24.56	17.18					
Ru	34.61	38.89	37.51	35.03	35.83	35.85	37.02	38.86	34.30	35.55	36.09					
Ir	8.62	6.89	5.02	4.65	7.16	5.25	6.03	2.92	6.75	6.89	4.95					
Rh	0.10	dla	0.48	0.55	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	1.46					
Pd	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.55					
Pt	0.04	dla	dla	dla	0.14	dla	dla	0.05	dla	dla	0.24					
Fe	1.09	1.15	1.37	1.59	2.04	1.00	0.85	1.08	0.69	0.66	2.25					
Ni	0.17	0.15	0.02	0.10	0.16	0.11	0.10	dla	0.10	0.02	0.23					
Cu	0.03	dla	0.09	0.07	dla	dla	0.03	0.03	0.09	dla	0.36					
S	33.07	30.50	33.90	33.30	32.36	35.12	35.98	35.55	34.24	34.61	31.66					
As	0.57	0.03	0.03	0.04	0.54	0.09	0.18	0.02	dla	dla	1.71					
Σ	101.27	97.64	99.96	97.66	97.01	102.79	102.57	103.53	103.48	102.91	96.68					
Os	0.227	0.205	0.210	0.216	0.188	0.243	0.211	0.231	0.257	0.240	0.174					
Ru	0.653	0.769	0.695	0.664	0.686	0.651	0.662	0.694	0.635	0.654	0.689					
Ir	0.086	0.072	0.049	0.046	0.072	0.050	0.057	0.027	0.066	0.067	0.050					
Rh	0.002	-	0.009	0.010	-	-	-	-	0.000	-	0.027					
Pd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010					
Pt	0.000	-	-	-	0.001	-	-	0.000	-	-	0.002					
Fe	0.037	0.041	0.046	0.055	0.071	0.033	0.028	0.035	0.023	0.022	0.078					
Ni	0.006	0.005	0.001	0.003	0.005	0.004	0.003	-	0.003	0.001	0.007					
Cu	0.001	-	0.003	0.002	-	-	0.001	0.001	0.003	-	0.011					
Σ (Katyon)	1.019	1.100	1.019	1.009	1.033	0.986	0.967	0.998	1.002	0.993	1.049					
S	1.966	1.900	1.980	1.990	1.953	2.012	2.028	2.002	1.998	2.007	1.907					
As	0.015	0.001	0.001	0.001	0.014	0.002	0.004	0.000	-	-	0.044					
Σ (Anyon)	1.981	1.900	1.981	1.991	1.967	2.014	2.033	2.002	1.998	2.007	1.951					
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000					
Ru#	74.2	78.9	76.8	75.4	78.5	72.8	75.9	75.0	71.2	73.1	79.8					

Tablo 5'in devamı.

Örnek#	D5	D30B	D23
Kapanım#	11-2	3-2	1
Analiz#	3	1	1
Şekil#	İrselit	İrselit	25-12
Mineral	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Os-İr
Kromitit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
Os	7.03	0.37	50.13
Ru	10.61	4.96	0.29
İr	44.15	41.93	44.21
Rh	2.48	2.25	dla
Pd	dla	1.70	0.22
Pt	dla	dla	dla
Fe	0.82	3.15	2.48
Ni	dla	0.43	dla
Cu	dla	0.15	dla
S	19.63	13.14	0.02
As	9.48	31.01	dla
Σ	94.36	99.08	97.34
Os	0.096	0.005	1.455
Ru	0.274	0.123	0.016
İr	0.599	0.547	1.270
Rh	0.063	0.055	-
Pd	-	0.040	0.011
Pt	-	-	-
Fe	0.038	0.141	0.245
Ni	-	0.018	-
Cu	-	0.006	-
Σ (Katyon)	1.075	0.935	2.997
S	1.595	1.027	0.003
As	0.330	1.038	-
Σ (Anyon)	1.925	2.065	0.003
Σ	3.000	3.000	3.000
Ru#	74.0	96.1	1.1

3.3.6.2. Silikat Kapanımları

Kromititlere ait kromit kristalleri bünyesinde boyutları 120 mikronmetreye varan amfibol, olivin, klinopiroksen ve ortopiroksen gibi birincil ve serpantin ve klorit gibi ikincil silikat kapanımları gözlenmiştir (Şekil 26). Amfibol ve klinopiroksen kapanımları kromit kristalleri bünyesinde en sık gözlenen birincil silikat kapanımlarıdır.



Şekil 26. Kromit kristalleri bünyesindeki silikat kapanımlarının BSE görüntüleri. Amf: Amfibol, Olv: Olivin ve Kln: Klinopiroksen.

3.3.6.2.1. Birincil Silikat Kapanımları

3.3.6.2.1.1. Olivin

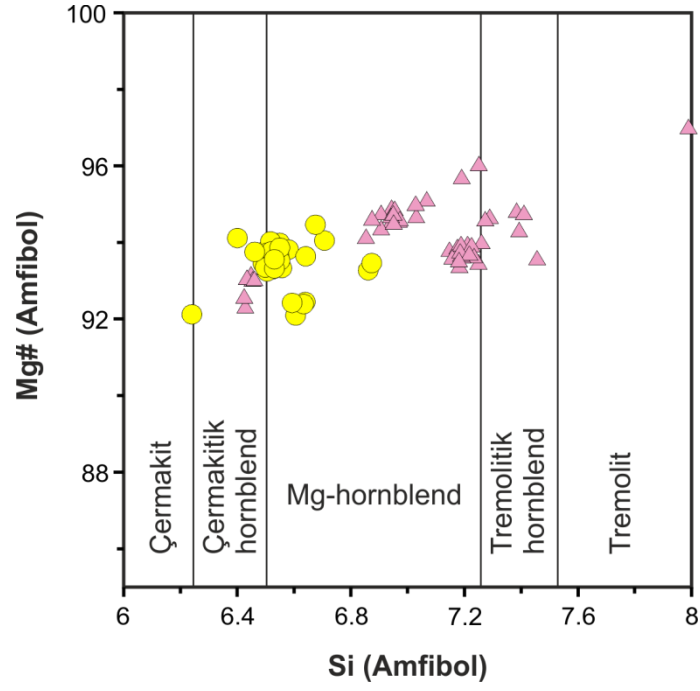
Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar hâlinde bulunan olivinlerin mikroprob analizleri Tablo 6’da verilmiştir. Yüksek-Cr ve Al bileşimli kromititlere ait kromit kristalleri bünyesinde yer alan olivinler, forsterit bileşimindedir ($Mg\# = 96.2-95.4$). Bununla birlikte olivinlerin NiO, Cr_2O_3 ve MnO içerikleri sırasıyla (≤ 0.60 %ağ.), (≤ 0.73 %ağ.) ve (≤ 0.10 %ağ.)’dir. (Tablo 6).

Tablo 6. Kromit kristalleri bünyesindeki olivin minerallerine ait mikroprob analizleri. Mineral formülleri 4 oksijen baz alınarak hesaplanmıştır. $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$, dla = deteksiyon limitinin altında.

Örnek#	B51	B51	D5-3
Analiz#	22	25	28
Kromitit Tipi	Yüksek-Al	Yüksek-Al	Yüksek-Cr
SiO ₂	41.93	41.94	42.21
TiO ₂	dla	0.01	dla
Al ₂ O ₃	0.01	0.02	dla
Cr ₂ O ₃	0.73	0.53	0.51
FeO	4.56	4.35	3.76
MnO	0.06	0.05	0.10
NiO	0.59	0.47	0.60
MgO	53.22	52.18	52.94
CaO	dla	dla	dla
Na ₂ O	dla	dla	dla
K ₂ O	dla	dla	dla
Σ	101.10	99.55	100.13
Si	0.996	1.008	1.007
Ti	–	0.000	–
Al	0.000	0.001	–
Cr	0.014	0.010	0.010
Fe ²⁺	0.091	0.087	0.075
Mn	0.001	0.001	0.002
Ni	0.011	0.009	0.012
Mg	1.884	1.870	1.883
Ca	–	–	–
Na	–	–	–
K	–	–	–
Σ (Katyon)	3.000	3.000	3.000
Mg#	95.4	95.5	96.2

3.3.6.2.1.2. Amfibol

Amfibol, kromit kristalleri bünyesinde en bol bulunan birincil silikat kapanımıdır. Amfibol kapanımlarına ait mikroprob analizleri Tablo 7 ve Ek Tablo 3'te verilmiş olup, bu kapanımlar yüksek Mg# (92–97) değerlerine sahiptir. Bununla birlikte amfiboller yüksek Cr (1.1–4.4 %ağ. Cr₂O₃) ve Na (0.15–3.15 %ağ. Na₂O) içeriklerine karşılık düşük Ti (0.07–0.89 %ağ. TiO₂) ve K (0.01–0.55 %ağ. K₂O) içeriklerine sahiptir. Amfibollere ait Si ve Mg# değerlerine göre oluşturulan diyagramda, yüksek-Cr bileşimli kromitlerdeki amfibol kapanımlarının çermakitik–hornblend, Mg–hornblend, tremolitik–hornblend ve tremolit; yüksek-Al bileşimli kromitlerdeki amfibol kapanımlarının ise çermakitik–hornblend ve Mg–hornblend bileşiminde olduğu görülmektedir (Şekil 27).



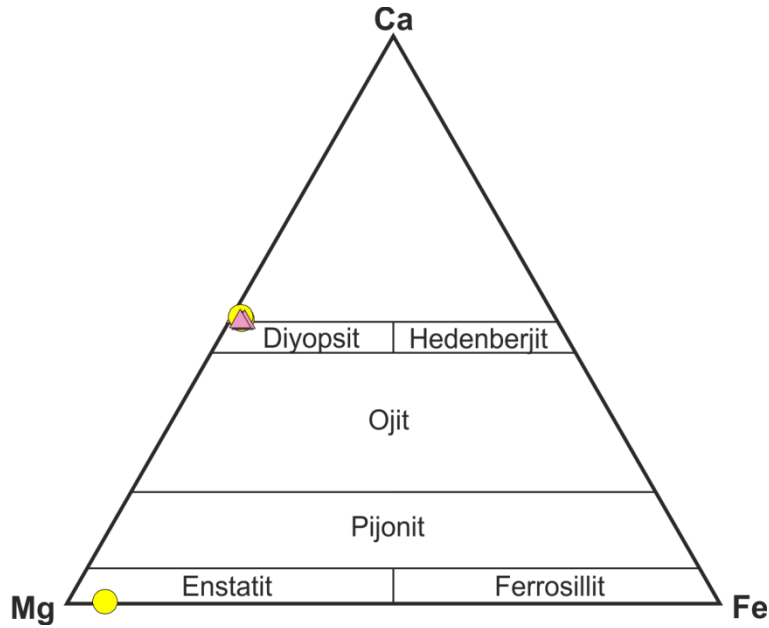
Şekil 27. Kromit kristalleri bünyesindeki birincil amfibol kapanımlarının Si-Mg# sınıflama diyagramındaki yerleri (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

Tablo 7. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde gözlenen amfibollere ait ortalama mikroprob analizleri. Mineral formülleri 23 oksijen baz alınarak hesaplanmıştır [$Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$]; N = Analiz Sayısı, dla = deteksiyon limitinin altında].

Örnek#	B37B1	B43	B48A2	B51	B54	B79	D5-3
N	2	6	4	20	7	21	18
Kromit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Al	Yüksek-Al	Yüksek-Al	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
SiO ₂	56.61	47.36	43.61	46.52	45.87	52.31	49.90
TiO ₂	0.07	0.74	0.75	0.71	0.56	0.13	0.41
Al ₂ O ₃	2.51	10.05	11.59	11.18	12.12	5.84	7.66
Cr ₂ O ₃	2.07	1.74	2.93	2.03	2.10	2.05	2.13
FeO	1.94	2.71	2.22	2.34	2.59	2.47	2.00
MnO	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla
NiO	0.10	0.12	0.17	0.12	0.09	0.12	0.13
MgO	22.00	19.31	17.99	19.40	19.07	21.41	20.43
CaO	12.36	12.51	11.43	12.58	12.40	11.98	12.78
Na ₂ O	0.54	2.16	2.76	2.56	3.08	1.83	1.71
K ₂ O	0.07	0.32	0.27	0.29	0.22	0.03	0.38
Σ	98.25	97.03	93.71	97.74	98.09	98.20	97.54
Si	7.723	6.701	6.422	6.547	6.450	7.235	6.984
Ti	0.007	0.079	0.083	0.075	0.059	0.014	0.043
Al	0.407	1.678	2.011	1.854	2.009	0.952	1.265
Cr	0.224	0.195	0.340	0.226	0.234	0.224	0.236
Fe ²⁺	0.223	0.321	0.273	0.276	0.305	0.286	0.234
Mn	-	-	-	0.001	-	0.001	-
Ni	0.012	0.014	0.020	0.014	0.010	0.014	0.015
Mg	4.476	4.073	3.947	4.072	3.996	4.414	4.263
Ca	1.806	1.898	1.802	1.897	1.868	1.775	1.917
Na	0.143	0.593	0.787	0.700	0.839	0.492	0.465
K	0.012	0.058	0.050	0.052	0.039	0.006	0.068
Σ (Katyon)	15.032	15.609	15.738	15.713	15.809	15.412	15.490
Mg#	95.3	92.7	93.5	93.7	92.9	93.9	94.8

3.3.6.2.1.3. Piroksen

Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar hâlinde bulunan ortopiroksen ve klinopiroksenlerin mikrokimyasal analizleri Tablo 8’de verilmiştir. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar halinde bulunan ortopiroksen ve klinopiroksenlerin, elde edilen mikrokimyasal verilere göre enstatit ve diyopsit bileşiminde oldukları gözlenmiştir (Şekil 28). Genel anlamda tüm kromitlere ait klinopiroksen kapanımlarının V_o , En ve Fs değerleri ortalama değerler olarak sırasıyla 49.9, 48.2 ve 1.9 iken ortopiroksen kapanımlarında bu değerler sırasıyla 0.2, 93.7 ve 6.1’dir. Bununla birlikte klinopiroksenlere ait Al ve Ti (at.) değerleri sırasıyla 0.012–0.050 ve 0.001–0.006 aralığında iken ortopiroksenler için bu değerler sırasıyla 0.088 ve 0.002’dir. Ayrıca klinopiroksenlerin Na_2O değerleri ortalama olarak 0.20 (%ağ.)’dir.



Şekil 28. Kromit kristalleri bünyesindeki birincil piroksen kapanımlarının Ca–Mg–Fe üçgen diyagramdaki yerleri (Poldevaart ve Hess, 1951) (Semboller Şekil 8’deki gibidir).

Tablo 8. Kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar hâlinde gözlenen piroksenlere ait mikroprob analizleri. $[Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})]$; $Vo = 100 \times Ca / (Ca + Mg + Fe)$; $En = 100 \times Mg / (Ca + Mg + Fe)$; $Fs = 100 \times Fe / (Ca + Mg + Fe)$ mineral formülleri 6 oksijen baz alınarak hesaplanmıştır.

Örnek#	B48A2	B37B1	B37B1	B43	B51	D5-3	D5-3
Analiz#	4	2	3	10	4	17	6
Mineral	Ortopiroksen	Klinopiroksen	Klinopiroksen	Klinopiroksen	Klinopiroksen	Klinopiroksen	Klinopiroksen
Kromit Tipi	Yüksek-Al	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Al	Yüksek-Al	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
SiO ₂	53.89	56.23	56.40	54.15	55.00	54.36	54.96
TiO ₂	0.08	0.03	0.02	0.22	0.11	0.06	0.02
Al ₂ O ₃	2.12	0.65	0.79	1.16	0.83	0.84	0.28
Cr ₂ O ₃	1.20	1.29	1.59	0.64	0.72	1.01	0.53
FeO	4.20	1.48	1.65	1.25	1.01	1.23	0.66
MnO	dla	0.01	0.02	dla	0.01	0.02	0.03
NiO	0.11	0.08	0.06	0.00	0.03	0.07	0.06
MgO	36.35	16.81	16.76	17.34	17.48	17.49	18.02
CaO	0.13	23.91	24.15	25.17	25.59	24.93	26.07
Na ₂ O	0.22	0.30	0.39	0.11	0.15	0.21	0.02
K ₂ O	0.13	dla	dla	0.01	dla	0.02	dla
Σ	98.42	100.78	101.83	100.06	100.92	100.24	100.65
Si	1.888	2.015	2.005	1.964	1.976	1.970	1.980
Ti	0.002	0.001	0.001	0.006	0.003	0.002	0.001
Al	0.088	0.028	0.033	0.050	0.035	0.036	0.012
Cr	0.033	0.036	0.045	0.018	0.020	0.029	0.015
Fe ²⁺	0.123	0.044	0.049	0.038	0.030	0.037	0.020
Mn	—	—	0.001	—	0.000	0.000	0.001
Ni	0.003	0.002	0.002	0.000	0.001	0.002	0.002
Mg	1.898	0.898	0.888	0.938	0.936	0.944	0.968
Ca	0.005	0.918	0.920	0.978	0.985	0.968	1.007
Na	0.015	0.021	0.027	0.008	0.010	0.015	0.001
K	0.006	—	—	0.001	—	0.001	—
Σ (Katyon)	4.060	3.963	3.969	4.000	3.998	4.004	4.006
Mg#	93.9	95.3	94.8	96.1	96.9	96.2	98.0
Vo	0.2	49.4	49.5	50.1	50.5	49.6	50.5
En	93.7	48.3	47.8	48.0	48.0	48.4	48.5
Fs	6.1	2.4	2.6	1.9	1.6	1.9	1.0

3.3.6.2.2. İkincil Silikat Kapanımları

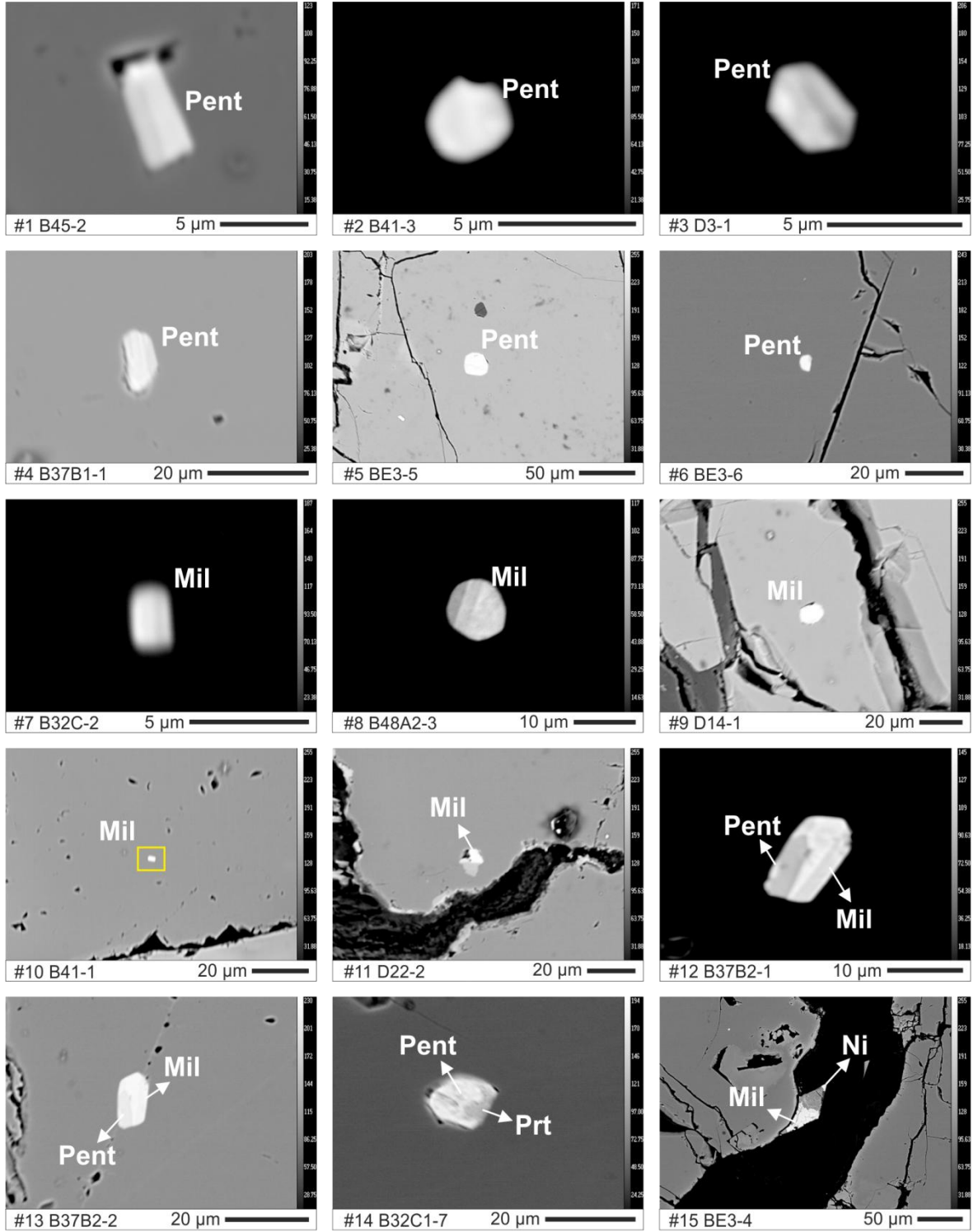
Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristalleri olivin, amfibol ve piroksen türü birincil silikat kapanımlarının yanı sıra klorit ve serpantin türü ikincil silikat kapanımlarını da içermektedir. Yüksek-Cr bileşimli kromit kristallerindeki klorit ve serpantin minerallerinden elde edilen mikro kimyasal analizler Tablo 9’da verilmiş olup, yüksek-Al bileşimli kromit kristallerinde herhangi bir ikincil silikat kapanımına rastlanılmamıştır. Klorit kristallerine ait MgO değerleri 30.77–33.75 (%ağ.), Al₂O₃ değerleri ise 14.60–17.04 (%ağ.) aralığında iken serpantin mineraline ait MgO değerleri 37.39 (%ağ.), Al₂O₃ değerleri ise 4.41 (%ağ.)’dir.

Tablo 9. Kromit kristalleri bünyesindeki ikincil klorit ve serpantin minerallerine ait mikroprob analizleri. Mineral formülleri 28 oksijen baz alınarak hesaplanmıştır. $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$, dla = deteksiyon limitinin altında.

