

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**POZANTI-KARSANTI OFİYOLİTİNİN (ADANA, GÜNEY TÜRKİYE)
PETROLOJİSİ: ÜST MANTODAKİ KISMİ ERGİME VE ERGİYİK-PERİDOTİT
ETKİLEŞİM SÜREÇLERİNİN TÜM KAYAÇ VE MİNERAL KİMYASI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Samet SAKA

**MAYIS 2013
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**POZANTI-KARSANTI OFİYOLİTİNİN (ADANA, GÜNEY TÜRKİYE)
PETROLOJİSİ: ÜST MANTODAKİ KİSMİ ERGİME VE ERGİYİK-PERİDOTİT
ETKİLEŞİM SÜREÇLERİNİN TÜM KAYAÇ VE MİNERAL KİMYASI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Jeoloji Mühendisi Samet SAKA

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.05.2013
Tezin Savunma Tarihi : 27.05.2013**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim UYSAL

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Samet SAKA tarafından hazırlanan

POZANTI-KARSANTI OFİYOLİTİNİN (ADANA, GÜNEY TÜRKİYE)
PETROLOJİSİ: ÜST MANTODAKİ KİSMİ ERGİME VE ERGİYİK-PERİDOTİT
ETKİLEŞİM SÜREÇLERİNİN TÜM KAYAÇ VE MİNERAL KİMYASI ÜZERİNE
ETKİLERİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 07 / 05 / 2013 gün ve 1504 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Cüneyt ŞEN

Üye : Prof. Dr. Ş. Can GENÇ

Üye : Doç. Dr. İbrahim UYSAL

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Pozantı-Karsantı ofiyolitinin (Adana, Güney Türkiye) petrolojisi: üst mantodaki kısmi ergime ve ergiyik-peridotit etkileşim süreçlerinin tüm kayaç ve mineral kimyası üzerine etkileri” 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 ve tezin her aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen hocam Doç. Dr. İbrahim UYSAL’a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında, araziden örnek alımı ve ulaşım konusunda çok değerli yardımları bulunan, Jeoloji Yüksek Mühendisi Recep YAŞAR’a ve Akmetal Madencilik A.Ş.’ye teşekkür ederim. Yrd. Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Utku BAĞCI ince kesitlerin incelenmesi aşamasında, Dr. Emrah Yalçın ERSOY ise arazi çalışmalarında katkı sağlamışlardır. Gerek proje çalışmaları gerekse tez çalışmalarım sırasında bana destek olan Arş. Gör. Recep Melih AKMAZ’a minnettarım. Ludwig-Maximilians Üniversitesi’nde (Münih, Almanya) gerçekleştirilen ve çalışmanın önemli bir kısmını oluşturan elektron mikroprob analizleri için laboratuvar tahsisini sağlayan Prof. Dr. Karl Thomas Fehr ve Dr. Rupert Hochleitner’e, mikroprob analizleri esnasında çok değerli yardımları bulunan, hafta sonu tatillerini dahi benim için harcayan Dr. Melanie KALIWODA’ya ve Münih’te kaldığım süre boyunca yardımlarından dolayı Rolf VETTER’e teşekkür ederim. Dr. Monica ESCAYOLA bu çalışmada elde edilen mineral iz elementlerinin LA-ICPMS ile analiz edilmesi aşamasında katkıda bulunmuştur. Kendisine teşekkür ederim.

Hayatımın iyi ve kötü her anında yanımda olan ve maddi-manevi desteklerini benden esirgemeyen değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Samet SAKA
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Pozantı-Karsantı ofiyolitinin (Adana, Güney Türkiye) petrolojisi: üst mantodaki kısmi ergime ve ergiyik-peridotit etkileşim süreçlerinin tüm kayaç ve mineral kimyası üzerine etkileri” 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. 07/5/2013

Samet SAKA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Önceki Çalışmalar.....	4
1.2.1. Pozantı-Karsantı Ofiyoliti ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	4
1.2.2. Son Yıllarda Ofiyolitik Manto Peridotitleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	6
1.3. Çalışmanın Amacı.....	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Materyal ve Yöntemler.....	9
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	9
2.1.2. Lâboratuvar Çalışmaları.....	10
2.1.2.1. Mikroskopik İncelemeler.....	10
2.1.2.2. Kimyasal Analizler.....	11
2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Ana Oksit Analizleri (ICP-ES).....	11
2.1.2.2.2. Tüm Kayaç İz element ve Lantanit Grubu Element (LGE) Analizleri (ICP-MS).....	12
2.1.2.2.3. Tüm Kayaç PGE (ICP-MS) ve Os-İzotop Analizleri (N-TIMS).....	13
2.1.2.2.4. Mineral Kimyası Analizleri (EPMA ve LA-ICPMS).....	14
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	15
3. BULGULAR.....	16
3.1. Bölgesel Jeoloji.....	16
3.2. Petrografi.....	18

3.2.1.	Manto Peridotitleri.....	24
3.2.1.1.	Dunit.....	25
3.2.1.2.	Harzburjit.....	26
3.2.1.3	Serpantinit.....	27
3.2.2.	Ultramafik Kümülatlar.....	27
3.2.2.1.	Kümülat Dunit.....	28
3.2.2.2.	Verlit.....	29
3.2.2.3.	Klinopiroksenit.....	30
3.2.2.4.	Olivinli Vebsterit.....	30
3.2.3.	Mafik Kümülatlar.....	31
3.2.3.1.	Gabronorit.....	32
3.2.3.2.	Gabro.....	32
3.2.4.	İzotrop Gabrolar.....	33
3.2.4.1.	Gabro.....	34
3.3.	Tüm Kayaç Jeokimyası.....	34
3.3.1.	Tüm Kayaç Ana Oksit Jeokimyası.....	35
3.3.2.	Tüm Kayaç İz Element ve Lantanit Grubu Element (LGE) Jeokimyası.....	43
3.3.3.	Tüm Kayaç Platin Grubu Element (PGE) Jeokimyası.....	46
3.3.4.	Tüm Kayaç Os-İzotop Jeokimyası.....	48
3.4.	Mineral Kimyası.....	49
3.4.1.	Olivin.....	51
3.4.2.	Ortopiroksen.....	55
3.4.3.	Klinopiroksen.....	59
3.4.3.1.	Ana Oksit Jeokimyası.....	59
3.4.3.2.	İz Element ve Lantan Grubu Element (LGE) Kimyası.....	64
3.4.4.	Krom Spinel.....	71
3.4.5.	Plajiyoklas.....	77
3.4.6.	Amfibol.....	78
4.	TARTIŞMA.....	81
4.1.	Manto Peridotitlerinde Kısmi Ergime Süreçleri.....	83

4.2.	Ergiyik-Kayaç Etkileşimi.....	95
4.3.	Kısmi Ergime ve Ergiyik-Kayaç Etkileşi Süreçlerinin Plâtin Grubu Element ve Re-Os İzotop Jeokimyaları Üzerindeki Etkileri.....	101
4.4.	Pozantı-Karsantı Ofiyoliti Kabuksal Kesiminin Oluşumunda Farklılaşma Süreçleri.....	103
4.5.	Tektonik Ortam.....	109
5.	PETROJENETİK MODEL.....	113
6.	KAYNAKLAR.....	120
7.	EKLER.....	129
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

POZANTI-KARSANTI OFİYOLİTİNİN (ADANA, GÜNEY TÜRKİYE) PETROLOJİSİ: ÜST MANTODAKİ KİSMİ ERGİME VE ERGİYİK-PERİDOTİT ETKİLEŞİM SÜREÇLERİNİN TÜM KAYAÇ VE MİNERAL KİMYASASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Samet SAKA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. İbrahim UYSAL
2013, 183 Sayfa, 54 Ek Sayfa

Doğu Toroslarda yüzeyleme veren Pozanti-Karsanti ofiyoliti, manto peridotitleri, ultramafik kümülatlar, mafik kümülatlar ve izotrop gabrolardan oluşmaktadır. Manto peridotitleri Al, Ca, Ti ve Na içerikleri bakımından ilksel üst mantoya göre tüketilmiş olup, ergiyik ayrılımı sonrasında geride kalan manto kalıntılarını temsil eder. Spinel kristalleri çoklukla düşük TiO_2 (<0.06 ağırlık %) içeriklerine sahip olup, $Cr\# [100 \times Cr / (Cr + Al)]$ değerleri 44–78 aralığındadır. Manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç ve klinopiroksen iz element içerikleri farklı derecelerdeki kısmi ergime koşullarını yansıtmakla birlikte özellikle hafif Lantan Grubu Element (LGE) ve büyük iyon çaplı elementler (BİÇE) bakımından zenginleşmiş oldukları görülür. Okyanus ortası sırtlarda basit kısmi ergime süreçleri ile açıklanamayan bu durum yitim zonlarındaki ergime ve ergiyik-peridotit etkileşimini gerektirir. Ağır Lantan Grubu Element (LGE) içerikleri dikkate alındığında, kısmi ergime süreçlerinin bazı örnekler için ilksel olarak garnet duraylılık alanında başladığı ve spinel duraylılık alanında devam ettiği görülmekle birlikte yaklaşık %22 ilâ 27 arasında değişen ergime kalıntıları oldukları belirlenmiştir. Manto peridotitlerinde bulunan bazı spinel minerallerindeki kısmen yüksek TiO_2 içerikleri (0.25 ağırlık %'ye ulaşan) yanı sıra tüm kayaç ve klinopiroksen hafif LGE ve BİÇE içeriklerindeki zenginleşme, manto peridotitlerinin basit ve tek evreli bir kısmi ergime kalıntıları olmadığını, buna karşılık, okyanus ortası sırtındaki ilk evre tüketilme süreçleri sonrasında, yitim zonunda oluşan hafif LGE'lerce zengin, titanyumca fakir ve kısmen zengin boninitik ergiyiklerle/akışkanlarla etkileşerek metazomatizmaya uğradıklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Pozanti-Karsanti ofiyoliti, Manto peridotitleri, Mineral kimyası, Jeokimya.

Master Thesis

SUMMARY

PETROLOGICAL INVESTIGATION ON THE POZANTI-KARSANTI OPHIOLITE:
EFFECT OF PARTIAL MELTING AND MELT-PERIDOTITE INTERACTION
PROCESSES AT UPPER MANTLE ON THE WHOLE-ROCK AND MINERAL
CHEMISTRY

Samet SAKA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. İbrahim UYSAL
2013, 183 Pages, 54 Pages Appendix

Pozanti-Karsanti ophiolite, from the eastern Tauride, is composed of mantle peridotites, ultramafic cumulates, mafic cumulates and isotropic gabbros. Mantle peridotites are depleted in Al, Ca, Ti and Na compared to primitive upper mantle, and represent the mantle residue from which various amount of melt extracted. Spinels in mantle peridotites are represented by usually low TiO₂ contents (<0.06 wt.%) and wide variation of Cr# [$100 \times \text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})$] ranging between 44–78. Whole-rock and clinopyroxene trace element compositions from the mantle peridotite samples reflect various degree of partial melting. Nevertheless, they are enriched in light Lanthan Group Elements (LGE) and Large Ion Lithophile Elements (LILE). These geochemical features cannot be explained by simple melt extraction at Mid Ocean Ridge (MOR) and require melting and enrichment processes at suprasubduction zone tectonic setting. The heavy LGE composition of some peridotite samples suggest that partial melting initially started at garnet stability field and continued at spinel stability field. The total melting degree of %22 and 27 is suggested on the basis of trace element compositions. The TiO₂ content of spinels from some samples, reaching up to 0.25 wt.%, as well as light LGE and LILE enrichments in whole-rock and clinopyroxene cannot be explained by simple melt extractions at MOR setting. Interaction of light LGE enriched, Ti-rich to Ti-poor boninitic melts/fluids, formed in fore-arc to arc setting in SSZ environment, with first stage melting residue in MOR setting may explain the mineralogical and geochemical signature of the Pozanti-Karsanti peridotites.

Key Words: Pozanti-Karsanti ophiolite, Mantle peridotites, Mineral chemistry, Geochemistry.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Türkiye ofiyolitlerinin genel görünüşü.....	16
Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın civarının sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve örnek lokasyonları.....	17
Şekil 3. Pozantı Karsantı ofiyolitinin dikme kesiti.....	18
Şekil 4. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitleri, ultramafik kümülat, mafik kümülat ve izotrop gabro grubu kayalar temsil eden örneklerin sınıflama diyagramlarındaki yerleri.....	19
Şekil 5. Pozantı-Karsantı bölgesinde gözlenen manto peridotitlerinin genel görüntüleri. Bölgede geniş yüzeylemeler veren, oldukça kırıklı ve çatlaklı yapılar sunan manto peridotitleri (a, b) ve bölgedeki kromit yataklarına ev sahipliği yapan aşırı derecede serpantinleşmiş manto peridotitleri (c, d).....	24
Şekil 6. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerini temsil eden örneklere ait BSE görüntüleri. PK47 ve PK14 numaralı harzburjit örneklerinde gözlenen ikincil klinopiroksen mineralleri (a, b) ve PK47 numaralı örnekte gözlenen klinopiroksen-spinel birlikteliği (a).....	25
Şekil 7. Pozantı-Karsantı bölgesinden alınan dunit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	26
Şekil 8. Pozantı-Karsantı bölgesinden alınan harzburjit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	26
Şekil 9. Pozantı-Karsantı bölgesinden alınan serpantin örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	27
Şekil 10. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait verlit (a) ve klinopiroksenit (b) türündeki ultramafik kümülatların arazideki görüntüleri.....	28
Şekil 11. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülatları temsil eden verlit (a) ve klinopiroksenit (b) örneklerinden elde edilmiş BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri.....	28
Şekil 12. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayalar temsil eden dunit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	29
Şekil 13. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayalar temsil eden verlit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	29
Şekil 14. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayalar temsil eden klinopiroksenit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	30
Şekil 15. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayalar temsil eden olivinli vebsterit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	31

Şekil 16.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülatların BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri.....	31
Şekil 17.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülat grubu kayaçları temsil eden gabronorit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	32
Şekil 18.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülat grubu kayaçları temsil eden gabro örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	33
Şekil 19.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait izotrop gabroların BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri.....	33
Şekil 20.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait izotrop gabro grubu kayaçlardan alınan gabro örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü.....	34
Şekil 21.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin tüm kayaç MgO içeriklerine karşılık diğer ana oksit içeriklerindeki değişimlerin lineer ölçekte gösterimi.....	41
Şekil 22.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin tüm kayaç MgO içeriğine karşılık diğer ana oksit içeriklerindeki değişimlerin logaritmik ölçekte gösterimi.....	42
Şekil 23.	Pozantı-Karsantı ofiyolitini temsil eden farklı kayaç gruplarına ait örneklerin MgO içeriklerine karşılık bazı iz element ve LGE içeriklerindeki değişimler.....	44
Şekil 24.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarını temsil eden örneklerin ilksel manto değerlerine oranlanmış LGE ve çoklu element desenleri.....	47
Şekil 25.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örneklerin ilksel manto değerlerine oranlanmış PGE grafikleri.....	48
Şekil 26.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki olivin kristallerinin Fo içeriklerine karşılık NiO (a) ve MnO (b) içeriklerindeki değişimler.....	51
Şekil 27.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki ortopiroksen kristallerinin Ca-Mg-Fe üçgenindeki yerleri.....	56
Şekil 28.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki ortopiroksen kristallerinin Mg# değerlerine karşılık Al_2O_3 içeriklerindeki değişimler.....	56
Şekil 29.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin Ca-Mg-Fe üçgenindeki yerleri.....	59
Şekil 30.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait klinopiroksen kristallerinin Mg# değerlerine karşılık TiO_2 içeriklerindeki değişimler.....	60
Şekil 31.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti farklı kayaç guruplarını temsil eden örneklerde LA-ICPMS ile iz element ve LGE içerikleri belirlenen klinopiroksen minerallerininin dokuları ve lazer ablasyon noktalarını	

	gösteren cevher mikroskobu görüntüleri.....	64
Şekil 32.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin kondrit ve ilksel manto değerlerine oranlanmış LGE ve çoklu element dağılımları.....	68
Şekil 33.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarındaki krom spinel minerallerinin Mg# değerlerine karşılık Cr# değerlerinin karşılaştırıldığı basit bir sınıflama diyagramı.....	71
Şekil 34.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinel kristallerinin Cr# değerlerine karşılık Mg# değerlerindeki değişimler.....	73
Şekil 35.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarındaki plajiyoklas minerallerin Or (K)-Ab (Na)-An (Ca) sınıflama diyagramındaki yerleri.....	77
Şekil 36.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen amfibol kristallerinin Si katyon değerlerine karşılık Mg# (a) ve Na+K (b) içeriklerindeki değişimler.....	79
Şekil 37.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerinin tüm kayaç MgO içeriklerine karşılık bazı ana oksit içeriklerindeki değişimler.....	84
Şekil 38.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerinin tüm kayaç CaO içeriklerine karşılık Al ₂ O ₃ içeriklerindeki değişimler.....	85
Şekil 39.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç MgO içeriklerine karşı Al ₂ O ₃ içeriklerindeki değişimler.....	85
Şekil 40.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotiti örneklerin kondrit değerlerine oranlanmış LGE dağılımları.....	87
Şekil 41.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinel kristallerinin Cr# değerlerine karşılık ortopiroksen (a) ve klinopiroksen (b) Al ₂ O ₃ içeriklerindeki değişimler.....	88
Şekil 42.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinel kristallerinin Cr ₂ O ₃ içeriklerine karşılık Al ₂ O ₃ içeriklerindeki değişimler.....	89
Şekil 43.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait PK17 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksen kristallerinin kondrit değerlerine oranlanmış LGE desenleri.....	92
Şekil 44.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait PK48 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksen kristallerinin kondrit değerlerine üoranlanmış LGE desenleri.....	93
Şekil 45.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait PK54 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksen kristallerinin kondrit değerlerine oranlanmış LGE desenleri.....	94

Şekil 46.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç MgO/SiO_2 oranlarına karşılık SiO_2 içeriklerindeki değişimler...	96
Şekil 47.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait spinel $Cr\#$ değerlerinin tüm kayaç CaO (a) ve Al_2O_3 (b) içerikleri ile ilişkileri....	97
Şekil 48.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait tüm kayaç MgO değerlerinin La, Ce, Ba, Rb içerikleri ile ilişkileri.....	98
Şekil 49.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örneklerin tüm kayaç Al_2O_3 içeriklerine karşı Re içeriklerindeki değişimler.....	99
Şekil 50.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerindeki spinel kristallerinin $Cr\#$ değerleri ile TiO_2 içerikleri arasındaki ilişki.....	101
Şekil 51.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin tüm kayaç $MgO-Fe_2O_3-(Na_2O+K_2O)$ (a) ve $MgO-Al_2O_3-CaO$ (b) üçgenlerindeki yerleri.....	104
Şekil 52.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerindeki olivinlerin Fo içerikleri ile denge halindeki spinellerin $Cr\#$ değerleri arasındaki ilişki.....	108
Şekil 53.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto kesimini temsil eden peridotitlere ait klinopiroksen kristallerinin TiO_2 içeriklerine karşılık Na_2O içeriklerindeki değişimler.....	110
Şekil 54.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto kesimini temsil eden peridotitlerdeki klinopiroksen kristallerinin Al_2O_3 içeriklerine karşılık TiO_2 içeriklerindeki değişimler.....	110
Şekil 55.	Pozantı-Karsantı manto peridotitlerini temsil eden örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin Yb içeriklerine karşılık Dy içeriklerindeki değişimler.....	111
Şekil 56.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerini temsil eden örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin Ti içeriklerine karşılık Dy içeriklerindeki değişimler.....	112
Şekil 57.	Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto kayaçları ve kabuksal kesimi için önerilen petrojenetik model.....	119

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Tablo 1. Pozantı-Karsantı ofiyoliti farklı kayaç gruplarına ait örneklerin petrografik incelemeler sonrasında belirlenen dokuları ve yaklaşık modal (%) bileşimleri.....	20
Tablo 2. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaçlarını temsil eden örneklerin bazı tüm kayaç ana oksit ve ortalama mineral kimyası bileşimleri (ağ.%).....	22
Tablo 3. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait tüm kayaç ana oksit (ağ.%), iz element ve Lantan Grubu Element (LGE) (ppm) içerikleri.....	36
Tablo 4. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait tüm kayaç PGE (ppb) ve Re/Os izotop değerleri.....	50
Tablo 5. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen olivinlerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri	52
Tablo 6. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen ortopiroksenlerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri	57
Tablo 7. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen klinopiroksenlerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri	61
Tablo 8. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarındaki klinopiroksen minerallerinin iz element ve LGE içerikleri (ppm)...	69
Tablo 9. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinellerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri	74
Tablo 10. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülat ve izotrop gabro grubu örneklerinde gözlenen plajiyoklasların ortalama kimyasal (ağ.%) bileşimleri ve standart sapma değerleri	78
Tablo 11. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen amfibollerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri	80
Ek Tablo 1. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen olivinlerin kimyasal bileşimleri (ağ.%).....	130
Ek Tablo 2. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen ortopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (ağ.%).....	142
Ek Tablo 3. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (ağ.%).....	148
Ek Tablo 4. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen	

	spinellerin kimyasal bileşimleri (ağ.%).....	160
Ek Tablo 5.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülat ve izotrop gabro grubu örneklerinde gözlenen plajiyoklasların kimyasal bileşimleri (ağ.%).....	180
Ek Tablo 6.	Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen olivinlerin kimyasal bileşimleri (ağ.%).....	182

SEMBOLLER DİZİNİ

Ab	: Albit
ağ.	: Ağırlık
AK	: Ateşte Kayıp
ALGE	: Ağır Lantan Grubu Elementler
Amf	: Amfibol
An	: Anortit
AYT	: Ada Yayılı Toleyitleri
BİÇE	: Büyük İyon Çaplı Elementler
BSE	: Back Scattered Electron
ÇN	: Çift Nikol
Di	: Diyopsit
dla	: Deteksiyon Limitinin Altında
En	: Enstatit
Fo	: Forsterit
Fs	: Ferrosillit
GL	: Garnet Lerzolit
HLGE	: Hafif Lantan Grubu Elementler
ICP-ES	: Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer
ILM	: İlmenit
IPGE	: İridyum Grubu Plâtin Grubu Element
İG	: İzotrop Gabro
KD	: Dağılım Katsayısı
KPİR	: Klinopiroksen
LA-ICPMS	: Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer
LGE	: Lantan Grubu Element
LAN	: Lazer Ablasyon Noktası
MK	: Mafik Kümülat
MP	: Manto Peridotiti

MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MYT	: Manyetit
N	: Analiz Sayısı
NTIMS	: Negative Thermal Ionization Mass Spectrometry
OLGE	: Ortaç Lantan Grubu Elementler
Olv	: Olivin
OOS	: Okyanus Ortası Sırt
OPİR	: Ortopiroksen
OPK	: Opak mineral
PGE	: Plâtin Grubu Element
PLJ	: Plajiyoklas
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
SL	: Spinel Lertzolit
SPL	: Spinel
TN	: Tek Nikol
SPTN	: Serpantin
UK	: Ultramafik Kümülat
Vo	: Vollastonit
YÇAE	: Yüksek Çekim Alanlı Elementler
YZ	: Yitim Zonu
Cr#	: $100 \times \text{Cr} / (\text{Cr} + \text{Al})$
Mg#	: $100 \times \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$
σ	: Standart sapma

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ofiyolit, okyanusal litosfer ve ilişkili derin deniz sedimanlarından oluşan ve tektonik olarak kıtasal kabuk üzerine itilmiş kayaç gruplarını tanımlamak için kullanılan bir terim olarak bilinmektedir (Moores, 1982; Nicolas, 1989). Penrose Konferansı'nda (1972) ve Coleman (1977)'de tanımlandığı üzere ofiyolitler, tabandan tavana doğru çoklukla serpantinleşmiş ultramafik manto peridotitleri (veya tektonitler), ultramafik ve mafik kümülatlar, kümülat doku sunmayan (masif) gabrolar, levha daykları ve mafik volkanik kayaçlar (yastık debili bazaltlar) gibi birbirinden ayrılabilen kayaç gruplarından oluşmaktadır. Bu kayaç grupları genellikle pelajik sedimanlar, çört ve/veya derin deniz sedimanları ile örtülmüş olarak gözlenir. Önceleri, ofiyolitlerin sadece okyanus ortası sırtlarda (OOS) oluşan okyanusal kabuğu temsil ettiği düşünülmekte iken (Coleman, 1977) birçok araştırmacı (Nicolas, 1989; Shervais, 1982) bu kayaçların oluşumları için yay gerisi havzalar ve volkanik yay kökleri gibi farklı tektonik oluşum ortamları önermiştir. Ofiyolit istifine ait kayaçlar buldukları yerlerde bütünüyle temsil edilmiş (tam ofiyolit istifi) olabilmekle birlikte, bazı birimlerin kısmen veya tamamen eksik olduğu (eksikli ofiyolit istifi) seriler de gözlemlenebilir.