Örnek#	B39B1	B39B1	B39B1	B39B1	B39B1	B39B1	B39B1
Analiz#	1	2	3	4	5	6	7
Mineral	Klorit	Klorit	Klorit	Klorit	Klorit	Klorit	Serpantin
Kromit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
SiO ₂	34.17	32.87	32.59	32.45	33.11	29.70	40.65
TiO ₂	0.03	0.02	0.07	0.06	0.05	0.03	0.01
Al ₂ O ₃	14.60	15.11	14.85	16.04	17.04	16.60	4.41
Cr ₂ O ₃	2.68	2.53	2.39	2.67	1.44	7.07	1.77
FeO	1.23	1.14	1.44	1.23	1.25	2.49	1.81
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.34	0.33	0.30	0.42	0.30	0.32	0.11
MgO	33.75	32.61	31.84	31.89	33.09	30.77	37.39
CaO	dla	0.02	0.06	0.03	0.01	0.03	0.03
Na ₂ O	0.04	0.09	0.05	0.03	dla	0.04	0.03
K ₂ O	dla	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	dla
Σ	86.86	84.76	83.61	84.82	86.32	87.07	86.21
Formül							
Si	6.419	6.328	6.364	6.246	6.232	5.716	7.659
Ti	0.004	0.003	0.010	0.008	0.007	0.005	0.002
Al	3.233	3.428	3.417	3.638	3.779	3.765	0.979
Cr	0.398	0.386	0.369	0.406	0.214	1.076	0.263
Fe ²⁺	0.193	0.184	0.235	0.198	0.197	0.402	0.284
Mn	–	–	–	–	–	–	–
Ni	0.052	0.051	0.048	0.064	0.046	0.049	0.017
Mg	9.453	9.358	9.268	9.150	9.285	8.830	10.500
Ca	–	0.004	0.012	0.006	0.002	0.007	0.006
Na	0.015	0.032	0.017	0.010	0.001	0.015	0.010
K	–	0.009	0.006	0.004	0.004	0.003	–
Σ (Katyon)	19.769	19.784	19.745	19.731	19.767	19.868	19.723
Mg#	98.0	98.1	97.5	97.9	97.9	95.7	97.4

3.3.6.3. Baz Metal Mineral (BMM) Kapanımları

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait kromit kristalleri PGM ve silikat kapanımlarının yanı sıra baz metal mineral kapanımları da içermektedir. Çoklukla birincil kapanımlar şeklinde, ebatları 25 mikronmetreden küçük, kromit kristalleri içersinde tek fazlı ya da BMM'ler ile birlikte çok fazlı şekilde bulunan baz metal mineraller, öz şekilli-yarı özşekillidir (Şekil 29). Bununla birlikte silikat matriks içersinde kısmende olsa ikincil BMM'ler de gözlenmiştir. Yüksek-Al bileşimli kromititler, yüksek-Cr bileşimli kromititlere kıyasla BMM kapanımları bakımından daha fazla zenginleşmiştir. Kromit kristalleri bünyesinde en sık gözlenen baz metal mineral millerittir. Milleritlere ait Fe içerikleri ortalama olarak 3 (%ağ.) iken, ölçülebilen Cu içeriklerinin ortalama değeri ise 0.15 (%ağ.)'tir. Kromit kristalleri içersinde milleritlerden sonra en bol bulunan baz metal mineral pentlandittir. Pentlanditlere ait Fe ve Ni içerikleri ortalama olarak sırasıyla 25.5 ve 35.6 (%ağ.)'tır. Millerit ve pentlanditlerin yanı sıra viyolarit, polidimit, sfalerit, hezlavudit ve pirit kromit kristallerinde gözlenen diğer baz metal minerallerini oluşturmaktadır (Tablo 10).



Şekil 29. Kromitlere ait tek ve çok fazlı BMM'lerin dokusal ilişkilerini gösteren BSE görüntüleri. Pent: Pentlandit, Mil: Millerit, Prt: Pirit, Ni: Nikel.

Tablo 10. Kromititlere ait kromit kristalleri bünyesindeki BMM'lerin mikroprob analizleri.

Örnek# Kapam# Şekil#	B43 7a		B48A2 1		B48A2 29-8		B48A2 4		B8C2 3b		B8C2 4		B8C2 8b		BE3 29-15		D14 1		D30B 2		D30B 2r		B8C2 3a		
	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al	Millerit Yüksek-Al
Ni	59.20	60.49	61.55	62.04	62.51	59.89	62.06	64.55	61.91	58.06	59.08	35.25	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15
Fe	4.15	3.58	2.76	3.14	2.39	3.75	1.94	0.11	2.26	4.13	4.38	19.97	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Cu	dla	0.13	0.04	0.30	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
S	36.29	36.11	35.67	35.01	35.54	36.67	35.03	35.46	36.25	34.83	35.64	42.92	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
As	dla	dla	0.02	dla	0.20	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Zn	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Toplam	99.64	100.31	100.03	100.49	100.64	100.30	99.13	100.12	100.45	97.42	99.22	98.17	0.964	0.969	0.998	0.964	0.928	0.929	0.929	0.929	0.929	0.929	0.929	0.929	0.929
Ni	0.935	0.942	0.956	0.947	0.964	0.941	0.969	0.998	0.964	0.928	0.929	1.914	0.065	0.030	0.002	0.035	0.066	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
Fe	0.065	0.056	0.043	0.048	0.037	0.059	0.030	0.002	0.001	0.037	0.059	1.084	0.002	0.001	0.001	0.001	0.006	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Cu	-	0.002	0.001	0.005	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Katyon	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
S	1.000	1.000	0.999	1.000	0.994	1.000	0.998	1.000	1.000	0.994	1.000	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
As	-	-	0.001	-	0.006	-	0.002	-	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Anyon	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Σ	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	7.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Tablo 10'nun devamı.

Örnek# Kapamı# Şekil#	B8C2 3ar	B8C2 8a	B37B2 1a	BE3 3	BE3 7	B39B1 5	B43 6	D14 4	D29B 4a	B8C2 9	B43 8	BE3 5
Mineral Kromit Tipi	Viyolarit Yüksek-Al	Viyolarit Yüksek-Al	Viyolarit Yüksek-Cr	Viyolarit Yüksek-Al	Viyolarit Yüksek-Al	Polidimit Yüksek-Cr	Polidimit Yüksek-Al	Polidimit Yüksek-Al	Polidimit Yüksek-Cr	Pentlandit Yüksek-Al	Pentlandit Yüksek-Al	Pentlandit Yüksek-Al
Ni	35.32	35.40	39.58	40.74	37.51	47.61	44.32	50.10	50.70	34.48	28.51	43.78
Fe	20.54	20.74	12.18	16.47	17.51	10.31	11.86	11.47	12.53	28.31	26.94	21.17
Cu	0.01	dla	dla	0.46	dla	dla	0.58	0.04	0.06	0.03	8.04	0.04
S	42.72	42.66	39.89	37.19	41.49	40.74	37.18	36.62	36.84	33.71	33.05	33.78
As	dla	0.03	dla	0.20	0.00	dla	0.07	0.02	dla	dla	0.02	0.06
Zn	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Toplam	98.59	98.83	91.65	95.06	96.52	98.67	94.01	98.25	100.13	96.53	96.57	98.83
Ni	1.897	1.892	2.294	2.119	2.045	2.466	2.343	2.440	2.403	4.939	4.041	6.063
Fe	1.103	1.108	0.706	0.857	0.955	0.534	0.627	0.558	0.594	4.056	3.818	2.931
Cu	0.001	-	-	0.024	-	-	0.031	0.002	0.003	0.005	1.140	0.006
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Katyon	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	9.000	9.000	9.000
S	4.000	3.998	4.000	3.989	4.000	4.000	3.993	3.997	4.000	8.000	7.996	7.985
As	-	0.002	-	0.011	0.000	-	0.007	0.003	-	-	0.004	0.015
Σ Anyon	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	8.000	8.000	8.000
Σ	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	17.000	17.000	17.000

Tablo 10'un devamı.

Örnek# Kapanım# Şekil#	B65 2	B65 2r	B65 2rr	B39B1 2	B43 7b
Mineral Kromitit Tipi	Sfalerit Yüksek-Cr	Sfalerit Yüksek-Cr	Sfalerit Yüksek-Cr	Hezlavudit Yüksek-Cr	Pirit Yüksek-Al
Ni	0.05	0.01	0.05	72.56	0.34
Fe	5.83	9.88	3.88	3.27	45.34
Cu	0.03	dla	0.03	dla	0.05
S	29.80	29.18	30.77	27.72	50.91
As	dla	0.12	dla	0.17	0.06
Zn	58.57	38.90	58.45	dla	dla
Toplam	94.28	78.09	93.17	103.72	96.70
Ni	0.001	0.000	0.001	2.870	0.007
Fe	0.090	0.203	0.062	0.130	0.992
Cu	0.000	-	0.000	-	0.001
Zn	0.908	0.797	0.937	-	-
Σ Katyon	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000
S	1.000	0.996	1.000	1.988	0.999
As	-	0.004	-	0.012	0.001
Σ Anyon	1.000	1.000	1.000	2.000	1.000
Σ	2.000	2.000	2.000	5.000	2.000

4. TARTIŞMA

4.1. Ofiyolitik Kromitlerin İlk Magma Karakteristikleri

Günümüzde kromit kimyasının önemli bir petrojenetik belirteç olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Kromit bileşimlerinin ilgili formüllerde kullanılması ile kromitleri kristallendiren ergiyiğin kimyasal bileşimleri hesaplanabilmektedir (Auge, 1987; Zhou vd., 1996; Melcher vd., 1997; Proenza vd., 1999; Uysal vd., 2007a, b; Gonzalez–Jimenez vd., 2011a). Kromit kristallerindeki Al miktarının Maurel ve Maurel (1982) tarafından geliştirilmiş aşağıda verilen formüle uygulanmasıyla, kromitin kristallendiği ergiyiğin Al içeriği hesaplanabilmektedir.

$$(\%ağ. Al_2O_3)_{spl} = 0.035 (\%ağ. Al_2O_3)_{ergiyik}^{2.42}$$

Bu formüle ek olarak yine Maurel (1984) tarafından önerilen aşağıdaki formül yardımıyla, kromiti kristallendiren ergiyiğe ait FeO/MgO oranı hesaplanabilmektedir.

$$\ln(FeO/MgO)_{spl} = 0.47 - 1.07Al\#_{spl} + 0.64Fe^{3+}\#_{spl} + \ln(FeO/MgO)_{ergiyik},$$

$$Al\# = Al/(Al+Cr+Fe^{3+}) \text{ ve } Fe^{3+}\# = Fe^{3+}/(Al+Cr+Fe^{3+})$$

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerini kristallendiren ergiyiğin, yukarıda bahsedilen formüller yardımıyla hesaplanan kimyasal bileşimleri Tablo 11’de verilmiştir. Kromitleri kristallendiren ergiyiklerin Al_2O_3 içerikleri yüksek–Cr bileşimli kromitler için %ağ. 8.7–12.5; yüksek–Al bileşimli kromitler için ise %ağ. 13.7–16.0 arasında değişmektedir. Yüksek–Cr bileşimli kromitler için hesaplanan FeO/MgO değerleri 0.01–1.1 arasında iken, yüksek–Al’lu kromitler için bu değer 0.03–0.8 arasındadır. Yüksek–Cr bileşimli kromitleri oluşturan ergiyiğin kimyası, Pefki (Yunanistan) ve Kempirsai–Main Ore Field (Kazakistan) kromitlerini oluşturan ergiyiğin kimyasına benzemekle birlikte bu ergiyiğin bileşimi boninitik bir magma [$Al_2O_3 = 10.6–14.4$ (%ağ.) ve $FeO/MgO = 0.7–1.4$] ile benzerlik göstermektedir. Yüksek–Al bileşimli kromitleri oluşturan ergiyiğin kimyası ise Uysal vd. (2007b)’nin daha önce sunduğu veriler ile uyumlu olmakla birlikte, Kempirsai–Batamshinsk (Kazakistan) ve Doğu Küba kromitlerini oluşturan ergiyiğin

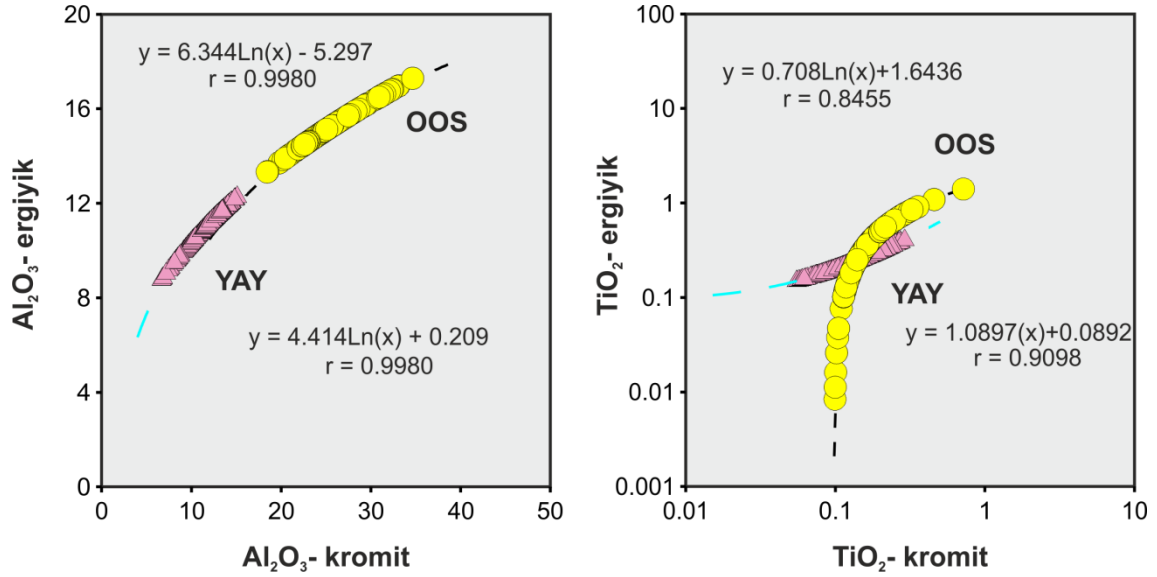
kimyasına benzemektedir ve okyanus ortası sırtı bazaltı (OOSB) bileşimindedir [$Al_2O_3 = 16$ (%ağ.) ve $FeO/MgO = 1.2-1.6$].

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromitleri kristallendiren ilksel ergiyiklere ait hesaplanan TiO_2 (%ağ.) değerleri Tablo 11’de verilmiş olup, bu değerler Zaccarini vd. (2011)’nin sunduğu regresyon denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Yüksek–Cr bileşimli kromitler oldukça düşük TiO_2 (%ağ.), bununla birlikte yüksek–Al bileşimli kromitler ise kısmen daha yüksek TiO_2 (%ağ.) değerlerine sahip ergiyiklerden kristallenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Ofiyolitik kromitler için hesaplanan ilksel magma bileşimleri. Tabloda ayrıca, dünyanın farklı bölgelerindeki kromitlere ait veriler ile birlikte boninit, OOSB ve yay gerisi bazaltlara ait veriler de verilmiştir.

Lokasyon	Al_2O_3	TiO_2	FeO/MgO	Referans
Güneydoğu Türkiye (Yüksek Cr)	8.7–12.5	0.1–0.4	0.01–1.1	Bu çalışma
Güneydoğu Türkiye (Yüksek Al)	13.7–16.0	0.07–1.4	0.03–0.8	Bu çalışma
Muğla (Yüksek Cr)	8.8–10.5		0.3–1.1	Uysal vd., 2009
Muğla (Yüksek Al)	15.2–15.9		0.7–1.1	Uysal vd., 2009
Kop	10.1–13.5		0.7–1.1	Uysal vd., 2007a
Kahramanmaraş	10.6–15.5		0.01–0.3	Uysal vd., 2007b
Pefki (Pindos Ofiyoliti)	10.4–11.6		0.1–0.2	Kapsiotis vd., 2011
Doğu Küba (Sagua de Tanamo)	11.6–16.3		0.07–0.2	Jimenez vd., 2011
Kempirsai–Main Ore Field	9.0–12.2		0.3–0.8	Melcher vd., 1997
Kempirsai–Batamshinsk	13.5–16.7		0.8–1.0	Melcher vd., 1997
Boninit	10.6–14.4		0.7–1.4	Wilson, 1989
OOSB	16		1.2–1.6	Wilson, 1989
Yay gerisi bazaltları	>16			Fryer vd., 1990

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait $Al_2O_3-TiO_2$ (%ağ.) değerleri ile bu kromitleri kristallendiren ergiyiğe ait $Al_2O_3-TiO_2$ değerleri arasındaki ilişki Şekil 30’daki diyagramda gösterilmiştir. Bu diyagramda da görüldüğü üzere yüksek–Cr bileşimli kromitlerin bir yay ortamında buna karşılık yüksek–Al bileşimli kromitlerin ise okyanus ortası sırtı (OOS) bölgesinde oluştukları düşünülmektedir (Şekil 30).

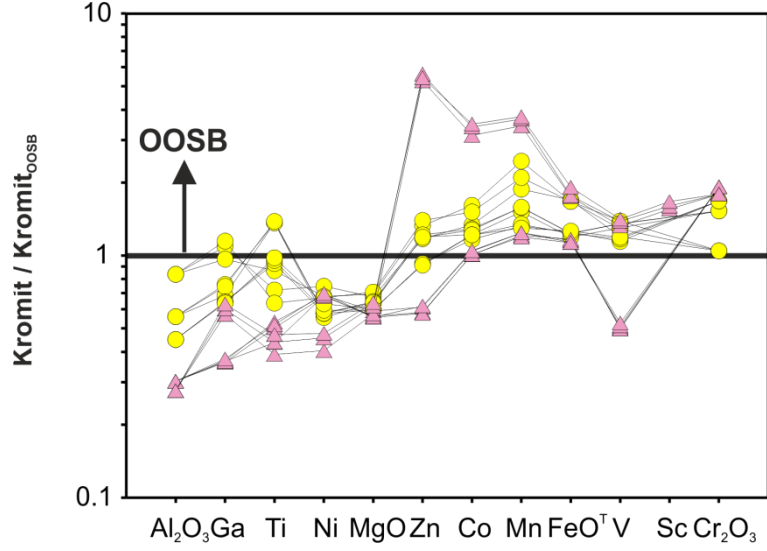


Şekil 30. Kromit kristallerini oluşturan ergiyiğe ait hesaplanan Al_2O_3 ve TiO_2 değerlerine karşılık her iki tip kromitlere ait kromit kristallerinin Al_2O_3 ve TiO_2 (%ağ.) değerleri arasındaki ilişki. İksel ergiyiklere ait TiO_2 (%ağ.) değerleri Zaccarini vd. (2011)'nin sunduğu regresyon denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. OOS: Okyanus Ortası Sırt (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

4.2. Kromitlerdeki Ana ve İz Element Dağılımları

Ofiyolitik kromitlere ait ana ve iz element içeriklerinin OOSB değerlerine normalize edilmiş diyagramı Şekil 31'de gösterilmiştir. Genel anlamda yüksek-Al bileşimli kromitler, yüksek-Cr'lu olanlara göre daha fazla zenginleşmiş olmakla birlikte, yüksek-Cr'lu bir örnekte (BE16) oldukça kuvvetli Zn, Mn ve Co pozitif anomalisi dikkat çekmektedir (Şekil 31). Bu elementler bakımından benzer zenginleşme Thetford Mines ofiyolitik kromitlerinde de gözlenmiş ve söz konusu kromitlerin alterasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Page ve Barnes, 2009). Benzer şekilde Fe elementindeki kısmi zenginleşmenin de kromit alterasyonu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Birkaç yüksek-Cr'lu örnekte gözlenen belirgin V negatif anomalisi, boninitik ergiyiklere ait farklı oksitlenme koşulları ile ilişkilendirilmiştir (Page ve Barnes, 2009).

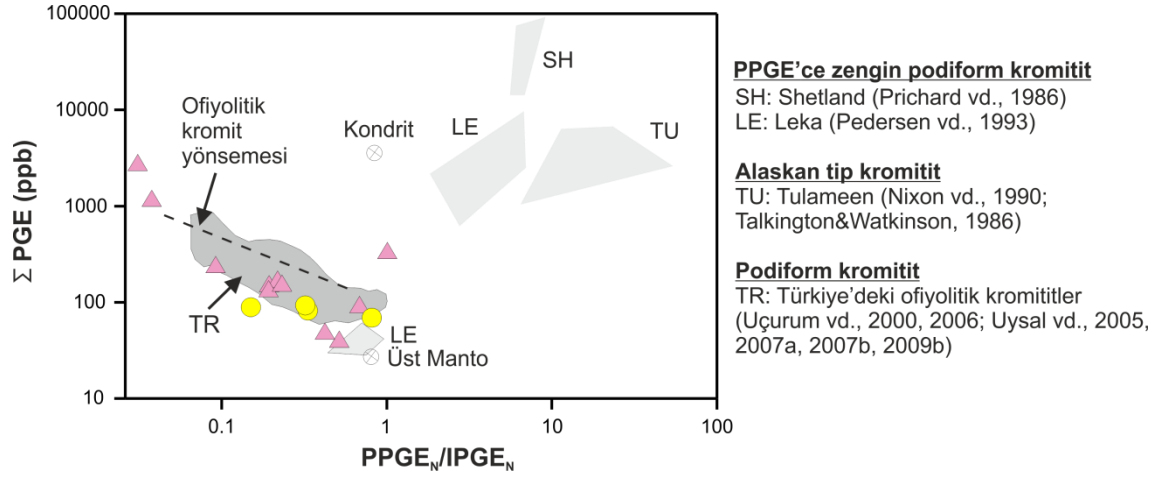
Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerindeki Ti ve Ga konsantrasyonları, Cr# değerleri ile negatif bir korelasyon göstermektedir. Bu korelasyon kromitleri kristallendiren ilksel ergiyiklerin farklılaşmış olabileceğini düşündürmektedir (Page ve Barnes, 2009).



Şekil 31. Güneydoğu Türkiye yüksek-Cr ve yüksek-Al bileşimli kromititlere ait kromit kristallerinin ana ve iz element içeriklerinin OOSB'lerle ilişkili kromit ana ve iz element değerlerine oranlanmış çoklu element diyagramı. Kromit_{OOSB} değerleri Page ve Barnes (2009)'dan alınmıştır (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

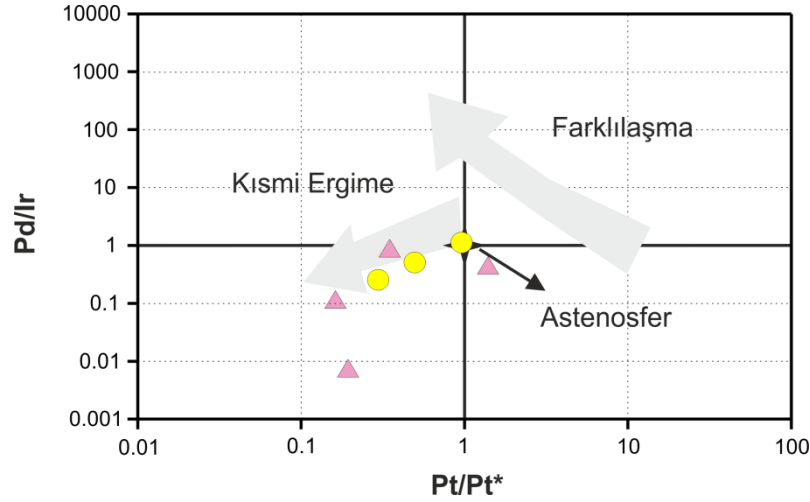
4.3. PGE Jeokimyası, Mineralojisi ve Baz Metal Mineral Kapanımları

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerine ait PGE değerleri, dünyanın farklı lokasyonlarındaki ofiyolitler ve Alaskan tip ultramafitler ile ilişkili kromititler ve Türkiye'deki podiform kromititler ile Şekil 32'deki $PPGE_N/IPGE_N$ 'e karşılık ΣPGE diyagramında karşılaştırılmıştır. Söz konusu diyagramda güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititleri ofiyolitik kromitit genel yönsemesine paralel bir dağılım sunar ve $PPGE_N/IPGE_N$ değerlerindeki azalmayla birlikte toplam PGE içeriklerinde bir artış gözlenir. Bu durum, söz konusu kromititlerin toplam PGE içeriklerinin özellikle IPGE'ler tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. İncelenen kromititler ofiyolitik kromititlerin tipik bir özelliği olarak oldukça düşük $PPGE_N/IPGE_N$ oranlarına sahiptir ve bu değer genellikle 1'den küçüktür. Kromititler genel itibarıyla Türkiye genelindeki podiform kromititler ile benzer $PPGE_N/IPGE_N$ oranına ve ΣPGE miktarına sahiptir. Bununla birlikte 2 adet yüksek-Cr bileşimli kromitit örneği, Şekil 32'deki diyagramda diğer örneklere göre daha düşük $PPGE_N/IPGE_N$ (0.03 ve 0.04) oranlarına ve daha yüksek toplam PGE içeriklerine (1165 ve 2741 ppb) sahip olmaları ile Türkiye kromititleri için sınırlandırılmış gri alanın dışında kalmaktadır.