Ofiyolitik kayaçlar, okyanusal litosferin gelişimi esnasındaki magmatik süreçlerin ortaya konmasında ve anlaşılmasında önemli rol oynarlar. Özellikle ofiyolitlerin manto kesimlerini temsil eden kayaç gruplarının litolojik ve jeokimyasal özellikleri, söz konusu ofiyolitlerin hangi tektonik ortamlarda oluştuğu hakkında önemli ip uçları barındırırlar. Örneğin, okyanusal kabuk ile ilişkili abisal peridotitler okyanus ortası sırtlardaki ergiyik gelişimi ve sonrasındaki ergiyik-manto etkileşimi süreçleri hakkında önemli bilgiler verirler (Dick ve Bullen, 1984; Dick ve Fisher, 1984; Elthon, 1992; Johnson vd., 1990; Johnson ve Dick, 1992; Seyler vd., 2004; Hellebrand vd., 2002; Jean vd., 2010) . Abisal peridotitler üzerine yapılan çalışmalar, bu kayaçların, mantonun Rayleigh kısmi ergimesi (near-fractional melting) ile oluşan ergiyiklerin mantodan ayrılması sonrasındaki kalıntılar olduklarını göstermektedir. Yığın/denge ergime (Batch/Equilibrium melting) süreçlerindeki farklı olarak, üst mantodaki bu tür kısmi ergimeler, piroksen

minerallerinde ve dolayısıyla tüm kayaç hafif LGE içeriklerinde önemli miktarda bir tüketilmeye ve hemen hemen düze yakın ağır Lantan Grubu Element (ALGE)–ortaç Lantan Grubu Element (OLGE) yönsemesine yol açar (Johnson vd., 1990; Hellebrand vd., 2002).

Abisal peridotitler genellikle, üst mantodan, kuru koşullardaki düşük dereceli kısmi ergime (%2–15) süreçleri sonrasında oluşan az miktardaki ergiyiğin ayrılması ile geride kalan spinel lertzolitler olarak bilinir. Buna karşılık, yitim zonları üzerindeki manto kamasını temsil eden peridotitler, özellikle sulu ve daha yüksek dereceli kısmi ergimeler (> %20) sonrasında oluşan önemli miktardaki ergiyiğin mantodan ayrılması sonucunda geride kalan spinel harzburjitler ya da dunitlerdir (Parkinson vd., 1992; Ishii vd., 1992; Arai, 1994; Parkinson ve Pearce, 1998; Pearce vd., 2000; Widom vd., 2003; Uysal vd., 2007, 2012, 2013; Aldanmaz vd., 2009). Bu tür peridotitlerin oldukça yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları oldukları, abisal peridotitler ile karşılaştırıldığında, bünyelerindeki spinel kristallerinin oldukça yüksek Cr/Al [ya da $Cr\# = 100 \times Cr / (Cr + Al)$] oranları ve tüm kayaç ve mineral bazında (özellikle piroksen) oldukça tüketilmiş uyumsuz element içerikleri ile doğrulanmıştır (Parkinson vd., 1992; Parkinson ve Pearce, 1998; Pearce vd., 2000).

Aktif yitim zonlarındaki yay önu peridotitlerine ait örnekleme çalışmalarının oldukça zor olması, bu tür kayaçlar üzerinde detaylı jeokimyasal çalışmaların gerçekleştirilmesini engellemiştir. Bu duruma alternatif olarak, yitim zonları üzerinde gelişmiş olduğu belirlenmiş olan okyanusal kabuk altındaki peridotit yüzeylemeleri detaylı bir şekilde incelenmeye başlanmıştır. Söz konusu manto peridotitleri, kendisini üzerleyen kabuğu oluşturan ergiyiğin kaynağını temsil eder. Bununla birlikte, mineralojileri ve kimyasal bileşimleri, jeolojik süreçlerde gerçekleşen ergiyik ayrılımı, akışkan faz zenginleşmeleri ve daha derin mantodan türeyen ergiyikler ile etkileşim olayları gibi etkileri yansıtır. Söz konusu bu olaylar, kıtalar üzerine taşınmış olarak gözlenen manto peridotitleri ve bunları üzerleyen kabukta korunmuştur. Yitim ilişkili manto peridotitleri birçok ofiyolitik istifin tabanında gözlenir ve dolayısıyla petroloji ve jeokimyasalarının geniş ölçekte incelenmesine olanak sağlamıştır (Bizimis vd., 2000; Choi vd., 2008; Uysal vd., 2007, 2012, 2013; Aldanmaz vd., 2009, 2012). Ayrıca, ofiyolitik istifin kabuk kesimini temsil eden kayaç grupları da, kendisini oluşturan ergiyiklerin ne tür bir kaynaktan türediği hakkında önemli bilgiler verirler. Bu kayaçlar bünyesindeki mineral fazlarının kimyaları ve tüm kayaç

jeokimyasal özellikleri, bir çok ofiyolitik istifin tektonik oluşum ortamlarının aydınlatılması için kullanılmıştır (Parlak vd., 1996, 2002; Xia vd., 2003; Bağcı vd., 2006, 2013; Miao vd., 2008). Ofiyolitik istifin manto ve kabuk kesimini barındırması sebebiyle Pozantı-Karsantı ofiyoliti, bahsi geçen petrolojik olayların (kısmi ergime, ergiyik–manto etkileşimi vs.) incelenmesi ve değerlendirilmesi için önemli bir örnektir. Söz konusu ofiyolitik istifin özellikle kabuk kesimini temsil eden ultramafik ve mafik karakterli kayaç grupları mineralojik ve jeokimyasal açıdan değerlendirilmiş olup, bu ofiyolitik istifin bir yitim zonu üzerinde oluşan ergiyiklerden itibaren oluştuğu, yani yitim karakterli bir ofiyoliti (Supra-Subduction Zone ophiolite) temsil ettiği öngörülmüştür (Parlak vd., 2002). Buna karşılık, bu tez kapsamında çalışılan Pozantı-Karsantı ofiyoliti de dâhil olmak üzere, Türkiye’de yüzeyleme veren bir çok ofiyolitik istifin manto kesimi üzerine detaylı petrolojik çalışmalar yapılmamıştır. Özellikle manto peridotitlerinin kısmi ergime süreçleri ve sonraki ergiyik–kayaç etkileşimleri ve bu olaylarla ilişkili metazomatizma ve zenginleşme olayları üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır (Uysal vd., 2007, 2012, 2013; Aldanmaz vd., 2009, 2012).

Yukarıda da bahsedildiği üzere, Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait kümülat kayaçların mineralojik ve tüm kayaç jeokimyasal özellikleri dikkate alınarak yapılan çalışmalarda söz konusu ofiyolitik istifin ada yayı toleyiti (AYT) tarzındaki yitim karakterli ergiyiklerden itibaren oluştukları önerilmiştir (Parlak vd., 2002). Bu durumda, tektonik oluşum ortamı bilinen Pozantı-Karsantı ofiyolitinin özellikle manto kesiminin, kendisini üzerleyen yitim karakterli kayaçların oluşumuna sebep olan ergiyikler ile etkileşimi, yitim zonundaki kısmi ergime ve ergiyik–kayaç etkileşim süreçlerinin sebep olduğu metazomatizma ve zenginleşme süreçlerinin irdelenmesi ve ortaya konması için uygun bir ortam olduğu düşünülmüştür. Bu kapsamda, önceki çalışmalardan elde edilen veriler de dikkate alınarak, Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto ve kabuk kesimini temsil eden farklı kayaç grupları petrografik ve jeokimyasal açıdan incelenmiştir. Detaylı tüm kayaç ana oksit, iz ve Lantan Grubu Element (LGE) jeokimyaları yanı sıra, tüm kayaç PGE jeokimyaları ve Re-Os izotopik bileşimleri, söz konusu kayaçların jeolojik süreçlerde geçirmiş oldukları evrimi değerlendirmek için kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, petrolojik çalışmalara önemli derecede ışık tutan mineral ana oksit içerikleri ile birlikte özellikle klinopiroksen kristallerinin iz element ve LGE kimyaları belirlenmiştir. Elde edilen veriler, Pozantı-Karsantı ofiyolitini oluşturan farklı kayaç gruplarının oluşumlarının aydınlatılması ve özellikle yukarıda bahsi

geçen manto kayaçlarındaki kısmi ergime ve ergiyik–manto etkileşimi süreçlerinin etkilerinin irdelenmesi ve değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

1.2. Önceki Çalışmalar

1.2.1. Pozantı-Karsantı Ofiyoliti ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bingöl (1978), Pozantı-Karsantı ofiyolitinin doğu kesiminde 300 km²'lik bir alanın ayrıntılı jeoloji haritasını yaparak, masifin bu kesimini petrografik ve mineralojik açıdan incelemiştir. Pozantı-Karsantı ofiyolitini 2 gruba ayırmış, birinci grubun litosferin büyüme zonunda oluştuğunu ve bu grubun kümülatlardan oluşup, dayk kompleksine rastlanmadığını belirtmiştir. İkinci grubun ise yitim esnasında meydana geldiğini ve bunların metamorfikler ve diyabaz dayklarından oluştuğunu belirtmiştir.

Çakır (1978), Pozantı-Karsantı ofiyolitinin kuzeyini oluşturan bölgede ayrıntılı petrografik ve mineralojik incelemeler yaparak kayaç gruplarını adlandırmış ve dayk yerleşmelerinin ofiyolit Torid platformunu üzerlemeden önce oluştuğunu belirtmiştir.

Yetiş (1978), doktora çalışmasında Ecemiş kuşağının içerisindeki birimlerin stratigrafisini ve Ecemiş fayının özelliklerini araştırmıştır. Bölgedeki en yaşlı birimin Alt Paleozoyik yaşlı Niğde metamorfikleri olduğunu belirtmiştir.

Tekeli (1980), Aladağların yapısal evriminde 3 farklı dönemin etkin olduğunu savunmuş ve bu dönemlerin 1- Üst Triyas-Alt Kretase zaman aralığını kapsayan duraylı kıta kenarı dönemi, 2- Senoniyen'de kıta kenarının bozulmasını ve ilk ofiyolit yerleşmesini kapsayan dönem ve 3- Maastrichtiyen'de gerçekleşen kıta kenarı naplanması ve peridotit napının yerleşmesi olaylarını kapsayan dönem olduğunu önermiştir.

Çataklı (1983), Pozantı-Karsantı ofiyoliti üzerinde araştırmalar yapmış ve bu birimin bölgeye Üst Maastrichtiyen'de allokon olarak yerleştiğini saptamıştır. Araştırmacı, bölgedeki masif üzerinde kapsamlı bir çalışma gerçekleştirmiş ve birliğe ait tüm kayaçları ayrıntılarıyla inceleyerek ofiyoliti dunitler-verliler, pirosenitler ve gabrolar olmak üzere 3 zona ayıtmıştır.

Dilek ve Moores (1990), Pozantı Karsantı ofiyolitinin ultramafik kayaçlar, kümülat kayaçlar ve bunları kesen izole diyabaz dayklarından oluştuğunu savunmuş ve üst volkanik kesimin gözlenmediğini vurgulamıştır. Tektonik harzburjilerin altındaki metamorfik

dilimden alınan amfibolden yapılan K/Ar analizi ile 95 milyon yıl yaş verisi elde edilmiştir.

Ünlügenç ve Demirkol (1991), Karsantı, Akdam ve Eğner (K-KD Adana) dolaylarının stratigrafik incelenmesini kapsayan çalışmalarında, çalışma alanı içerisinde kalan ofiyolitik melanj ve ofiyolitik kayalar ile ilgili genel jeoloji çalışmaları yapmışlardır. Ofiyolitik melanjin kireçtaşı olistolitleri, serpantinleşmiş ultrabazikler, derin deniz ve volkanik kökenli kırıntılılar, radyolarit ve ayrılmış ofiyolitik kayalardan oluştuğunu, birimin üzerine gelen Jura-Üst Kretase yaşlı Demirkazık formasyonundan daha genç olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, ofiyolitik kayaların harzburjit, dunit ve piroksenitik kümülatlardan oluştuğunu, diyabaz dayklarının bunları kestiğini ve bölgede zengin kromit yataklarının bulunduğunu belirtmiştir.

Polat vd. (1996), Aladağ Kompleksi olarak yorumlanan Pozantı-Karsantı ofiyolitini jeolojik, jeokimyasal ve yapısal olarak incelemiş ve Neotetis Okyanusu içerisinde Orta-Üst Kretase'de oluştuğunu belirtmiştir.

Parlak vd. (2000), Pozantı-Karsantı ofiyolitini kesen mafik dayklarını jeokimyasal olarak incelemiştir. Kümülat kayaları kesen daykların subalkalen karakterde olduğunu, ada yayı toleyitik bazalt ve bazaltik andezitlere benzerlik gösterdiğini ve yitim zonu üzerinde oluştuğunu belirtmiştir.

Parlak vd. (2002), Pozantı-Karsantı ofiyolitinin kümülat kayalarının mineralojik ve tüm kayaç jeokimyasal özelliklerini dikkate alarak söz konusu ofiyolitik istifin ada yayı toleyiti (AYT) tarzındaki yitim karakterli ergiyiklerden itibaren oluştuklarını önermiştir.

Çelik ve Delaloye (2007), Pozantı-Karsantı ofiyolitinin metamorfik dilimindeki amfibolitlerin ana ve iz element analizlerini değerlendirerek okyanus adası bazalt (OAB), okyanus ortası sırtı bazalt (OOSB) ve ada yayı toleyiti (AYT) karakterli olduklarını ve izole diyabaz dayları tarafından kesildiğini belirtmiştir.

Çelik (2008), Pozantı-Karsantı ofiyolitinin tabanındaki metamorfik kayalardan alınan örneklerde, K-Ar yöntemiyle 83.3–107 milyon yıl, buna karşılık ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemi ile 90.4–91.7 milyon yıl aralığında yaş verileri elde etmiştir.

1.2.2. Son Yıllarda Ofiyolitik Manto Peridotitleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Niu (2004), Pasifik ve Hint okyanusu sırtından alınan yaklaşık 130 manto peridotiti örneğinin ana ve iz element analizleriyle okyanusal sırtlardaki manto kayalarının ergimesi, ergiyik kayaç etkileşim süreçleri ve element davranışları üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, manto kayalarında bulunan ağır LGE'lerin çeşitli miktarda tüketildiğini ancak ortaç ve hafif LGE'lerin daha fazla tüketilmesi beklenirken zenginleştiklerini ortaya koymuş ve bu durumu da tüketilmiş mantonun daha sonradan ortaç ve hafif LGE'lerce zengin ergiyiklerle etkileşimiyle açıklamıştır.

Zhou vd. (2005), Tibet'teki Luobusa ofiyolitine ait dunitlerin plâtin grubu element (PGE) ve LGE içerikleri ile ilgili çalışmasında dunitlerin kondirit değerlerine oranlanmış LGE grafiklerinde U şekilli bir desen sunduğunu, ilksel manto değerlerine oranlanmış PGE grafiklerinde ise negatif Pt ve Pd anomalisi gösterdiğini ortaya koymuştur. Söz konusu verilere dayanarak, Luobusa ofiyolitinin önce okyanus ortası sırtı ortamında oluştuğunu daha sonra ise sıkışmayla birlikte yitim zonunda evrimini tamamladığını belirtmiştir.

Arai vd. (2006), Oman ofiyolitinde yaptığı çalışmada harzburjit-dunit-ortopiroksenit birlikteliğindeki bütün kayaçlar bünyesindeki spinellerin yüksek Cr# değerlerine sahip olduğunu (>65) ve klinopiroksen minerallerinin uyumsuz element içeriklerinin oldukça düşük olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, hafif LGE'lerin harzburjitik kayaçlarda ve bunları kesen ortopiroksenit dayklarında zenginleştiklerini ortaya koymuş, hafif LGE'lerdeki bu zenginleşmeleri, bu kayaçların yitim zonunda hafif LGE'lerce zengin ergiyikler/sıvılarla etkileşmiş olmaları ile açıklamıştır.

Barth vd. (2008), Yunanistan'daki Neotetis okyanusunun kalıntısı olan Othris ofiyolitinde yaptığı çalışmada, peridotitlerin plajiyoklas peridotitten tüketilmiş harzburjite kadar değişik oranlarda tüketilmiş kayaçlardan oluştuğunu belirlemiştir. Fornos Kaitsa ve Batı Katachlon masiflerinin abisal peridotitlere benzediğini ve bu peridotitlerin, garnet duraylılık alanında geçirdikleri kısmi ergime süreçlerinden sonra spinel duraylılık alanındaki kısmi ergime süreçlerinden de etkilendiğini belirtmiştir. Bu peridotitlerin aksine, Metallio, Eretria, Doğu Katachlon ve Vourinos peridotitlerinin tüketilmiş Al_2O_3 , ve ağır LGE içeriklerine, buna karşılık zenginleşmiş hafif ve ortaç LGE içeriklerine sahip olduğunu ve bu nedenle bu peridotitlerin yitim esnasındaki kısmi ergime sürecinde ergiyik ve sıvılarla etkileşmiş olduğunu belirtmiştir.

Uysal vd. (2012), Güneybatı Türkiye'deki Muğla ofiyolitinde yaptığı çalışmada, bölgedeki manto kayaçlarında yapılan tüm kayaç ana oksit, iz element, PGE ve Re-Os izotop analizlerini değerlendirmiştir. Çalışmada, manto peridotitlerinin normal bir kısmi ergime sürecinden geçmediğini, okyanus ortası sırtındaki ilk kısmi ergime evresinden sonra tüketilen manto peridotitlerinin, okyanusal kabuğun yitimi esnasında ikinci bir kısmi ergime sürecinden geçerek, yitim zonunda oluşan ergiyiklerle/sıvılarla etkileştiklerini belirtmiştir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Türkiye'nin güneyindeki Doğu Toroslarda yüzeyleme veren ve Neotetis okyanusunun kalıntıları olarak bilinen Pozantı-Karsantı ofiyoliti, manto peridotitleri ve bunları üzerleyen ultramafik ve mafik kümülat kayaçlar ve az oranda kümülat özellik sunmayan izotrop gabro türü kayaçlardan oluşmaktadır. Söz konusu ofiyolitik istifin özellikle ultramafik ve mafik kümülat kesimini temsil eden kayaç grupları jeokimyasal açıdan irdelenmiş ve bu kayaçların bir yitim zonunda oluşan ada yayı toleyitlerine (AYT) benzer ergiyiklerden itibaren oluştuğu önerilmiştir (Parlak vd., 2002). Araştırmacılar, aynı ofiyolitik istifin manto kesimi üzerinde herhangi bir çalışma yapmamışlar, dolayısıyla mantodan ayrılan ve okyanusal kabuğu oluşturan ergiyiklerin ne tür kısmi ergime süreçleri sonrasında oluştuğu konusunda görüş sunmamışlardır. Bilindiği üzere, okyanusal kabuğu oluşturan ergiyikler, ilksel ya da daha önceden tüketilmiş mantonun farklı derecelerde kısmi ergimeleri ile oluşurlar ve oluşan ergiyik, türediği manto kaynağına bağlı olarak farklı jeokimyasal özellikler sunarlar. Okyanusal kabuğun farklı kesimlerini oluşturan kayaç grupları, söz konusu ergiyiklerin değişen miktarlardaki farklılaşma ürünleridir ve bu farklılaşma süreçlerinde, tektonik ortam yorumlamalarında kullanılan uyumlu ve uyumsuz elementler farklılaşan ergiyikten itibaren oluşan okyanusal kabuğun farklı seviyelerinde farklı oranlarda konsantre olurlar. Dolayısıyla, bu kayaçların jeokimyasal özellikleri, ergiyiğin oluştuğu kaynağın nasıl ve hangi derecelerde bir ergime koşullarına maruz kalarak oluştuğu konusunda yeteri kadar sağlıklı sonuç vermezler. Buna karşılık, ofiyolitik istifin kabuksal kesimini oluşturan ve manto kaynağından ayrılan ergiyiklerin miktarı ve derecesi, ergiyik ayrılımı sonrasında geride kalan manto kayaçlarının mineralojileri ve jeokimyasal özellikleri ile oldukça sağlıklı bir şekilde ortaya konabilmektedir. Manto

kayaçlarındaki özellikle mineral fazlarının kimyasal özellikleri, mantodan ayrılan ergiyiklerin miktarı ve dolayısıyla mantonun tüketilmişlik derecesini belirlemede önemli rol oynarlar (Uysal vd., 2007, 2012, 2013, Niu 2004, Zhou vd., 2005). Kısmi ergime süreçlerinde özellikle spinel ve piroksen kristalleri uyumsuz element içerikleri bakımından tüketilirler. Son yıllarda özellikle klinopiroksen kristallerinin iz element ve LGE içeriklerinin noktasal ölçekte belirlenebilmesi (LA-ICPMS), mantodaki kısmi ergime süreçlerinin daha hassas bir şekilde ortaya konmasını sonuçlamıştır (Jean vd., 2010).

Bu tez kapsamında incelenmiş olan Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait özellikle kabuksal kesimi temsil eden kayaç gruplarının yitim karakterli olduğunun önceki çalışmalarla da ortaya konmuş olması, yitim zonlarındaki kısmi ergime ve metazomatizma süreçlerinin okyanusal kabuğun üzerlediği manto kayaçları üzerine etkilerinin incelenmesi için bir avantaj olarak düşünülmüştür. Bu sebeple, bu tez kapsamında, Pozantı-Karsantı ofiyolitinin özellikle manto kesimini oluşturan kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi düşünülmüştür. Bununla birlikte, önceki araştırmacılar tarafından sunulmuş veriler de dikkate alarak, ofiyolitik istifin kabuksal kesimini temsil eden kayaç gruplarına ait yeni jeokimyasal veriler elde edilmiş ve ofiyolitik istife ait tüm kayaç gruplarının tam bir bütünlük içerisinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma esnasında, Pozantı-Karsantı ofiyolitinin kabuksal kesimini oluşturan ergiyiklerin oluşumuna sebebiyet veren mantodaki kısmi ergime süreçleri ve sonrasındaki metazomatik süreçlerin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, sadece bu tez kapsamında incelenmiş olan Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait petrolojik süreçleri ortaya koymaktan ziyade, özellikle yitim zonlarında oluşmuş olan ofiyolitik manto peridotitlerindeki kısmi ergime ve ergiyik-manto etkileşim süreçleri hakkında da önemli sonuçlar ortaya koymayı amaçlamıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait kayaç gruplarının petrografik özellikleri yanı sıra tüm kayaç ve mineral bazındaki jeokimyasal özellikleri dikkate alınarak, söz konusu ofiyoliti oluşturan manto ve kabuk kesimindeki magmatik süreçlerin irdelenmesini amaçlayan bu çalışmada, ofiyolitik istifin farklı kesimlerinden alınmış kayaç örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışma, arazi, lâboratuvar, literatür araştırma ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması, MTA'nın hazırlamış olduğu 1/25.000 ve 1/500.000 ölçekli jeolojik haritalar kullanılarak söz konusu materyallerin derlenmesini içermektedir. Lâboratuvar çalışmaları, mikroskopik tayinler ve kimyasal analizler olmak üzere iki bölümden oluşmuştur. Literatür araştırmaları, bölgede ve dünya genelinde konuyla ilgili yapılan çalışmalar ve çalışılması plânlanan sahaya yönelik yayınların taranması ve değerlendirilmesi tarzında yapılmıştır. Büro çalışması ise, arazi ve lâboratuvar çalışmalarının birlikte yorumlanarak tez yazımının gerçekleşmesini içermektedir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında, incelenmesi plânlanan Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı türdeki kayaçların örnekleme için arazi çalışmalarına başlamadan önce jeolojik haritalar üzerinde örnekleme yapılması plânlanan lokasyonlar belirlenmiş ve mümkün oldukça ofiyolitik istife ait tüm kayaç gruplarından örnekleme yapılması hedeflenmiştir. Ofiyolitik istifin özellikle manto kesimini temsil eden peridotitik kayaçlar genellikle farklı oranlarda serpantinleşme sunarlar ve serpantinleşmenin derecesi bazı durumlarda oldukça yüksektir. İlk mineralojik bileşimini kısmen ya da tamamen kaybetmiş olan bu kayaçların jeokimyasal analizleri, söz konusu kayaçların jeodinamik ortamlarının yorumlanmasında önemli hatalara sebep olabilmektedir. Bu sebeple, tüm lokasyonlarda gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında özellikle manto peridotitlerinin örneklemeinde, alterasyondan en az etkilenmiş örnek alımı için azami hassasiyet gösterilmiştir.