Şekil 32. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait $PPGE_N/IPGE_N$ oranlarına karşılık ΣPGE değerleri arasındaki ilişki. Kondrit değerleri Naldrett ve Duke (1980)'den, ofiyolitik kromit yönsemesi Melcher vd. (1999)'den alınmıştır (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

İncelenen kromitlere ait $Pt/Pt^* [(Pt/1020)/[(Rh/200)*(Pd/545)^{1/2}]]$ değerine karşılık Pd/Ir değerleri, Şekil 33'teki diyagramda değerlendirilmiştir. Kromitlere ait bu değerler, Muğla kromitlerine (Uysal, 2007) ait veriler ile benzerlik göstermektedir ve belirgin bir şekilde astenosfer bileşimine yakın bir bölgeden başlayıp daha düşük Pt/Pt^* ve Pd/Ir değerlerine doğru bir dağılım sunarlar. Bu durum, incelenen kromitlerin farklılaşan ergiyiklerden itibaren kristallenmiş olamayacağını buna karşılık kromitlerin farklı derecelerdeki kısmi ergime ürünü ergiyiklerden itibaren kristallendiklerini göstermektedir.

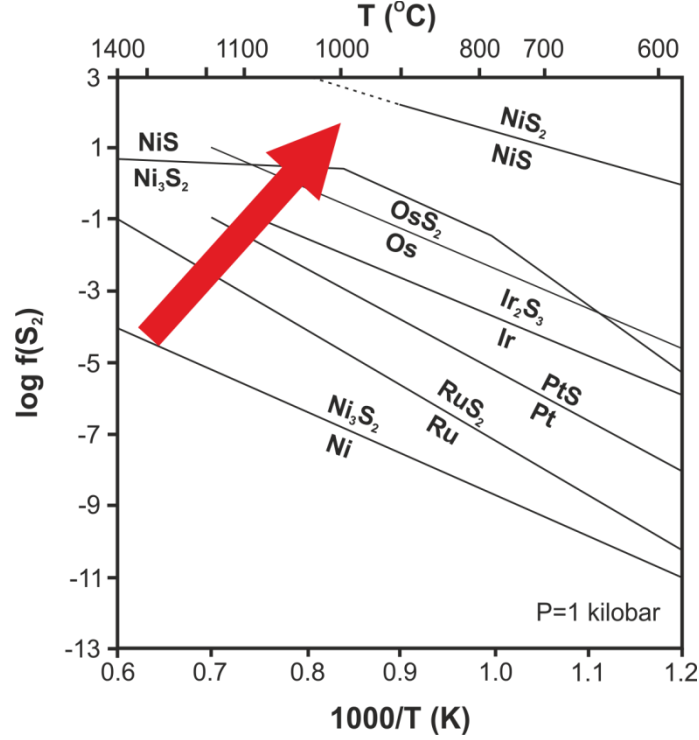


Şekil 33. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerinin Pt/Pt^* $[(Pt/1020)/[(Rh/200)*(Pd/545)^{1/2}]]$ değerleri ile Pd/Ir oranları arasında ki ilişki (Garuti vd., 1997). Bazı kromitit örneklerine ait Rh, Pt ve Pd verilerinden bir ya da bir kaçının deteksiyon limitleri altında kalması sonucu Pt/Pt^* oranı hesaplanamamış ve dolayısıyla bu diyagramda gösterilememiştir. Ancak, söz konusu örnekler bu elementlerin oldukça düşük konsantrasyonlarda olması sebebiyle diyagramın sol alt kısmında kalacak olup, daha yüksek dereceli kısmi ergime ürünü ergiyiklerden kristallenmiş olabilecekleri düşünülmektedir (Semboller Şekil 8'deki gibidir).

Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerinde gözlenen PGM'ler çoklukla altere olmamış kromit kristalleri içersinde, kırık ve çatlaklardan uzakta oluşmuş, özşekilli–yarı özşekilli birincil kapanımlardır. Bu durum PGM'lerin yüksek sıcaklıkta oluştuklarını ve oluşumları esnasında serpantinleşme ve bozuşma olaylarından fazla etkilenmediklerini göstermektedir (Uysal, 2008).

Ofiyolitlerle ilişkili birçok kromititte olduğu gibi güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititleri bünyesinde en sık gözlenen PGM türü laurittir $[Ru,Os)S_2]$. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromititlerinde lauritlerin yanı sıra Os–Ir alaşımlarının da gözlenmesi, kromitlerin yüksek sıcaklık ($1300^\circ C$) ve oldukça düşük fS_2 koşullarında kristallenmeye başladığına işaret eder. Bununla birlikte kromititlerin fazla miktarda millerit ve hezlavudit gibi birincil BMM kapanımları içermesi, kromit kristallenmesinin düşük sıcaklık ($1000^\circ C$) ve kısmen daha yüksek fS_2 koşullarına kadar devam ettiğini göstermektedir (Uysal, 2008; Şekil 34). Ayrıca kromititlere ait lauritlerin Ru# değerlerinin yüksekliği ve lauritlerin kristallenmesi esnasında Ru–Os arasındaki değişimin çok fazla olmaması, laurit

kristallerinin de yüksek sıcaklık ve düşük fS_2 koşullarında kristallendiğini belirtmektedir (Uysal, 2007).

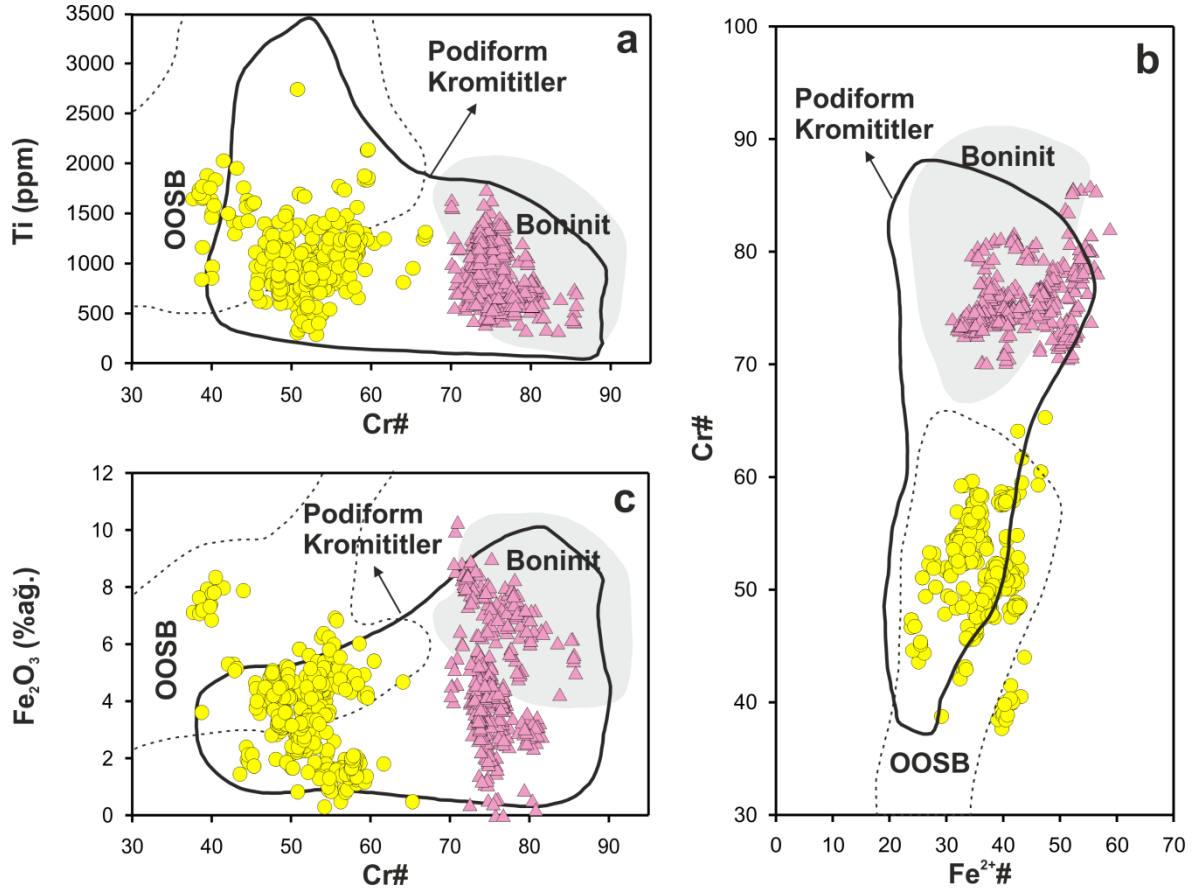


Şekil 34. Metal-sülfür dengelenme eğrileri diyagramı (Stockman ve Hlava, 1984). Şekilde verilen ok, güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitleri için önerilen fS_2 -T magmatik yönsemesini göstermektedir.

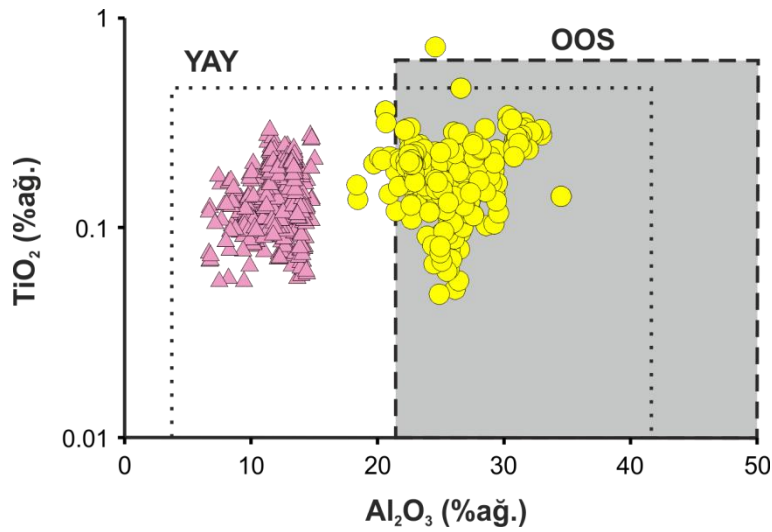
4.4. Güneydoğu Türkiye Ofiyolitik Kromitleri ve Tektonik Ortamları

Ofiyolitler ile ilişkili podiform tip kromitlerin oluşum ortamları günümüzde hâlâ tartışılan bir konudur. Ada yayları ve yay gerisi havza ortamları genel anlamda kabul edilen oluşum ortamlarıdır. Dünyanın farklı kesimlerindeki bazı ofiyolitlerde hem yüksek-Cr hem de yüksek-Al bileşimli kromitler bir arada gözlenmiştir (Economou-Eliopoulos, 1996; Zhou vd., 1994, 1996, 1998; Proenza vd., 1999; Ahmed vd., 2001; Tsoupas ve Economou-Eliopoulos, 2008; Uysal vd., 2009a; Gonzalez-Jimenez vd., 2011). Yüksek-Cr bileşimli ofiyolitik kromitlerin mantonun derin kısımlarında ve boninitik karakterli ergiyiklerden itibaren, buna karşılık yüksek-Al bileşimli kromitlerin ise mantonun kısmen daha sığ bölgelerinde petrolojik MOHO'ya yakın kısımlarda, okyanus ortası sırtı bazaltı tipi ergiyiklerden itibaren oluştuğu yaygın olarak kabul edilen bir görüştür.

(Economou–Eliopoulos, 1996; Zhou vd., 1994; Zaccarini vd., 2011). Bu genel görüş dikkate alındığında güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerinin Cr# değerleri ve TiO₂ içerikleri incelendiğinde, söz konusu kromitlerin iki farklı ergiyikten itibaren oluştukları düşünülmektedir. Cr# değerleri 70'den yüksek ve TiO₂ içeriği %ağ. 0.2'den küçük olan yüksek–Cr bileşimli kromitlerin boninitik karakterli ergiyiklerden, Cr# değerleri 70'den az olan ve TiO₂ içeriği %ağ. 0.2'den fazla olan yüksek–Al bileşimli kromitlerin ise OOSB tipi bir ergiyikten itibaren kristallendikleri düşünülmektedir. Bu görüş Cr# değerlerine karşılık Fe²⁺# değerleri, Ti (ppm) ve Fe₂O₃ (%ağ.) içerikleri dağılım diyagramlarında desteklenmiştir (Şekil 35 a–c). Her ne kadar yüksek–Cr ve yüksek–Al bileşimli kromitlerdeki TiO₂ içerikleri benzer olsa da Cr# içerikleri bakımından oldukça farklılıklar sunarlar. Bu da, söz konusu kromitlerin aynı tektonik ortamda oluşmuş ancak giderek farklılaşmış ergiyiklerden ziyade, farklı tektonik ortamlarda oluşmuş ergiyiklerden itibaren kristallenmiş olabilecekleri görüşünü desteklemektedir. Yüksek–Cr bileşimli kromitlerin bir yay ortamında, yüksek–Al bileşimli örneklerin ise okyanus ortası sırtı bölgesinde oluştukları görüşü Şekil 36'da desteklenmektedir.

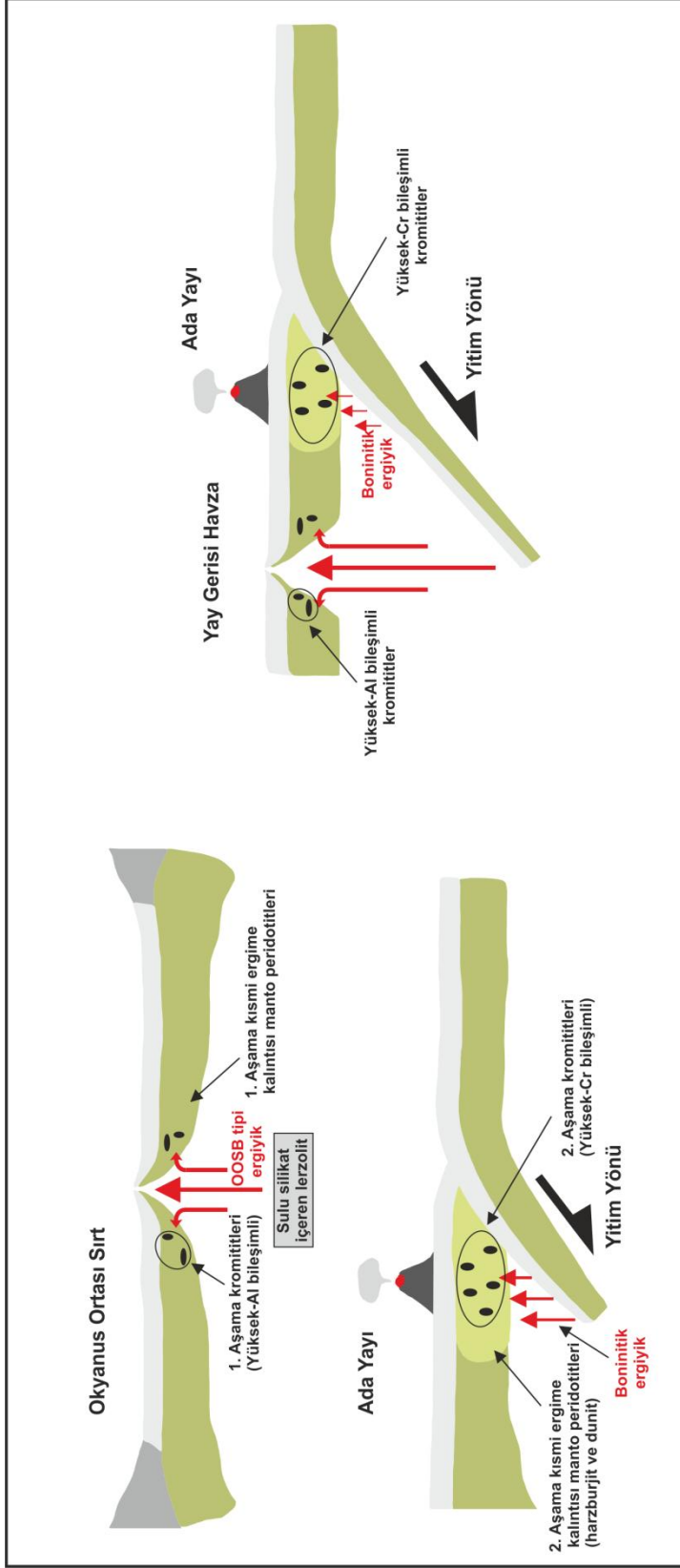


Şekil 35. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait kromit kristallerinin Ti (ppm)–Cr# (a), Fe₂O₃ (%ağ.)–Cr# (b) ve Cr#–Fe²⁺# (c) dağılım diyagramları. Boninit, OOSB ve podiform kromitit alanları Page ve Barnes (2009)’den alınmıştır (Semboller Şekil 8’deki gibidir).



Şekil 36. Ofiyolitik kromitlere ait kromit kristallerinin TiO₂–Al₂O₃ (%ağ.) (Kamenetsky vd., 2001) diyagramındaki yerleri. OOS: Okyanus Ortası Sırt (Semboller Şekil 8’deki gibidir).

Bir yitim ortamında oluřtuđu dűřűnűlen yűksek–Cr bileřimli kromitlerdeki amfibol kapanımlarının varlıđı, amfibollerin kromit kristalleri ile birlikte eř zamanlı, yűksek sıcaklıkta bir yitim ortamında oluřtukları gűrűřűnű kanıtlamaktadır (Uysal vd., 2009b). Bununla birlikte yűksek–Al bileřimli ofiyolitik kromitlerinde de birűok amfibol kapanımlarına rastlanılması, kromitlerin oluřum ortamları konusunda kesin bir yargıya varılamamasına yol aűmıřtır. Susuz bir ortam olarak bilinen OOS’de oluřtuđu dűřűnűlen yűksek–Al’lu kromitlerin sulu bir silikat minerali olan amfibol kapanımları iűermesi, yűksek–Al bileřimli kromitlerin oluřumunun iki řekilde olabileűini dűřűndűrmektedir: a) yűksek–Al bileřimli kromitler OOS’de bűnyesinde flogopit, amfibol tűrű sulu silikat minarelleri barındıran lertzolitik bileřimli űst mantonun kısmi ergimesi sonucu kristallenmiřtir. b) yűksek–Al bileřimli kromitler yay gerisi havza ortamında űst mantonun derin kısımlarına kadar yiten okyanusal kabuđun, tűketilmiř manto peridotitlerini dűřűk dereceli kısmi ergitmesi sonucu oluřmuřtur (řekil 37).



Şekil 37. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerinin oluşum ortamı modelleri.

5. SONUÇLAR

- 1- Çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen ultramafik kayalar, mineralojik olarak çoklukla harzburjitlerden, az oranda da dunitlerden oluşmaktadır. Bazı durumlarda harzburjit ve dunitler alterasyona maruz kalarak oldukça serpantinleşip, serpantinlere dönüşmüşlerdir.
- 2- Güneydoğu Türkiye kromitleri ofiyolitik podiform tip kromitlerdir. Bu kromitler jeokimyasal özellikleri bakımından yüksek-Cr ($Cr\# > 70$, $TiO_2 \leq 0.2\%ağ.$) ve yüksek-Al bileşimli ($Cr\# < 70$, $TiO_2 = 0.2-0.4\%ağ.$) kromitler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Kromitlerin kimyasal ve mineralojik özellikleri ile kromitleri kristallendiren ilksel ergiyiklerin kimyasal bileşimleri incelendiğinde; yüksek-Cr bileşimli kromitlerin bir yitim ortamında boninitik karakterli bir ergiyik, yüksek-Al bileşimli kromitlerin ise ya okyanus ortası sırtı bölgesinde okyanus ortası sırtı bazaltı (OOSB) tipi bir ergiyik tarafından kristallendikleri ya da yay gerisi havza ortamında oluştukları düşünülmektedir.
- 3- Genellikle kromitlerin toplam PGE içerikleri düşük olmasına rağmen (42–348 ppb, ortalama 135 ppb), bölgeden alınan az sayıdaki örnekte 2.8 ppm'e varan önemli bir PGE zenginleşmesi gözlenmiştir. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kayaları ile ilişkili kromitlerden oldukça fazla sayıda örnekleme yapılmış olmasına rağmen, yapılan detaylı cevher mikroskobu, elektron mikroprob analizleri ve tüm kayaç PGE analizleri, söz konusu bölgedeki ofiyolitik kromitlerin ekonomik anlamda PGE içeriklerine sahip olmadıklarını göstermiştir.
- 4- Tipik bir ofiyolitik kromitte olduğu gibi laurit, kromit kristalleri bünyesinde en bol bulunan PGM olmakla birlikte az oranda irarsit ve Os-Ir alaşımı PGM fazlarını oluşturmaktadır. PGM'ler çoklukla taze kromitler içerisinde, kırık ve çatlaklardan uzakta oluşmuş, özşekilli-yarı özşekilli birincil kapanımlardır. Ayrıca kromit kristallerinde herhangi bir ikincil PGM kapanımının gözlenmemesi, PGM'lerin yüksek sıcaklıkta oluştuklarını ve oluşumları esnasında serpantinleşme ve bozuşma olaylarından fazla etkilenmediklerini göstermektedir.
- 5- Lauritlerin Ru# değerlerinin yüksekliği ve lauritlerin kristallenmesi esnasında Ru-Os arasındaki değişimin sınırlı olması; PGM'lerin yüksek sıcaklıklarda ve kısmen düşük sülfür fugasitesi (fS_2) koşullarında, kromit kristalleri ile birlikte eş zamanlı ya da

kromit kristallerinden daha önce kristallendiklerini göstermektedir. Güneydoğu Türkiye ofiyolitik kromitlerine ait PGM ve BMM mineralojisi, kromitlerin yüksek sıcaklık (1300°C) ve oldukça düşük fS_2 koşullarında kristallenmeye başladığına işaret eder. Bununla birlikte kromitlerin fazla miktarda millerit ve hezlavudit gibi birincil BMM kapanımları içermesi, kromit kristallenmesinin düşük sıcaklık (1000°C) ve kısmen daha yüksek fS_2 koşullarına kadar devam ettiğini göstermektedir.

6. ÖNERİLER

Okyanus Ortası Sırtlarda genellikle susuz ergime koşulları dikkate alındığında, Al içerikleri bakımından zengin kromitlerin bünyesindeki sulu silikatlar olan amfibol minerallerinin varlığı, bu kromitlerin OOS tektonik ortamında oluşmuş olabileceği teorisini kısmen zayıflatmaktadır. Bu durum, söz konusu kromitlerin tektonik oluşum ortamlarının daha detaylı bir şekilde irdelenmesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle tüm kayaç ya da kromit kristalleri bünyesindeki Os içeren PGM'ler üzerinde gerçekleştirilecek olan Re/Os izotop verileri bu problemin çözümüne katkıda bulunabilir.

7. KAYNAKLAR

- Ahmed, A.H., Arai, S. ve Attia, A.K., 2001. Petrological Characteristics of The Pan African Podiform Chromitites and Associated Peridotites of The Proterozoic Ophiolite Complexes, Egypt, Miner. Deposita, 36, 72–84.
- Ahmed, A.H. ve Arai, S., 2002. Unexpectedly High–PGE Chromitite from The Deeper Mantle Section of The Northern Oman Ophiolite and Its Tectonic Implications, Contrib. Mineral. Petr., 143, 263–278.
- Akbulut, M., Pişkin, Ö., Arai, S., Özgenç, İ. ve Minareci, F., 2010. Base Metal (BM) and Platinum–Group Elements (PGE) Mineralogy and Geochemistry of The Elmaslar Chromite Deposit (Denizli, SW Turkey): Implications for a Local BM and PGE Enrichment, Ofioliti, 35, 1, 1–20.
- Arai, S., 1992. Chemistry of Chromian Spinel in Volcanic Rocks as A Potential Guide to Magma Chemistry, Mineral. Mag., 56, 173–184.
- Arai, S. ve Yurimoto, H., 1994. Podiform Chromitites of The Tari–Misaka Ultramafic Complex, Southwestern Japan, as Mantle–melt Interaction Products, Econ. Geol., 89, 1279–1288.
- Arai, S. ve Yurimoto, H., 1995. Possible Sub–arc Origin of Podiform Chromitites, Isl. Arc., 4, 104–111.
- Arai S., 1997. Origin of Podiform Chromitites, J. Asian Earth Sci., 15, 303–310.
- Augé, T., 1987. Chromite Deposits in The Northwern Oman Ophiolite, Mineralogical Constraints, Miner. Deposita, 22, 1–10.
- Augé, T. ve Maurizot, P., 1995. Stratiform and Alluvial Platinum Mineralization in The New Caledonia Ophiolite Complex, Can. Miner., 33, 1023–1045.
- Bacuta, G.C., Kay, R.W., Gibbs, A.K. ve Lipin, B.R., 1990. Platinum–Group Element Abundance and Distribution in Chromite Deposits of The Acoje Block, Zambales Ophiolite Complex, Philippines, J. Geochem. Explor., 37, 113–145.
- Bağcı, U., (baskıda). The Geochemistry and Petrology of The Ophiolitic Rocks from The Kahramanmaraş Region, Southern Turkey, Turk. Jour. Earth Sci., (baskıda).
- Beyazpirinç, M., 2005. Keypez–Nişanıt–Domuzdere–Kitiz (Afşin–Kahramanmaraş) Delayının Jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Bodinier, J.L., Vasseur, G., Vernieres, J., Dupuy, C. ve Fabries, J., 1990. Mechanisms of mantle metasomatism: Geochemical Evidence from The Lherz Orogenic Peridotite, Journal of Petrology, 31, 597–628.
- Bonavia, F.F., Diella, V. ve Ferrario, A., 1993. Precambrian Podiform Chromitites from Kenticha Hill, Southern Ethiopia, Econ. Geol., 88, 198–202.
- Büchl, A., Brugmann, G. ve Batanova, V.G., 2004. Formation of Podiform Chromitite Deposits, Implication from PGE Abundances and Os Isotopic Composition of Chromites From The Troodos Complex, Cyprus, Chem. Geol., 208, 217–232.
- Caran, Ş., Çoban, H., Flower, F.J.M., Ottley, J.C. ve Yılmaz, K., 2010. Podiform Chromitites and Mantle Peridotites of The Antalya Ophiolite, Isparta Angle (SW Turkey): Implications for Partial Melting and Melt–Rock Interaction in Oceanic and Subduction–Related Settings, Lithos, 114, 307–326.
- Chan, T.K. ve Finch, I.J., 2001. Determination of Platinum–Group Elements and Gold by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, in, Australian Platinum Conference, Perth, Western Australia.
- Dick, H.J.B., 1977. Evidence of Partial Melting in The Josephine Peridotite. in Dick, H.J.B., ed, Magma Genesis, Oregon Department of Geology and Mineral Industries Bulletin, 96, 59–62.
- Dick, H.J.B. ve Bullen, T., 1984. Chromium Spinel as A Petrogenetic Indicator in Abyssal and Alpine–type Peridotites and Spatially Associated Lavas, Contrib. Mineral. Petr., 86, 54–76.
- Economou–Eliopoulos, M., 1996. Platinum–Group Element Distribution in Chromite Ores from Ophiolite Complexes, Implications for Their Exploration, Ore Geol. Rev., 11, 363–381.
- Evans B.W. ve Frost B.R., 1975. Chrome–spinel I Progressive Metamorphism–a preliminary Analysis, Geochim. Cosmochim. Acta, 39, 959–972.
- Fryer, P., Taylor, B., Langmuir, H.C. ve Hochstaedter, G.A., 1990. Petrology and Geochemistry of Lavas from The Sumisu and Torishma Backarc Rifts, Earth and Planetary Science Letters, 100, 161–178.
- Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E. ve Yılmaz, Y., 1993. Berit Metaofiyolitinin Jeolojisi, A.Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı: 37–52.
- Garuti, G., Fershtater, G., Bea, F., Montero, P., Pushkarev, E.V. ve Zaccarini, F., 1997. Platinum–Group Elements As Petrological Indicators in Mafic–Ultramafic Complexes of The Central and Southern Urals, Preliminary Results, Tectonophysics, 276, 181–194.

- Garuti, G., Zaccarini, F., Moloshag, V. ve Alimov, V., 1999. Platinum–Group Minerals As Indicators of Sulfur Fugacity in Ophiolitic Upper Mantle: An Example from Chromitites of The Ray–Iz Ultramafic Complex, Polar Urals, Russia, Can. Mineral., 37, 1099–1115.
- Garuti, G., Pushkarev, V.E., Thalhammer, O.A.R. ve Zaccarini, F., 2012. Chromitites of the Urals (Part 1): Overview of Chromite Mineral Chemistry and Geo–Tectonic Setting, Ofioliti, 37, 1, 27–53.
- Graham, I.T., Franklin, B.J. ve Marshall, B., 1996. Chemistry and Mineralogy of Podiform Chromitite Deposits, Southern NSW, Australia: A Guide to Their Origin and Evolution, Mineralogy and Petrology, 37, 129–150.
- Gonzalez–Jimenez, J.M., Proenza, J.A., Gervilla, F., Melgarejo, J.C., Blanco–Moreno, J.A., Ruiz–Sanchez, R. ve Griffin, W.L., 2011a. High–Cr and High–Al Chromitites from The Sagua de Tanamo District, Mayari–Cristal Ophiolitic Massif (Eastern Cuba): Constraints on Their Origin from Mineralogy and Geochemistry of Chromian Spinel and Platinum–Group Elements, Lithos, 2396.
- Gonzalez–Jimenez, J.M., Auge, T., Gervilla, F., Bailly, L., Proenza, A.J. ve Griffin, L.W., 2011b. Mineralogy and Geochemistry of Platinum–Rich Chromitites from The Mantle–Crust Transition Zone at Ouen Island New Caledonia Ophiolite, Canadian Mineralogist, 49, 1549–1569.
- Irvine, T.N., 1977. Origin of Chromite Layers in The Muskox Intrusion and Other Stratiform Intrusions, A New Interpretation, Geology, 5, 273–277.
- Kamenetsky, V.S., Crawford, A.J. ve Meffre, S., 2001. Factors Controlling Chemistry of Magmatic Spinel: An Empirical Study of Associated Olivine, Cr–spinel and Melt Inclusions from Primitive Rocks, J. Petrol. 42, 655–671.
- Kapsiotis, A., Grammatikopoulos, A.T., Tsikouras, B., Hatzipanagiotou, K., Zaccarini, F. ve Garuti, G., 2011. Mineralogy, Composition and PGM of Chromitites from Pefki, Pindos Ophiolite Complex (NW Greece): Evidence for Progressively Elevated fAs Conditions in the Upper Mantle Sequence, Mineralogy and Petrology, 101, 129–150.
- Karaoğlan, F., 2005. Günedođru–Beğre (Doğanşehir–Malatya) Arasında Yüzeyleyen Tektenomagmatik Birimlerin Petrografisi ve Jeokimyası, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Karig, D.E. ve Kozlu, H., 1990. Late Palaeogene Evolution of The Triple Junction Region Near Maraş South–Central Turkey, Journal of Geological Society of London, 147, 1023–1034.
- Kelemen, P.B., 1990. Reaction between Ultramafic Rock and Fractionating Basaltic Magma I. Phase Relations, The Origin of Calc–Alkaline Magma Series and The Formation of Discordant Dunite, Journal of Petrology, 31, 51–98.

- Kozlu, H., 2007. Rutil İçeren Kahramanmaraş Berit Metaofiyoliti Kromitleri İçersinde Belirlenen Polifazlı Pd–Pt–Te Mineralizasyonları Konusunda Kısa Not, MTA Dergisi, 134, 59–64.
- Lago, B., Rabinowicz, M. ve Nicolas, A., 1982. Podiform Cromite Ore Bodies, a Genetic Model, J. Petrol., 23, 103–125.
- Leblanc, M. ve Ceuleneer, G., 1992. Chromite Crystallization in a Multicellular Magma Flow, Evidence from a Chromitite Dike in The Oman Ophiolite, Lithos, 27, 231–257.
- Leblanc, M., 1995. Chromitite and Ultramafic Rock Compositional Zoning Through a Paleotransform Fault, Poum, New Caledonia, Economic Geology, 90, 2028–2039.
- Maurel, C. ve Maurel, P., 1982. Etude Experimentale de la Distribution de L'aluminium Entre Bain Silicate Basique et Spinelle Chromifere, Implications Petrogenetiques, Teneur en Chrome Des Spinelles, Bull Mineral, 105, 197–202.
- Maurel, C., 1984. Etude Expérimentale de L'équilibre Spinelle Chromifere Liquide Silicate Basique, SFMC Meet., "Les spinelles", Lille.
- Matveev, S.ve Ballhaus, C., 2002. Role of Water in The Origin of Podiform Chromitite Deposits, Earth Planet. Sc. Lett., 203, 235–243.
- Melcher, F., Grum, W., Simon, G., Thalhammer, T.V. ve Stumpf, E.F., 1997. Petrogenesis of The Ophiolitic Giant Chromite Deposits of Kempirsai, Kazakhstan, a Study of Solid and Fluid Inclusions in Chromite, J. Petrol., 38, 1419–1458.
- Melcher, F., Grum, W., Thalhammer, T.V. ve Thalhammer, O.A.R., 1999. The Giant Chromite Deposits at Kempirsai, Urals, Constraints from Trace Element (PGE, REE) and Isotope Data, Miner. Deposita, 34, 250–272.
- Naldrett, A.J. ve Duke, J.M., 1980. Pt Metals in Magmatic Sulfide Ores, Science, 208, 1417–1424.
- Nixon, G.T., Cabri, L.J. ve Laflamme, J.H.G., 1990. Platinum–Group–Element Mineralization in Lode and Placer Deposits Associated with The Tulameen Alaskan–Type Complex, British Columbia, Can. Mineral., 28, 503–535.
- Page, N.J., Pallister, J.S., Brown, M.A., Smewing, J.R. ve Haffty, J., 1982. Palladium, Platinum, Rhodium, Ruthenium and Iridium in Chromite Rich Rocks from The Semail Ophiolite, Oman, Can. Mineral., 20, 537–548.
- Pagé, P. ve Barnes, S.J., 2009. Using Trace Elements in Chromites to Constrain The Origin of Podiform Chromitites in The Thetford Mines Ophiolite, Québec, Canada, Econ. Geol. 104, 997–018.

- Parlak, O., Kozlu, H., Delaloye, M., Höck, V. ve Bağcı, U., 2002. Göksun Afşin (Kahramanmaraş) Arasında Yüzeyleyen Yüksekova Ofiyolitinin Jeokimyası ve Jeokronolojisi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (Tübitak) Proje Raporu, Proje No: YDABÇAG-199Y011, Ankara, (Yayınlanmamış).
- Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H. ve Delaloye, M., 2004. Oceanic Crust Generation in an Island Arc Tectonic Setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey), Geological Magazine, 141, 5, 583.
- Parlak, O., 2006. Geodynamic Significance of Granitoid Magmatism in Southeast Anatolia: Geochemical and Geochronological Evidence from Göksun–Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) Region, International Journal of Earth Sciences, 95, 609–627.
- Parlak, O., Rızaoğlu T., Bağcı, U., Karaoğlu, F. ve Höck, V., 2009. Tectonic Significance of The Geochemistry and Petrology of Ophiolites in Southeast Anatolia, Turkey, Tectonophysics, 473, 173–187.
- Pedersen, R.B., Johannesen, G.M. ve Boyd, R., 1993. Stratiform Platinum–Group Element Mineralizations in The Ultramafic Cumulates of The Leka Ophiolite Complex, Central Norway, Econ. Geol., 88, 782–803.
- Perinçek, D. ve Kozlu, H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations of The Units in The Afşin–Elbistan–Doğaneşir Region (Eastern Taurus), Proceedings of International Symposium, Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara, 181–198.
- Poldevaart, A. ve Hess, H. H., 1951. Pyroxenes in The Crystallization of Basaltic Magmas, Journal of Geology, 59, 472–489.
- Prichard, H.M., Neary, C.R. ve Potts, P.J., 1986. Platinum Group Minerals in The Shetland Ophiolite, in *Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks* (M.P. Gallagher, R.A. Ixer, C.R. Neary and H.M. Prichard, eds.), Institution of Mining and Metallurgy, London, U.K., 395–414.
- Prichard, H., Economou–Eliopoulos, M. ve Fisher, P.C., 2008. Contrasting Platinum–Group Mineral Assemblages from Two Different Podiform Chromitite Localities in the Pindos Ophiolite Complex, Greece, Can. Miner. 46, 329–341.
- Proenza, J., Gervilla, F., Melgarejo, J.C. ve Bodinier, J.L., 1999. Al– and Cr–rich Chromitites From The Mayari–Baracoa Ophiolitic Belt (Eastern Cuba), Consequence of Interaction Between Volatile–rich Melts and Peridotite in Suprasubduction Mantle, Econ. Geol., 94, 547–566.
- Proenza, J.A., Ortega–Gutiérrez, F., Camprubí, A., Tritlla, J., Elías–Herrera, M. ve Reyes Salas, M., 2004b. Paleozoic Serpentinite Enclosed Chromitites from Tehuizingo, (Acatlán complex, southern Mexico): a Petrological and Mineralogical Study, Journal of South American Earth Sciences, 16, 649–666.

- Quick, J.E., 1981. The Origin and Significance of Large, Tabular Dunite Bodies in The Trinity Peridotite, Northern California, Contributions to Mineralogy and Petrology, 78, 413–422.
- Rızaoğlu, T., Parlak, O. ve İşler, F., 2005. Geochemistry of The Esence Granitoyid (Göksun–Kahramanmaraş) SE Turkey, Yerbilimleri, 26, 1–13.
- Roberts, S., 1988. Ophiolitic Chromitite Formation, a Marginal Basin Phenomenon, Econ. Geol., 83, 1034–1036.
- Robinson, P.T., Zhou, M.F., Malpas, J. ve Bai, W.J., 1997. Podiform Chromitites, Their Composition, Origin and Environment of Formation, Episodes, 20, 247–252.
- Rollinson, H., 2005. Chromite in The Mantle Section of The Oman Ophiolite, a New Genetic Model, Isl. Arc, 14, 542–550.
- Rollinson, H., 2008. The Geochemistry of Mantle Chromitites from The Northern Part of the Oman Ophiolite: Inferred Parental Melt Composition, Contributions to Mineralogy and Petrology, 156, 273–288.
- Shi, R., Griffin, L.W., O'Reilly, Y.S., Huang, Q., Zhang, X., Liu, D., Zhi, X., Xia, Q. ve Ding, L., 2012a. Melt/Mantle Mixing Produces Podiform Chromite Deposits in Ophiolites: Implications of Re/Os Systematics in The Dongqiao Neo–Tethyan Ophiolite, Northern Tibet, Gondwana Research, 21, 194–206.
- Shi, R., Griffin, L.W., O'Reilly, Y.S., Zhou, M., Zhao, G., Huang, Q., Zhang, X., Ding, B. ve Ding, L., 2012b. Archean Mantle Contributes to The Genesis of Chromitite in the Palaeozoic Sartohay Ophiolite, Asiatic Orogenic Belt, Northwestern China, Precambrian Research, 216–219, 87–94.
- Stockman, H.W. ve Hlava, P.F., 1984. Platinum–group Minerals in Alpine Chromitites From Southwestern Oregon, Econ. Geol., 79, 491–508.
- Talkington, R.W. ve Watkinson, D.H., 1986. Whole Rock Platinum–Group Element Trends in Chromite–Rich Rocks in Ophiolitic and Stratiform Igneous Complexes. In *Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks* (M.J. Gallagher, R.A. Ixer, C.R. Neary & H.M. Prichard, eds.), Institution of Mining and Metallurgy, London, U.K, 427–440.
- Tsoupas, G. ve Economou–Eliopoulos, M., 2008. High PGE Contents and Extremely Abundant PGE–Minerals Hosted in Chromitites from The Veria Ophiolite Complex, Northern Greece, Ore Geology Review 33, 3–19.
- Uçurum, A., Lechler, P.J. ve Larson, L.T., 2000. Platinum–Group Element Distribution in Chromite Ores from Ophiolite Complexes, Western Turkey, Trans. Inst. Min. Metall. (Sect B: Appl. Earth Sci.), 109, 112–120.

- Uçurum, A., Koptagel, O. ve Lechler, P.J., 2006. Main–Component Geochemistry and Platinum–Group–Element Potential of Turkish Chromite Deposits, With Emphasis on The Muğla Area, Int. Geol. Rev., 48, 241–254.
- Uysal, İ., 2003. Ortaca (Muğla) Yöresi Kromititleri'nin Platin Grubu Elementler (PGE) Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uysal, İ., Sadıklar, M.B., Tarkian, M., Karslı O. ve Aydın, F., 2005. Mineralogy and Composition of The Chromitites and Their Platinum–Group Minerals from Ortaca (Muğla SW Turkey): Evidence for Ophiolitic Chromitite Genesis, Miner. Petrol., 83, 219–242.
- Uysal, İ., 2007. Muğla (GB–Türkiye) Üst Manto Peridotitleri ve Ofiyolitik Kromititler'inin Petrolojileri: Mineral Kimyası, Ana Oksit–İz Element–NTE–PGE Jeokimyası, PGE Mineralojisi ve Re–Os İzotop Sistematiği, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uysal, İ., Tarkian, M., Sadıklar, M.B. ve Şen, C., 2007a. Platinum–Group–Elements Geochemistry and Mineralogy in Ophiolitic Chromitites from The Kop Mountains, Northeastern Turkey, Can. Mineral., 45, 355–377.
- Uysal, İ., Zaccarini, F., Garuti, G., Meisel, T., Tarkian, M., Bernhardt, H.J. ve Sadıklar, M.B., 2007b. Ophiolitic Chromitites from The Kahramanmaraş Area, Southeastern Turkey: Their Platinum–Group Elements (PGE) Geochemistry, Mineralogy and Os–isotope Signature, Ofioliti, 32, 151–161.
- Uysal, İ., 2008. Platinum–Group Minerals (PGM) and Other Solid Inclusions in The Elbistan–Kahramanmaraş, Mantle–hosted Ophiolitic Chromitites, South–Eastern Turkey: Their Petrogenetic Significance, Turk. Jour. Earth Sci., 17, 729–740.
- Uysal, İ., Tarkian, M., Sadıklar, M.B., Zaccarini, F., Meisel, T., Garuti, G. ve Heidrich, S., 2009a. Petrology of Al– and Cr–rich Ophiolitic Chromitites from The Muğla, SW Turkey: Implications from Composition of Chromite, Solid Inclusions of Platinum–Group Mineral, Silicate, and Base–metal mineral, and Os–isotope Geochemistry, Contrib. Mineral Petrol., 158, 659–674.
- Uysal, İ., Zaccarini, F., Sadıklar, M.B., Tarkian, M., Thalhammer, O.A.R. ve Garuti, G., 2009b. The Podiform Chromitites in The Dağköplü and Kavak Mines, Eskişehir Ophiolite (NW–Turkey): Genetic Implications of Mineralogical and Geochemical Data, Geologica Acta, 7, 3, 351–362.
- Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis, London, Unwin Hyman.
- Yaman, S. ve Ohnenstetter, M., 1991. Distribution of Platinum–Group Elements of Chromite Deposits within Ultramafic Zone of Mersin Ophiolite (South Turkey), Bulletin of The Geological Congress of Turkey, 6, 253–261.

- Yang, K. ve Seccombe, P.K., 1993. Platinum–Group Minerals in The Chromitites from The Great Serpentinite Belt, NSW, Australia, Miner. Petrol., 47, 263–286.
- Yılmaz, Y., 1993. New Evidence and Model on The Evolution of The Southeast Anatolian Orogen, Bulletin of Geological Society of America, 105, 251–71.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E. ve Genç, S.C., 1993. Ophiolitic and Metamorphic Assemblages of Southeast Anatolia and Their Significance in The Geological Evolution of The Orogenic Belt, Tectonics, 12, 1280–1297.
- Zaccarini, F., Proenza, J.A., Ortega–Gutierrez, F. ve Garuti, G., 2005. Platinum Group Minerals in Ophiolitic Chromitites from Tehuizingo (Acatlan Complex, Southern Mexico), Implications for Postmagmatic Modification, Miner. Petrol., 84, 147–168.
- Zaccarini, F., Garuti, G., Proenza, A.J., Thalhammer, O.A.R., Aiglsperger, T. ve Lewis, J.F., 2011. Chromite and Platinum Group Elements Mineralization in The Santa Elena Ultramafic Nappe (Costa Rica): Geodynamic Implications, Geologica Acta, 9, 3–4, 407–423.
- Zhou, M.F. ve Robinson, P.T., 1994. High–chromium and High–aluminium Podiform Chromitites, Western China, Relationship to Partial Melting and Melt/Rock Interaction in The Upper Mantle, Int. Geol. Rev., 36, 678–686.
- Zhou, M.F., Robinson, P.T., Malpas, J. ve Li, Z., 1996. Podiform Chromitites in The Luobusa Ophiolite (Southern Tibet), Implications for Melt-rock Interaction and Chromite Segregation in The Upper Mantle, J. Petrol., 37, 3–21.
- Zhou, M.F., Sun, M., Keays, R.R. ve Kerrich, R., 1998. Controls on Platinum–group Elemental Distributions of Podiform Chromitites, a Case Study of High–Cr and High–Al Chromitites from Chinese Orogenic Belts, Geochim. Cosmochim. Ac., 62, 677–688.