2.1.2. Lâboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında ofiyolitlerin farklı seviyelerini temsil eden kayaç grupları petrografik, mineralojik ve jeokimyasal açıdan incelenmek üzere farklı analiz teknikleri için farklı örnek hazırlama süreçlerine tâbi tutulmuştur.

Arazi çalışmaları sırasında en az 2 kg olmak koşuluyla, söz konusu ofiyolitik istif temsil edecek şekilde örnekler alınmıştır. Örnek hazırlama lâboratuvarında öncelikli olarak bazı örneklerin alterasyon süreçlerinden olası etkilenmiş dış yüzeyleri döner bıçaklar ile temizlenmiştir. Dış yüzeyleri temizlenmiş ve yüzeysel alterasyon izleri taşımayan her bir örnekten yaklaşık 3×5×8 cm boyutlarında plâkalar alınmış ve söz konusu bu plâkalar tüm kayaç ana oksit, iz element ve Lantan Grubu Element (LGE) içeriklerinin belirlenmesi için öğütülmüş ve toz hâline getirilmiştir. Özellikle Re-Os izotoplarının belirlenmesi esnasında sorun teşkil etmesi muhtemel metal kirlenmelerinden sakınmak için tüm örnekler bilyalı agat havanlar kullanılarak öğütülmüştür.

Söz konusu örneklerden ayrıca ikişer adet olmak üzere yaklaşık 1×3×5 cm boyutlarında plâkacıklar alınmıştır. Bu plâkacıklardan bir tanesi petrografik amaçlı ince kesit hazırlanmasında kullanılmıştır. Petrografik incelemeler ve jeokimyasal analizler sonrasında seçilmiş örneklerdeki mineral fazlarının ana oksit ve iz element kimyalarını belirlemek için ikinci plâkacıklar kullanılmıştır. Söz konusu plâkacıklardan parlatılmış kalın kesitler hazırlanmış ve bu kesitler elektron mikroprob ve LA-ICPMS analizlerinde kullanılmak için parlatılmıştır.

2.1.2.1. Mikroskobik İncelemeler

Ofiyolitik istifin farklı kısımlarını temsil eden örneklerin petrografik ve mineralojik özelliklerinin belirlenebilmesi için hazırlanan ince kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Araştırma Mikroskobu Lâboratuvarı'nda "Nicon Eclipse E400 Pol" marka polarizan mikroskop ile incelenmiştir. Bu kapsamda, ince kesitleri hazırlanan örneklerin petrografik gözlemleri yapılmış, söz konusu kayaçlar bünyesindeki mineral birliktelikleri belirlenmiş ve ayrıca dokusal ilişkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, petrografik incelemesi yapılan tüm örneklerdeki minerallerin modal bollukları incelenen ince kesitlerin tüm yüzeyleri taranmak koşuluyla tahmini olarak belirlenmiştir.

Mineral kimyası çalışmalarında kullanılmak üzere hazırlanan parlatılmış kalın kesitler aynı mikroskopta üstten aydınlatma modu kullanılarak incelenmiştir. Bu esnada, parlak kesitlerde farklı dokusal ve ışık yansıtma özelliklerine sahip olan silikat ve oksit mineralleri belirlenmiş, özellikle iz element ve LGE içerikleri belirlenecek olan klinopiroksen kristalleri bir kalem yardımıyla işaretlenerek fotoğraflanmış ve analizlere hazır hâle getirilmiştir.

2.1.2.2. Kimyasal Analizler

Petrografik incelemeleri gerçekleştirilen seçilmiş kayaç örnekleri tüm kayaç ve mineral bazında kimyasal analizlere tâbi tutulmuştur. Tüm kayaç bazında örneklerin ana oksit, iz element, Lantan Grubu Element (LGE), Plâtin Grubu Element (PGE) ve Os-izotop bileşimleri belirlenmiştir. Ayrıca, petrografik özellikleri ve tüm kayaç jeokimyasaları dikkate alınarak seçilmiş olan örnekler üzerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, ofiyolitik istifin farklı kesimlerine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örnekler için hazırlanan parlatılmış kalın kesitlerdeki mineral fazlarının ana oksit içerikleri ile birlikte seçilmiş bazı örneklerdeki klinopioksen kristallerinin iz element ve LGE içerikleri de belirlenmeye çalışılmıştır.

2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Ana Oksit Analizleri (ICP-ES)

Tüm kayaç ana oksit analizleri Acme Analytical Laboratory (Kanada)'de gerçekleştirilmiştir. Toz hâline getirilmiş 2 gramlık örnekler lityum borat (LiBO_2) ile eritilip asit çözelti ile seyreltilmesini takiben endüktif eşleşmiş plazma emisyon spektrometresinde (ICP-ES) analize tâbi tutulmuştur.

Ana oksit analizi yapılan kayaç örneklerinin içerdikleri kristal öz suyu ve uçucu miktarını belirlemek için ateşte kayıplar (AK) hesaplanmıştır. Bunun için analiz edilecek olan her bir örneğin, daha önceden hazırlanan toz örnekleri kullanılmıştır. Kristal suyunu belirlemek için örnekler fırında $110\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 12 saat kurutulmuştur. Kurutulan her bir örnekten yaklaşık 1.5 g kadar (A_1) alınmış ve ateşte kaybı hesaplamak için $1000\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 2 saat boyunca kavrulmuştur. Fırından alınan örnekler ılık duruma gelince yeniden tartılmıştır (A_2). Isıtılmadan önceki örnek ağırlığı ile soğuduktan sonraki örnek ağırlığı

arasındaki farklar belirlenmek suretiyle örneklerin ateşte kayıpları hesaplanmıştır ($AK = A_1 - A_2$).

2.1.2.2.2. Tüm Kayaç İz element ve Lantan Grubu Element (LGE) Analizleri (ICP-MS)

Farklı kayaç gruplarına ait seçilmiş örneklerin LGE ve bazı iz element içerikleri (Rb, Sr, Y, Zr, Cs, Ba, Hf, Nb, Ta, U ve Th), Durham Üniversitesi (İngiltere), Yer Bilimleri Enstitüsü'nde Perkin Elmer-Sciex Elan 6000 endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresiyle (ICP-MS) ölçülmüştür. Uygulanan yöntem sırasında örnekler standart nitrik ve hidroklorik asitle çözülmüştür (Ottley vd., 2003). Özellikle manto peridotitlerine ait örneklerdeki elementlerin çoğunun çok düşük konsantrasyonlarda olması nedeniyle, örnek kirlenmelerini asgari düzeyde tutabilmek için, örnek hazırlanması süresince temiz ve düzenli hava akımının sağlandığı ortamda çalışılmıştır.

Kısaca yöntem şöyle özetlenebilir: Bir teflon şişe içindeki 4 ml HF ve 1 ml HNO₃'e 100 mg öğütülmüş örnek eklenir. Daha sonra bu karışım mevcut şişe içinde 48 saat boyunca 150 °C'deki sıcak plâka üzerine bırakılır. Bu süreç boyunca asit karışım buharlaşarak ortamdaki uzaklaştırılır. Geriye kalan hafif nemli kalıntı örneğe, 1ml HNO₃ daha eklenir ve tekrar numunenin kuruluğu sağlanıncaya kadar buharlaştırma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemden sonra ikinci bir 1ml'lik HNO₃ eklemesi daha yapılarak numune tekrar kuruyuncaya kadar buharlaştırılır. Bu adımlar çözünmemiş durumdaki florit parçalarını çözünebilir durumdaki nitrat parçalarına dönüştürmeyi sağlar. Son olarak örnek üzerine 2.5 ml HNO₃ ilâve edilerek, 20 ppb Re ve Rh konsantrasyonuna sahip standart ilâve edildikten sonra 50 ml'ye seyreltilir. Örnek içine katılan standart, analitik sapmayı ve matriksten kaynaklanan maskeleye etkisini yok etmek için kullanılmaktadır. ICP-MS kalibrasyonu, analizlerin yapıldığı lâboratuvarda mevcut olan peridotit standardı (GP13) (Ottley vd., 2003) ve uluslararası kayaç standartlarıyla (BHVO-1, AGV-1, W-2, NBS688) gerçekleştirilmiştir. Bu standartlar, örneklerde gerçekleştirilen işlemlere benzer şekilde analiz öncesi ön hazırlıklardan geçirilmiştir. Referans örneklerin bileşimleri (GP13, BHVO-1, AGV-1, W-2, NBS688), bu çalışmanın örneklerinde olduğu gibi benzer analitik yöntemlerle bilinmeyen bir örnek olarak analiz edilmiştir. Analiz edilen elementler için, bu referans örneklerin analiz sonuçlarının tekrarlanabilirliği (reproducibility) genellikle %

2'den daha iyi olup ölçülen bileşimler, Potts vd. (1992)'de yayınlanmış veriler ile benzer sonuçlar vermiştir.

2.1.2.2.3. Tüm Kayaç PGE (ICP-MS) ve Os-İzotop Analizleri (N-TIMS)

Pozantı-Karsantı ofiyolite ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş 3 adet örneğin PGE (Ir, Ru, Rh, Pt ve Pd) analizleri Geoscience Laboratory (Ontario, Sudbury, Kanada)'de nikel-sülfür ön zenginleştirme işlemi uygulanarak endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile belirlenmiştir. 25 gr örnek, boraks, soda külü, silika, nikel oksit ve sülfürden oluşan bir karışım ile ergitilmiştir. Ergiyik, tüm fazların tamamıyla ergidiğinden ve tüm PGE'lerin nikel sülfür tarafından tutulduğundan emin olmak için 1200 °C'de tutulmuştur. Nikel sülfür butonu yaklaşık 100 °C'de hidroklorik asit ile çözülmüştür. Sonra, çözünmeyen PGE ve Au-sülfürler, bir selüloz nitrat membran filtre üzerinde toplanmış ve yüzer durumdaki borosilikat test tüpünde sindirilmiştir. Elde edilen çözelti, % 10 v/v nitrik asit ile tamamen karıştırılarak seyreltilmiştir. Son olarak elde edilen 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. Elde edilen sonuçlar, Ni ve Cu'dan kaynaklanan girişimler için düzeltmeye tâbi tutulmuştur. Ölçüm alt sınır limitleri, Ir için 0.01 ppb, Ru için 0.08 ppb, Rh için 0.02 ppb, Pt için 0.17 ppb ve Pd için 0.12 ppb'dir.

Seçilmiş 8 adet örneğin Os-izotop analizleri Durham Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Osmiyum, Thermo Finnigan Triton'da elektron gönderme (çarpma) modu kullanılarak negatif-termal iyonizasyon kütle spektrometresi ile Pt filamentleri üzerinde analiz edilmiştir (Creaser vd., 1991; Volkening vd., 1991). Maryland Üniversitesi'nin 1.75 pg'lık ¹⁸⁷Os ve 17 pg'lık ¹⁸⁸Os içeren referans çözeltisinin (UMd) Ekim 2005-Kasım 2011 dönemlerinde Durham Üniversitesi'nde gerçekleştirilen tekrar analizleri sonucunda ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os oranı $0.11378 \pm 28 (2\sigma)$ olarak hesaplanmıştır. Daha fazla çözelti için (>10 ng) aynı aletin Faraday cup modunda bu oran 0.113787 ± 7 olarak belirlenmiştir (Luguet vd., 2008). Tüm kayaç Re-Os analizleri için blank değerleri Os için 0.04-0.51 pg (ort: 0.21) ve ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os için 0.140 ve 0.675 (ort: 0.32) arasında iken, Re için bu değer 0.3-9 pg (ort: 1.6) arasında belirlenmiştir. Osmiyum ölçümlerinin tekrarlanabilirliği (reproducibility) genellikle $\pm 10\%$ civarında olmakla birlikte bazen daha iyidir.

2.1.2.2.4. Mineral Kimyası Analizleri (EPMA ve LA-ICPMS)

Ofiyolitik istifin hemen hemen tamamını temsil eden farklı kayaç gruplarından hazırlanmış parlak kesitlerdeki farklı fazların mineral kimyalarının belirlenmesi için Ludwig Maximilian Üniversitesi (Münih, Almanya), Mineraloji ve Petroloji Enstitüsü'ndeki CAMECA-SX100 marka elektron mikroprob aleti kullanılmıştır.

Mikrokimyasal analizi yapılması düşünülen parlatılmış kalın kesitler mikroprob cihazına yerleştirildikten ve uygun analiz koşulları sağlandıktan sonra özellikle BSE görüntüsü kullanılarak, tüm kesit yüzeyleri taranmak suretiyle uygun yerlerden mineral kimyası analizleri yapılmaya çalışılmıştır. Ofiyolitik istifin manto ve kabuk kesimini temsil eden kayaç gruplarındaki farklı fazlar BSE görüntülerinde farklı tonlarda bir görüntü verdiklerinden, bu farklı fazlar birbirlerinden kolayca ayrılabilen ve mikrokimyasal analizi yapılacak noktalar kolayca ve sağlıklı bir şekilde belirlenebilmektedir. Kimyaları petrolojik anlamda önemli bilgiler barındıran ve manto peridotitlerindeki modal bollukları oldukça az olan klinopiroksenlerin polarizan mikroskop incelemeleri sırasında belirlenmesi oldukça güç olmakla birlikte, BSE görüntülerinde uygun kontrast koşulları sağlanarak kimyasal analizleri yapılabilmektedir. Bu sebeple, modal olarak oldukça düşük klinopiroksen içeren kayaçların özellikle tüm yüzeyleri taranmış ve klinopiroksen kimyaları belirlenmeye çalışılmıştır.

Silikat ve spinel ölçümleri sırasında doğal ve sentetik oksitler ve silikat standartlar kullanılmıştır. Aletin çalışma şartları 15 kV ve 20 nA'de sabitlenmiştir. Sayma zamanı (counting time) Al, Ni, Ca elementleri için 30 sn, Ti için 20 sn, diğer bütün elementler için 10 sn olarak belirlenmiştir. Peridotit örneklerine ait spinel minerallerinin Ti ölçüm alt sınır limitini düşürmek için sayma zamanı bu element için 100 sn olarak ayarlanmıştır. Elektron ışınının çapı (beam size) bütün silikat analizlerinde 1 µm iken, bazı kesitlerde ince klinopiroksen ayrılım lamelleri içeren ortopiroksen minerallerin gerçek (ilksel) mineral kimyasını belirleyebilmek için 50 µm olarak düzenlenmiştir. Ölçülen elementlerin oksit bazındaki ölçüm alt sınır limitleri (% ağırlık) Si, Al, K, Ti, Ca, Na için 0.01, Mg için 0.02, Cr için 0.03, Fe ve Ni için 0.04 ve Mn için 0.06 olarak belirlenmiştir. Spinel minerallerine ait Fe^{2+} ve Fe^{3+} dağılımları, mineral formülü (AB_2O_4) kullanılarak hesaplanmıştır.

Seçilmiş örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin iz element ve LGE içerikleri Victoria Üniversitesi (Kanada) ICPMS laboratuvarında Thermo X-Serisi 2 quadrupol endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresine (ICP-QMS) monte edilmiş New Wave

UP-213 lazer ablasyon sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Her element için elde edilen sinyaller kalsiyum (Ca) ya da magnezyum (Mg) iç standartları kullanılarak normleştirilmiştir. Elde edilen konsatrasyonlar NIST611 riyolitik cam kullanılarak kalibre edilmiş ve kalibrasyonun kalitesi NIST611'in her 5 mineral analizinden sonra tekrar ölçülmesi ile kontrol edilmiştir. Doğruluk ve hassasiyet USGS referans materyali olan BCR2g'nin günlük tekrar analizleri ile kontrol edilmiştir.

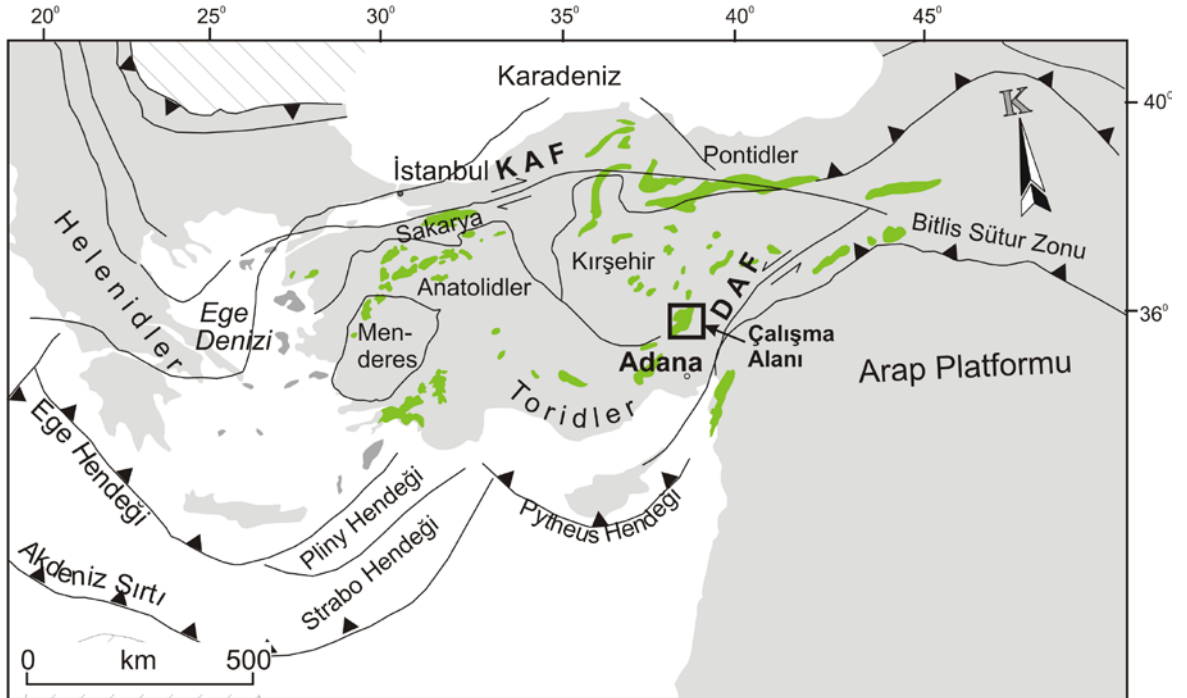
2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve l aboratuvar çalışmalarından elde edilen bilgiler b uro çalışmaları sırasında bir araya getirilerek, Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait kayaçların petrografi ve mineralojileri ortaya konulmuş, ergiyik kayaç etkileşimleri, kayaçların kısmi ergime dereceleri ve tektonik oluşum ortamı hakkında bazı sonuçlara varılmıştır. Elde edilen bulgu ve sonuçlar Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun bir şekilde rapor edilerek Yüksek Lisans Tezi hâline getirilmiştir.

3. BULGULAR

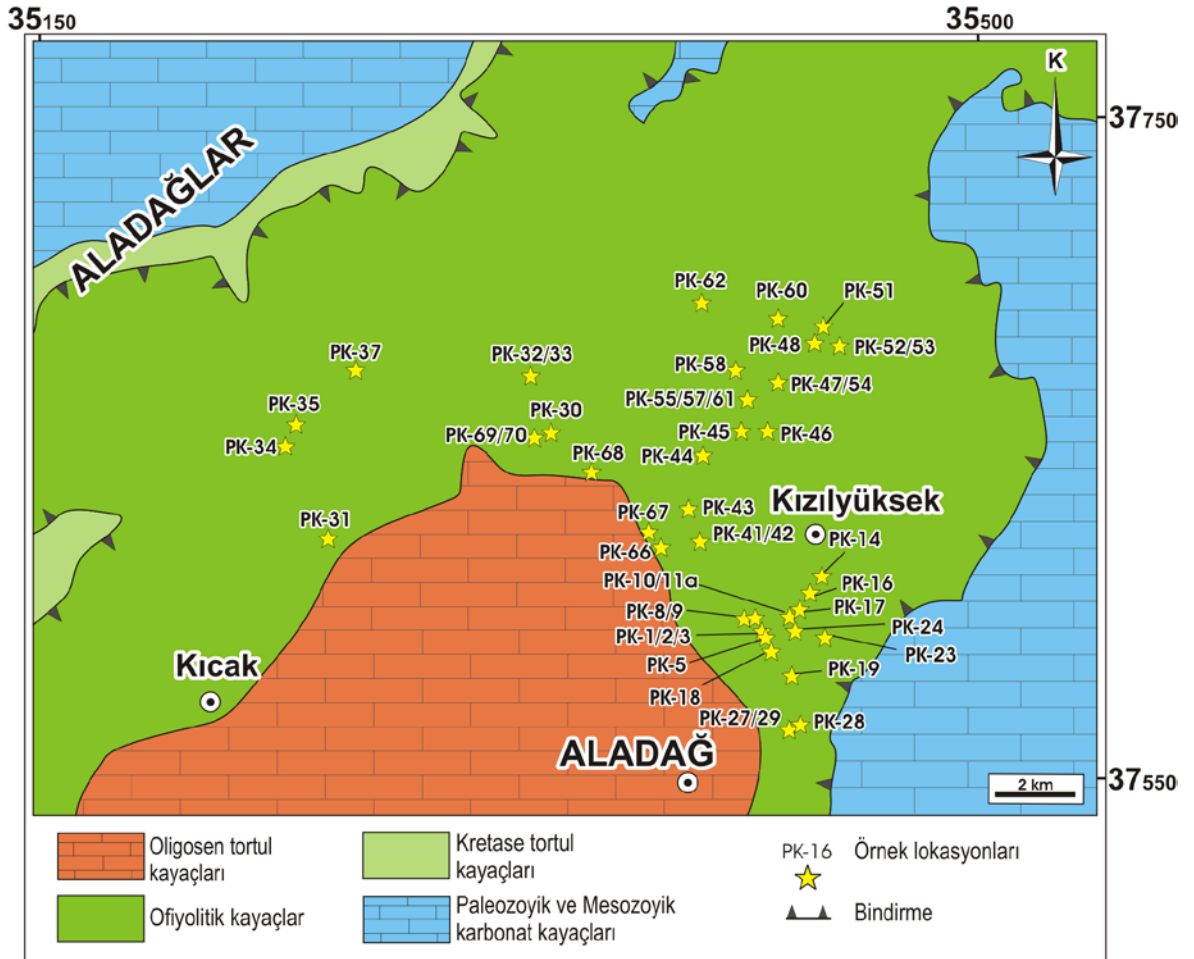
3.1. Bölgesel Jeoloji

Pozantı-Karsantı ofiyoliti, Türkiye'nin güneyinde Adana ilinin kuzeyinde Doğu Toroslarda yer almaktadır (Şekil 1). Doğu Toroslar stratigrafik özellikler ve kaya birimleri açısından, birbirinden değişik havza koşullarını yansıtan kaya topluluklarını kapsamaktadır. Bu kapsamda Doğu Toroslar'daki ofiyolitik kayalar son derece önemlidir. Doğu Akdeniz'deki Tetis Okyanusu ofiyolitleri iki gruba ayrılmaktadır. Birinci grup ofiyolitler Bitlis-Zagros çarpışma zonunda olup, Trodos (Kıbrıs), Bear-Bassit (Suriye) ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerinden oluşmaktadır (Dilek ve Moores, 1990). İkinci grup ofiyolitler ise Toros kuşağı ofiyolitleri olarak isimlendirilen (Juteau, 1980) Antalya, Beyşehir, Ali Hoca, Mersin ve Pozantı-Karsantı ofiyolitlerinden oluşmaktadır (Dilek ve Moores, 1990; Parlak ve Delaloye, 1999).



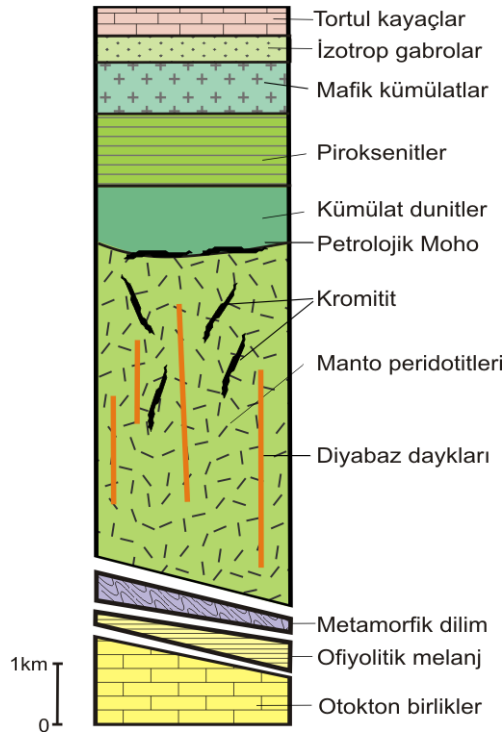
Şekil 1. Ofiyolitik kayaların Türkiye'deki dağılımları (Dilek ve Flower, 2003'den değiştirilmiştir).

Pozantı-Karsantı ofiyoliti ve Mersin ofiyolitlerinin aynı kökenli olduğu, bölgeye yerleştikten sonra Orta Eosen'den itibaren Ecemiş Fayı ile bir bölümünün güneye kaydığı belirtilmiştir (Çakır, 1978; Yetiş,1984). Pozantı-Karsantı ofiyoliti, K-G yönünde 80 km uzunluğunda ve D-B yönünde 60 km olup, yaklaşık 1300 km²'lik bir alanda yüzeyleme vermektedir. Üst Kretase yaşlı Pozantı-Karsantı ofiyolitinin (Juteau, 1980; Dilek ve Moores, 1990; Polat ve Casey, 1995) sınırları, batıda doğrultu atımlı sol yönlü Ecemiş Fay koridoru içerisinde bulunan Oligosen ve Neojen çökelleri ve Tersiyer volkanizmasına ait andezitler ile, kuzey ve doğuda Paleozoyik yaşlı Toros kireçtaşları ile bindirme sınırlı iken, güneyde Neojen yaşlı Adana Baseni sedimanları ile kaplıdır (Şekil 2) (Ovalıoğlu, 1963; Bingöl, 1978; Çakır, 1978; Çatakli, 1978; Polat ve Casey, 1995).



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın civarının sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve örnek lokasyonları (MTA, 2002'den basitleştirilmiştir).

Pozantı-Karsantı ofiyoliti, tabandan tavana doğru, manto peridotitleri, ultramafik-mafik kümülatlar ve izotrop (masif) gabrolardan oluşmaktadır. Ofiyolitik istif, ofiyolitik olmayan sedimanter ve volkanik kayalardan oluşan bir tabanla, Paleozoyik ve Mesozoyik kireçtaşları üzerine tektonik olarak oturmuştur. Alt birimi porfiroklastik ve onun üzerindeki granoblastik dokulu harzburjitler oluşturur. Bu birim üzerine çoğu kez tektonik dokanıklı dunit, piroksenit ve gabrolardan oluşan kümülat seri gelir. Gerek manto peridotitleri ve gerekse kümülatlar çok sayıda izole ve nadiren gruplar hâlindeki diyabaz daykları ile kesilmişlerdir (Şekil 3, Anıl, 1990).

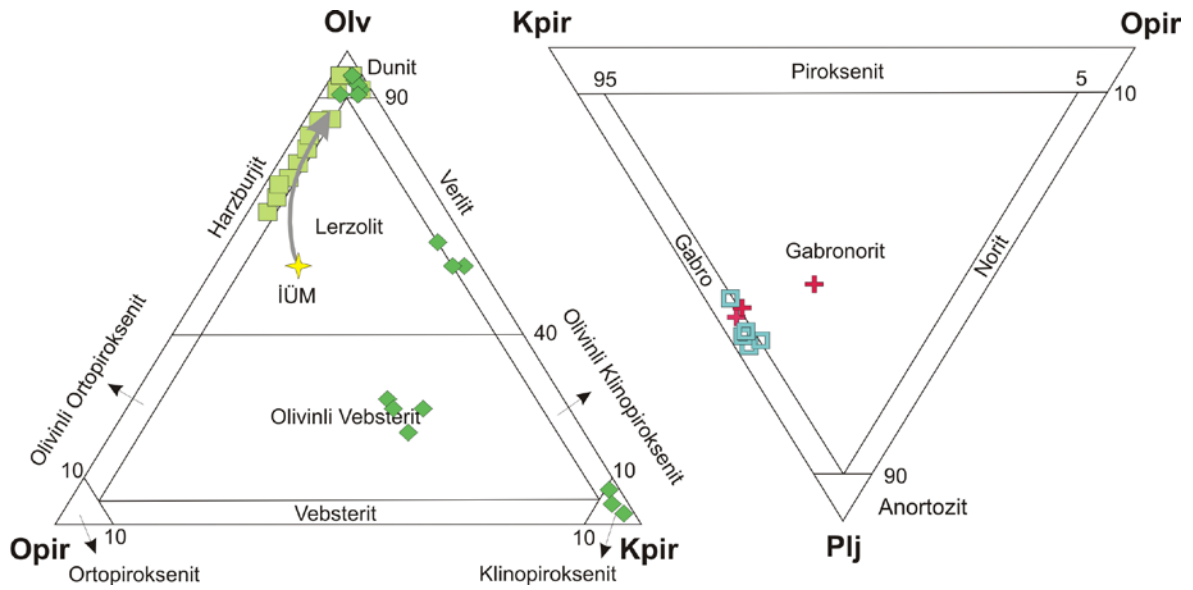


Şekil 3. Pozantı Karsantı ofiyolitinin dikme kesiti (Bingöl, 1978'den basitleştirilmiştir).

3.2. Petrografi

Arazi çalışmaları sırasında Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından toplam 47 adet örnek alınmış ve bu örneklerden hazırlanan ince kesitler üzerinde detaylı petrografik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan petrografik çalışmalar yanı sıra tüm kayaç ve mineral kimyası verileri de dikkate alınarak belirlenen kayaç grupları ve bu kayaçlara ait yaklaşık mineral modal bollukları ve dokusal özellikleri Tablo 1 ve 2'de

verilmiştir. Mineral modal bollukları ve dokusal özellikleri belirlenen örneklerden ofiyolitik istifin manto peridotitleri ve ultramafik kümülat kesimini oluşturan kayalar olivin-ortopiroksen-klinopiroksen, mafik kümülat ve izotrop gabro kesimini oluşturan kayalar ise plajiyoklas-ortopiroksen-klinopiroksen sınıflama diyagramlarında değerlendirilerek isimlendirilmiştir (Şekil 4). Aşağıda, ofiyolitik istifin farklı seviyeleri dikkate alınarak, her grup içindeki farklı kayaç türleri için belirlenen petrografik gözlemler detaylı bir şekilde aktarılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitleri, ultramafik kümülat, mafik kümülat ve izotrop gabro grubu kayaları temsil eden örneklerin sınıflama diyagramlarındaki yerleri. Semboller; İçi dolu kare (açık yeşil): manto peridotiti, içi dolu elmas (koyu yeşil): ultramafik kümülat, artı (kırmızı): kümülat gabro, içi boş kare (mavi): izotrop gabro, içi dolu yıldız (sarı): ilksel üst mantoyu temsil etmekte olup, bu tez içerisinde verilen tüm diyagramlarda aynı kayaç grupları için aynı simgeler kullanılmıştır. Olv: Olivin, Opir: Ortopiroksen, Kpir: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklas.

Tablo 1. Pozantı-Karsantı ofiyoliti farklı kayaç gruplarına ait örneklerin petrografik incelemeler sonrasında belirlenen dokuları ve yaklaşık modal bileşimleri (Olv: Olivin, Opir: Ortopirosen, Kpir: Klinopirosen, Spl: Spinel, Plj: Plajiyoklas, Amf: Amfibol, Opk: Opak).

Örnek#	Kayaç Grubu	Kayaç tipi	Doku	Yaklaşık Modal Bileşim (%)							
				Olv	Opir	Kpir	Spl	Plj	Amf	Opk	
PK1	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	94	3	-	2	-	-	-	-
PK3	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	95	-	-	5	-	-	-	-
PK5	Manto peridotiti	Serpantinit	Elek	95	5	-	<1	-	-	-	-
PK9	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	92	3	-	5	-	-	-	-
PK10	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	95	4	-	1	-	-	-	-
PK14	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	65	30	3	2	-	-	<1	-
PK17	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	92	6	-	2	-	-	-	-
PK23	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	70	25	2	3	-	-	<1	-
PK24	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	95	2	-	3	-	-	-	-
PK31	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	85	10	4	1	-	-	-	-
PK43	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	68	27	3	2	-	-	-	-
PK45	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	75	20	3	2	-	-	-	-
PK46	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	83	12	2	3	-	-	-	-
PK47	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	72	23	3	2	-	-	-	-
PK48	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	78	17	3	2	-	-	-	-
PK54	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	80	15	2	3	-	-	-	-
PK55	Manto peridotiti	Harzburjiti	Daneli-elek	70	25	2	3	-	-	-	-
PK57	Manto peridotiti	Serpantinit	Elek	95	5	-	-	-	-	-	-
PK60	Manto peridotiti	Dunit	Daneli-elek	95	4	-	1	-	-	-	-
PK62	Manto peridotiti	Serpantinit	Elek	95	5	-	-	-	-	-	-
PK2	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	92	2	-	6	-	-	-	-
PK8	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	95	2	-	3	-	-	-	-
PK11B	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	94	2	-	4	-	-	-	-
PK16	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	91	6	-	3	-	-	-	-

Tablo 1 'in devamı.

Örnek#	Kayac Grubu	Kayac tipi	Doku	Yaklaşık Modal Bileşim (%)						
				Olv	Opir	Kpir	Spl	Plj	Amf	Opk
PK18	Ultramafik kümülat	Klinopiroksenit	Adkümülat-poikilitik	8	2	90	<1	-	<1	-
PK19	Ultramafik kümülat	Klinopiroksenit	Adkümülat-poikilitik	5	3	92	<1	-	-	-
PK28	Ultramafik kümülat	Olivin vebsterit	Adkümülat-poikilitik	20	30	50	-	-	-	-
PK32	Ultramafik kümülat	Klinopiroksenit	Adkümülat-poikilitik	3	2	95	<1	-	-	-
PK33	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	93	2	-	5	-	-	-
PK34	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	95	2	-	3	-	-	-
PK35	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	91	3	-	6	-	-	-
PK41	Ultramafik kümülat	Verlit	Adkümülat-poikilitik	55	3	42	<1	-	-	-
PK42	Ultramafik kümülat	Olivin vebsterit	Adkümülat-poikilitik	27	30	43	<1	-	-	-
PK44	Ultramafik kümülat	Olivin vebsterit	Adkümülat-poikilitik	25	30	45	<1	-	-	-
PK51	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	95	2	-	3	-	-	-
PK52	Ultramafik kümülat	Olivin vebsterit	Adkümülat-poikilitik	25	25	50	<1	-	-	-
PK53	Ultramafik kümülat	Verlit	Adkümülat-poikilitik	60	5	35	<1	-	<1	-
PK69	Ultramafik kümülat	Kümülat dunit	Adkümülat-elek	91	3	-	6	-	-	-
PK70	Ultramafik kümülat	Verlit	Adkümülat-poikilitik	55	5	40	<1	-	-	-
PK66	Mafik kümülat	Gabro	Mezokümülat	3	3	37	-	55	-	2
PK67	Mafik kümülat	Garonorit	Mezokümülat	-	20	30	-	50	-	<1
PK68	Mafik kümülat	Gabro	Mezokümülat	-	5	30	-	50	<1	5
PK27	İzotrop gabro	Gabro	Daneli-ofitik	-	2	33	-	60	<5	<3
PK29	İzotrop gabro	Gabro	Daneli-ofitik	-	3	30	-	62	<5	<3
PK30	İzotrop gabro	Gabro	Daneli-ofitik	-	2	35	-	58	<5	<3
PK58	İzotrop gabro	Gabro	Daneli-ofitik	-	4	38	-	53	<5	<3
PK61	İzotrop gabro	Gabro	Daneli-ofitik	-	3	35	-	57	<5	<3

Tablo 2. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait farklı kayalar temsil eden örneklerin bazı tüm kayaç ana oksit ve ortalama mineral kimyası bileşimleri (ağ.%). Mg#, Fo= $100 \times \text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$; Vo= $100 \times \text{Ca}/(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Fe})$; En= $100 \times \text{Mg}/(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Fe})$; Cr#= $100 \times \text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})$; An= $100 \times \text{Ca}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Na})$; AK: Ateşte kayıp.

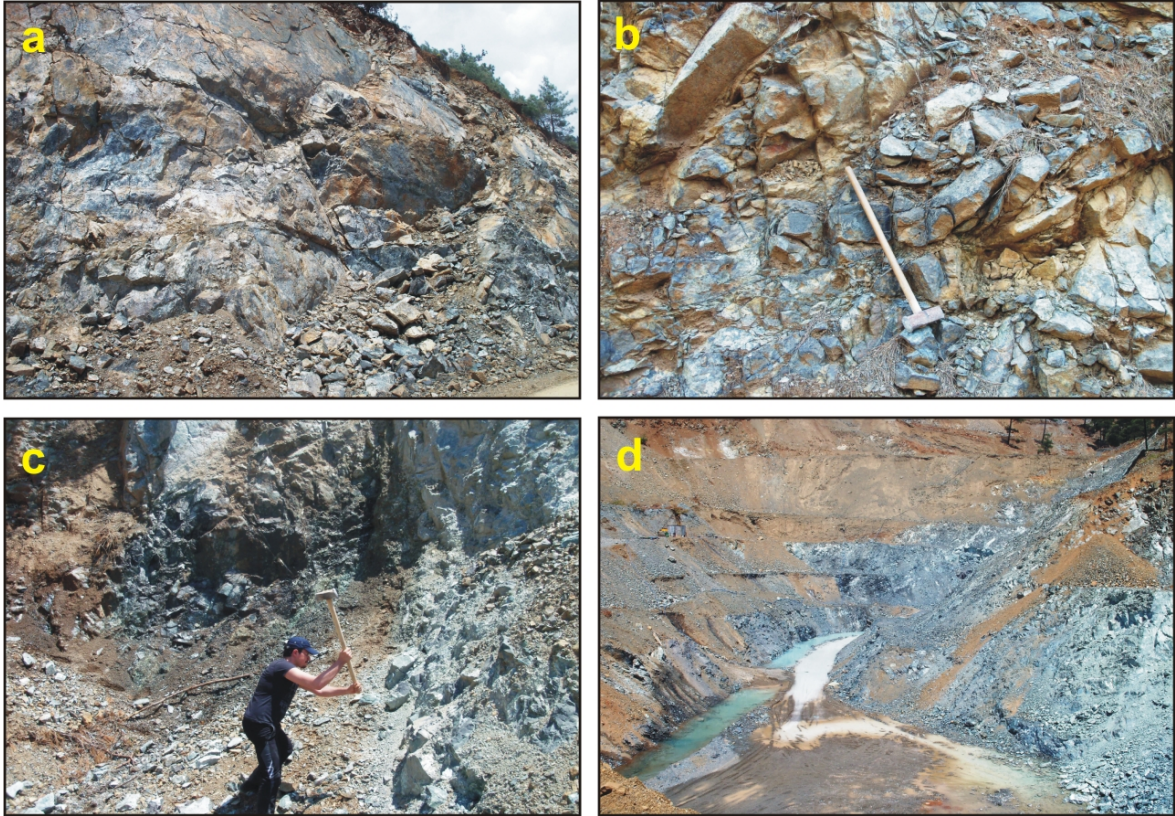
Örnek#	Kayaç Grubu	Tüm Kayaç						Ol			Opir			Kpir			Spl		Fsp		Amf
		Al ₂ O ₃	CaO	MgO	AK	NiO	Fo	Al ₂ O ₃	En	Mg#	Al ₂ O ₃	Vo	Mg#	TiO ₂	Cr#	Mg#	An	Mg#			
PK1	Manto peridotiti	0.16	0.71	47.07	16.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK3	Manto peridotiti	0.11	0.23	48.93	17.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK5	Manto peridotiti	0.40	0.10	49.48	18.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK9	Manto peridotiti	0.47	0.17	47.78	13.3	0.40	91.4	-	-	-	0.57	51.1	95.8	0.13	64.9	52.7	-	-	-	-	-
PK10	Manto peridotiti	0.32	0.23	48.26	13.0	0.45	92.8	-	-	-	0.36	50.7	97.1	0.19	77.0	51.8	-	-	-	-	-
PK14	Manto peridotiti	0.28	0.47	44.67	10.4	0.41	90.7	1.10	89.7	91.2	1.03	48.6	94.4	0.02	67.4	50.0	-	-	-	-	96.1
PK17	Manto peridotiti	0.35	0.15	47.87	10.8	0.39	91.1	2.09	89.7	91.2	2.18	49.0	93.8	0.01	51.2	59.7	-	-	-	-	-
PK23	Manto peridotiti	0.38	0.41	45.23	10.0	0.40	90.7	1.61	90.0	91.3	1.57	48.2	94.0	0.05	49.8	53.4	-	-	-	-	94.8
PK24	Manto peridotiti	0.19	0.22	49.17	16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK31	Manto peridotiti	1.01	0.67	43.36	13.5	0.44	90.8	1.70	89.7	91.1	1.60	50.3	93.9	0.03	55.3	54.0	-	-	-	-	-
PK43	Manto peridotiti	0.79	0.69	43.18	7.5	0.43	91.0	2.02	89.6	91.4	1.90	48.9	94.0	0.02	52.1	59.2	-	-	-	-	-
PK45	Manto peridotiti	0.76	0.70	43.60	9.7	0.47	91.0	2.07	89.2	91.4	2.34	49.3	93.6	0.02	50.7	57.9	-	-	-	-	-
PK46	Manto peridotiti	0.81	0.68	43.28	9.8	0.44	91.5	2.21	89.5	91.9	2.01	48.1	94.0	0.03	51.2	58.2	-	-	-	-	-
PK47	Manto peridotiti	0.69	1.07	41.67	6.3	0.43	90.5	1.58	88.4	90.7	1.66	48.9	93.6	0.03	59.3	53.8	-	-	-	-	-
PK48	Manto peridotiti	0.55	0.65	44.12	8.7	0.40	90.7	1.61	89.6	91.1	1.58	49.2	94.1	0.02	58.4	56.4	-	-	-	-	-
PK54	Manto peridotiti	0.39	0.76	44.03	4.9	0.41	90.7	1.20	89.5	91.3	1.34	49.3	94.4	0.02	66.1	51.8	-	-	-	-	-
PK55	Manto peridotiti	0.67	1.05	41.81	3.9	0.45	90.3	1.46	89.2	90.7	1.55	48.9	93.9	0.03	59.0	51.3	-	-	-	-	-
PK57	Manto peridotiti	0.35	0.27	45.42	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.8	52.4	-	-	-	-	-
PK60	Manto peridotiti	0.19	0.44	49.09	16.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK62	Manto peridotiti	0.27	0.28	49.62	16.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK2	Ultramafik kümülat	0.27	0.38	44.75	12.4	0.41	91.6	0.54	91.0	92.3	0.62	48.0	95.1	0.03	79.0	49.2	-	-	-	-	-
PK8	Ultramafik kümülat	0.13	0.18	48.04	12.8	0.27	91.6	-	-	-	-	-	-	0.24	75.4	47.0	-	-	-	-	-
PK11B	Ultramafik kümülat	1.12	0.21	47.22	13.2	0.46	93.6	-	-	-	0.66	49.9	95.9	0.19	79.3	54.3	-	-	-	-	-
PK16	Ultramafik kümülat	0.32	0.16	48.56	14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	79.5	51.3	-	-	-	-	-

Tablo 2'nin devamı.