8. EKLER

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	B25A1	B25A1	B25A1	B25A1	B25A1	B25A3	B25A3	B25A3	B25A3	B25A3	B25B2	B25B2	B25B2	B25B2	B25B2	B25B2	B25B3	B25B3	B25B3	B25B3	B25B3	B25B3	B25B3	
Analiz#	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	
SiO ₂	0.03	0.03	0.04	dla	0.01	0.04	0.04	0.04	0.01	0.02	0.07	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
TiO ₂	0.09	0.10	0.07	0.09	0.08	0.08	0.12	0.12	0.09	0.10	0.19	0.21	0.20	0.21	0.19	0.19	0.07	0.09	0.07	0.19	0.07	0.09	0.09	0.07
Al ₂ O ₃	12.49	12.57	12.30	12.46	12.47	12.74	12.65	12.62	12.66	12.53	13.25	13.59	13.71	13.52	13.28	13.29	13.29	12.46	13.29	13.28	13.29	12.46	12.46	12.16
Cr ₂ O ₃	58.39	58.54	57.63	58.25	58.69	56.24	55.75	55.84	55.63	56.70	54.71	54.35	54.73	53.58	54.10	57.59	58.90	59.70	57.59	54.10	57.59	58.90	59.70	59.70
Fe ₂ O ₃	1.48	0.00	2.03	1.76	1.62	2.15	2.37	2.52	2.34	1.95	3.71	3.75	2.83	4.30	3.36	1.10	0.59	0.00	1.10	3.36	1.10	0.59	0.00	0.00
FeO	14.30	15.93	13.95	14.08	13.83	13.31	13.10	13.44	13.70	13.54	13.28	12.50	12.51	12.58	12.85	14.07	14.19	14.74	14.07	12.85	14.07	14.19	14.74	14.74
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	0.38	0.30	0.35	0.34	0.33	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.01	0.05	0.06	0.02	0.04	0.08	0.10	0.07	0.10	0.08	0.13	0.06	0.16	0.13	0.07	0.07	0.13	0.06	0.13	0.07	0.07	0.13	0.06	0.06
MgO	12.87	11.58	12.92	12.98	13.09	12.71	12.98	12.79	12.49	12.76	13.39	13.90	13.72	13.69	13.35	12.96	12.75	11.64	13.72	13.35	12.96	12.75	11.64	11.64
CaO	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Na ₂ O	0.01	dla	dla	dla	0.03	0.04	dla	0.01	dla	dla	0.02	dla	dla	0.02	0.01	dla	dla	0.01	0.02	0.02	0.01	dla	dla	0.01
K ₂ O	dla	0.02	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	0.02	dla	0.02	dla	0.01	0.02	0.02	dla	0.02	dla
Σ	99.66	98.81	99.01	99.65	99.88	97.73	97.40	97.81	97.39	98.01	98.76	98.43	97.89	98.08	97.25	99.19	99.16	98.44	97.89	98.08	99.19	99.16	98.44	98.44
Si	0.001	0.001	0.001	-	0.000	-	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ti	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002
Al	0.473	0.484	0.469	0.472	0.471	0.491	0.488	0.486	0.491	0.482	0.503	0.515	0.522	0.515	0.511	0.504	0.475	0.469	0.522	0.511	0.504	0.475	0.469	0.469
Cr	1.485	1.511	1.475	1.481	1.488	1.455	1.445	1.444	1.447	1.464	1.394	1.382	1.399	1.369	1.397	1.465	1.506	1.545	1.399	1.369	1.397	1.506	1.545	1.545
Fe ³⁺	0.036	0.000	0.050	0.043	0.039	0.053	0.059	0.062	0.058	0.048	0.090	0.091	0.069	0.105	0.082	0.027	0.014	0.000	0.069	0.105	0.082	0.014	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.385	0.435	0.378	0.379	0.371	0.364	0.359	0.368	0.377	0.370	0.358	0.336	0.338	0.340	0.351	0.378	0.384	0.403	0.338	0.340	0.351	0.384	0.403	0.403
Mn	-	-	-	-	-	0.011	0.008	0.010	0.010	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.001	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.004	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002
Mg	0.617	0.564	0.624	0.622	0.626	0.620	0.634	0.624	0.613	0.621	0.643	0.667	0.661	0.660	0.650	0.621	0.614	0.568	0.661	0.650	0.621	0.614	0.568	0.568
Ca	0.000	-	-	-	0.000	-	-	-	0.001	-	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	0.000	-	-	-	0.002	0.003	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	0.000	-	-	0.001	-	0.001	0.000	-	-	0.001
K	-	0.001	-	-	0.000	-	-	-	-	0.000	-	0.000	0.001	0.000	0.001	-	0.001	-	0.001	0.000	0.001	-	-	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	61.6	56.4	62.3	62.2	62.8	63.0	63.9	62.9	61.9	62.7	64.3	66.5	66.2	66.0	64.9	62.1	61.6	58.5	66.2	66.0	64.9	61.6	58.5	58.5
Cr#	75.8	75.8	75.9	75.8	75.9	74.8	74.7	74.8	74.7	75.2	73.5	72.9	72.8	72.7	73.2	74.4	76.0	76.7	72.8	72.7	73.2	76.0	76.7	76.7
Fe ³⁺ #	1.8	0.0	2.5	2.1	2.0	2.6	2.9	3.1	2.9	2.4	4.5	4.6	3.5	5.3	4.1	1.3	0.7	0.0	3.5	5.3	4.1	0.7	0.0	0.0
Fe ²⁺ #	38.4	43.6	37.7	37.8	37.2	37.0	36.1	37.1	38.1	37.3	35.7	33.5	33.8	34.0	35.1	37.9	38.4	41.5	33.8	34.0	35.1	38.4	41.5	41.5

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1	B32C1-1
Analiz#	3-20	4-20	5-20	6-20	7-20	8-20	9-20	10-20	11-20	12-20	13-20	14-20	15-20	16-20	17-20		
SiO ₂	dla	0.03	dla	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	dla	0.03	dla	0.01	0.05	dla	dla		
TiO ₂	0.14	0.13	0.10	0.12	0.12	0.13	0.10	0.10	0.12	0.12	0.10	0.13	0.14	0.15	0.14		
Al ₂ O ₃	12.08	11.26	10.70	10.27	10.05	9.96	9.86	9.77	9.95	10.00	10.17	10.49	10.89	11.42	12.09		
Cr ₂ O ₃	51.38	52.82	53.15	53.67	53.54	53.70	54.82	53.90	53.57	53.29	53.19	53.33	52.93	51.30	50.92		
Fe ₂ O ₃	7.92	7.43	7.18	7.12	7.10	7.11	6.67	7.24	7.01	7.10	7.45	7.28	7.22	7.85	8.05		
FeO	18.72	18.83	18.83	18.97	18.98	18.61	19.05	18.76	18.79	18.92	18.52	18.90	19.03	18.98	18.61		
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla		
NiO	0.06	0.12	0.07	0.08	0.06	0.07	0.11	0.08	0.04	0.09	0.12	0.03	0.13	0.08	0.10		
MgO	10.01	9.82	9.62	9.49	9.41	9.51	9.42	9.45	9.33	9.31	9.55	9.65	9.60	9.53	9.95		
CaO	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	0.02	dla	dla	0.01	dla	0.02		
Na ₂ O	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.03	0.03	0.03	0.03	dla	0.03	dla	dla	dla	dla		
K ₂ O	dla	dla	0.01	0.02	dla	0.01	dla	dla	0.02	0.02	dla	dla	0.01	0.01	dla		
Σ	100.31	100.44	99.67	99.77	99.27	99.14	100.08	99.34	98.88	98.90	99.14	99.82	100.00	99.33	99.87		
Si	-	0.001	-	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	-	0.001	-	0.000	0.002	-	-		
Ti	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004		
Al	0.467	0.436	0.419	0.403	0.397	0.393	0.386	0.386	0.395	0.396	0.401	0.411	0.425	0.448	0.469		
Cr	1.331	1.373	1.396	1.412	1.418	1.423	1.442	1.428	1.424	1.417	1.408	1.400	1.385	1.349	1.325		
Fe ³⁺	0.195	0.184	0.180	0.178	0.179	0.179	0.167	0.183	0.177	0.180	0.188	0.182	0.180	0.197	0.199		
Fe ²⁺	0.513	0.518	0.523	0.528	0.532	0.522	0.530	0.525	0.528	0.532	0.518	0.525	0.527	0.528	0.512		
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ni	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001	0.003	0.002	0.003		
Mg	0.489	0.481	0.477	0.471	0.470	0.475	0.467	0.472	0.468	0.467	0.477	0.478	0.474	0.472	0.488		
Ca	-	0.000	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001	-	-	0.000	-	0.001		
Na	-	0.001	-	0.001	-	0.002	0.002	0.002	0.002	-	0.002	-	-	-	-		
K	-	-	0.000	0.001	-	0.001	-	-	0.001	0.001	-	-	0.000	0.000	-		
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000		
Mg#	48.8	48.2	47.7	47.1	46.9	47.7	46.8	47.3	46.9	46.7	47.9	47.6	47.4	47.2	48.8		
Cr#	74.0	75.9	76.9	77.8	78.1	78.3	78.9	78.7	78.3	78.1	77.8	77.3	76.5	75.1	73.9		
Fe ³⁺ #	9.8	9.2	9.0	8.9	9.0	9.0	8.4	9.1	8.9	9.0	9.4	9.1	9.0	9.9	10.0		
Fe ²⁺ #	51.2	51.8	52.3	52.9	53.1	52.3	53.2	52.7	53.1	53.3	52.1	52.4	52.6	52.8	51.2		

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	B32C1	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2	B32C2
Analiz#	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
SiO ₂	0.02	dla	0.01	dla	0.02	dla	0.01	0.02	dla	0.02	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.02	dla	dla
TiO ₂	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.11	0.14	0.10	0.10	0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.11	0.11
Al ₂ O ₃	8.53	9.06	9.44	9.92	10.46	9.37	9.21	11.68	9.92	12.57	9.06	9.44	9.92	10.46	9.37	9.21	11.68	9.92	9.92
Cr ₂ O ₃	55.95	56.02	55.02	54.22	53.09	55.30	55.31	51.62	53.90	49.68	56.02	55.02	54.22	53.09	55.30	55.31	51.62	53.90	53.90
Fe ₂ O ₃	6.48	6.48	6.47	7.18	7.76	7.00	6.85	8.10	7.54	8.92	6.48	6.47	7.18	7.76	7.00	6.85	8.10	7.54	7.54
FeO	19.54	19.47	19.28	19.50	19.30	19.20	19.70	19.14	19.30	18.76	19.47	19.28	19.50	19.30	19.20	19.70	19.14	19.30	19.30
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.10	0.05	0.13	0.12	0.12	0.10	0.14	0.10	0.01	0.10	0.05	0.13	0.12	0.12	0.10	0.14	0.10	0.01	0.01
MgO	8.80	9.14	9.14	9.17	9.27	9.36	9.07	9.67	9.29	9.95	9.14	9.14	9.17	9.27	9.36	9.07	9.67	9.29	9.29
CaO	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla
Na ₂ O	0.05	0.02	dla	0.02	0.04	0.01	dla	0.01	0.02	0.01	0.02	dla	0.02	0.04	0.01	dla	dla	0.01	0.02
K ₂ O	dla	dla	0.02	dla	dla	0.01	dla	dla	0.03	dla	dla	0.02	dla	dla	0.01	dla	dla	0.03	0.03
Σ	99.58	100.35	99.60	100.24	100.16	100.48	100.43	100.49	100.12	100.16	100.35	99.60	100.24	100.16	100.48	100.43	100.49	100.12	100.12
Si	0.001	-	0.000	-	-	-	0.000	0.001	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000	0.001	-	-
Ti	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Al	0.359	0.356	0.373	0.389	0.409	0.367	0.362	0.452	0.389	0.485	0.356	0.373	0.389	0.409	0.367	0.362	0.452	0.389	0.389
Cr	1.493	1.478	1.459	1.426	1.393	1.453	1.458	1.341	1.419	1.287	1.478	1.459	1.426	1.393	1.453	1.458	1.341	1.419	1.419
Fe ³⁺	0.165	0.163	0.163	0.180	0.194	0.175	0.172	0.200	0.189	0.220	0.163	0.163	0.180	0.194	0.175	0.172	0.200	0.189	0.189
Fe ²⁺	0.551	0.543	0.541	0.543	0.536	0.534	0.549	0.526	0.537	0.514	0.543	0.541	0.543	0.536	0.534	0.549	0.526	0.537	0.537
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.000	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.000	0.000
Mg	0.443	0.455	0.457	0.455	0.459	0.464	0.451	0.474	0.461	0.486	0.455	0.457	0.455	0.459	0.464	0.451	0.474	0.461	0.461
Ca	0.000	-	-	-	0.000	-	-	0.000	-	0.001	-	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
Na	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.001	-	0.001	0.001	0.000	0.001	-	0.001	0.002	0.001	-	0.001	0.001	0.001
K	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	-	0.001
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	44.5	45.6	45.8	45.6	46.1	46.5	45.1	47.4	46.2	48.6	45.6	45.8	45.6	46.1	46.5	45.1	47.4	46.2	46.2
Cr#	81.5	80.6	79.6	78.6	77.3	79.8	80.1	74.8	78.5	72.6	80.6	79.6	78.6	77.3	79.8	80.1	74.8	78.5	78.5
Fe ³⁺ #	8.2	8.1	8.2	9.0	9.7	8.8	8.6	10.0	9.5	11.0	8.1	8.2	9.0	9.7	8.8	8.6	10.0	9.5	9.5
Fe ²⁺ #	55.5	54.4	54.2	54.4	53.9	53.5	54.9	52.6	53.8	51.4	54.4	54.2	54.4	53.9	53.5	54.9	52.6	53.8	53.8

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	B37B2	B37B2	B37B2	B37B2	B37B2	B37B2	B37B2	B37B2	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3	B39A3
Analiz#	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SiO ₂	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.08	dla	0.03	0.01	0.04	0.04	0.12	0.02	0.02	0.06	0.02	0.03	0.01	
TiO ₂	0.11	0.12	0.12	0.09	0.13	0.09	0.11	0.10	0.08	0.10	0.10	0.09	0.09	0.19	0.18	0.18	0.20	0.17	
Al ₂ O ₃	10.30	10.19	10.35	11.57	10.69	10.62	10.62	10.75	13.06	13.13	12.97	13.21	13.25	13.41	13.43	13.25	13.43	13.60	
Cr ₂ O ₃	56.37	56.25	56.05	53.85	55.85	54.95	55.12	55.12	57.64	58.35	57.37	58.32	58.20	54.33	55.46	55.95	55.57	55.18	
Fe ₂ O ₃	4.78	4.92	5.03	6.09	5.61	5.84	5.85	5.68	1.33	1.77	1.92	1.06	1.23	4.06	3.59	3.83	3.45	3.55	
FeO	17.91	17.64	17.65	17.55	17.63	17.57	17.72	17.33	13.67	13.42	13.10	13.45	13.07	13.43	13.16	13.56	13.20	13.64	
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	
NiO	0.10	0.07	0.06	0.06	0.11	0.09	0.06	0.10	0.02	0.10	0.12	0.10	0.08	0.11	0.15	0.10	0.11	0.08	
MgO	10.22	10.40	10.42	10.62	10.57	10.47	10.42	10.61	13.24	13.56	13.51	13.54	13.63	13.27	13.68	13.59	13.68	13.37	
CaO	0.01	dla	dla	dla	0.03	dla	0.01	0.02	dla	dla	0.02	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	
Na ₂ O	0.01	dla	dla	0.01	0.01	0.02	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02	0.03	0.02	0.01	dla	dla	0.01	
K ₂ O	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	0.03	0.02	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	
Σ	99.83	99.63	99.68	99.86	100.67	99.73	99.92	99.75	99.11	100.45	99.17	99.91	99.62	98.83	99.74	100.48	99.69	99.61	
Si	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003	-	0.001	0.001	0.000	0.001	0.004	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	
Ti	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	
Al	0.401	0.398	0.403	0.447	0.412	0.413	0.413	0.417	0.495	0.491	0.491	0.496	0.498	0.509	0.505	0.495	0.505	0.512	
Cr	1.474	1.472	1.465	1.397	1.444	1.433	1.437	1.436	1.466	1.463	1.456	1.468	1.468	1.384	1.397	1.403	1.401	1.394	
Fe ³⁺	0.119	0.123	0.125	0.150	0.138	0.145	0.145	0.141	0.032	0.042	0.046	0.025	0.030	0.098	0.086	0.092	0.083	0.085	
Fe ²⁺	0.495	0.488	0.488	0.481	0.482	0.485	0.489	0.478	0.368	0.356	0.352	0.358	0.349	0.362	0.351	0.360	0.352	0.365	
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	
Mg	0.504	0.513	0.513	0.519	0.515	0.515	0.512	0.521	0.635	0.641	0.646	0.643	0.648	0.637	0.650	0.643	0.650	0.637	
Ca	0.000	-	-	-	0.001	-	0.000	0.001	-	-	0.001	-	0.000	-	-	-	0.000	-	
Na	0.000	-	-	0.001	0.001	0.001	-	0.001	-	-	-	0.001	0.002	0.001	0.001	-	-	0.000	
K	0.000	-	-	-	0.000	0.000	-	-	-	0.001	0.001	-	-	0.000	-	-	0.000	-	
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
Mg#	50.4	51.2	51.3	51.9	51.7	51.5	51.2	52.2	63.3	64.3	64.8	64.2	65.0	63.8	64.9	64.1	64.9	63.6	
Cr#	78.6	78.7	78.4	75.8	77.8	77.6	77.7	77.5	74.7	74.9	74.8	74.8	74.7	73.1	73.5	73.9	73.5	73.1	
Fe ³⁺ #	6.0	6.2	6.3	7.5	6.9	7.3	7.3	7.1	1.6	2.1	2.3	1.3	1.5	4.9	4.3	4.6	4.2	4.3	
Fe ²⁺ #	49.6	48.8	48.7	48.1	48.3	48.5	48.8	47.8	36.7	35.7	35.2	35.8	35.0	36.2	35.1	35.9	35.1	36.4	

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	BE16	D3	D3	D3	D3
Analiz#	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4
SiO ₂	0.03	0.01	dla	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	0.04	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	0.03	0.02	0.01
TiO ₂	0.12	0.08	0.10	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	0.08	0.10	0.06	0.09	0.07	0.11	0.20	0.20	0.21	0.18	0.20
Al ₂ O ₃	6.69	10.23	10.31	6.75	6.81	10.22	9.19	10.06	6.70	9.92	9.48	10.16	6.84	10.15	12.29	12.29	12.18	12.32	12.69
Cr ₂ O ₃	60.31	53.48	53.82	59.96	60.12	54.17	55.61	54.61	58.50	54.13	54.75	53.78	58.97	53.44	55.16	54.33	54.33	55.66	54.08
Fe ₂ O ₃	5.00	7.93	7.91	5.64	5.55	7.39	7.17	7.09	6.18	7.72	7.20	7.78	6.17	7.70	4.98	4.98	5.59	4.93	5.31
FeO	19.70	19.13	19.63	18.68	18.68	18.99	19.26	19.01	19.82	19.66	19.18	19.24	18.52	18.92	15.81	15.81	15.59	16.03	15.57
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.41	0.48	0.48	0.47	0.48
NiO	0.13	0.18	0.05	0.06	0.03	0.08	0.16	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.04	0.12	0.15	0.15	0.09	0.09	0.11
MgO	8.92	9.43	9.40	9.55	9.57	9.65	9.42	9.63	8.61	9.15	9.32	9.33	9.55	9.48	11.74	11.82	11.82	11.77	11.80
CaO	0.01	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla
Na ₂ O	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.05	0.01	0.05	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	dla
K ₂ O	0.01	0.02	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla
Σ	100.91	100.50	101.22	100.71	100.85	100.58	100.93	100.61	100.00	100.84	100.05	100.48	100.19	99.95	100.74	100.32	100.32	101.49	100.27
Si	0.001	0.000	-	-	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	-	0.001	0.001	0.000
Ti	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.003	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005
Al	0.265	0.399	0.400	0.266	0.268	0.398	0.359	0.392	0.268	0.387	0.373	0.396	0.271	0.398	0.466	0.466	0.464	0.464	0.482
Cr	1.601	1.400	1.400	1.588	1.589	1.415	1.456	1.427	1.570	1.416	1.444	1.409	1.568	1.405	1.404	1.388	1.388	1.407	1.379
Fe ³⁺	0.126	0.198	0.196	0.142	0.140	0.184	0.179	0.176	0.158	0.192	0.181	0.194	0.156	0.193	0.121	0.136	0.136	0.119	0.129
Fe ²⁺	0.553	0.529	0.540	0.523	0.522	0.524	0.534	0.525	0.563	0.544	0.535	0.533	0.521	0.526	0.426	0.421	0.421	0.429	0.420
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	0.013	0.013	0.013	0.013
Ni	0.004	0.005	0.001	0.002	0.001	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.004	0.004	0.002	0.002	0.003
Mg	0.446	0.465	0.461	0.477	0.477	0.475	0.465	0.474	0.436	0.451	0.463	0.461	0.479	0.470	0.564	0.564	0.569	0.561	0.567
Ca	0.001	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000	-
Na	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.001	0.003	0.001	0.001	-	-	-	-	-
K	0.000	0.001	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	-	-	0.001
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	44.7	46.8	46.0	47.7	47.7	47.5	46.6	47.4	43.7	45.3	46.4	46.4	47.9	47.2	57.0	57.5	57.5	56.7	57.4
Cr#	85.8	77.8	77.8	85.6	85.5	78.1	80.2	78.5	85.4	78.5	79.5	78.0	85.3	77.9	75.1	74.9	74.9	75.2	74.1
Fe ³⁺ #	6.3	9.9	9.8	7.1	7.0	9.2	9.0	8.8	7.9	9.6	9.0	9.7	7.8	9.7	6.1	6.8	6.8	6.0	6.5
Fe ²⁺ #	55.3	53.2	54.0	52.3	52.3	52.5	53.4	52.6	56.3	54.7	53.6	53.6	52.1	52.8	43.0	42.5	42.5	43.3	42.6