Örnek#	Kayac Grubu	Tüm Kayac				Ol		Opir			Kpir			Spl		Fsp		Amf
		Al ₂ O ₃	CaO	MgO	AK	NiO	Fo	Al ₂ O ₃	En	Mg#	Al ₂ O ₃	Di	Mg#	TiO ₂	Cr#	Mg#	An	
PK18	Ultramafik kümülat	1.34	19.99	20.48	2.4	0.13	85.1	1.51	83.6	85.6	1.33	48.8	91.0	0.22	54.7	27.1	-	92.0
PK19	Ultramafik kümülat	1.69	21.18	19.86	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK28	Ultramafik kümülat	1.01	17.48	24.19	2.2	0.20	88.2	-	-	-	1.05	46.7	92.8	0.14	58.8	41.9	-	-
PK32	Ultramafik kümülat	1.57	19.16	21.46	2.9	0.17	87.4	0.49	81.8	82.3	1.78	48.4	90.9	0.10	46.9	41.9	-	-
PK33	Ultramafik kümülat	0.35	0.18	47.66	16.9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	70.9	51.1	-	-
PK34	Ultramafik kümülat	0.18	0.08	46.15	16.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	77.2	39.6	-	-
PK35	Ultramafik kümülat	0.24	2.70	44.16	14.0	0.13	90.5	-	-	-	1.03	47.5	93.7	0.19	68.2	42.2	-	-
PK41	Ultramafik kümülat	0.53	8.44	35.88	6.4	0.18	88.5	-	-	-	1.12	47.9	92.8	0.18	70.3	42.6	-	-
PK42	Ultramafik kümülat	1.02	21.60	19.78	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK44	Ultramafik kümülat	1.90	19.48	20.36	2.6	0.15	85.0	-	-	-	2.01	48.1	91.4	0.09	31.8	44.0	-	-
PK51	Ultramafik kümülat	0.50	0.16	47.14	12.6	0.37	91.5	-	-	-	0.87	49.3	95.8	0.22	72.8	50.2	-	-
PK52	Ultramafik kümülat	2.06	20.72	18.76	2.5	0.15	82.3	2.01	82.3	83.4	2.12	47.2	88.2	0.12	40.3	30.3	-	-
PK53	Ultramafik kümülat	1.76	14.24	26.13	4.4	0.18	82.6	-	-	-	2.37	48.1	88.3	0.11	31.8	45.0	-	88.2
PK69	Ultramafik kümülat	0.31	0.29	48.26	16.4	-	-	-	-	-	0.92	48.7	95.6	0.25	75.6	43.7	-	-
PK70	Ultramafik kümülat	1.13	15.11	27.46	5.6	0.22	89.1	1.05	88.5	89.8	1.09	47.7	93.1	0.15	65.4	45.0	-	-
PK66	Mafik kümülat	17.54	16.42	13.31	2.5	0.25	86.2	1.82	84.9	86.2	2.76	47.4	88.1	0.11	45.5	40.1	87.4	-
PK67	Mafik kümülat	18.53	14.13	8.40	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK68	Mafik kümülat	21.01	12.90	4.50	0.3	-	-	0.85	44.8	46.0	1.56	45	58.4	-	-	-	87.6	58.0
PK27	İzotrop gabro	15.33	10.20	5.21	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK29	İzotrop gabro	16.25	8.82	5.90	4.5	-	-	1.86	66.9	69.2	2.74	41.6	75.4	-	-	-	36.7	48.8
PK30	İzotrop gabro	15.53	10.77	7.41	1.2	-	-	-	-	-	2.19	44.4	84.5	-	-	-	36.2	54.6
PK58	İzotrop gabro	15.92	7.00	5.99	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK61	İzotrop gabro	15.70	7.85	6.73	2.9	-	-	-	-	-	2.30	44.5	76.8	-	-	-	21.0	48.0

3.2.1. Manto Peridotitleri

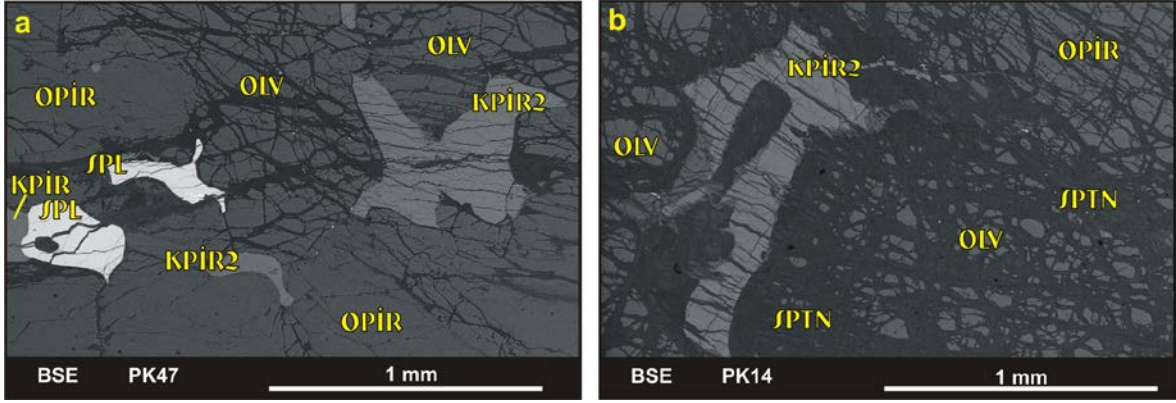
Bölgede geniş yayılımlar sunan manto peridotitlerinin ayrışma yüzey rengi kızkı- kahve ve grimsi tonlarda olup, taze kırık yüzeyleri koyu yeşilden siyaha kadar değişen renklerde gözlenmektedir. Bol çatlaklı yapı sunan kayalar, az veya ileri derecelerde serpantinleşme göstermektedirler (Şekil 5a, b). Peridotitler, ekonomik olarak önemli zenginleşmeler sunan kromitit yataklarına ev sahipliği yapmakta olup, kromitit oluşumlarına yakın kısımlarda peridotitlerin oldukça serpantinleşmiş oldukları görülür (Şekil 5c, d). Petrografik çalışmalar sonucunda manto peridotitlerini temsil eden örneklerin dunit, harzburjit ve serpantin tıründe kayalar oldukları belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 5. Pozantı-Karsantı bölgesinde gözlenen manto peridotitlerinin genel görüntüleri. Bölgede geniş yüzeylemeler veren, oldukça kırıklı ve çatlaklı yapılar sunan manto peridotitleri (a, b) ve bölgedeki kromit yataklarına ev sahipliği yapan aşırı derecede serpantinleşmiş manto peridotitleri (c, d).

Pozantı-Karsantı ofiyolitini oluşturan manto peridotitlerinde iri ortopiroksen ve bunların etrafını saran daha küçük ve kısmen serpantinleşmiş olivin kristalleri poiklitik

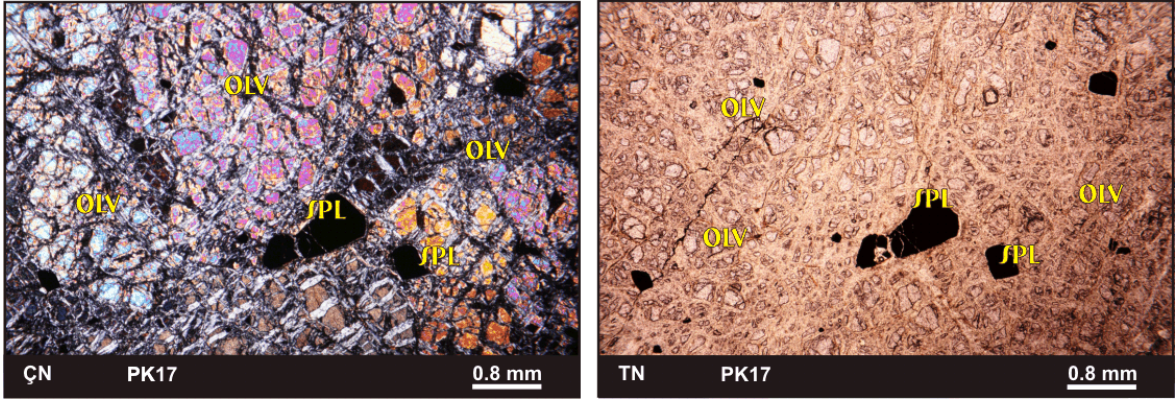
dokunun oluşmasını sağlamıştır. Bazı örneklerde mineraller arasında özşekilsiz olarak yerleşmiş kurtçuklar şeklinde ikincil klinopiroksenler gözlenmiştir (Şekil 6a, b). Bunun yanı sıra, bazı örneklerde simplektit dokusu gösteren spinel ve klinopiroksen birlikteliklerine de rastlanılmıştır (Şekil 6a).



Şekil 6. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerini temsil eden örneklere ait BSE görüntüleri. PK47 ve PK14 numaralı harzburjit örneklerinde gözlenen ikincil klinopiroksen mineralleri (a, b) ve PK47 numaralı örnekte gözlenen klinopiroksen-spinel birlikteliği (a). OLV: Olivin, SPL: Krom spinel, KPIR2: İkincil klinopiroksen, OPİR: Ortopiroksen, SPTN: Serpantin.

3.2.1.1. Dunit

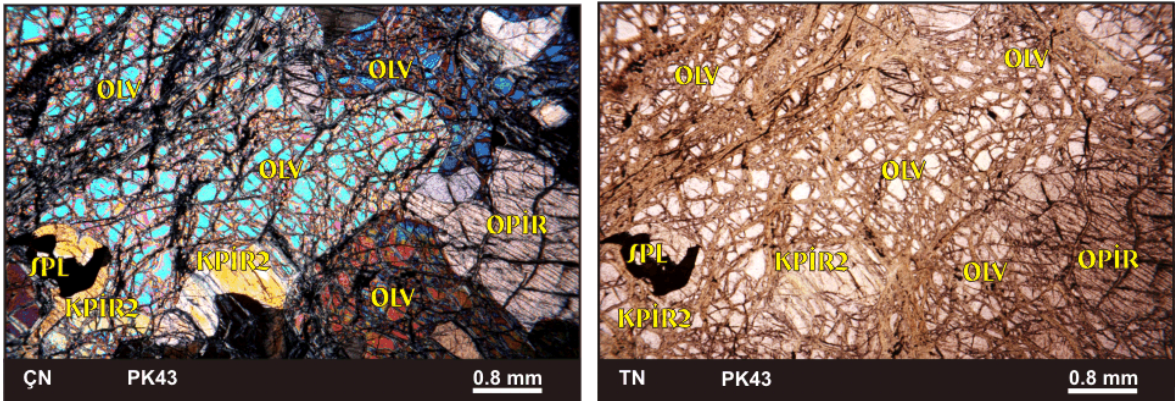
Elek ve daneli dokunun gözlendiği kayaç içerisinde %90–95 civarında gözlenen olivin mineralleri serpantinleşme nedeniyle küçük kristaller şeklinde gözlenmektedir. Olivinler özşekilsiz olup, canlı girişim renkleri göstermektedirler (Şekil 7). %5 civarında gözlenen ortopyroxen mineralleri bazı kesitlerde serpantinleşme nedeniyle bastit lamellerine dönüşmüş olarak gözlenmektedir. Modal olarak %5'e ulaşan krom spinel mineralleri ise genellikle özşekilsiz-yarıözşekilli kristaller şeklinde gözlenmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Pozantı-Karsantı bölgesinden alınan dunit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. OLV: Olivin, SPL: Krom spinel, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.1.2. Harzburjit

Daneli ve elek dokularının gözleendiği örneklerde %70–85 arasında bulunan olivinler, canlı girişim renkleri sunmakta ve yer yer serpantinleşme göstermektedirler. Orta-iri daneli kahverengi-gri girişim renklerine sahip olan ve tek nikolde renksiz olarak gözlenen ortopiroksenler tek yönde iyi gelişmiş dilinim izlerine sahiptir. Hacimsel olarak %10–30 civarında bulunan ortopiroksenler az miktarda da olsa serpantinleşme göstermektedirler (Şekil 8).



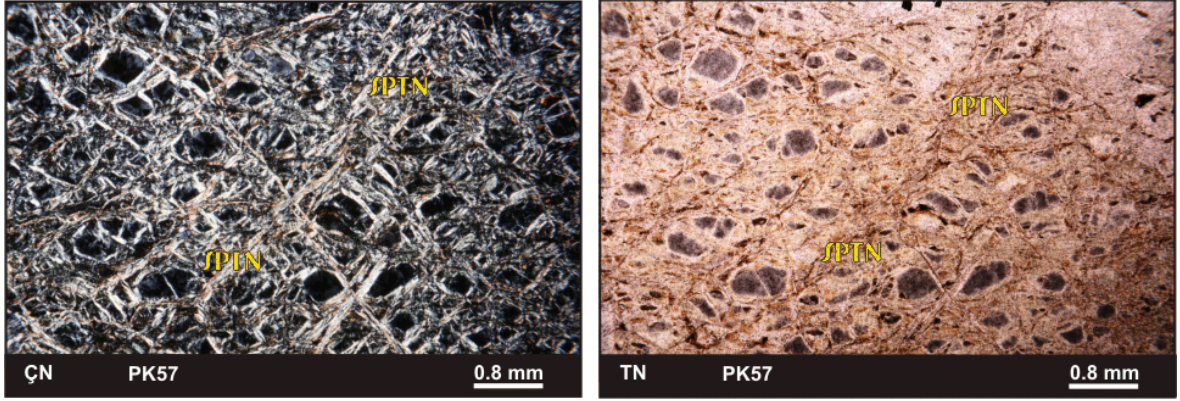
Şekil 8. Pozantı-Karsantı bölgesinden alınan harzburjit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. OLV: Olivin, OPİR: Ortopiroksen, KPIR2: İkincil Klinopiroksen, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

Kısmi ergime kalıntısı birincil klinopiroksenler kesit içerisinde eser miktarlarda gözlenir. Bununla birlikte bazı kesitlerde, olivin kristalleri arasında ya da ortopiroksen

kristallerinin etrafını saran kurtçuklar şeklinde gelişmiş ikincil klinopiroksenler gözlenmektedir. Krom spineller ise özşekilsiz iri kristaller şeklinde bulunmaktadır (Şekil 8).

3.2.1.3. Serpantinit

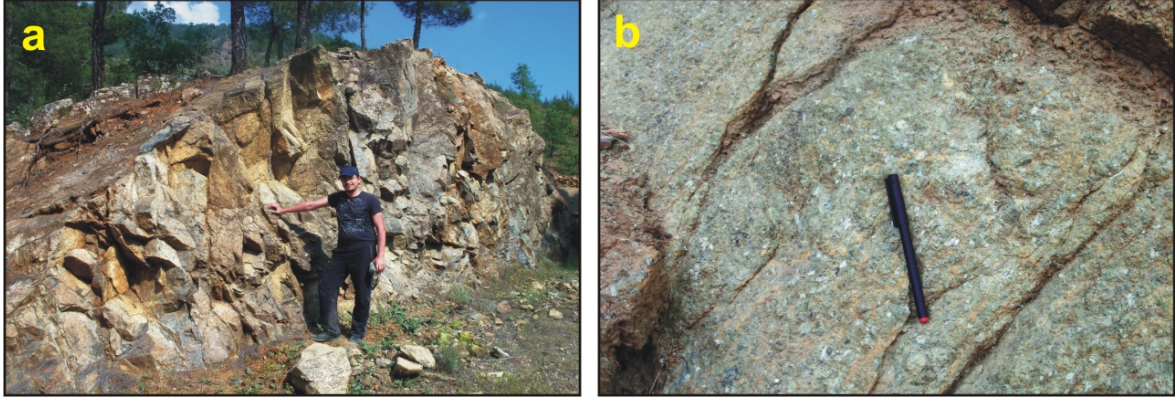
Elek dokusunun gözlendiği kayaç, ilksel olarak harzburjit ve dunit karakterli kayaçların serpantinleşmesi sonucu oluşmuştur. Birincil doku ve minerallerin izlenmediği kayaçta, opak mineraller (krom spinel veya manyetit) serpantinleşme ile oluşan çatlaklarda yer almaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Pozantı-Karsantı bölgesinden alınan serpantinit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. SPTN: Serpantin, SPL: Krom spinel, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

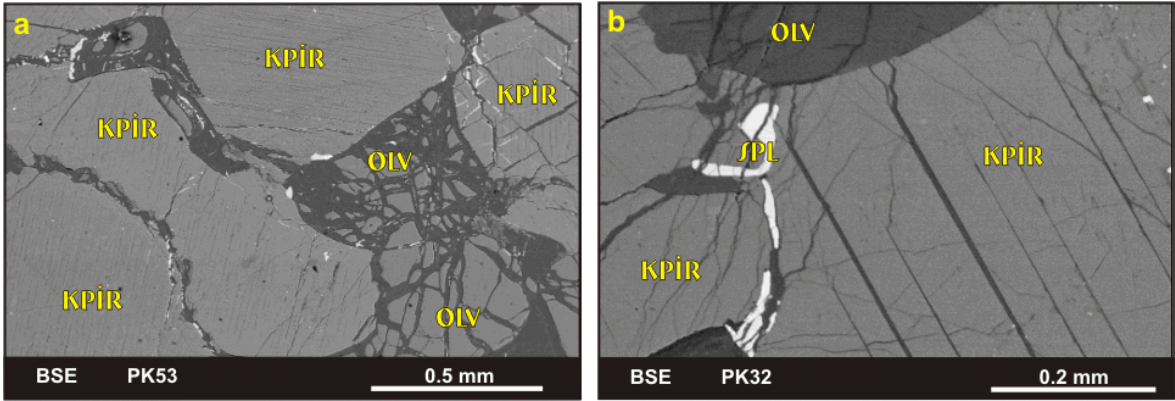
3.2.2. Ultramafik Kümülatlar

Pozantı ve Karsantı ilçelerinin, Kıcak ve Kızılyüksek beldeleri arasında görülen ultramafik kümülat türündeki kayaçlar magmatik bantlaşma-laminalanma gibi kümülat yapıları sunmakta olup, çoklukla iri kristalli mineraller ile karakteristiktirler. Kahve ve grimsi kırık ve ayrışma yüzeylerine sahip olan ultramafik kümülat kayaçlarda yapılan detaylı petrografik çalışmalar sonucunda ultramafik kümülatların dunit, verlit, klinopiroksenit ve olivin vebsterit türünde kayaçlardan oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4, 10).



Şekil 10. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait verlit (a) ve klinopiroksenit (b) türündeki ultramafik kümülatların arazideki görüntüleri.

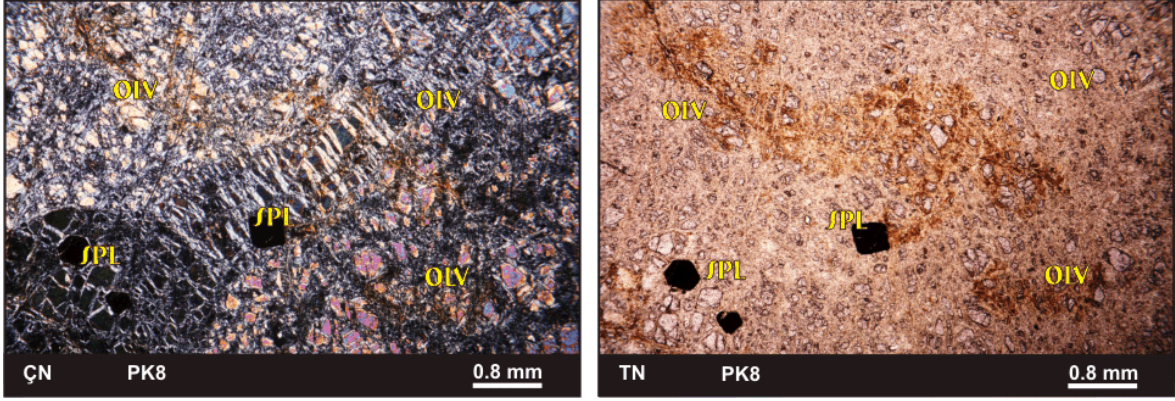
Kayaçlarda gözlenen iri klinopiroksen mineralleri ve bunların aralarına hapsolmuş olvin kristalleri kümülat dokunun oluşmasını sağlamıştır. Bununla birlikte kayaçta mikroskobik gözlemlerle ayırt etmekte güçlük çekilen son derece küçük krom spinel kristalleri, klinopiroksen minerallerinin dokanaklarında gözlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülatları temsil eden verlit (a) ve klinopiroksenit (b) örneklerinden elde edilmiş BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri. OLV: Olivin, SPL: Spinel, KPIR: Klinopiroksen.

3.2.2.1. Kümülat Dunit

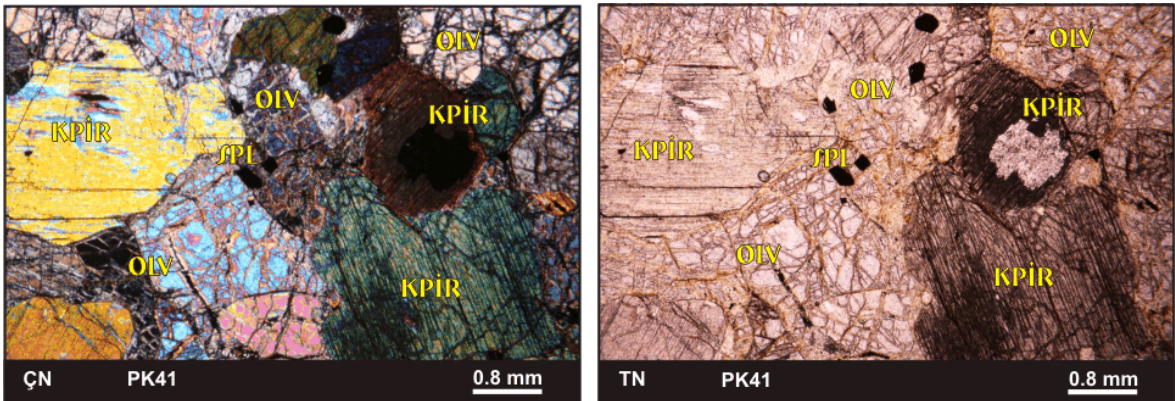
Adkümülat ve elek dokularının görüldüğü kayaçta %90–95 arasında gözlenen olivinler canlı girişim renkleri sunmaktadırlar. Bol çatlaklı olivin mineralleri köşelerinden ve çatlaklarından itibaren serpantinleşerek küçük parçalara ayrılmışlardır. Krom spinel mineralleri ise (%3–6) genellikle özşekilli kristaller şeklinde gözlenmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayalar temsil eden dunit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. OLV: Olivin, SPL: Krom spinel, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.2.2. Verlit

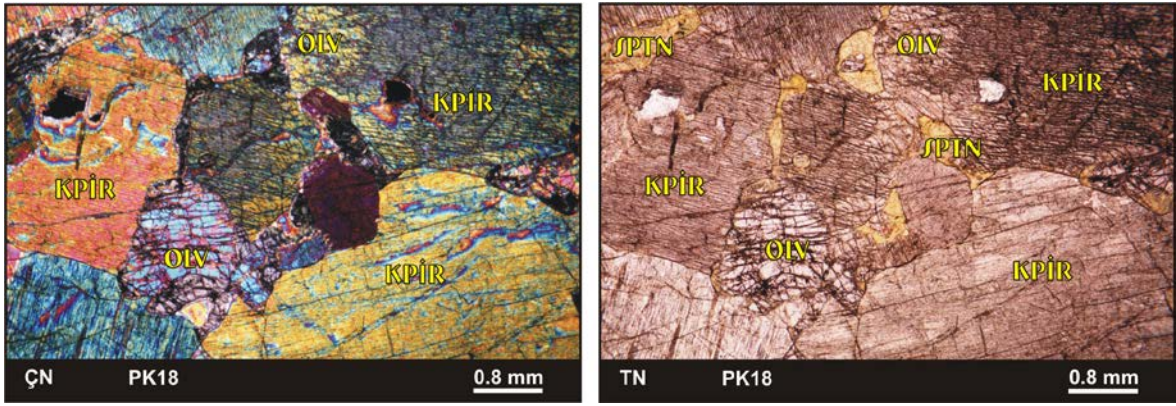
Adkümülat ve poikilitik dokuların gözleendiği kayada %55–60 civarında gözlenen olivinler genellikle yuvarlağımsı ve özşekilsiz, bol çatlaklı ve çatlaklarından itibaren serpantinleşmiş olarak gözlenmektedir. %35–45 civarında gözlenen klinopiroksenler ise canlı girişim renklerinde ve yarı özşekilli kristaller hâindedirler. Bazı klinopiroksenlerde alterasyon sonucu uralitleşme ve bastitleşme gözlenmektedir. Bununla birlikte %5 civarında ortopiroksen mineralleri gözlenmiş olup, tâli miktarda da opak minerallere rastlanmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayalar temsil eden verlit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. OLV: Olivin, KPIR: Klinopiroksen, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.2.3. Klinopiroksenit

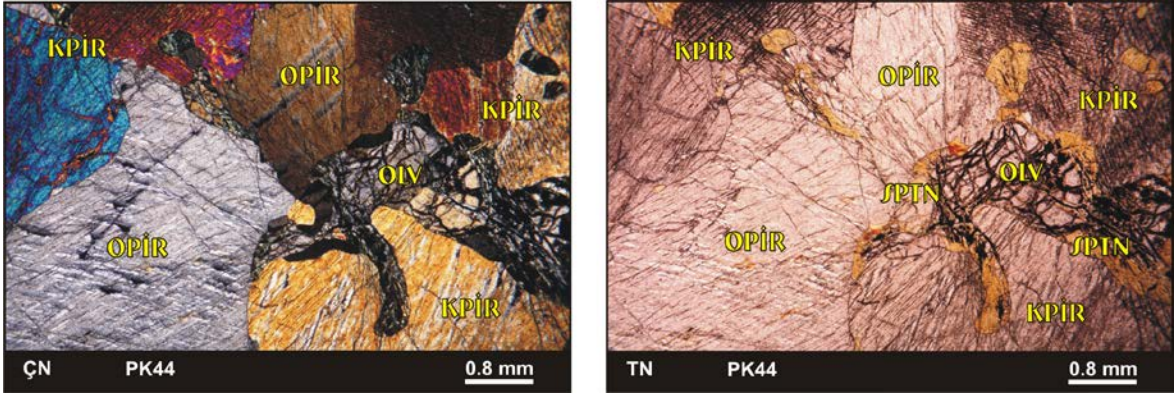
Adkümülat ve poikilitik dokuların gözleendiği kayaçta hâkim mineral klinopiroksen olmakla birlikte bazı örneklerde %8'e kadar olivin minerali de gözlenmiştir. Olivinler canlı girişim renklerinde olup, genellikle yuvarlağımsı ve özşekilsiz, bol çatlaklı ve çatlaklarından itibaren serpantinleşme göstermektedirler. İri ve canlı girişim renklerine sahip klinopiroksen mineralleri eğik sönme göstermeleriyle kolayca tanınabilmektedirler. Oldukça nadir olarak opak mineraller de gözlenmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayaçları temsil eden klinopiroksenit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. OLV: Olivin, KPIR: Klinopiroksen, SPTN: Serpantin, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.2.4. Olivinli Vebsterit

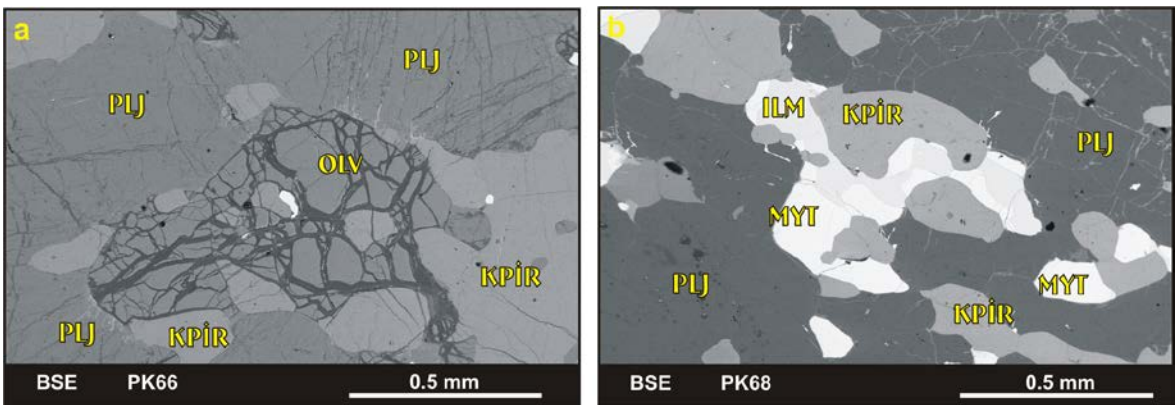
Adkümülat ve poikilitik dokuların gözleendiği kayaçta %45 civarında bulunan klinopiroksen mineralleri canlı girişim renkleri ve eğik sönme özellikleri ile kolayca tanınabilmektedirler. Kayaçta %30 civarında gözlenen ortopiroksen mineralleri ise grimsi girişim renkleri ve dike yakın sönme göstermeleri ile tanınmaktadır. Olivin mineralleri kayaçta %25 civarında bulunmakla birlikte yer yer serpantinleşmişlerdir. Olivinler çoklukla ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinin aralarını doldurmuş ve adkümülat dokunun gelişmesini sağlamıştır. Az miktarda opak mineraller bulunmaktadır (Şekil 15).