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek# Analiz#	D13	D13	D13	D13	D13	D20	D20	D20	D24	D24	D24	D24	D24	D24	D24	D24	D24	D29B	D29B
	8	9	10	11	12	13	13	1	2	3	4	5	6	7	1	2			
SiO ₂	0.03	dla	0.02	0.04	0.03	0.01	dla	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	dla	dla	0.02	0.03	dla	0.02	0.03
TiO ₂	0.11	0.09	0.12	0.10	0.12	0.10	0.26	0.18	0.17	0.17	0.14	0.17	0.20	0.18	0.18	0.20	0.20	0.18	0.20
Al ₂ O ₃	12.58	11.06	12.85	12.18	12.56	9.84	14.78	9.94	10.50	10.06	10.24	9.93	10.22	10.10	11.15	12.53	10.22	11.15	12.53
Cr ₂ O ₃	49.83	50.10	46.81	49.65	48.71	52.47	52.08	58.19	57.35	58.85	58.50	57.94	57.44	58.10	56.51	56.11	57.44	56.51	56.11
Fe ₂ O ₃	7.46	9.01	10.28	8.57	8.40	8.26	4.55	3.57	2.91	2.54	2.85	2.92	3.28	3.04	6.67	4.04	3.28	6.67	4.04
FeO	18.62	18.67	18.41	18.42	18.33	18.95	13.46	12.31	13.13	12.78	12.82	12.65	13.31	13.67	13.58	15.97	13.31	13.67	15.97
MnO	0.47	0.43	0.42	0.53	0.42	0.50	0.35	0.38	0.30	0.31	0.40	0.47	0.46	0.38	dla	dla	0.46	dla	dla
NiO	0.08	0.06	0.15	0.10	0.09	0.13	0.11	0.14	0.11	0.06	0.08	0.08	0.11	0.09	0.07	0.08	0.11	0.09	0.07
MgO	9.33	9.21	9.48	9.55	9.54	9.00	13.23	13.17	12.70	13.05	12.98	12.82	12.49	12.37	13.59	12.05	12.49	13.59	12.05
CaO	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	0.02	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Na ₂ O	0.04	0.02	0.02	dla	0.02	dla	dla	0.04	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	0.01
K ₂ O	0.01	dla	0.02	0.03	dla	dla	0.01	0.02	0.00	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.01	0.01	dla
Σ	98.56	98.64	98.59	99.17	98.20	99.27	98.83	97.93	97.23	97.85	98.05	97.03	97.52	97.94	101.79	101.03	97.52	101.79	101.03
Si	0.001	-	0.001	0.001	0.001	0.000	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	0.001	0.001	-	0.001	0.001
Ti	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005
Al	0.494	0.438	0.504	0.477	0.495	0.390	0.558	0.386	0.411	0.391	0.398	0.390	0.400	0.394	0.416	0.472	0.400	0.394	0.472
Cr	1.314	1.331	1.233	1.303	1.287	1.395	1.320	1.517	1.505	1.535	1.523	1.526	1.509	1.522	1.415	1.419	1.509	1.415	1.419
Fe ³⁺	0.187	0.228	0.258	0.214	0.211	0.209	0.110	0.089	0.073	0.063	0.071	0.073	0.082	0.076	0.159	0.097	0.082	0.159	0.097
Fe ²⁺	0.519	0.525	0.513	0.511	0.512	0.533	0.361	0.339	0.364	0.353	0.353	0.353	0.370	0.379	0.360	0.427	0.370	0.360	0.427
Mn	0.013	0.012	0.012	0.015	0.012	0.014	0.009	0.011	0.008	0.009	0.011	0.013	0.013	0.011	-	-	0.013	-	-
Ni	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
Mg	0.464	0.461	0.471	0.472	0.475	0.451	0.632	0.624	0.629	0.642	0.638	0.637	0.618	0.611	0.642	0.575	0.618	0.642	0.575
Ca	-	-	-	-	-	0.000	-	-	0.001	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-
Na	0.002	0.001	0.001	-	0.001	-	-	0.002	-	0.000	-	-	-	0.001	0.000	0.001	-	0.000	0.001
K	0.001	-	0.001	0.001	-	-	0.000	0.001	0.000	0.000	-	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	47.2	46.8	47.9	48.0	48.1	45.9	63.7	65.6	63.3	64.5	64.4	64.4	62.6	61.7	64.1	57.4	62.6	64.1	57.4
Cr#	72.7	75.2	71.0	73.2	72.2	78.2	70.3	79.7	78.6	79.7	79.3	79.7	79.0	79.4	77.3	75.0	79.0	77.3	75.0
Fe ³⁺ #	9.4	11.4	12.9	10.7	10.6	10.5	5.5	4.4	3.7	3.2	3.5	3.7	4.1	3.8	8.0	4.9	4.1	3.8	4.9
Fe ²⁺ #	52.8	53.2	52.1	52.0	51.9	54.1	36.3	34.4	36.7	35.5	35.6	35.6	37.4	38.3	35.9	42.6	37.4	35.9	42.6

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B	D29B
Analiz#	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
SiO ₂	0.01	0.02	0.01	0.02	dla	dla	0.02	0.01	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	0.01	0.02	dla	0.02	
TiO ₂	0.20	0.23	0.21	0.21	0.15	0.17	0.20	0.20	0.21	0.18	0.21	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	dla	
Al ₂ O ₃	12.32	12.85	12.37	12.56	13.08	12.45	12.43	12.67	12.38	12.48	12.50	12.61	13.11	12.52	12.42	12.43	12.54	12.41	
Cr ₂ O ₃	56.05	56.01	55.91	55.82	55.81	55.80	55.78	55.77	55.74	55.73	55.73	55.71	55.70	55.65	55.61	55.60	55.58	55.52	
Fe ₂ O ₃	4.80	2.87	4.41	4.56	2.82	4.82	4.72	4.11	4.59	4.82	4.46	4.45	1.21	4.94	4.65	4.65	4.34	4.46	
FeO	15.60	16.82	15.43	15.60	16.28	15.37	15.67	15.63	15.41	15.44	15.53	15.25	18.89	15.26	15.55	15.63	15.55	15.57	
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	
NiO	0.08	0.03	0.16	0.11	0.07	0.11	0.11	0.09	0.16	0.03	0.09	0.15	0.08	0.07	0.17	0.07	0.08	0.10	
MgO	12.29	11.39	12.23	12.35	11.66	12.39	12.27	12.23	12.32	12.41	12.29	12.40	9.78	12.49	12.19	12.19	12.23	12.14	
CaO	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.02	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	
Na ₂ O	0.02	0.02	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02	dla	0.01	dla	dla	
K ₂ O	0.01	dla	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	dla	0.01	
Σ	101.38	100.24	100.76	101.25	99.87	101.12	101.19	100.71	100.82	101.14	100.82	100.78	98.97	101.15	100.83	100.81	100.50	100.39	
Si	0.000	0.001	0.000	0.001	-	-	0.001	0.000	0.000	0.001	-	-	-	-	0.000	0.001	-	0.001	
Ti	0.005	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	
Al	0.463	0.489	0.467	0.472	0.498	0.468	0.468	0.478	0.467	0.469	0.472	0.475	0.510	0.471	0.469	0.470	0.474	0.471	
Cr	1.413	1.430	1.417	1.407	1.426	1.408	1.408	1.412	1.411	1.406	1.411	1.409	1.452	1.403	1.409	1.409	1.411	1.413	
Fe ³⁺	0.115	0.070	0.106	0.109	0.069	0.116	0.113	0.099	0.111	0.116	0.107	0.107	0.030	0.118	0.112	0.112	0.105	0.108	
Fe ²⁺	0.416	0.454	0.414	0.416	0.440	0.410	0.418	0.419	0.413	0.412	0.416	0.408	0.521	0.407	0.417	0.419	0.417	0.419	
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.002	0.001	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	0.004	0.001	0.002	0.004	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	0.003	
Mg	0.584	0.548	0.584	0.587	0.562	0.590	0.584	0.584	0.588	0.590	0.587	0.592	0.481	0.594	0.582	0.582	0.585	0.582	
Ca	-	-	0.000	-	-	-	-	0.000	0.000	-	-	0.001	0.000	-	0.000	-	-	-	
Na	0.001	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	0.001	-	0.001	-	-	
K	0.000	-	-	-	-	0.001	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	-	0.000	
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
Mg#	58.4	54.7	58.5	58.5	56.1	59.0	58.3	58.2	58.8	58.9	58.5	59.2	48.0	59.3	58.3	58.2	58.4	58.2	
Cr#	75.3	74.5	75.2	74.9	74.1	75.0	75.1	74.7	75.1	75.0	74.9	74.8	74.0	74.9	75.0	75.0	74.8	75.0	
Fe ³⁺ #	5.8	3.5	5.3	5.5	3.4	5.8	5.7	5.0	5.6	5.8	5.4	5.4	1.5	5.9	5.6	5.6	5.3	5.4	
Fe ²⁺ #	41.6	45.3	41.5	41.5	43.9	41.0	41.7	41.8	41.2	41.1	41.5	40.8	52.0	40.7	41.7	41.8	41.6	41.8	

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A	D31A
Analiz#	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	20
SiO ₂	0.03	dla	0.02	dla	dla	0.03	dla	0.04	dla	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	dla	dla	0.03	0.03
TiO ₂	0.19	0.20	0.17	0.21	0.21	0.21	0.18	0.22	0.21	0.19	0.20	0.15	0.20	0.17	0.18	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21
Al ₂ O ₃	13.51	12.89	13.55	13.42	13.44	13.47	13.49	13.49	13.24	13.40	13.38	13.54	13.47	13.48	13.34	13.45	13.44	13.44	13.33	13.33
Cr ₂ O ₃	56.76	56.75	56.72	56.67	56.58	56.55	56.44	56.41	56.31	56.26	56.24	56.16	56.13	56.12	55.99	55.90	55.87	55.87	55.82	55.82
Fe ₂ O ₃	2.70	3.34	3.22	3.26	3.01	3.28	2.99	2.99	3.36	3.45	3.07	3.45	3.33	3.28	3.67	3.49	3.48	3.48	3.37	3.37
FeO	15.31	15.38	15.25	15.04	15.02	15.14	15.25	15.46	15.47	15.08	15.27	15.42	15.15	15.18	14.75	14.85	14.90	14.90	14.99	14.99
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.10	0.07	0.17	0.13	0.08	0.07	0.09	0.04	0.11	0.08	0.08	0.14	0.13	0.07	0.08	0.06	0.15	0.15	0.14	0.14
MgO	12.64	12.51	12.76	12.82	12.82	12.72	12.64	12.60	12.43	12.71	12.57	12.51	12.68	12.70	12.89	12.85	12.77	12.77	12.64	12.64
CaO	dla	0.02	dla	0.02	dla	0.02	dla	0.01	0.02	dla	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01
Na ₂ O	dla	dla	dla	dla	dla	0.03	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla
K ₂ O	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.02	dla	dla	0.02	0.02	dla	0.02	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.02	0.02
Σ	101.23	101.17	101.88	101.58	101.16	101.55	101.09	101.29	101.16	101.20	100.83	101.42	101.10	101.03	100.95	100.82	100.81	100.81	100.57	100.57
Si	0.001	-	0.001	-	-	0.001	-	0.001	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	-	-	0.001	0.001
Ti	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Al	0.504	0.483	0.503	0.499	0.502	0.501	0.504	0.504	0.496	0.500	0.502	0.505	0.503	0.504	0.499	0.503	0.503	0.503	0.501	0.501
Cr	1.421	1.427	1.412	1.414	1.416	1.411	1.415	1.412	1.415	1.409	1.415	1.405	1.407	1.408	1.404	1.404	1.404	1.404	1.407	1.407
Fe ³⁺	0.064	0.080	0.076	0.077	0.072	0.078	0.071	0.071	0.080	0.082	0.073	0.082	0.080	0.078	0.088	0.083	0.083	0.083	0.081	0.081
Fe ²⁺	0.405	0.409	0.401	0.397	0.398	0.400	0.404	0.410	0.411	0.400	0.406	0.408	0.402	0.403	0.391	0.394	0.396	0.396	0.400	0.400
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004
Mg	0.597	0.593	0.599	0.603	0.605	0.599	0.598	0.595	0.589	0.600	0.596	0.590	0.599	0.600	0.610	0.608	0.605	0.605	0.601	0.601
Ca	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-	0.000	0.001	-	0.000	0.001	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000
Na	-	-	-	-	-	0.002	-	0.000	-	0.001	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-
K	0.000	-	-	0.000	-	0.001	-	-	0.001	0.001	-	0.001	-	-	0.000	0.000	-	-	0.001	0.001
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	59.5	59.2	59.9	60.3	60.3	60.0	59.6	59.2	58.9	60.0	59.5	59.1	59.9	59.9	60.9	60.7	60.4	60.4	60.1	60.1
Cr#	73.8	74.7	73.7	73.9	73.8	73.8	73.7	73.7	74.0	73.8	73.8	73.6	73.7	73.6	73.8	73.6	73.6	73.6	73.8	73.8
Fe ³⁺ #	3.2	4.0	3.8	3.9	3.6	3.9	3.6	3.6	4.0	4.1	3.7	4.1	4.0	3.9	4.4	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1
Fe ²⁺ #	40.5	40.8	40.1	39.7	39.7	40.0	40.4	40.8	41.1	40.0	40.5	40.9	40.1	40.1	39.1	39.3	39.6	39.6	39.9	39.9

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	D31A	D31A
Analiz#	21	22
SiO ₂	0.04	0.01
TiO ₂	0.20	0.19
Al ₂ O ₃	13.25	13.44
Cr ₂ O ₃	55.80	55.72
Fe ₂ O ₃	3.71	3.31
FeO	14.78	15.30
MnO	dla	dla
NiO	0.14	0.09
MgO	12.85	12.46
CaO	0.01	dla
Na ₂ O	dla	0.02
K ₂ O	dla	dla
Σ	100.78	100.53
Si	0.001	0.000
Ti	0.005	0.005
Al	0.497	0.505
Cr	1.403	1.406
Fe ³⁺	0.089	0.079
Fe ²⁺	0.393	0.408
Mn	—	—
Ni	0.003	0.002
Mg	0.609	0.593
Ca	0.000	—
Na	—	0.001
K	—	—
Σ	3.000	3.000
Mg#	60.8	59.2
Cr#	73.9	73.6
Fe ³⁺ #	4.5	4.0
Fe ²⁺ #	39.2	40.8

Ek Tablo 2. Yüksek-Al bileşimli kromititlere ait kromit kristallerinin elektron mikropob analizleri [$Cr\# = 100 \times Cr/(Cr+Al)$], $Mg\# = 100 \times Mg/(Mg+Fe^{2+})$, $Fe^{3+}\# = 100 \times Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$, $Fe^{2+}\# = 100 \times Fe^{2+}/(Mg+Fe^{2+})$; N = Analiz Sayısı, dla = deteksiyon limitinin altında].

Örnek#	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8C2	B8A1	B8A1	B8A1	B8A1	B8A1	B8A1	B8A1	B8A1
Analiz#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	
SiO ₂	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.07
TiO ₂	0.23	0.28	0.22	0.25	0.20	0.23	0.28	0.22	0.25	0.20	0.17	0.28	0.22	0.24	0.13	0.12	0.19	0.13	
Al ₂ O ₃	29.52	26.12	29.02	27.44	29.36	29.52	26.12	29.02	27.44	29.36	24.60	26.50	26.25	25.74	23.80	24.32	24.35	25.25	
Cr ₂ O ₃	38.46	40.59	38.86	39.91	38.40	38.46	40.59	38.86	39.91	38.40	43.66	42.22	42.51	42.94	44.03	43.41	43.69	42.63	
Fe ₂ O ₃	4.29	5.82	4.82	5.21	4.41	4.29	5.82	4.82	5.21	4.41	4.00	3.92	3.70	3.45	2.58	2.13	2.27	2.40	
FeO	9.82	10.45	9.83	10.73	10.00	9.82	10.45	9.83	10.73	10.00	12.40	12.36	12.65	12.79	13.16	13.52	13.31	12.97	
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	
NiO	0.12	0.18	0.13	0.21	0.20	0.12	0.18	0.13	0.21	0.20	0.20	0.15	0.11	0.17	0.11	0.11	0.25	0.17	
MgO	17.61	16.87	17.63	16.83	17.35	17.61	16.87	17.63	16.83	17.35	15.45	15.94	15.69	15.34	14.49	14.19	14.39	14.76	
CaO	dla	0.01	dla	0.02	dla	dla	0.01	dla	0.02	dla	0.02	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	
Na ₂ O	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	
K ₂ O	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	
Σ	100.07	100.32	100.49	100.60	99.96	100.07	100.32	100.49	100.60	99.96	100.53	101.41	101.17	100.72	98.37	97.83	98.50	98.38	
Si	0.000	-	-	-	0.000	0.000	-	-	-	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	
Ti	0.005	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.006	0.005	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003	
Al	1.011	0.910	0.993	0.949	1.009	1.011	0.910	0.993	0.949	1.009	0.867	0.918	0.913	0.902	0.862	0.884	0.879	0.907	
Cr	0.884	0.948	0.892	0.926	0.885	0.884	0.948	0.892	0.926	0.885	1.033	0.981	0.993	1.010	1.069	1.059	1.058	1.027	
Fe ³⁺	0.094	0.129	0.105	0.115	0.097	0.094	0.129	0.105	0.115	0.097	0.090	0.087	0.082	0.077	0.060	0.049	0.052	0.055	
Fe ²⁺	0.239	0.258	0.239	0.263	0.244	0.239	0.258	0.239	0.263	0.244	0.310	0.304	0.312	0.318	0.338	0.349	0.341	0.331	
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.003	0.004	0.003	0.005	0.005	0.003	0.004	0.003	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.006	0.004	
Mg	0.763	0.743	0.763	0.736	0.754	0.763	0.743	0.763	0.736	0.754	0.689	0.699	0.691	0.680	0.663	0.652	0.657	0.671	
Ca	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-	
Na	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-	-	
K	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
Mg#	76.2	74.2	76.2	73.7	75.6	76.2	74.2	76.2	73.7	75.6	69.0	69.7	68.9	68.1	66.2	65.2	65.8	67.0	
Cr#	46.6	51.0	47.3	49.4	46.7	46.6	51.0	47.3	49.4	46.7	54.4	51.7	52.1	52.8	55.4	54.5	54.6	53.1	
Fe ³⁺ #	4.7	6.5	5.3	5.8	4.9	4.7	6.5	5.3	5.8	4.9	4.5	4.4	4.1	3.9	3.0	2.5	2.6	2.8	
Fe ²⁺ #	23.8	25.8	23.8	26.3	24.4	23.8	25.8	23.8	26.3	24.4	31.0	30.3	31.1	31.9	33.8	34.8	34.2	33.0	

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1	B18A1
Analiz#	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	12	12
SiO ₂	0.04	0.03	0.03	0.03	0.68	0.07	0.03	dla	0.13	dla	0.01	0.05	0.01	0.16	0.07	0.06			
TiO ₂	0.17	0.28	0.22	0.24	0.15	0.16	0.20	0.18	0.23	0.72	0.19	0.17	0.17	0.21	0.19	0.21			
Al ₂ O ₃	24.60	26.50	26.25	25.74	23.07	24.88	24.42	24.61	24.65	24.67	25.04	25.12	24.98	24.73	24.54	24.67			
Cr ₂ O ₃	43.66	42.22	42.51	42.94	44.21	44.94	44.58	45.25	44.59	44.42	44.49	44.14	44.71	45.02	44.82	44.26			
Fe ₂ O ₃	4.00	3.92	3.70	3.45	0.47	1.35	1.63	1.31	1.04	0.88	1.79	1.56	1.60	1.04	0.83	1.36			
FeO	12.40	12.36	12.65	12.79	13.88	12.98	13.24	13.27	13.73	13.46	13.10	13.06	12.84	13.59	13.64	13.19			
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla			
NiO	0.20	0.15	0.11	0.17	0.14	0.14	0.17	0.23	0.19	0.18	0.15	0.16	0.20	0.12	0.18	0.21			
MgO	15.45	15.94	15.69	15.34	14.11	14.90	14.56	14.67	14.41	14.75	14.92	14.84	15.00	14.62	14.28	14.55			
CaO	0.02	dla	dla	dla	0.05	dla	dla	dla	0.02	0.01	dla	dla	dla	0.02	dla	0.02			
Na ₂ O	dla	dla	dla	0.02	0.01	0.03	0.01	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	0.02	0.01	0.01			
K ₂ O	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla			
Σ	100.53	101.41	101.17	100.72	96.76	99.44	98.83	99.52	99.01	99.10	99.70	99.10	99.51	99.52	98.55	98.53			
Si	0.001	0.001	0.001	0.001	0.021	0.002	0.001	-	0.004	-	0.000	0.001	0.000	0.005	0.002	0.002			
Ti	0.004	0.006	0.005	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.016	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005			
Al	0.867	0.918	0.913	0.902	0.849	0.886	0.878	0.878	0.884	0.883	0.890	0.897	0.888	0.882	0.885	0.888			
Cr	1.033	0.981	0.993	1.010	1.091	1.073	1.075	1.083	1.073	1.066	1.060	1.057	1.067	1.077	1.084	1.069			
Fe ³⁺	0.090	0.087	0.082	0.077	0.011	0.031	0.037	0.030	0.024	0.020	0.041	0.036	0.036	0.024	0.019	0.031			
Fe ²⁺	0.310	0.304	0.312	0.318	0.362	0.328	0.338	0.336	0.350	0.342	0.330	0.331	0.324	0.344	0.349	0.337			
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ni	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.003	0.005	0.005			
Mg	0.689	0.699	0.691	0.680	0.656	0.671	0.662	0.662	0.654	0.667	0.670	0.670	0.675	0.660	0.651	0.663			
Ca	0.001	-	-	-	0.002	0.002	0.001	-	0.001	0.000	-	-	-	0.001	-	0.000			
Na	-	-	-	0.001	0.000	0.002	0.001	-	0.001	0.001	-	-	-	0.001	0.001	0.001			
K	-	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-			
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000			
Mg#	69.0	69.7	68.9	68.1	64.4	67.2	66.2	66.3	65.2	66.1	67.0	66.9	67.6	65.7	65.1	66.3			
Cr#	54.4	51.7	52.1	52.8	56.2	54.8	55.1	55.2	54.8	54.7	54.4	54.1	54.6	55.0	55.1	54.6			
Fe ³⁺ #	4.5	4.4	4.1	3.9	0.6	1.5	1.9	1.5	1.2	1.0	2.0	1.8	1.8	1.2	1.0	1.6			
Fe ²⁺ #	31.0	30.3	31.1	31.9	35.6	32.8	33.8	33.7	34.8	33.9	33.0	33.1	32.4	34.3	34.9	33.7			