Şekil 15. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait ultramafik kümülat grubu kayaçları temsil eden olivinli vebsterit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. OLV: Olivin, KPIR: Klinopyroksen, OPIR: Ortopiroksen, SPTN: Serpantin, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.3. Mafik Kümülatlar

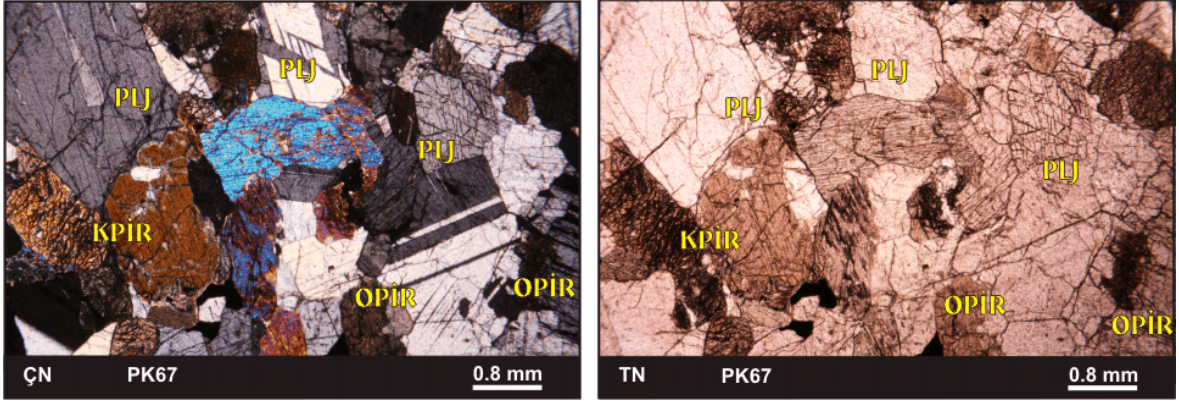
Pozantı ve Karsantı ilçelerinin, Kıcak ve Kızılyüksek beldeleri arasında görülen mafik kümülat türündeki kayaçlar magmatik bantlaşma-laminalanma gibi tipik kümülat yapıları sunmamaktadırlar. Detaylı petrografik çalışmalar sonucu mafik kümülatların gabronorit ve gabro türünde kayaçlardan oluştuğu tesbit edilmiştir (Şekil 4). Petrografik incelemeler esnasında bazı örneklerde az miktarda olivin gözlenmekle birlikte önemli oranda manyetit ve ilmenit gibi opak faz içerdikleri belirlenmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülatların BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri. Olivin içeren gabro (a) ve manyetit ve ilmenit türü opak faz içeren gabro (b). OLV: Olivin, PLJ: Plajiyoklas, KPIR: Klinopyroksen, MYT: Manyetit, ILM: İlmenit.

3.2.3.1. Gabronorit

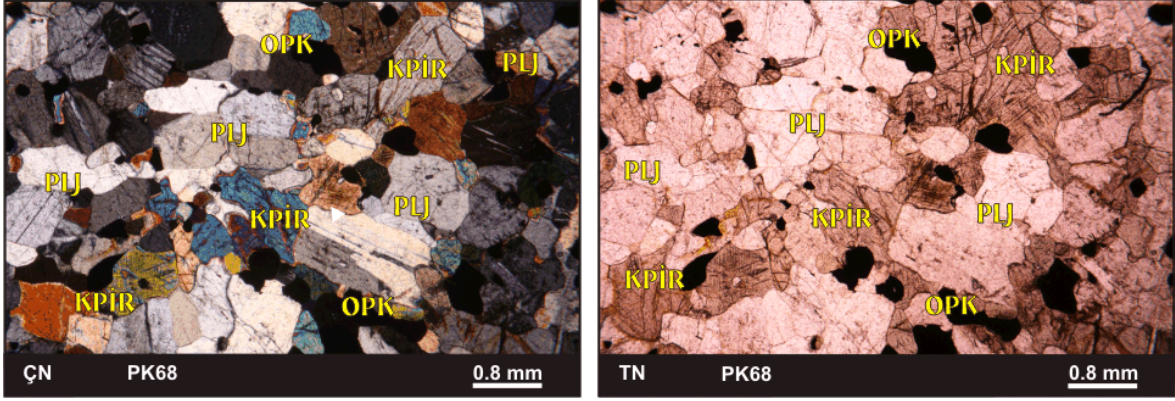
Mezokümülat dokunun gözleendiği kayaçta bulunan minerallerinin yaklaşık %50'sini plajiyoklas, %30'unu klinopiroksen, %20'sini ise ortopiroksen oluşturmaktadır. Klinopiroksenler canlı girişim renklerine sahip olmakla beraber iyi gelişmiş tek yönde dilinim sunarlar. Ortopiroksenler ise çoklukla bastitleşmiştir. Plajiyoklaslar yarı özşekilli prizmatik kristaller şeklinde birinci sıranın gri-beyaz girişim renklerinde olup, polisentetik ikizlenme göstermektedirler (Şekil 17). Plajiyoklaslarda serizitleşme ve kaolenleşme yaygın olarak gözlenmektedir.



Şekil 17. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait mafik kümülat grubu kayaçları temsil eden gabronorit örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. PLJ: Plajiyoklas, KPIR: Klinopiroksen, OPIR: Ortopiroksen, ÇN: Çapraz nikel, TN: Tek nikel.

3.2.3.2. Gabro

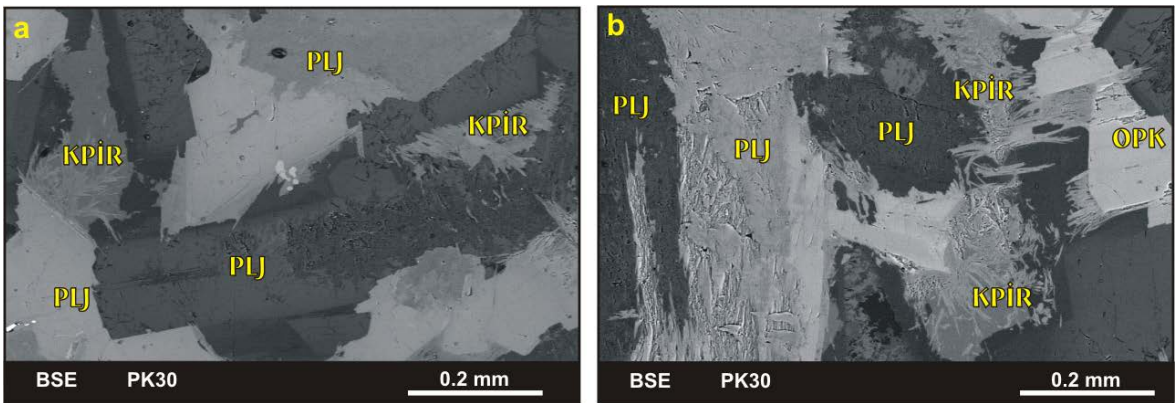
Mezokümülat dokunun hâkim olduğu kayaçta piroksen minerallerinin yaklaşık %95'ini klinopiroksen, az bir kısmını da ortopiroksen oluşturmaktadır. Klinopiroksenler canlı girişim renklerine sahip olmakla beraber iyi gelişmiş tek yönde dilinim sunarlar. Plajiyoklas mineralleri yarı özşekilli ve yuvarlağımsı kristaller şeklinde görülmekte ve polisentetik ikizlenme göstermektedirler. Plajiyoklaslarda serizitleşme ve kaolenleşme yaygın olarak gözlenmektedir. Bazı örneklerde %5'lere ulaşan opak fazlara da rastlanmıştır (Şekil 18).



Şekil 18. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülat grubu kayaları temsil eden gabro örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. PLJ: Plajiyoklas, KPİR: Klinopiroksen, OPİR: Ortopiroksen, OPK: Opak mineral, ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.2.4. İzotrop Gabrolar

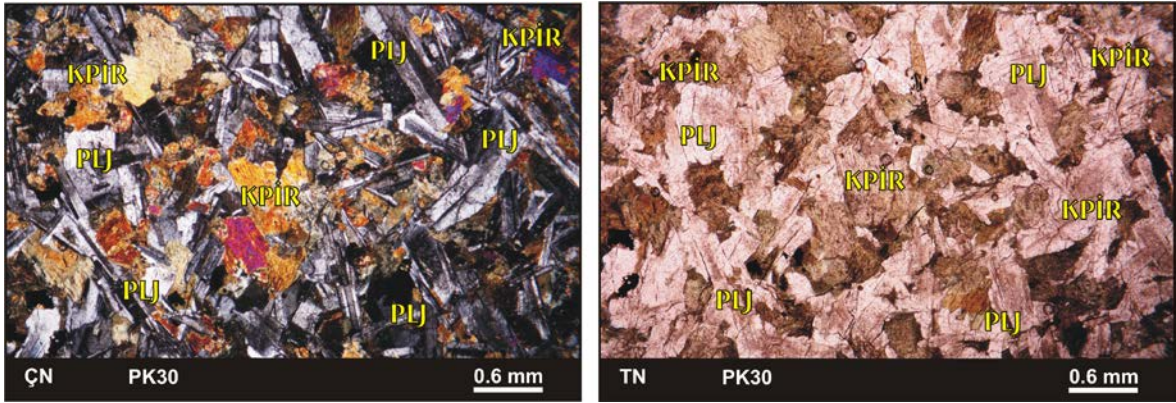
Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait izotrop gabro türündeki kayalar mafik kümülat serinin üzerinde geçişli olarak gözlenmektedir. Ayrışma yüzeyi kahverengi olan bu birimden alınan örnekler üzerinde yapılan petrografik çalışmalarda söz konusu örneklerin gabro türü kayalardan oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4). Çubuksu plajiyoklas kristalleri yanı sıra klinopiroksen minerallerinin hâkim olduğu kayada plajiyoklaslar genellikle alterasyon sonucu serizitleşmişlerdir (Şekil 19). Örneklerin az miktarda opak faz içerdikleri gözlenmiştir.



Şekil 19. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait izotrop gabroların BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri. PLJ: Plajiyoklas, KPİR: Klinopiroksen.

3.2.4.1. Gabro

Daneli ve ofitik doku sunan gabroların başlıca bileşenleri plajiyoklas ve piroksen mineralleridir. Genellikle yarı-öz şekilli, yer yer de öz şekilsiz ve yassı-çubuksu formlarda olan plajiyoklas mineralleri polisentetik ikizlenme göstermekte, serisitleşme ve kaolenleşme sunmaktadırlar. Klinopiroksenler yarı özşekilli olup, kenarlarından ve dilinimlerinden itibaren uralitleşme göstermektedirler (Şekil 20).



Şekil 20. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait izotrop gabro grubu kayalardan alınan gabro örneğinin polarizan mikroskoptaki görüntüsü. PLJ: Plajiyoklas, KPİR: Klinopiroksen. ÇN: Çapraz nikol, TN: Tek nikol.

3.3. Tüm Kayaç Jeokimyası

Arazi çalışmaları sırasında Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından toplam 47 adet örnek alınmış ve ana oksit içerikleri için analiz edilmişlerdir. Buna ek olarak, seçilmiş 22 adet örnekte tüm kayaç iz element ve Lantan Grubu Element (LGE) analizleri, 3 adet örneğin tüm kayaç Plâtin Grubu Element (PGE) içerikleri ve 8 adet örneğin Os-izotop bileşimleri belirlenmiştir. Bu örneklere ait tüm kayaç ana oksit ve iz element içerikleri Tablo 3’de, PGE ve Os-izotop bileşimleri ise Tablo 4’de verilmiştir.

Söz konusu örnekler petrografik özellikleri yanı sıra tüm kayaç ana oksit jeokimyası da dikkate alınarak manto peridotiti (20 adet), ultramafik kümülat (19 adet), kümülat gabro (3 adet) ve izotrop gabro (5 adet) olmak üzere gruplandırılmıştır (Tablo 1). Tezin bundan sonraki kısmında, ofiyolitik istife ait tüm kayaçların jeokimyasal ve mineralojik özellikleri bu gruplandırma dikkate alınarak değerlendirilecektir.

3.3.1. Tüm Kayaç Ana Oksit Jeokimyası

Manto peridotitlerinin Ti ve Na içerikleri sırasıyla <0.03 ağırlık % TiO_2 ve <0.09 ağırlık % Na_2O 'dur. Al ve Ca içerikleri de ilksel manto değerlerine ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 4.49$ ağırlık % ve $\text{CaO} = 3.65$ ağırlık %; Palme ve O'Neill, 2004) göre düşük olup, sırasıyla 0.11 – 1.01 ağırlık % Al_2O_3 ve 0.10 – 1.07 ağırlık % CaO aralıklarındadır. MgO içerikleri 41.67 – 49.62 ağırlık % ve FeO_T içerikleri 7.22 – 8.90 ağırlık % arasında olan manto peridotitleri değişen oranlarda serpantinleşmişlerdir (AK = 3.9 – 18.2 ağırlık %) (Tablo 3).

Kümülat dunit, verlit, olivinli vebsterit ve klinopiroksenitlerden oluşan ultramafik kümülatların Ti ve Na içerikleri düşük olmakla birlikte Ti içerikleri manto peridotitlerine oranla kısmen zenginleşmiştir ($\text{TiO}_2 = 0.01$ – 0.12 ağırlık % ve $\text{Na}_2\text{O} = 0.01$ – 0.10 ağırlık %). Al ve Ca içeriklerinde belirgin bir artış söz konusu olup (0.13 – 2.06 ağırlık % Al_2O_3 ve 0.08 – 21.60 ağırlık % CaO), MgO içerikleri manto peridotitlerine göre azalmıştır ve 18.76 – 48.56 ağırlık % aralığındadır. Benzer şekilde FeO_T içeriğinde de belirgin bir azalma söz konusu olup, 3.32 – 10.43 ağırlık % aralığındadır. Ultramafik kümülatlar da manto peridotitleri gibi serpantinleşmeden etkilenmiş olup, AK değerleri 1.90 – 16.90 ağırlık % aralığındadır (Tablo 3).

Kümülat gabroların Ti (0.11 – 1.18 ağırlık %) ve Na (0.63 – 0.85 ağırlık % Na_2O) içeriklerinde belirgin bir artış söz konusudur (Tablo 3). Al_2O_3 içeriği 17.54 – 21.01 ağırlık % aralığında ve CaO içerikleri de 12.90 – 16.42 ağırlık % aralığındadır. MgO içerikleri, 4.50 – 13.31 ağırlık % aralığında FeO_T içerikleri ise 3.57 – 15.83 ağırlık % aralığındadır. Ateşte kayıp değerlerinde (0.3 – 2.5 ağırlık %) manto peridotitleri ve ultramafik kümülatlara göre belirgin düşüş söz konusudur.

Ofiyolitik istifin izotrop gabro grubu kayaçlarını temsil eden örneklerin Ti (0.81 – 1.17 ağırlık % TiO_2) ve Na içeriklerinde mafik kümülat grubu kayaçlara göre bir artış (3.29 – 4.59 ağırlık % Na_2O) gözlenir. Bununla birlikte, Al_2O_3 içerikleri 15.33 – 16.25 ağırlık % ve CaO içerikleri 7.00 – 10.77 ağırlık % arasındadır. AK değerleri ise 1.2 – 4.5 ağırlık % aralığındadır (Tablo 3).

Tablo 3. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait tüm kayaç ana oksit (ağ.%), iz element ve Lantan Grubu Element (LGE) (ppm) içerikleri. $Mg\# = 100 \times (MgO/40.30) / [(MgO/40.30) + (FeO/71.85)]$; dla: Deteksiyon limiti altında; AK: Ateşte kayıp.

Örnek#	PK 1	PK 3	PK 5	PK 9	PK 10	PK 14	PK 17	PK 23	PK 24	PK 31	PK 43	PK 45
Kayaç	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
SiO ₂	41.55	41.41	39.94	40.85	41.39	44.24	40.71	43.66	41.53	44.93	45.44	45.17
TiO ₂	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.035	dla	dla
Al ₂ O ₃	0.16	0.11	0.40	0.47	0.32	0.28	0.35	0.38	0.19	1.01	0.79	0.76
Cr ₂ O ₃	0.62	0.39	1.44	0.65	0.86	0.33	1.75	0.28	0.39	0.36	0.45	0.40
FeO _T	8.75	7.73	7.42	8.90	7.70	8.90	7.90	8.88	7.22	8.51	8.32	8.32
MnO	0.12	0.11	0.11	0.12	0.10	0.12	0.11	0.12	0.10	0.13	0.12	0.12
MgO	47.07	48.93	49.48	47.78	48.26	44.67	47.87	45.23	49.17	43.36	43.18	43.60
CaO	0.71	0.23	0.10	0.17	0.23	0.47	0.15	0.41	0.22	0.67	0.69	0.70
Na ₂ O	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	dla	0.01	0.05	0.09	0.01	0.02
K ₂ O	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
P ₂ O ₅	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
AK	16.80	17.20	18.20	13.30	13.00	10.40	10.80	10.00	16.70	13.50	7.50	9.70
Σ	99.34	99.32	99.32	99.31	99.29	99.33	99.28	99.32	99.32	99.37	99.33	99.34
Mg#	90.6	91.9	92.2	90.5	91.8	89.9	91.5	90.1	92.4	90.1	90.2	90.3
Sc					4.23		3.49	6.32			8.13	7.15
TiO ₂ *					dla		dla	dla			dla	dla
V					0.7		8.4	23.3			40.1	42.6
Cr					3490		5023	1762			2941	2652
Co					101		96	109			104	103
Ni					2645		2625	2342			2102	2179
Cu					2.16		2.82	3.37			4.06	2.44
Zn					24.52		20.6	40.7			39.50	38.79
Ga					0.4323		0.3659	0.4310			0.6525	0.5389
Rb					0.2012		0.0781	0.1889			0.1801	0.1515
Sr					2.4369		0.5986	1.4369			0.5865	0.6222
Y					0.1027		0.0455	0.0844			0.0807	0.0577
Zr					3.1771		2.9512	3.4549			3.2199	2.3495
Nb					0.0362		0.0208	0.0369			0.0225	0.0158
Cs					0.0095		0.0055	0.0079			0.0205	0.0103
Ba					2.5156		0.6860	1.9604			0.5461	0.6163
La					0.1160		0.0457	0.0699			0.0274	0.0305
Ce					0.2155		0.1059	0.1434			0.0590	0.0714
Pr					0.0227		0.0105	0.0152			0.0060	0.0079
Nd					0.0717		0.0414	0.0518			0.0224	0.0244
Sm					0.0168		0.0074	0.0133			0.0105	0.0064
Eu					0.0046		0.0017	0.0028			0.0015	0.0023
Gd					0.0175		0.0084	0.0120			0.0089	0.0088
Tb					0.0022		0.0010	0.0017			0.0013	0.0014
Dy					0.0164		0.0050	0.0117			0.0093	0.0069
Ho					0.0043		0.0021	0.0032			0.0029	0.0024
Er					0.0130		0.0076	0.0116			0.0136	0.0065
Tm					0.0023		0.0014	0.0019			0.0027	0.0020
Yb					0.0203		0.0131	0.0214			0.0272	0.0164
Lu					0.0033		0.0021	0.0036			0.0053	0.0036
Hf					0.0706		0.0684	0.0824			0.0699	0.0542
Ta					dla		dla	dla			dla	dla
Pb					1.9995		0.5067	0.8509			0.6649	0.6740
Th					0.0592		0.0177	0.0351			0.0105	0.0099
U					0.0200		0.0092	0.0140			0.0066	0.0057

Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	PK 46	PK 47	PK 48	PK 54	PK 55	PK 57	PK 60	PK 62	PK 2	PK 8	PK 11B	PK 16
Kayaç	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	UK	UK	UK	UK
SiO ₂	45.53	46.31	44.41	44.61	46.37	43.95	39.65	40.04	44.65	41.42	37.60	40.95
TiO ₂	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.023	dla
Al ₂ O ₃	0.81	0.69	0.55	0.39	0.67	0.35	0.19	0.27	0.27	0.13	1.12	0.32
Cr ₂ O ₃	0.38	0.44	0.40	0.40	0.42	0.30	0.74	0.77	0.43	0.44	4.67	1.48
FeO _T	8.24	8.76	8.75	8.64	8.64	8.55	8.88	7.77	8.36	8.68	7.96	7.25
MnO	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.13	0.10	0.11
MgO	43.28	41.67	44.12	44.03	41.81	45.42	49.09	49.62	44.75	48.04	47.22	48.56
CaO	0.68	1.07	0.65	0.76	1.05	0.27	0.44	0.28	0.38	0.18	0.21	0.16
Na ₂ O	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	0.04	0.04	0.02	0.01	dla	0.02
K ₂ O	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
P ₂ O ₅	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
AK	9.80	6.30	8.70	4.90	3.90	11.60	16.30	16.90	12.40	12.80	13.20	14.30
Σ	99.35	99.35	99.33	99.30	99.34	99.33	99.31	99.32	99.34	99.30	99.26	99.30
Mg#	90.3	89.5	90.0	90.1	89.6	90.5	90.8	91.9	90.5	90.8	91.4	92.3
Sc		9.5	9.59	9.27		6.14			5.91	3.93	3.53	
TiO ₂ *		dla	0.0022	0.0021		dla			dla	dla	dla	
V		58.3	27.2	19.3		20.6			18.5	10.1	53.9	
Cr		2756	1872	966		1538			1188	2861	8885	
Co		105	117	116		99			102	112	79.9	
Ni		2126	2660	2669		2135			2246	1786	2526	
Cu		18.2	6.53	7.27		2.05			6.3	0.47	6.2	
Zn		39.9	34.0	29.6		32.6			30.7	30.6	18.6	
Ga		0.5675	0.4116	0.2618		0.2513			0.3188	0.3023	0.5857	
Rb		0.1399	0.0656	0.0452		0.0336			0.3595	0.0717	0.0954	
Sr		0.5835	0.2900	0.2859		0.8919			3.0294	0.5501	0.7580	
Y		0.0650	0.0430	0.0534		0.0440			0.0865	0.0382	0.0685	
Zr		1.4679	0.4062	0.5055		2.3771			2.7463	1.2420	3.0848	
Nb		0.0219	0.0314	0.0370		0.0044			0.0637	0.0135	0.0265	
Cs		0.0132	dla	dla		0.0024			0.0286	0.0037	0.0050	
Ba		0.7518	0.2207	0.2472		0.3585			3.5585	1.27	0.7221	
La		0.0224	0.0142	0.0159		0.0187			0.1625	0.0327	0.0453	
Ce		0.0531	0.0256	0.0309		0.0409			0.3030	0.0750	0.0975	
Pr		0.0073	0.0034	0.0038		0.0046			0.0352	0.0088	0.0086	
Nd		0.0152	0.0168	0.0182		0.0208			0.1323	0.0250	0.0349	
Sm		0.0072	0.0034	0.0048		0.0050			0.0194	0.0060	0.0069	
Eu		0.0016	0.0008	0.0014		0.0014			0.0061	0.0012	0.0031	
Gd		0.0061	0.0037	0.0065		0.0048			0.0197	0.0032	0.0079	
Tb		0.0010	0.0005	0.0011		0.0016			0.0024	0.0009	0.0022	
Dy		0.0068	0.0047	0.0083		0.0059			0.0144	0.0052	0.0068	
Ho		0.0025	0.0012	0.0018		0.0022			0.0032	0.0031	0.0017	
Er		0.0093	0.0062	0.0066		0.0073			0.0091	0.0061	0.0082	
Tm		0.0023	0.0019	0.0014		0.0015			0.0021	0.0015	0.0018	
Yb		0.0241	0.0174	0.0132		0.0089			0.0167	0.0132	0.0158	
Lu		0.0052	0.0044	0.0028		0.0022			0.0027	0.0027	0.0028	
Hf		0.0323	0.0116	0.0133		0.0584			0.0689	0.0273	0.0694	
Ta		dla	dla	dla		dla			0.0014	dla	0.0001	
Pb		0.6085	0.4239	0.4430		0.3319			2.3292	0.3584	0.4777	
Th		0.0084	0.0072	0.0083		0.0089			0.0770	0.0112	0.0205	
U		0.0047	0.0022	0.0023		0.0039			0.0268	0.0055	0.0084	

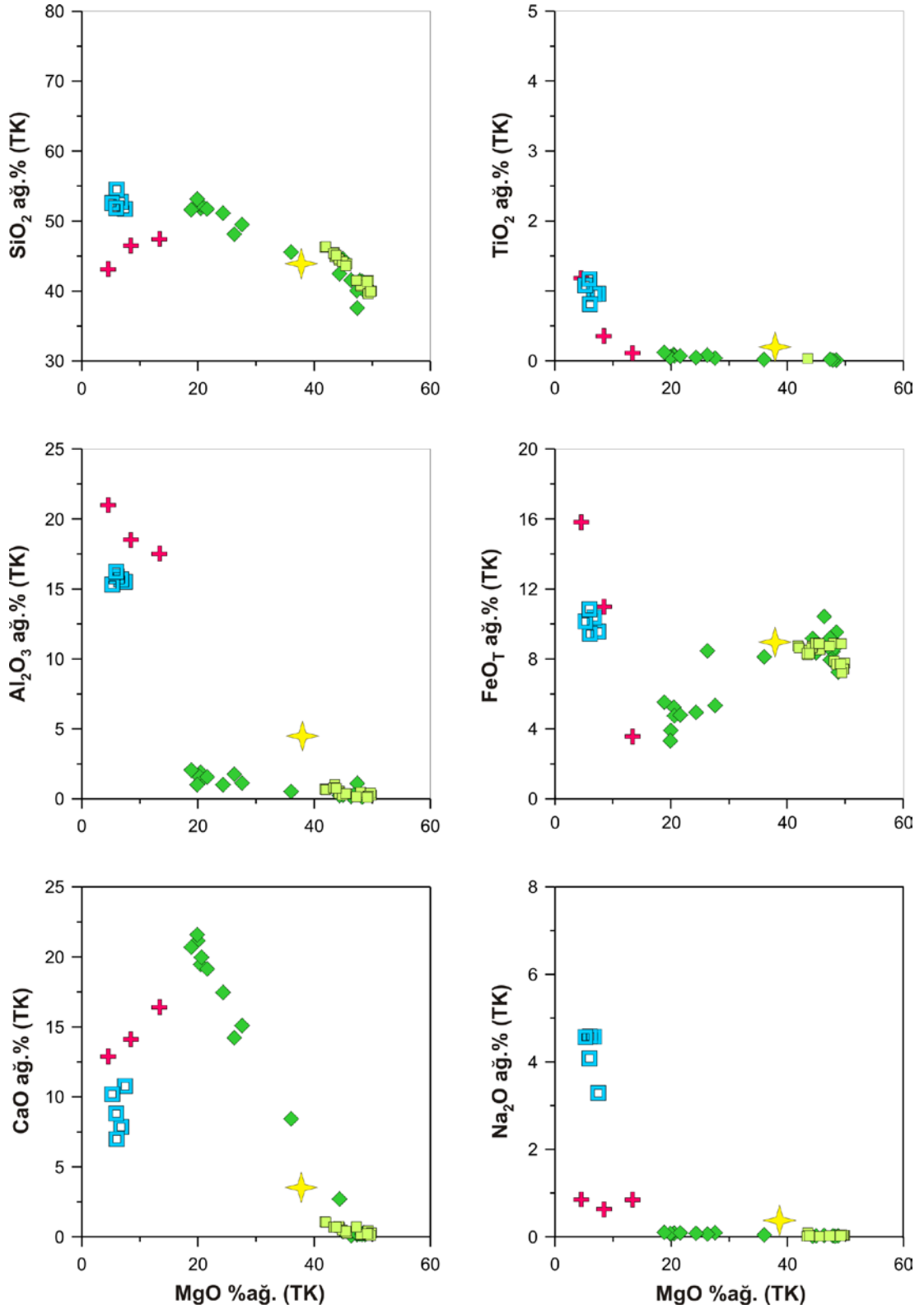
Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	PK 18	PK 19	PK 28	PK 32	PK 33	PK 34	PK 35	PK 41	PK 42	PK 44	PK 51	PK 52
Kayaç	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK
SiO ₂	52.32	52.45	51.18	51.78	41.52	41.58	42.51	45.62	53.19	51.89	40.10	51.67
TiO ₂	0.072	0.062	0.051	0.072	0.012	dla	dla	0.021	0.051	0.092	dla	0.123
Al ₂ O ₃	1.34	1.69	1.01	1.57	0.35	0.18	0.24	0.53	1.02	1.90	0.50	2.06
Cr ₂ O ₃	0.48	0.29	0.49	0.59	0.73	0.46	0.32	0.47	0.50	0.39	1.76	0.51
FeO _T	4.75	3.91	4.95	4.80	8.42	10.43	9.18	8.13	3.32	5.25	9.20	5.54
MnO	0.11	0.09	0.11	0.11	0.12	0.14	0.14	0.13	0.09	0.11	0.13	0.14
MgO	20.48	19.86	24.19	21.46	47.66	46.15	44.16	35.88	19.78	20.36	47.14	18.76
CaO	19.99	21.18	17.48	19.16	0.18	0.08	2.70	8.44	21.60	19.48	0.16	20.72
Na ₂ O	0.08	0.06	0.08	0.09	0.02	0.04	0.01	0.04	0.08	0.08	dla	0.10
K ₂ O	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
P ₂ O ₅	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla
AK	2.40	2.60	2.20	2.90	16.90	16.40	14.00	6.40	1.90	2.60	12.60	2.50
Σ	99.65	99.67	99.60	99.65	99.35	99.35	99.36	99.43	99.68	99.65	99.30	99.67
Mg#	88.5	90.0	89.7	88.9	91.0	88.7	89.6	81.5	91.4	87.4	90.1	85.8
Sc	67.1		44.0		4.72	4.53		22.4	53.4		4.07	
TiO ₂ *	0.0676		0.0541		dla	dla		0.0218	0.0438		dla	
V	148		103		25.4	20.1		45.8	104		72.43	
Cr	3048		3168		4345	2727		3102	3130		11152	
Co	47.9		58.8		105	112		98.1	42.4		111	
Ni	270		516		1782	1865		1032	396		2176	
Cu	84.34		3.22		4.16	3.74		2.77	2.50		2.01	
Zn	9.21		16.51		31.62	28.47		23.8	5.63		38.10	
Ga	1.43		1.04		0.48	0.31		0.57	0.93		0.97	
Rb	0.1776		0.1272		0.15	0.07		0.05	0.04		0.05	
Sr	4.36		4.17		1.71	1.14		2.30	3.75		0.52	
Y	2.05		1.45		0.23	0.12		0.53	1.19		0.04	
Zr	0.5910		0.8057		3.3976	1.6991		0.6007	0.2983		2.8057	
Nb	0.0283		0.0256		0.0135	0.0063		0.0252	0.0111		0.0150	
Cs	dla		dla		0.0044	0.0034		dla	dla		0.0047	
Ba	0.6842		0.8126		0.7890	0.4669		0.6696	0.8017		0.3455	
La	0.0367		0.0344		0.0457	0.0274		0.0370	0.0427		0.0224	
Ce	0.1045		0.0999		0.1241	0.1538		0.0779	0.0897		0.0565	
Pr	0.0210		0.0192		0.0155	0.0087		0.0115	0.0145		0.0050	
Nd	0.1833		0.1625		0.0713	0.0379		0.0795	0.1142		0.0236	
Sm	0.1180		0.0883		0.0208	0.0132		0.0342	0.0673		0.0028	
Eu	0.0514		0.0372		0.0066	0.0043		0.0142	0.0307		0.0014	
Gd	0.2383		0.1707		0.0317	0.0185		0.0619	0.1388		0.0043	
Tb	0.0493		0.0349		0.0046	0.0032		0.0126	0.0290		0.0008	
Dy	0.3410		0.2401		0.0372	0.0206		0.0887	0.1992		0.0060	
Ho	0.0765		0.0519		0.0082	0.0045		0.0195	0.0438		0.0018	
Er	0.2075		0.1462		0.0314	0.0183		0.0534	0.1190		0.0094	
Tm	0.0326		0.0236		0.0041	0.0024		0.0092	0.0202		0.0014	
Yb	0.1948		0.1398		0.0368	0.0192		0.0540	0.1144		0.0136	
Lu	0.0303		0.0227		0.0064	0.0033		0.0090	0.0177		0.0029	
Hf	0.0291		0.0288		0.0797	0.0425		0.0191	0.0163		0.0604	
Ta	0.0003		0.0004		dla	dla		0.0007	0.0005		dla	
Pb	0.4356		0.7705		1.0373	0.5396		1.0330	0.6832		0.4738	
Th	0.0134		0.0081		0.0129	0.0073		0.0148	0.0116		0.0137	
U	0.0034		0.0053		0.0074	0.0038		0.0046	0.0036		0.0059	

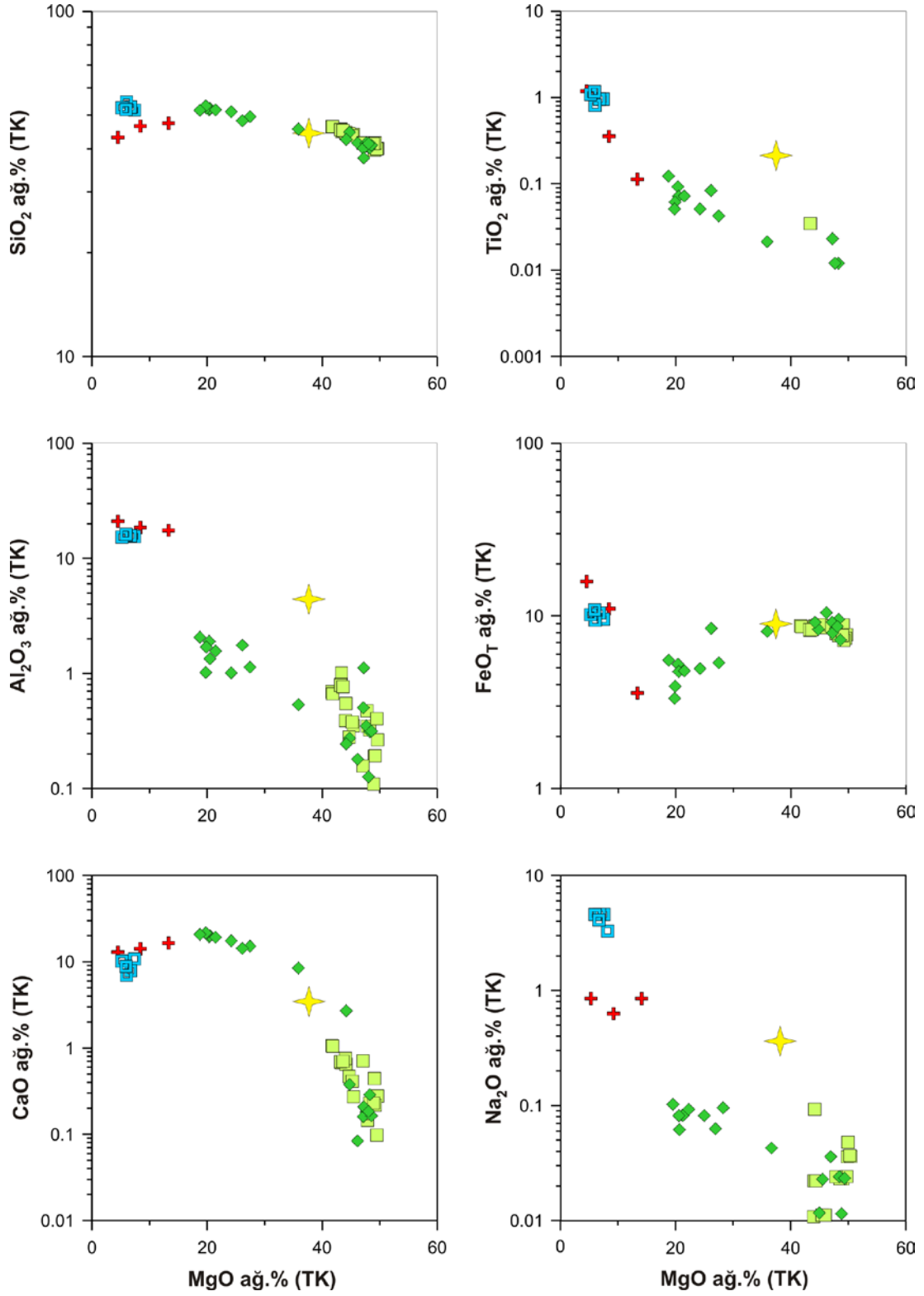
Tablo 3'ün devamı.

Örnek#	PK 53	PK 69	PK 70	PK 66	PK 67	PK 68	PK 27	PK 29	PK 30	PK 58	PK 61	DL
Kayaç	UK	UK	UK	MK	MK	MK	İG	İG	İG	İG	İG	
SiO ₂	48.17	40.19	49.55	47.47	46.52	43.15	52.61	51.92	51.74	54.60	52.80	
TiO ₂	0.084	0.012	0.042	0.113	0.355	1.184	1.084	1.17	0.962	0.814	0.958	
Al ₂ O ₃	1.76	0.31	1.13	17.54	18.53	21.01	15.33	16.25	15.53	15.92	15.70	
Cr ₂ O ₃	0.40	0.35	0.64	0.30	0.01	dla	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	
FeO _T	8.47	9.55	5.35	3.57	10.99	15.83	10.15	10.85	9.58	9.45	10.38	
MnO	0.15	0.13	0.12	0.06	0.16	0.23	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	
MgO	26.13	48.26	27.46	13.31	8.40	4.50	5.21	5.90	7.41	5.99	6.73	
CaO	14.24	0.29	15.11	16.42	14.13	12.90	10.20	8.82	10.77	7.00	7.85	
Na ₂ O	0.06	dla	0.10	0.85	0.63	0.85	4.57	4.08	3.29	4.59	4.58	
K ₂ O	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	0.35	0.56	0.24	1.12	0.57	
P ₂ O ₅	dla	dla	dla	dla	dla	0.16	0.10	0.10	0.08	0.13	0.06	
AK	4.40	16.40	5.60	2.50	1.40	0.30	2.20	4.50	1.20	1.70	2.90	
Σ	99.57	99.32	99.55	99.77	99.71	99.86	99.86	99.85	99.84	99.87	99.83	
Mg#	84.6	90.0	90.1	86.9	57.7	33.7	47.8	49.2	58.0	53.1	53.6	
Sc				32.4		38.2		37.1				0.1300
TiO ₂ *				0.1121		1.2310		1.1980				
V				102		321		335				0.0300
Cr				2094		15.4		59.7				0.2800
Co				34.1		45.0		35.9				0.0700
Ni				455		28.4		41.1				0.3000
Cu				13.6		36.1		103.70				0.0900
Zn				12.4		129		74.6				0.0290
Ga				8.35		21.3		16.9				0.0090
Rb				0.0817		0.1245		9.05				0.0020
Sr				63.7		113.30		293.20				0.0050
Y				3.44		4.82		28.7				0.0005
Zr				2.36		1.44		64.2				0.0130
Nb				0.0333		0.1510		1.08				0.0033
Cs				dla		dla		dla				0.0024
Ba				0.6021		4.36		59.2				0.0026
La				0.0499		0.1595		2.73				0.0005
Ce				0.1948		0.4836		7.85				0.0004
Pr				0.0445		0.0942		1.24				0.0001
Nd				0.4104		0.8210		7.98				0.0004
Sm				0.2200		0.3920		2.73				0.0008
Eu				0.1238		0.5329		1.04				0.0001
Gd				0.4062		0.6981		3.82				0.0004
Tb				0.0810		0.1282		0.6977				0.0002
Dy				0.5515		0.8398		4.50				0.0004
Ho				0.1222		0.1844		0.9892				0.0001
Er				0.3390		0.5100		2.76				0.0002
Tm				0.0554		0.0837		0.4603				0.0001
Yb				0.3361		0.5249		2.83				0.0001
Lu				0.0529		0.0887		0.4626				0.0001
Hf				0.1072		0.0608		1.93				0.0003
Ta				0.0001		0.0062		0.0730				0.0001
Pb				0.4477		0.8231		1.99				0.0024
Th				0.0059		0.0081		0.2414				0.0001
U				0.0028		0.0049		0.0939				0.0001

Şekil 21 ve 22 sırasıyla, yukarıda ana oksit jeokimyasaları kısaca özetlenmeye çalışılan ofiyolitik istife ait farklı kayaç gruplarının MgO içeriklerine karşılık diğer ana oksit içeriklerindeki değişimi lineer ve logaritmik ölçekte göstermektedir. Örneklerin MgO içeriğindeki azalmaya bağlı olarak, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃ ve Na₂O içeriklerinde, ofiyolitik istifin tabanından tavanına doğru (manto peridotitleri, ultramafik kümülatlar, kümülat gabrolar ve izotrop gabrolar) bir artış söz konusudur (Şekil 21 ve 22). Buna karşılık, MgO içeriğindeki azalmaya bağlı olarak, CaO içeriğinde manto peridotitlerinden ultramafik kümülatlara doğru bir artış gözlenirken kümülat gabro ve izotrop gabrolara doğru bir azalma söz konusudur (Şekil 21 ve 22). Bu durum kümülat gabrolardan itibaren farklılaşan magmalardan oluşan gabroların bünyelerindeki plajiyoklas kristallerinin anortit içeriklerindeki değişim (Ca'ca zengin plajiyoklaslardan Na'ca zengine plajiyoklaslara doğru) ve klinopiroksen modal bolluklarındaki azalma ile ilişkilidir. Manto peridotitlerinden ultramafik kümülatlara doğru MgO içeriğindeki azalmaya karşılık bu kayaçların FeO_T içerikleri kısmen benzerlik sunarlar. Kümülat gabrolar kendi içerisinde FeO_T içeriklerinde bir azalma gösterirken, kümülat gabrolardan itibaren izotrop gabrolara doğru bir artış söz konusudur (Şekil 21 ve 22).



Şekil 21. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin tüm kayaç MgO içeriklerine karşılık diğer ana oksit içeriklerindeki değişimlerin lineer ölçekte gösterimi. Semboller Şekil 4'teki gibidir. TK: Tüm Kayaç, İçi dolu yıldız (sarı) ilksel mantoyu (Palme ve O'Neill, 2004) temsil etmektedir.



Şekil 22. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin tüm kayaç MgO içeriğine karşılık diğer ana oksit içeriklerindeki değişimlerin logaritmik ölçekte gösterimi. Semboller Şekil 4'teki gibidir. TK: Tüm Kayaç, İç: İçerikli, Yıldız (sarı): ilksel mantoyu (Palme ve O'Neill, 2004) temsil etmektedir.