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	B18A1-1	B18A1-1	B18A1-1	B18A1-1	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2	B18A1-2
Analiz#	13	14	15	16	17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10
SiO ₂	0.07	0.20	0.06	0.02	dla	0.08	0.01	0.18	0.03	0.03	0.04	dla	0.07	0.04	dla	dla			
TiO ₂	0.18	0.19	0.16	0.15	0.15	0.11	0.17	0.15	0.14	0.15	0.18	0.19	0.23	0.19	0.25				
Al ₂ O ₃	24.78	24.79	25.24	25.38	25.40	22.79	23.62	23.67	24.00	24.31	24.45	24.08	23.76	23.68	23.42				
Cr ₂ O ₃	44.51	43.75	43.53	43.59	42.61	47.67	46.24	46.30	46.21	45.75	45.82	46.29	46.67	46.95	46.23				
Fe ₂ O ₃	0.99	0.28	1.35	1.28	1.85	1.47	1.96	0.91	1.67	1.62	1.57	1.38	0.80	0.90	1.53				
FeO	13.56	14.27	12.97	12.83	12.40	13.97	13.47	14.29	13.47	13.17	13.50	13.58	13.96	13.97	13.63				
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla				
NiO	0.14	0.19	0.18	0.16	0.18	0.14	0.19	0.11	0.17	0.20	0.11	0.20	0.15	0.14	0.17				
MgO	14.43	13.80	14.70	14.80	14.88	14.28	14.60	14.11	14.64	14.76	14.76	14.54	14.37	14.35	14.39				
CaO	0.01	dla	dla	0.02	0.02	dla	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01				
Na ₂ O	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.02	dla	dla	0.01	0.03	0.02	0.02	dla	dla	dla				
K ₂ O	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.03	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01				
Σ	98.67	97.48	98.21	98.23	97.49	100.52	100.27	99.77	100.34	100.01	100.44	100.28	100.01	100.23	99.64				
Si	0.002	0.006	0.002	0.001	-	0.002	0.000	0.005	0.001	0.001	0.001	-	0.002	0.001	-				
Ti	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.004	0.006				
Al	0.891	0.903	0.908	0.912	0.918	0.815	0.842	0.849	0.853	0.865	0.866	0.856	0.849	0.845	0.841				
Cr	1.074	1.070	1.050	1.051	1.033	1.143	1.106	1.114	1.102	1.091	1.089	1.105	1.119	1.124	1.113				
Fe ³⁺	0.023	0.007	0.031	0.029	0.043	0.033	0.044	0.021	0.038	0.037	0.036	0.031	0.018	0.020	0.035				
Fe ²⁺	0.346	0.369	0.331	0.327	0.318	0.354	0.341	0.364	0.340	0.332	0.339	0.343	0.354	0.354	0.347				
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ni	0.003	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.005	0.003	0.004	0.005	0.003	0.005	0.004	0.003	0.004				
Mg	0.656	0.636	0.669	0.672	0.680	0.645	0.658	0.640	0.658	0.664	0.661	0.654	0.649	0.648	0.653				
Ca	0.000	-	-	0.001	0.001	-	0.000	0.001	-	-	-	-	-	-	0.000				
Na	-	0.000	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	0.002	0.001	0.001	-	-	-				
K	-	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	0.000				
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000				
Mg#	65.5	63.3	66.9	67.3	68.2	64.6	65.9	63.8	66.0	66.6	66.1	65.6	64.7	64.7	65.3				
Cr#	54.6	54.2	53.6	53.5	53.0	58.4	56.8	56.7	56.4	55.8	55.7	56.3	56.9	57.1	57.0				
Fe ³⁺ #	1.1	0.3	1.6	1.5	2.1	1.7	2.2	1.0	1.9	1.8	1.8	1.6	0.9	1.0	1.8				
Fe ²⁺ #	34.5	36.7	33.1	32.7	31.8	35.4	34.1	36.2	34.0	33.4	33.9	34.4	35.3	35.3	34.7				

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	B34B1			B34B2			B34B3			B34B3			B35B1-1			B35B1-1		
	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	
Analiz#																		
SiO ₂	0.05	0.01	0.03	0.02	dla	0.02	0.03	dla	dla	dla	0.05	dla	0.02	dla	0.19	dla	0.02	
TiO ₂	0.34	0.31	0.29	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.31	0.25	0.30	0.26	0.24	0.29	0.13	0.19	0.12	
Al ₂ O ₃	30.42	31.74	33.03	32.43	31.37	32.17	32.33	32.33	30.43	30.91	31.80	30.99	31.38	31.37	25.26	25.11	26.90	
Cr ₂ O ₃	32.15	30.80	30.77	30.69	31.05	30.61	30.07	30.87	30.87	30.80	30.12	31.19	31.18	30.92	40.84	41.12	40.19	
Fe ₂ O ₃	7.97	7.92	7.07	7.27	7.39	7.34	7.62	8.33	8.33	7.77	7.19	7.80	6.84	7.31	2.99	3.74	2.42	
FeO	16.77	16.18	16.18	16.34	16.81	16.31	16.44	17.29	17.29	16.24	16.46	16.65	16.75	16.23	14.91	15.01	15.78	
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	
NiO	0.20	0.23	0.17	0.09	0.13	0.14	0.23	0.13	0.13	0.24	0.16	0.15	0.18	0.20	dla	0.11	0.11	
MgO	13.36	13.76	14.16	13.82	13.27	13.71	13.57	12.79	12.79	13.34	13.42	13.30	13.15	13.51	13.55	13.33	13.13	
CaO	0.02	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.05	dla	0.01	
Na ₂ O	0.02	0.01	dla	0.02	dla	0.01	0.02	0.02	0.02	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	0.05	dla	
K ₂ O	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	
Σ	101.29	100.99	101.70	100.95	100.29	100.58	100.60	100.16	100.16	99.57	99.49	100.39	99.73	99.85	97.91	98.67	98.68	
Si	0.001	0.000	0.001	0.001	-	-	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-	0.006	-	0.001	
Ti	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.007	0.006	0.005	0.007	0.003	0.004	0.003	
Al	1.057	1.098	1.127	1.118	1.096	1.115	1.120	1.071	1.071	1.088	1.115	1.083	1.101	1.098	0.918	0.909	0.968	
Cr	0.750	0.714	0.705	0.710	0.727	0.711	0.699	0.729	0.729	0.727	0.708	0.731	0.734	0.726	0.995	0.998	0.970	
Fe ³⁺	0.177	0.175	0.154	0.160	0.165	0.162	0.169	0.187	0.187	0.174	0.161	0.174	0.153	0.163	0.069	0.086	0.055	
Fe ²⁺	0.413	0.397	0.392	0.400	0.417	0.401	0.404	0.432	0.432	0.405	0.409	0.413	0.417	0.403	0.384	0.386	0.403	
Min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.005	0.005	0.004	0.002	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.006	0.004	0.004	0.004	0.005	-	0.003	0.003	
Mg	0.587	0.602	0.611	0.603	0.586	0.601	0.594	0.570	0.570	0.594	0.595	0.588	0.584	0.598	0.623	0.610	0.598	
Ca	0.001	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	0.000	
Na	0.001	0.001	-	0.001	-	0.000	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	0.003	-	
K	-	0.001	-	-	-	-	0.001	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
Mg#	58.7	60.3	60.9	60.1	58.5	60.0	59.5	56.9	56.9	59.4	59.2	58.7	58.3	59.7	61.8	61.3	59.7	
Cr#	41.5	39.4	38.5	38.8	39.9	39.0	38.4	40.5	40.5	40.1	38.9	40.3	40.0	39.8	52.0	52.3	50.1	
Fe ³⁺ #	8.9	8.8	7.8	8.1	8.3	8.2	8.5	9.4	9.4	8.8	8.1	8.8	7.7	8.2	3.5	4.3	2.8	
Fe ²⁺ #	41.3	39.7	39.1	39.9	41.5	40.0	43.7	43.1	43.1	40.6	40.8	41.3	41.7	40.3	38.2	38.7	40.3	

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2	B40B2-2
Analiz#	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	20	20
SiO ₂	0.05	0.07	0.03	0.19	0.05	0.04	0.05	0.07	0.04	0.03	0.04	0.08	0.07	0.08	0.19	0.19	0.08	0.19
TiO ₂	0.16	0.17	0.15	0.17	0.16	0.18	0.19	0.20	0.15	0.10	0.10	0.12	0.13	0.16	0.17	0.17	0.13	0.17
Al ₂ O ₃	29.13	29.00	28.01	27.35	26.72	26.79	27.44	27.84	28.48	28.70	29.32	29.68	29.52	27.77	27.35	27.35	29.52	27.77
Cr ₂ O ₃	37.47	37.69	38.34	38.81	39.73	39.46	39.41	38.22	38.49	37.55	37.28	37.04	37.03	37.85	38.81	38.81	37.03	37.85
Fe ₂ O ₃	4.00	4.28	4.77	4.48	4.10	4.13	4.13	4.17	4.07	4.48	3.57	3.76	3.99	4.89	4.48	4.48	3.99	4.89
FeO	14.11	14.32	14.37	14.77	14.89	14.72	14.51	14.18	14.22	13.49	13.80	13.51	13.51	13.99	14.77	14.77	13.51	13.99
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.12	0.06	0.10	0.17	0.15	0.07	0.13	0.12	0.18	0.14	0.12	0.19	0.08	0.17	0.17	0.17	0.08	0.17
MgO	14.70	14.71	14.48	14.22	13.92	14.00	14.29	14.39	14.62	14.88	14.73	15.02	15.05	14.55	14.22	14.22	15.02	14.55
CaO	dla	0.02	0.01	dla	0.01	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	0.02	dla
Na ₂ O	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	0.02	0.02	dla	0.01	dla	dla	0.02	dla	0.02	dla	0.02	dla
K ₂ O	dla	0.01	0.02	dla	dla	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01
Σ	99.75	100.34	100.29	100.18	99.73	99.42	100.20	99.23	100.24	99.37	98.97	99.43	99.40	99.48	100.18	100.18	99.40	99.48
Si	0.001	0.002	0.001	0.006	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.006	0.006	0.002	0.002
Ti	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004
Al	1.020	1.011	0.983	0.964	0.949	0.954	0.966	0.986	0.997	1.009	1.032	1.038	1.033	0.981	0.964	0.964	1.033	0.981
Cr	0.880	0.882	0.902	0.917	0.947	0.942	0.931	0.908	0.903	0.885	0.880	0.869	0.869	0.897	0.917	0.917	0.869	0.897
Fe ³⁺	0.090	0.095	0.107	0.101	0.093	0.094	0.093	0.094	0.091	0.101	0.080	0.084	0.089	0.110	0.101	0.101	0.089	0.110
Fe ²⁺	0.351	0.354	0.358	0.369	0.375	0.372	0.362	0.356	0.353	0.336	0.345	0.335	0.335	0.351	0.369	0.369	0.335	0.351
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.003	0.001	0.002	0.004	0.004	0.002	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.005	0.002	0.004	0.004	0.004	0.002	0.004
Mg	0.651	0.649	0.643	0.634	0.626	0.630	0.637	0.645	0.647	0.662	0.656	0.664	0.666	0.650	0.634	0.634	0.666	0.650
Ca	-	0.001	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	0.001	-	-	0.001	0.001	-	0.001	-	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-
K	-	0.000	0.001	-	-	0.000	0.001	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-	0.000
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	65.0	64.7	64.2	63.2	62.5	62.9	63.7	64.4	64.7	66.3	65.6	66.5	66.5	65.0	63.2	63.2	66.5	65.0
Cr#	46.3	46.6	47.9	48.8	49.9	49.7	49.1	47.9	47.5	46.7	46.0	45.6	45.7	47.8	48.8	48.8	45.6	47.8
Fe ³⁺ #	4.5	4.8	5.4	5.1	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	5.0	4.0	4.2	4.5	5.5	5.1	5.1	4.2	5.5
Fe ²⁺ #	35.0	35.3	35.8	36.8	37.5	37.1	36.3	35.6	35.3	33.7	34.4	33.5	33.5	35.0	36.8	36.8	33.5	35.0

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek# Analiz#	B40B2-2		B40B2-2		B40B2-2		B40B2-2		B41		B41		B41		B41		B41		B41	
	21	22	23	24	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	0.05	0.04	0.05	0.07	0.04	1.52	0.98	0.63	0.33	0.19	0.10	0.14	0.17							
TiO ₂	0.16	0.18	0.19	0.20	0.15	0.14	0.13	0.10	0.14	0.15	0.12	0.12	0.14							
Al ₂ O ₃	26.72	26.79	27.44	27.84	28.48	26.93	26.76	26.86	27.19	27.26	27.44	27.23	27.47							
Cr ₂ O ₃	39.73	39.46	39.41	38.22	38.49	37.17	37.17	37.94	38.09	38.23	38.46	38.81	38.32							
Fe ₂ O ₃	4.10	4.13	4.13	4.17	4.07	1.95	2.83	2.93	3.15	3.23	3.17	3.06	3.28							
FeO	14.89	14.72	14.51	14.18	14.22	17.24	16.40	17.10	16.52	16.82	16.65	16.62	16.71							
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla							
NiO	0.15	0.07	0.13	0.12	0.18	0.16	0.23	0.08	0.20	0.11	0.14	0.12	0.18							
MgO	13.92	14.00	14.29	14.39	14.62	13.38	13.19	12.72	12.82	12.61	12.63	12.72	12.62							
CaO	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.02	dla	0.02	dla	0.01	dla	dla	dla							
Na ₂ O	dla	dla	0.02	0.02	dla	dla	0.02	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.04							
K ₂ O	dla	0.01	0.02	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.01	0.02	dla							
Σ	99.73	99.42	100.20	99.23	100.24	98.54	97.72	98.39	98.44	98.60	98.72	98.85	98.92							
Si	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.046	0.030	0.019	0.010	0.006	0.003	0.004	0.005							
Ti	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003							
Al	0.949	0.954	0.966	0.986	0.997	0.964	0.968	0.970	0.980	0.983	0.988	0.979	0.987							
Cr	0.947	0.942	0.931	0.908	0.903	0.893	0.902	0.919	0.921	0.925	0.929	0.936	0.924							
Fe ³⁺	0.093	0.094	0.093	0.094	0.091	0.045	0.065	0.068	0.073	0.074	0.073	0.070	0.075							
Fe ²⁺	0.375	0.372	0.362	0.356	0.353	0.438	0.421	0.438	0.423	0.430	0.425	0.424	0.426							
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Ni	0.004	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.006	0.002	0.005	0.003	0.003	0.003	0.004							
Mg	0.626	0.630	0.637	0.645	0.647	0.606	0.604	0.581	0.585	0.575	0.575	0.579	0.573							
Ca	0.000	0.000	-	0.000	-	0.001	-	0.001	-	0.000	-	-	-							
Na	-	-	0.001	0.001	-	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-	0.002							
K	-	0.000	0.001	-	-	0.000	-	-	-	0.000	0.000	0.001	-							
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000							
Mg#	62.5	62.9	63.7	64.4	64.7	58.1	58.9	57.0	58.0	57.2	57.5	57.7	57.4							
Cr#	49.9	49.7	49.1	47.9	47.5	48.1	48.2	48.7	48.4	48.5	48.5	48.9	48.3							
Fe ³⁺ #	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	2.3	3.4	3.5	3.7	3.7	3.7	3.5	3.8							
Fe ²⁺ #	37.5	37.1	36.3	35.6	35.3	41.9	41.1	43.0	42.0	42.8	42.5	42.3	42.6							

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	BE3	BE3	BE3	BE3	BE3	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE7	BE12	D14	D14	D14	D14	D14	D14	D15	D15	D15	D15	D15	D15				
Analiz#	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	1	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4		
SiO ₂	dla	dla	dla	0.03	dla	dla	0.02	dla	dla	0.03	0.01	0.01	0.01	dla	0.02	dla	0.03	0.02	0.02	0.02	dla	dla	0.03	0.02	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla		
TiO ₂	0.19	0.18	0.18	0.21	0.21	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.16	0.16	0.21	0.29	0.24	0.25	0.30	0.29	0.22	0.36	0.36	0.30	0.29	0.22	0.36	0.36	0.31							
Al ₂ O ₃	23.57	22.58	22.65	22.92	23.56	24.59	23.99	24.75	24.79	24.68	22.50	24.80	20.24	22.39	22.63	22.98	22.69	22.23	21.04	20.68	20.71	21.04	22.23	21.04	20.68	20.71	20.76							
Cr ₂ O ₃	42.48	42.04	42.53	42.41	42.58	41.06	41.29	40.66	40.95	41.29	42.62	40.75	42.69	42.78	42.81	42.19	43.05	43.36	45.53	45.42	45.60	44.91	43.05	43.36	45.53	45.42	45.60	44.91						
Fe ₂ O ₃	6.22	6.91	6.82	5.98	5.80	4.93	4.93	4.78	4.52	4.89	5.14	5.14	6.01	4.76	4.58	4.59	4.49	4.79	4.17	4.27	4.11	4.92	4.58	4.49	4.79	4.17	4.27	4.11	4.92					
FeO	13.56	13.83	14.17	13.65	13.87	13.55	14.16	13.66	13.43	13.45	13.56	13.30	15.87	13.31	13.04	12.99	13.19	12.96	12.59	13.07	13.23	12.44	12.96	12.59	13.07	13.23	12.44							
MnO	0.42	0.41	0.34	0.37	0.34	0.34	0.46	0.34	0.36	0.34	0.33	0.35	0.43	0.35	0.33	0.38	0.32	0.41	0.33	0.40	0.27	0.28	0.32	0.41	0.33	0.40	0.27	0.28						
NiO	0.14	0.10	0.19	0.13	0.14	0.23	0.20	0.13	0.15	0.10	0.16	0.19	0.06	0.11	0.19	0.18	0.22	0.20	0.17	0.11	0.13	0.14	0.18	0.17	0.11	0.13	0.14							
MgO	14.40	13.88	13.88	14.07	14.15	14.09	13.48	13.98	14.07	14.29	13.72	14.29	11.89	13.96	14.09	14.07	14.06	14.09	14.28	14.07	14.04	14.43	14.06	14.09	14.28	14.07	14.04	14.43						
CaO	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	dla	dla	dla	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	
Na ₂ O	dla	0.02	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	0.03	0.02	dla	dla	dla	0.01	0.03	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	
K ₂ O	0.01	dla	dla	0.02	0.01	dla	0.02	dla	0.01	dla	0.02	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Σ	101.01	99.97	100.79	99.81	100.69	98.94	98.69	98.44	98.44	99.24	98.24	99.00	97.41	97.95	97.94	97.63	98.34	98.40	98.38	98.40	98.45	98.20	98.34	98.40	98.38	98.40	98.45	98.20						
Si	-	-	-	0.001	-	-	0.001	-	-	0.001	0.000	0.000	0.000	-	0.001	-	-	0.001	0.001	0.001	-	-	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ti	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.007	0.005	0.006	0.007	0.007	0.005	0.008	0.008	0.007	0.007	0.005	0.005	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007
Al	0.838	0.815	0.812	0.826	0.841	0.886	0.872	0.896	0.896	0.886	0.825	0.892	0.764	0.822	0.829	0.843	0.828	0.812	0.772	0.761	0.762	0.763	0.812	0.772	0.761	0.762	0.763							
Cr	1.013	1.018	1.023	1.025	1.019	0.993	1.007	0.987	0.993	0.994	1.048	0.983	1.080	1.053	1.052	1.038	1.054	1.063	1.120	1.121	1.125	1.107	1.063	1.120	1.121	1.125	1.107							
Fe ³⁺	0.141	0.159	0.156	0.138	0.132	0.113	0.114	0.111	0.104	0.112	0.120	0.118	0.145	0.112	0.107	0.107	0.105	0.112	0.098	0.100	0.097	0.115	0.105	0.098	0.100	0.097	0.115							
Fe ²⁺	0.342	0.354	0.361	0.349	0.351	0.347	0.365	0.351	0.345	0.343	0.353	0.339	0.425	0.347	0.339	0.338	0.342	0.336	0.328	0.341	0.345	0.324	0.336	0.328	0.341	0.345	0.324							
Mn	0.011	0.011	0.009	0.010	0.009	0.009	0.012	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.012	0.009	0.009	0.010	0.008	0.011	0.009	0.011	0.007	0.007	0.008	0.011	0.009	0.011	0.007	0.007						
Ni	0.003	0.002	0.005	0.003	0.003	0.006	0.005	0.003	0.004	0.002	0.004	0.005	0.001	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003						
Mg	0.647	0.634	0.630	0.642	0.639	0.643	0.620	0.640	0.644	0.649	0.636	0.650	0.568	0.648	0.653	0.653	0.649	0.651	0.662	0.654	0.653	0.671	0.649	0.651	0.662	0.654	0.653							
Ca	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	-	-	0.000	0.001	0.001	-	-	-	0.000	0.000	-	0.000	0.001	-	-	-	-	0.000	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Na	-	0.001	-	0.000	0.001	-	-	-	-	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-	0.001	0.002	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	0.000	-	-	0.001	0.000	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-	-	-	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
Mg#	65.4	64.1	63.6	64.8	64.5	65.0	62.9	64.6	65.1	65.4	64.3	65.7	57.2	65.2	65.8	65.9	65.5	66.0	66.9	65.7	65.4	67.4	66.0	66.9	65.7	65.4	67.4							
Cr#	54.7	55.5	55.7	55.4	54.8	52.8	53.6	52.4	52.6	52.9	56.0	52.4	58.6	56.2	55.9	55.2	56.0	56.7	59.2	59.6	59.2	59.2	56.7	59.2	59.6	59.6	59.2							
Fe ³⁺ #	7.1	8.0	7.8	6.9	6.6	5.7	5.7	5.5	5.2	5.6	6.0	5.9	7.3	5.6	5.4	5.4	5.3	5.6	4.9	5.1	4.9	5.8	5.6	4.9	5.1	4.9	5.8							
Fe ²⁺ #	34.6	35.9	36.4	35.2	35.5	35.0	37.1	35.4	34.9	34.6	35.7	34.3	42.8	34.8	34.2	34.1	34.5	34.0	33.1	34.3	34.6	32.6	34.5	34.0	33.1	34.3	34.6	32.6						

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	D22	D22	D22	D22	D25	D25	D25	D25	D25	D25	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A	D32A								
Analiz#	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
SiO ₂	dla	0.01	0.02	dla	0.03	0.03	0.16	0.02	0.02	0.01	dla	0.03	0.06	0.02	0.01	dla	0.02	0.12	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.01	0.12	0.02	0.19	0.21	0.18	0.20	0.19	0.01	
TiO ₂	0.15	0.10	0.14	0.14	0.12	0.17	0.21	0.20	0.18	0.21	0.21	0.16	0.21	0.21	0.23	0.20	0.19	0.21	0.18	0.20	0.20	0.19	0.21	0.18	0.21	0.20	0.19	0.21	0.18	0.20	0.19	0.01	
Al ₂ O ₃	24.17	25.33	25.32	25.11	24.20	22.20	21.68	22.68	21.54	22.96	22.51	18.44	20.47	21.89	23.14	22.53	22.67	22.34	22.88	23.06	22.75	22.34	22.88	23.06	22.34	22.53	22.67	22.34	22.88	23.06	22.75	0.01	
Cr ₂ O ₃	42.31	41.04	40.82	41.42	41.64	44.11	44.57	43.32	45.04	43.84	44.19	51.67	49.08	47.91	47.54	47.39	47.32	47.30	47.28	47.21	47.10	47.30	47.28	47.21	47.30	47.32	47.30	47.28	47.21	47.10	0.01		
Fe ₂ O ₃	4.59	4.27	4.49	4.09	4.65	5.04	4.90	5.54	4.60	4.77	4.41	4.47	1.79	1.36	1.39	1.94	1.73	1.82	1.32	1.64	1.82	1.82	1.64	1.82	1.82	1.73	1.82	1.32	1.64	1.82	0.01		
FeO	13.17	12.57	12.57	12.43	13.08	13.92	13.74	13.10	13.77	13.35	13.77	17.95	16.73	16.81	15.90	16.10	15.81	15.55	15.62	15.50	15.80	15.55	15.62	15.50	15.80	15.81	15.55	15.62	15.50	15.80	0.01		
MnO	0.40	0.26	0.34	0.33	0.35	0.31	0.37	0.34	0.36	0.35	0.34	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	
NiO	0.16	0.14	0.09	0.17	0.16	0.07	0.09	0.13	0.10	0.16	0.08	dla	0.14	0.12	0.08	0.10	0.12	0.11	0.13	0.10	0.15	0.11	0.13	0.10	0.15	0.12	0.11	0.13	0.10	0.15	0.01		
MgO	14.28	14.78	14.81	14.79	14.30	13.89	14.04	14.42	13.78	14.35	13.96	11.18	12.29	12.36	13.35	13.07	13.19	13.29	13.26	13.36	13.20	13.29	13.26	13.36	13.20	13.19	13.29	13.26	13.36	13.20	0.01		
CaO	0.01	0.02	dla	dla	dla	0.05	0.05	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	
Na ₂ O	0.01	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.02	0.03	0.02	0.01	dla	dla	0.04	dla	dla	dla	0.04	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	
K ₂ O	0.03	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	0.01	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	
Σ	99.28	98.52	98.62	98.50	98.53	99.80	99.83	99.77	99.43	100.00	99.48	99.92	100.81	100.69	101.65	101.34	101.06	100.77	100.67	101.14	101.03	100.77	100.67	101.14	101.03	100.69	101.65	101.34	101.06	100.77	100.67	101.14	101.03
Si	-	0.000	0.001	-	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.000	-	0.001	0.002	0.000	0.000	-	0.001	0.004	-	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.005	0.004	0.000	0.000	
Ti	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	
Al	0.869	0.909	0.908	0.902	0.875	0.803	0.785	0.817	0.784	0.824	0.815	0.688	0.746	0.794	0.823	0.807	0.813	0.803	0.822	0.816	0.816	0.803	0.822	0.816	0.816	0.807	0.813	0.803	0.822	0.816	0.816	0.816	
Cr	1.020	0.988	0.982	0.998	1.010	1.071	1.082	1.046	1.100	1.056	1.073	1.293	1.200	1.166	1.135	1.139	1.138	1.141	1.140	1.133	1.133	1.141	1.140	1.133	1.133	1.139	1.138	1.141	1.140	1.133	1.133	1.133	
Fe ³⁺	0.105	0.098	0.103	0.094	0.107	0.116	0.113	0.127	0.107	0.109	0.102	0.011	0.042	0.032	0.032	0.044	0.040	0.042	0.030	0.037	0.042	0.042	0.030	0.037	0.042	0.044	0.040	0.042	0.030	0.037	0.042	0.042	
Fe ²⁺	0.336	0.320	0.320	0.317	0.336	0.357	0.353	0.335	0.356	0.340	0.354	0.475	0.433	0.433	0.402	0.409	0.402	0.397	0.398	0.393	0.402	0.397	0.398	0.393	0.402	0.409	0.402	0.397	0.398	0.393	0.402	0.402	
Mn	0.010	0.007	0.009	0.008	0.009	0.008	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.004	0.004	0.002	0.004	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.002	-	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	
Mg	0.650	0.671	0.672	0.672	0.654	0.636	0.643	0.657	0.634	0.652	0.639	0.527	0.567	0.567	0.601	0.592	0.598	0.604	0.603	0.604	0.599	0.604	0.603	0.604	0.599	0.592	0.598	0.604	0.603	0.604	0.599	0.599	
Ca	0.000	0.001	-	-	-	0.002	0.002	-	-	-	0.001	-	-	-	-	0.000	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	
Na	0.000	-	0.001	0.001	-	-	-	0.001	0.001	-	-	0.001	0.002	0.001	0.001	-	-	0.002	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
K	0.001	-	-	0.000	0.000	-	-	-	0.001	-	-	-	0.000	0.000	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
Mg#	65.9	67.7	67.7	67.9	66.1	64.0	64.6	66.2	64.1	65.7	64.4	52.6	56.7	56.7	59.9	59.1	59.8	60.4	60.2	60.6	59.8	60.4	60.2	60.6	59.8	59.1	59.8	60.4	60.2	60.6	59.8		
Cr#	54.0	52.1	52.0	52.5	53.6	57.1	58.0	56.2	58.4	56.2	56.8	65.3	61.7	59.5	58.0	58.5	58.3	58.7	58.1	57.9	58.1	58.7	58.1	57.9	58.1	58.5	58.3	58.7	58.1	57.9	58.1		
Fe ³⁺ #	5.3	4.9	5.2	4.7	5.4	5.8	5.7	6.4	5.4	5.5	5.1	0.6	2.1	1.6	1.6	2.2	2.0	2.1	1.5	1.9	2.1	2.1	1.5	1.9	2.1	2.2	2.0	2.1	1.5	1.9	2.1		
Fe ²⁺ #	34.1	32.3	32.3	32.1	33.9	36.0	35.4	33.8	35.9	34.3	35.6	47.4	43.3	43.3	40.1	40.9	40.2	39.6	39.8	39.4	40.2	39.6	39.8	39.4	40.2	40.9	40.2	39.6	39.8	39.4	40.2		

Ek Tablo 2'nin devamı.

Örnek# Analiz#	D32A 11	D32A 12	D32A 13	D32A 14	D32A 15	D32A 16	D32A 17	D32A 18	D32A 19	D32A 20	D32A 21	D32A 22	D32A 23	D32A 24	D32A 25
SiO ₂	dla	dla	0.01	dla	0.04	dla	0.01	0.26	dla	0.01	0.06	dla	dla	0.01	0.05
TiO ₂	0.21	0.22	0.18	0.22	0.20	0.13	0.19	0.19	0.18	0.16	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20
Al ₂ O ₃	22.67	22.95	22.86	22.59	22.88	22.74	22.83	22.38	22.98	23.03	22.79	22.88	22.71	22.84	22.59
Cr ₂ O ₃	47.10	47.06	46.94	46.86	46.83	46.70	46.60	46.59	46.54	46.48	46.37	46.36	46.36	46.27	46.20
Fe ₂ O ₃	1.42	1.62	1.69	2.05	1.43	2.03	1.79	1.34	1.86	1.63	1.95	1.65	1.92	2.00	2.09
FeO	16.14	15.96	15.83	15.57	16.35	15.55	15.31	16.39	15.71	15.70	15.61	15.53	15.76	15.78	15.79
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.06	0.05	0.14	0.09	0.11	0.14	0.13	0.09	0.14	0.11	0.06	0.08	0.12	0.14	0.10
MgO	12.92	13.18	13.16	13.25	12.81	13.14	13.34	12.83	13.12	13.16	13.25	13.19	13.00	13.06	13.04
CaO	dla	dla	dla	dla	dla	0.04	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	dla
Na ₂ O	dla	0.01	dla	0.02	0.01	0.01	0.01	dla	0.02	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.01
K ₂ O	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	0.01	dla
Σ	100.52	101.06	100.82	100.65	100.66	100.50	100.19	100.06	100.57	100.28	100.31	99.91	100.09	100.31	100.07
Si	-	-	0.000	-	0.001	-	0.000	0.008	-	0.000	0.002	-	-	0.000	0.002
Ti	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Al	0.818	0.822	0.821	0.813	0.824	0.819	0.823	0.811	0.827	0.830	0.821	0.828	0.822	0.824	0.818
Cr	1.140	1.131	1.131	1.131	1.132	1.129	1.127	1.133	1.123	1.124	1.121	1.125	1.125	1.120	1.122
Fe ³⁺	0.033	0.037	0.039	0.047	0.033	0.047	0.041	0.031	0.043	0.037	0.045	0.038	0.044	0.046	0.048
Fe ²⁺	0.413	0.406	0.403	0.397	0.418	0.398	0.392	0.422	0.401	0.402	0.399	0.399	0.405	0.404	0.406
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002
Mg	0.590	0.597	0.598	0.603	0.584	0.599	0.608	0.588	0.597	0.600	0.604	0.603	0.595	0.596	0.597
Ca	-	-	-	-	-	0.001	-	-	0.000	-	-	-	0.000	-	-
Na	-	0.000	-	0.001	0.001	0.001	0.000	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-	0.001
K	0.000	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-	-	0.000	-	0.000	-
Σ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mg#	58.8	59.5	59.7	60.3	58.3	60.1	60.8	58.2	59.8	59.9	60.2	60.2	59.5	59.6	59.5
Cr#	58.2	57.9	57.9	58.2	57.9	57.9	57.8	58.3	57.6	57.5	57.7	57.6	57.8	57.6	57.8
Fe ³⁺ #	1.6	1.9	1.9	2.4	1.6	2.3	2.1	1.6	2.1	1.9	2.3	1.9	2.2	2.3	2.4
Fe ²⁺ #	41.2	40.5	40.3	39.7	41.7	39.9	39.2	41.8	40.2	40.1	39.8	39.8	40.5	40.4	40.5

Ek Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	B54	B54	B54	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79
Analiz#	5	6	9	1	10	11	12	13	14	15	16	13	14	15	16
Kromittit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
SiO ₂	45.82	46.11	45.56	53.09	51.75	51.92	51.78	51.57	52.86	52.92	52.77	51.57	52.86	52.92	52.77
TiO ₂	0.55	0.65	0.52	0.08	0.12	0.16	0.16	0.12	0.13	0.07	0.12	0.12	0.13	0.07	0.12
Al ₂ O ₃	12.51	11.88	12.30	5.10	6.23	6.33	6.17	6.27	5.78	5.36	5.74	6.27	5.78	5.36	5.74
Cr ₂ O ₃	2.19	2.22	2.05	2.14	2.22	2.07	2.05	2.13	2.11	2.30	2.30	2.13	2.11	2.30	2.30
FeO	2.51	2.58	2.71	2.28	2.53	2.55	2.50	2.60	2.45	2.16	2.70	2.60	2.45	2.16	2.70
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla
NiO	0.09	0.08	0.07	0.15	0.13	0.11	0.11	0.18	0.05	0.10	0.16	0.18	0.05	0.10	0.16
MgO	18.88	19.27	18.88	21.17	21.14	21.56	21.44	21.25	21.46	21.42	21.60	21.25	21.46	21.42	21.60
CaO	12.30	12.31	12.48	11.06	12.12	12.20	12.04	12.02	12.06	12.41	11.60	12.02	12.06	12.41	11.60
Na ₂ O	3.06	3.15	3.09	1.89	1.92	1.94	1.83	1.88	1.84	1.72	1.84	1.88	1.84	1.72	1.84
K ₂ O	0.24	0.21	0.25	0.08	dla	0.02	0.03	0.12	0.04	dla	0.01	0.12	0.04	dla	0.01
Σ	98.14	98.45	97.91	97.03	98.16	98.87	98.11	98.13	98.78	98.50	98.84	98.13	98.78	98.50	98.84
Si	6.435	6.461	6.425	7.393	7.174	7.148	7.176	7.158	7.261	7.289	7.250	7.158	7.261	7.289	7.250
Ti	0.058	0.069	0.055	0.008	0.013	0.017	0.017	0.012	0.013	0.008	0.012	0.012	0.013	0.008	0.012
Al	2.070	1.963	2.045	0.837	1.018	1.028	1.008	1.026	0.935	0.871	0.929	1.026	0.935	0.871	0.929
Cr	0.243	0.246	0.229	0.235	0.244	0.226	0.224	0.234	0.229	0.251	0.250	0.234	0.229	0.251	0.250
Fe ²⁺	0.295	0.302	0.319	0.266	0.294	0.293	0.290	0.302	0.281	0.249	0.310	0.302	0.281	0.249	0.310
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	0.002	-
Ni	0.011	0.009	0.008	0.017	0.014	0.012	0.012	0.020	0.005	0.011	0.018	0.020	0.005	0.011	0.018
Mg	3.952	4.024	3.969	4.394	4.370	4.425	4.428	4.397	4.395	4.399	4.424	4.397	4.395	4.399	4.424
Ca	1.851	1.848	1.886	1.650	1.800	1.800	1.788	1.787	1.775	1.832	1.708	1.787	1.775	1.832	1.708
Na	0.833	0.856	0.846	0.509	0.515	0.518	0.493	0.507	0.491	0.460	0.491	0.507	0.491	0.460	0.491
K	0.043	0.038	0.044	0.014	-	0.003	0.005	0.021	0.007	-	0.002	0.021	0.007	-	0.002
Σ (Katyon)	15.790	15.814	15.828	15.324	15.440	15.469	15.441	15.464	15.393	15.372	15.395	15.464	15.393	15.372	15.395
Mg#	93.0	93.0	92.6	94.3	93.7	93.8	93.9	93.6	94.0	94.6	93.4	93.6	94.0	94.6	93.4

Ek Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79	B79
Analiz#	19	2	20	21	22	23	24	25	3	6	7					
Kromittit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr					
SiO ₂	52.18	53.57	52.05	52.53	51.92	52.39	52.30	52.13	51.56	53.34	51.86					
TiO ₂	0.13	0.14	0.11	0.17	0.18	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.17					
Al ₂ O ₃	6.06	5.10	6.19	5.76	5.96	5.91	5.96	5.36	6.08	5.27	5.94					
Cr ₂ O ₃	1.87	1.21	2.23	2.10	2.03	2.18	2.30	1.80	1.98	1.97	1.96					
FeO	2.46	2.12	2.46	2.53	2.73	2.60	2.64	2.20	2.57	2.04	2.57					
MnO	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02					
NiO	0.08	0.14	0.12	0.11	0.15	0.16	0.11	0.12	0.16	0.13	0.11					
MgO	21.38	21.72	21.35	21.83	21.51	21.36	21.66	21.54	21.24	20.57	21.55					
CaO	12.22	12.12	11.88	11.90	12.07	11.84	11.96	12.19	11.89	11.98	12.20					
Na ₂ O	1.88	1.80	2.00	1.78	1.86	1.79	1.82	1.69	1.85	1.71	1.79					
K ₂ O	0.02	0.09	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	0.07	0.04	0.01					
Σ	98.27	98.02	98.44	98.73	98.40	98.36	98.90	97.19	97.55	97.21	98.17					
Si	7.212	7.384	7.189	7.225	7.183	7.234	7.192	7.274	7.189	7.410	7.186					
Ti	0.014	0.014	0.011	0.018	0.019	0.012	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018					
Al	0.988	0.829	1.008	0.933	0.972	0.962	0.967	0.881	1.000	0.862	0.970					
Cr	0.204	0.132	0.244	0.228	0.222	0.237	0.250	0.199	0.218	0.216	0.215					
Fe ²⁺	0.285	0.245	0.284	0.291	0.316	0.300	0.303	0.257	0.299	0.237	0.298					
Mn	-	0.001	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-	0.002					
Ni	0.009	0.015	0.013	0.012	0.016	0.017	0.012	0.014	0.018	0.014	0.012					
Mg	4.405	4.462	4.395	4.476	4.435	4.396	4.440	4.480	4.414	4.260	4.452					
Ca	1.809	1.790	1.758	1.754	1.789	1.751	1.763	1.823	1.776	1.783	1.811					
Na	0.503	0.480	0.535	0.476	0.499	0.480	0.484	0.457	0.500	0.461	0.480					
K	0.003	0.017	0.005	0.004	0.001	0.005	0.004	0.002	0.013	0.007	0.002					
Σ (Katyon)	15.432	15.370	15.444	15.416	15.452	15.396	15.430	15.402	15.443	15.267	15.445					
Mg#	93.9	94.8	93.9	93.9	93.4	93.6	93.6	94.6	93.6	94.7	93.7					

Ek Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	B79	B79	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3
Analiz#	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	16	15	14	13	12	11
Kromittit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
SiO ₂	52.22	51.85	53.08	49.34	49.64	48.98	49.92	51.41	49.90	50.66	49.30	49.90	51.41	49.92	48.98	49.64	49.34
TiO ₂	0.14	0.13	0.32	0.41	0.38	0.49	0.48	0.34	0.42	0.35	0.48	0.42	0.34	0.48	0.49	0.38	0.41
Al ₂ O ₃	5.93	6.15	6.30	7.81	7.86	8.86	7.92	6.27	8.00	6.97	8.33	8.00	6.27	7.92	8.86	7.86	7.81
Cr ₂ O ₃	1.99	2.02	1.10	2.23	2.17	2.37	2.55	1.66	2.31	2.17	2.01	2.31	1.66	2.55	2.37	2.17	2.23
FeO	2.58	2.66	1.62	1.96	2.08	2.20	2.11	1.68	2.03	1.90	2.15	2.03	1.68	2.11	2.20	2.08	1.96
MnO	0.03	0.02	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.13	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14	0.08	0.10	0.13	0.13	0.09	0.13	0.10	0.08	0.14	0.15	0.13
MgO	21.46	21.48	21.90	20.31	20.21	19.77	20.45	20.83	20.22	20.71	20.14	20.22	20.83	20.45	19.77	20.21	20.31
CaO	11.96	11.91	12.65	12.77	12.75	12.70	12.62	13.15	12.62	13.03	12.91	12.62	13.15	12.77	12.70	12.75	12.77
Na ₂ O	1.89	1.81	1.50	1.77	1.64	1.96	1.75	1.27	1.80	1.38	1.80	1.75	1.27	1.77	1.96	1.64	1.77
K ₂ O	0.00	0.02	0.26	0.36	0.42	0.42	0.34	0.32	0.45	0.41	0.42	0.34	0.32	0.36	0.42	0.26	0.36
Σ	98.33	98.18	98.88	97.12	97.29	97.88	98.23	97.03	97.88	97.71	97.61	97.88	97.03	98.23	97.88	97.29	97.12
Si	7.217	7.181	7.251	6.944	6.970	6.854	6.944	7.191	6.964	7.068	6.907	6.964	7.191	6.944	6.854	6.970	6.944
Ti	0.014	0.013	0.033	0.044	0.040	0.052	0.051	0.036	0.044	0.036	0.051	0.044	0.036	0.051	0.052	0.040	0.044
Al	0.966	1.004	1.014	1.295	1.300	1.462	1.298	1.034	1.316	1.146	1.375	1.316	1.034	1.298	1.462	1.300	1.295
Cr	0.217	0.221	0.119	0.248	0.241	0.262	0.281	0.184	0.255	0.240	0.223	0.255	0.184	0.281	0.262	0.241	0.248
Fe ²⁺	0.298	0.308	0.185	0.230	0.244	0.258	0.246	0.196	0.237	0.222	0.252	0.237	0.196	0.246	0.258	0.244	0.230
Mn	0.004	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.014	0.015	0.015	0.018	0.017	0.015	0.009	0.011	0.015	0.014	0.010	0.015	0.011	0.009	0.015	0.017	0.018
Mg	4.421	4.436	4.459	4.262	4.230	4.123	4.241	4.343	4.206	4.307	4.206	4.206	4.343	4.241	4.123	4.230	4.262
Ca	1.770	1.768	1.851	1.925	1.918	1.904	1.881	1.970	1.886	1.947	1.938	1.886	1.970	1.881	1.904	1.918	1.925
Na	0.506	0.486	0.397	0.484	0.446	0.530	0.473	0.344	0.488	0.373	0.489	0.488	0.344	0.473	0.530	0.446	0.484
K	0.001	0.003	0.046	0.065	0.075	0.075	0.060	0.057	0.080	0.072	0.074	0.080	0.057	0.060	0.075	0.075	0.065
Σ (Kasyon)	15.430	15.437	15.372	15.515	15.481	15.536	15.483	15.365	15.491	15.426	15.525	15.491	15.365	15.483	15.536	15.481	15.515
Mg#	93.7	93.5	96.0	94.9	94.5	94.1	94.5	95.7	94.7	95.1	94.3	94.7	95.7	94.5	94.1	94.5	94.9

Ek Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3	D5-3
Analiz#	19	20	21	29	30	5	7	8	9	8	7	5	3
Kromittit Tipi	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr	Yüksek-Cr
SiO ₂	49.16	49.29	50.72	48.90	49.78	49.45	49.27	49.29	50.03	49.29	49.27	49.45	49.29
TiO ₂	0.48	0.46	0.42	0.34	0.37	0.42	0.37	0.42	0.36	0.42	0.37	0.42	0.36
Al ₂ O ₃	7.84	7.64	7.26	8.18	7.55	8.08	7.71	7.86	7.49	7.86	7.71	8.08	7.49
Cr ₂ O ₃	2.32	2.18	2.32	2.27	2.35	2.05	2.02	2.21	2.11	2.21	2.02	2.05	2.11
FeO	2.02	1.98	2.08	2.09	2.10	2.03	2.03	2.08	1.91	2.08	2.03	2.03	1.91
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
NiO	0.13	0.13	0.14	0.16	0.18	0.17	0.12	0.12	0.07	0.12	0.12	0.17	0.07
MgO	20.42	20.39	20.65	20.50	20.52	20.16	20.40	19.99	20.25	19.99	20.40	20.16	20.25
CaO	13.03	12.61	13.02	12.35	12.38	12.99	12.57	13.06	12.89	13.06	12.57	12.99	12.89
Na ₂ O	1.57	1.83	1.42	2.42	2.16	1.53	2.14	1.42	1.46	1.42	2.14	1.53	1.46
K ₂ O	0.52	0.31	0.48	0.17	0.18	0.50	0.31	0.55	0.47	0.55	0.31	0.50	0.47
Σ	97.48	96.81	98.51	97.39	97.56	97.37	96.94	97.01	97.03	97.01	96.94	97.37	97.03
Si	6.907	6.955	7.031	6.875	6.972	6.942	6.950	6.951	7.029	6.951	6.950	6.942	7.029
Ti	0.051	0.048	0.044	0.036	0.039	0.044	0.039	0.044	0.038	0.044	0.039	0.044	0.038
Al	1.298	1.271	1.186	1.356	1.246	1.336	1.281	1.306	1.240	1.306	1.281	1.336	1.240
Cr	0.258	0.243	0.255	0.253	0.260	0.227	0.225	0.247	0.234	0.247	0.225	0.227	0.234
Fe ²⁺	0.238	0.233	0.241	0.245	0.246	0.238	0.239	0.245	0.224	0.245	0.239	0.238	0.224
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.014	0.015	0.016	0.018	0.020	0.019	0.014	0.014	0.008	0.014	0.014	0.019	0.008
Mg	4.278	4.289	4.266	4.296	4.284	4.219	4.289	4.203	4.241	4.203	4.289	4.219	4.241
Ca	1.961	1.906	1.934	1.860	1.857	1.953	1.899	1.973	1.940	1.973	1.899	1.953	1.940
Na	0.427	0.502	0.381	0.661	0.586	0.418	0.585	0.389	0.398	0.389	0.585	0.418	0.398
K	0.093	0.056	0.085	0.031	0.033	0.090	0.056	0.098	0.084	0.098	0.056	0.090	0.084
Σ (Katyon)	15.524	15.518	15.438	15.631	15.544	15.486	15.578	15.472	15.437	15.472	15.578	15.486	15.437
Mg#	94.7	94.8	94.7	94.6	94.6	94.7	94.7	94.5	95.0	94.5	94.7	94.7	95.0

ÖZGEÇMİŞ

Recep Melih AKMAZ, 1983 yılında Lüleburgaz'da (Kırklareli) doğdu. 1990–1998 yılları arasında ilk ve orta öğrenimini (Lüleburgaz Cumhuriyet İlköğretim Okulu) ve 1998–2002 yılları arasında Lise öğrenimini (Lüleburgaz Süper Lise) tamamladıktan sonra, 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans programına başladı. Bu bölümden 2009 yılında başarı ile mezun oldu. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. 2011 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mineraloji–Petrografi Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Hâlen Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mineraloji–Petrografi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışan yazar bekâr olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.