3.3.2. Tüm Kayaç İz Element ve Lantan Grubu Element (LGE) Jeokimyası

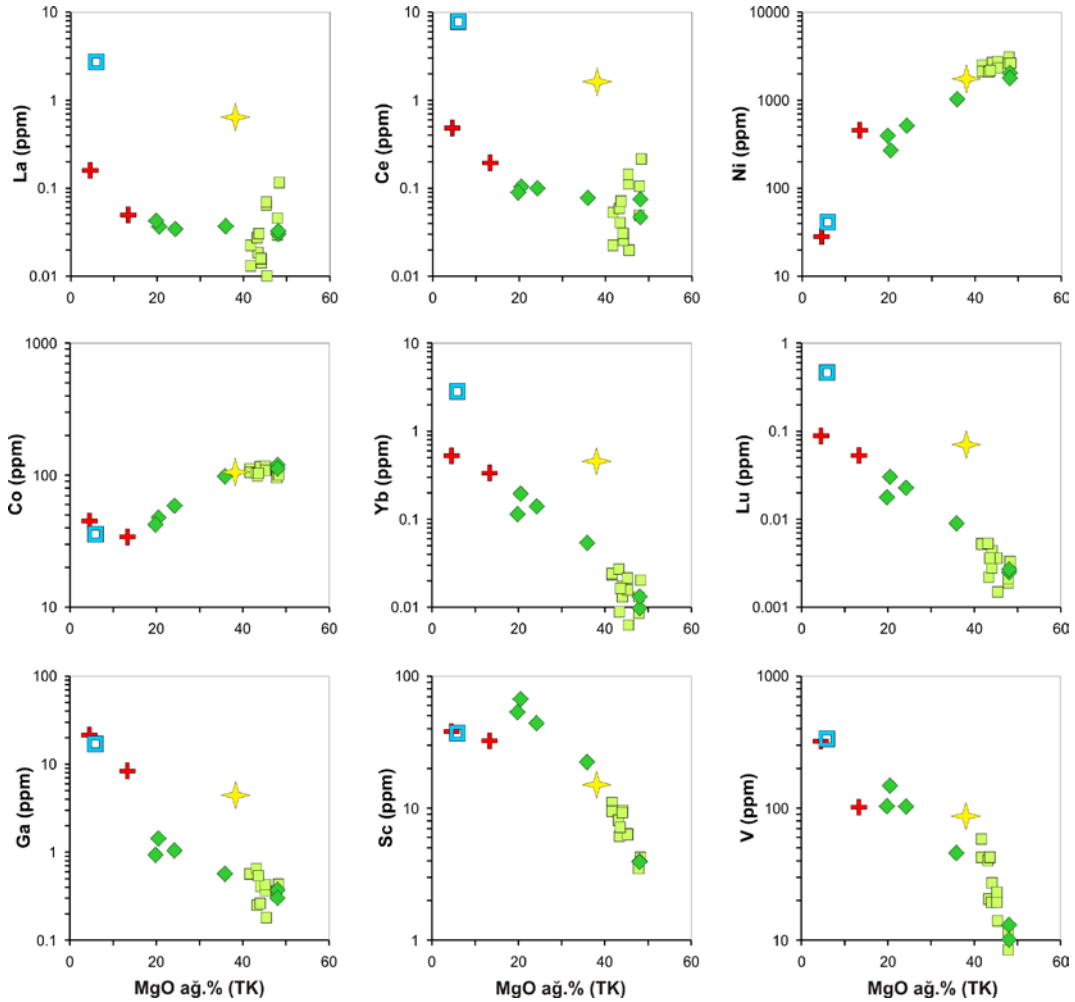
Pozanti-Karsanti ofiyolitinde gözlenen manto peridotiti, ultramafik kümülat, kümülat gabro ve izotrop gabro örneklerini iz elementler açısından incelemek için, La, Ce, Ni, Co, Yb, Lu, Ga, Sc ve V elementlerinin MgO içeriğiyle olan ilişkileri dikkate alınmıştır (Şekil 23). Söz konusu elementlerden Co ve Ni hariç diğerleri kısmi ergime esnasında uyumsuz davranış gösterirler ve kısmi ergime kalıntısı manto kayaçlarındaki konsantrasyonları oldukça düşük olmakla birlikte, tüketilme oranındaki artışa bağlı olarak azalır. Uyumsuz davranış sergileyen bu elementlerin bollukları, ofiyolitik istifin farklı seviyelerini temsil eden kayaç örneklerinin MgO içeriklerindeki azalmaya bağlı olarak manto peridotitlerinden, ofiyolitik istifin daha üst kısımlarını temsil eden ultramafik kümülat, kümülat gabro ve izotrop gabro türü kayaçlara doğru bir artış gösterir. Söz konusu element konsantrasyonlarındaki bu değişim Şekil 23’de logaritmik ölçekte hazırlanmış diyagramlarda gösterilmiştir. Kısmi ergime kalıntısı manto fazları için daha uyumsuz olan ve oldukça tüketilmiş olması beklenen La ve Ce elementleri düşük konsantrasyonlarda olmakla birlikte, MgO içerikleri daha fazla olan bazı manto peridotiti örneklerinde bu elementlerin konsantrasyonlarında kısmi artışlar gözlenir (Şekil 23). Buna karşılık, Co ve Ni gibi uyumlu davranış sergileyen elementlerin kısmi ergime kalıntısı manto peridotitlerindeki konsantrasyonları, kendisini üzerleyen kümülat kayaçlara göre daha fazladır. Söz konusu elementlerin bollukları manto peridotitlerinden ofiyolitik istifin üst kısımlarını temsil eden izotrop gabrolara doğru MgO içeriğindeki azalmayla birlikte azalır (Şekil 23).

Petrografik ve tüm kayaç jeokimyasal özellikleri dikkate alınarak seçilmiş Pozanti-Karsanti ofiyolitinin farklı kayaç gruplarını temsil eden örnekler üzerinde tüm kayaç iz element ve Lantan Grubu Element (LGE) analizleri gerçekleştirilmiştir. Farklı kayaç grupları da dikkate alınarak, söz konusu verilerin ilksel manto değerlerine (Palme ve O’Neil, 2004) oranlanmış LGE ve çoklu element grafikleri Şekil 24’de verilmiştir.

Tüm kayaç ana oksit içerikleri belirlenen 20 adet manto peridotiti örneğinin 9 tanesi üzerinde iz element ve LGE analizleri gerçekleştirilmiştir. Manto fazları için hafif LGE’lere göre daha uyumlu olan Yb (0.01–0.02 ppm) gibi ağır LGE’lerin bollukları ilksel mantoya göre 15 ilâ 100 kat civarında tüketilmiştir. Manto minerallerinde bu elementlere göre daha uyumsuz olan La (0.01–0.06 ppm) ve Ce (0.02–0.11 ppm) gibi hafif LGE içerikleri ise ilksel mantoya göre ağır LGE’lere benzer olarak 10 ilâ 100 kat arasında bir

tüketilme sunar. Buna karşılık, söz konusu manto peridotitlerine ait örneklerin ortaç LGE içerikleri ağır ve hafif LGE içeriklerine göre belirgin bir tüketilme sunar (Şekil 24).

Rubidyum (0.02–0.12 ppm), Ba (0.22–2.12 ppm) ve Th (0.01–0.03 ppm) gibi manto fazları için oldukça uyumsuz davranan büyük iyon çaplı element bollukları ilksel manto değerlerine göre 2 ilâ 30 kat arasında tüketilmiş olmakla birlikte, çoklu element diyagramında (Şekil 24), bu elementlere kıyasla kısmen daha uyumlu olan ortaç LGE gibi elementlere göre önemli derecede zenginleşme gösterirler. Bu zenginleşmenin derecesi diyagramın orta kısmında yer alan elementlere doğru bir azalma gösterir. Bu durum, ağır LGE’lerden ortaç LGE’lere doğru olan tüketilmişlik de dikkate alındığında, diyagramda belirgin olarak gözlenen “U” şekilli bir desenin gelişmesine neden olmuştur.



Şekil 23. Pozantı-Karsantı ofiyolitini temsil eden farklı kayaç gruplarına ait örneklerin MgO içeriklerine karşılık bazı iz element ve LGE içeriklerindeki değişimler. Semboller Şekil 4’teki gibidir. İçi dolu yıldız (sarı) ilksel mantoyu (Palme ve O’Neill, 2004) temsil etmektedir.

Tüm kayaç analizi gerçekleştirilmiş olan 19 adet ultramafik kümülat kayaç grubunu temsil eden örneklerden PK2, PK8, PK11, PK33, PK34 ve PK51 numaralı kümülat dunit, PK41 numaralı verlit, PK28 ve PK42 numaralı olivin-vebsterit ve PK18 numaralı klinopiroksenit örnekleri olmak üzere toplam 10 adet örneğin iz element ve LGE analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 24'te görüleceği üzere, kümülat dunitleri temsil eden örnekler manto peridotitlerine oldukça benzer LGE ve çoklu element desenlerine sahip olmakla birlikte hafif Eu pozitif anomalisi gösterir. Buna karşılık ultramafik kümülatları temsil eden diğer örnekler özellikle ilksel mantoya göre 2 ilâ 8 kata kadar bir tüketilme sunmakla birlikte ağır ve ortaç LGE içerikleri ve bu elementlere benzer jeokimyasal davranışlar sergileyen bazı yüksek çekim alanlı elementler açısından manto peridotitlerine göre önemli bir zenginleşme sunarlar. Söz konusu örneklerin ortaç LGE'lere göre daha fazla tüketilmiş olan hafif LGE içerikleri ve büyük iyon çaplı element bollukları ise manto peridotitleri ile oldukça benzer konsantrasyonlara sahip olup, ilksel manto değerlerine oranlanmış LGE ve çoklu element diyagramlarında benzer yönsemeler sunarlar (Şekil 24). Genel olarak bakıldığında, bu örneklerde ağır LGE'lerden hafif LGE'lere doğru bir tüketilme söz konusu iken, çoklu element diyagramında hafif LGE'lerden büyük iyon çaplı elementlere doğru bir zenginleşme söz konusudur (Şekil 24). Hafif Ti negatif anomalisi sunan örneklerin Zr ve Hf elementlerinde de, hafif ve ortaç LGE'lere göre belirgin bir tüketilme söz konusudur. Benzer bir tüketilme U ve Ta elementi için de geçerli olsa da, Ta gibi davranan Nb elementinin bollukları daha yüksektir. Söz konusu örnekler belirgin Sr ve Pb pozitif anomalileri ile karakteristiktir (Şekil 24).

Pozantı-Karsantı ofiyolitinin mafik kümülat grubu kayaçlarını temsil eden ve ana oksit jeokimyasaları belirlenmiş olan 8 adet örneğin 2 tanesi üzerinde iz element analizleri gerçekleştirilmiştir. PK66 ve PK68 numaralı söz konusu iki örneğin LGE içerikleri ve yönsemeleri birbirine benzemekle birlikte, ağır LGE içerikleri (örneğin Yb = 0.34–0.53 ppm) ilksel manto değerlerine oldukça yakın değerlerde ve düz bir desen sunar. Bu iki örnekten biri (PK66) çok hafif Eu pozitif anomalisi göstermesine karşılık, PK68 numaralı örnekte oldukça belirgin pozitif Eu anomalisi gözlenir. Her iki örnekte de ortaç LGE'lerden hafif LGE'lere doğru bir tüketilme söz konusudur. Şekil 24'te verilen çoklu element diyagramında PK68 numaralı örnek belirgin bir Ti pozitif anomalisi sunarken, PK66 numaralı örnekte Ti negatif anomalisi gözlenir. Bununla birlikte her iki örnek de belirgin Pb ve Sr pozitif anomalileri ve U ve Ta negatif anomalileri ile karakteristiktirler (Şekil 24). Bu diyagramda, ortaç LGE'lerden, daha uyumsuz elementler ile temsil edilen

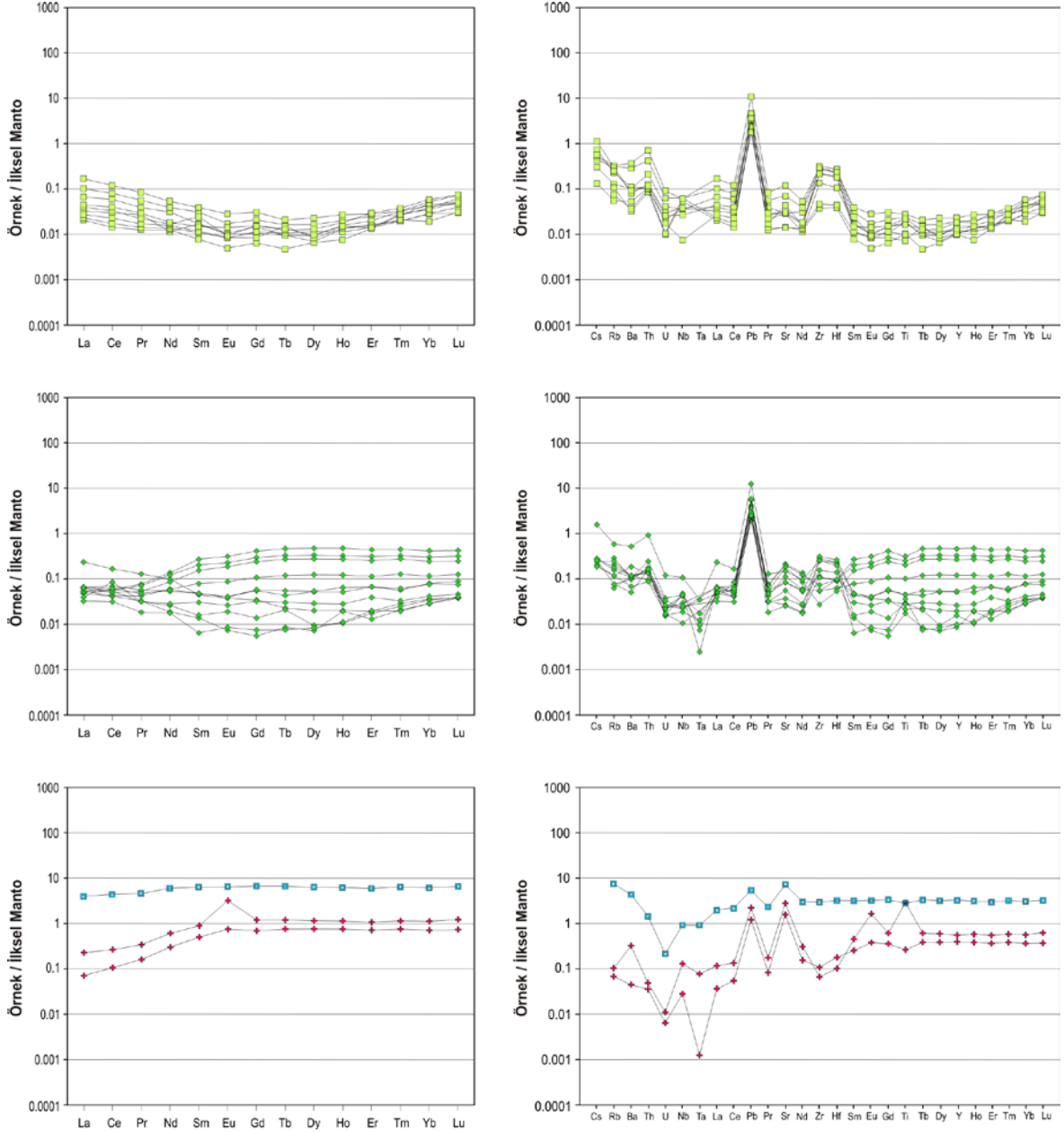
diyagramın sol tarafına doğru bir tüketilme söz konusu olmakla birlikte U'dan itibaren büyük iyon çaplı elementlerde (Th, Ba, Rb) bir zenginleşme gözlenir (Şekil 24).

İzotrop gabro grubu kayalar temsil eden PK29 numaralı örnek ise mafik kümülat grubunu temsil eden örneklere göre daha yüksek LGE bolluklarına sahip olup, ağır LGE'lerden hafif LGE'lere doğru düze yakın bir yönseme sunmakla birlikte hafif LGE içeriklerinin ağır ve ortaç LGE içeriklerine göre çok hafif tüketilmiş olduğu gözlenir. Şekil 24'teki çoklu element diyagramında mafik kümülat kayalara benzer bir yönseme sunmakla birlikte, bu elementler bakımından önemli bir zenginleşme sunarlar. Çok hafif Ti negatif anomalisi sunan örnek Pb ve Sr pozitif anomalileri ile mafik kümülatlara benzer şekilde Lu'dan Pb'ye kadar düze yakın bir yönseme, Pb'den U'ya kadar ise negatif bir yönseme sunar. Buna karşılık, yine mafik kümülat kayalara benzer şekilde U'dan Rb'a doğru büyük iyon çaplı elementler bakımından önemli bir zenginleşme sunarlar (Şekil 24).

3.3.3. Tüm Kayaç Plâtin Grubu Element (PGE) Jeokimyası

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotiti, ultramafik kümülat ve mafik kümülat grubu örneklerinden birer adet olmak üzere toplam 3 adet örnek tüm kayaç PGE içerikleri bakımından analizlenmiş olup, PGE değerleri Tablo 4'te, ilksel manto değerlerine oranlanmış PGE grafikleri ise Şekil 25'te verilmiştir.

Osmiyum içeriği ilksel mantoya göre yaklaşık 2 kat tüketilmiş olan PK23 numaralı manto peridotiti örneği, hafif Rh pozitif ve Pd negatif anomalileri ile birlikte Ir'dan Re'a doğru düze yakın bir yönseme sunar. Bu değerler ile birlikte söz konusu örnek Os ve Pd içerikleri bakımından Vourinos (Yunanistan), Ligura (İtalya) ve Trodos (Kıbrıs) ofiyolitlerine ait manto peridotitlerine göre bir tüketilme sunsa da diğer PGE'ler bakımından benzer içeriklere sahiptir. Renyum içeriği ise ilksel mantoya göre yaklaşık 2 kat zenginleşme sunmaktadır (Şekil 25).

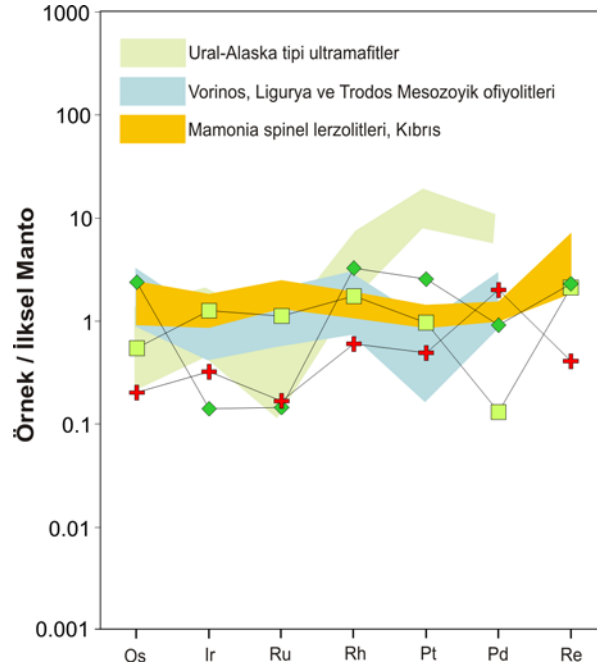


Şekil 24. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarını temsil eden örneklerin ilksel manto değerlerine (Palme ve O'Neil, 2004) oranlanmış LGE ve çoklu element desenleri. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Ultramafik kümülatları temsil eden PK28 numaralı olivin-vebsterit örneği Ir ve Ru içerikleri bakımından ilksel mantoya göre yaklaşık 7 kata varan bir tüketilme sunar. Buna karşılık Rh ve Pt içerikleri ilksel mantoya göre 3 kat bir zenginleşme sunar. Palladyum ise Pt'e göre bir miktar tüketilmiş olup, bu değerler ile Ir'dan Ru'a doğru yaklaşık düz devam eden yönseme Rh'a doğru kuvvetli pozitif bir yönseme ile kesilir. Söz konusu yönseme

Rh'dan Pt ve Pd'a negatif bir şekilde devam eder ve hafif Re pozitif anomalisi ile sonlanır (Şekil 25).

Plâtin Gurubu Element analizi gerçekleştirilen PK66 numaralı mafik kümülat grubuna ait gabro örneği, Ir ve Rh pozitif anomalileri ile birlikte genel olarak Os'dan Pd'a doğru hafif pozitif yönseme ile temsil edilir. IPGE (Ir-grubu PGE: Os, Ir ve Ru) içerikleri ilksel mantoya göre 6 kata kadar tüketilmiş olan örneğin Rh ve Pt içerikleri ilksel mantoya göre hafif bir tüketilme sunmakla birlikte, Pd içeriği yaklaşık 2 kat kadar bir zenginleşme sunar. Renyum ilksel mantoya göre yaklaşık 2.5 kat kadar tüketilmiş olup, PGE grafiği Pd'dan Re'ye negatif bir yönseme ile sonlanır (Şekil 25).



Şekil 25. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örneklerin ilksel manto değerlerine (McDonough ve Sun, 1995) oranlanmış PGE grafikleri. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

3.3.4. Tüm Kayaç Os-İzotop Jeokimyası

Pozantı-Karsantı ofiyolitini temsil eden manto peridotitlerinden 3 adet, ultramafik kümülatlardan 3 adet ve mafik kümülatları temsil eden kayaç grubundan 2 adet olmak üzere toplam 8 adet örneğin Re ve Os içerikleri yanı sıra Os-izotop bileşimleri belirlenmiştir (Tablo 4).

$^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$ oranları PK17 ve PK47 numaralı manto peridotiti örneklerinde oldukça düşük olup, 0.01–0.03 arasında iken PK23 numaralı örnekte bu oran kısmen yüksek olup 1.55'tir. Ultramafik kümülatları temsil eden örneklerde bu oran biraz daha fazla olup 0.19 ilâ 5.66 arasındadır. PK68 numaralı kümülat gabro örneğinde bu oran oldukça yüksek olup 822'lere ulaşmış olmasına rağmen PK66 numaralı örnek 0.80 gibi oldukça düşük $^{187}\text{Re}/^{188}\text{O}$ oranına sahiptir. $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ oranları manto peridotitlerinde 0.12768–0.12927 aralığındadır ve bu değer günümüz kondrit değerinden (0.1276; Walker vd., 2002) kısmen yüksek olmakla birlikte günümüz ilksel üst manto değerine (0.1296; Meisel vd., 2001) göre kısmen düşüktür. $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ oranı ultramafik kümülatlarda kısmen yüksek olup, 0.13106–0.13971 aralığında iken söz konusu oran kümülat gabrolarda 0.13958–2.11010 aralığındadır. Manto peridotitlerine ait örneklerin γOs (söz konusu örneğe ait $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ değeri ile kondrit ortalama $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ değeri arasındaki % fark) değerleri PK23 numaralı örnek için 0.04 iken PK17 ve PK47 numaralı örnekler için sırasıyla 1.28 ve 1.52'dir. Bu değer ultramafik kümülatları temsil eden örnekler için 2.68 ilâ 9.45 arasında değişir. Buna karşılık, kümülat gabroları temsil eden PK66 numaralı örneğe ait γOs değeri 9.35 olup, diğer örneklerle göre daha yüksek iken, bu değer PK68 numaralı bir diğer örnek için çok daha yüksektir ve 1553'e ulaşır.

3.4. Mineral Kimyası

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin petrografik incelemeleri ve tüm kayaç ana oksit verilerinin değerlendirilmesi sonrasında, tüm kayaç gruplarından olmak üzere seçilen 36 adet örnek üzerindeki farklı minerallerden 1000'den fazla nokta analizi gerçekleştirilmiş, elde edilen veriler ilgili diyagramlara aktırılarak değerlendirilmiştir. Analizi yapılan tüm noktalara ait verilerin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5-11'de özetlenmiş olup, veri setinin tamamı ise Ek Tablo 1-6'da verilmiştir.

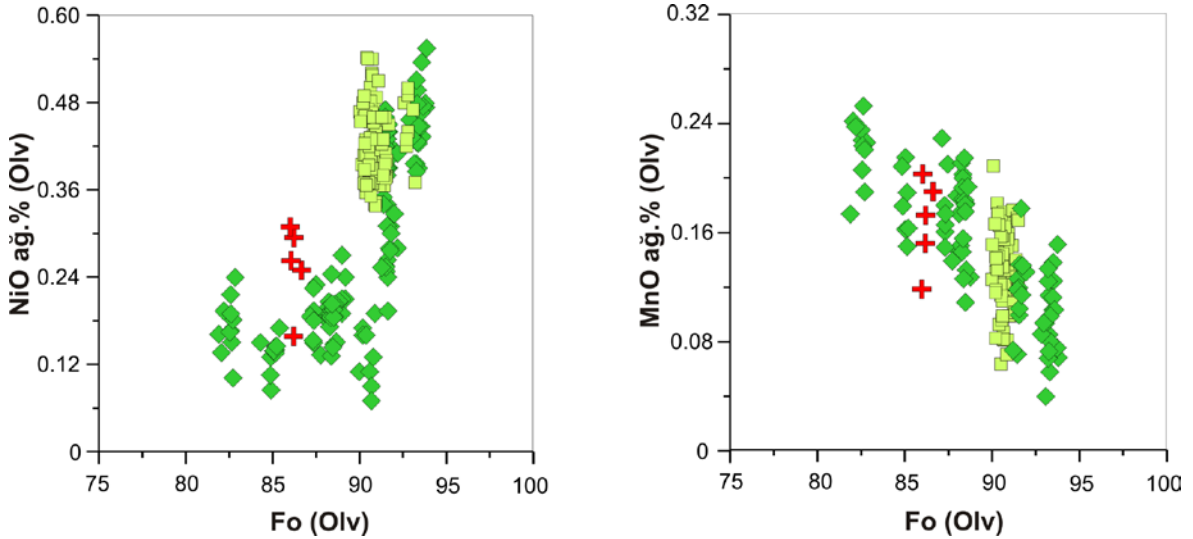
Tablo 4. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait tüm kayaç PGE (ppb) ve Re/Os izotop değerleri. MP: Manto peridotiti, UK: Ultramafik kümülüt, MK: Mafik kümülüt; *: Ir, Ru, Rh, Pt ve Pd konsantrasyonları Geoscience Laboratory (Kanada)'de elde edilmiştir.

Örnek#	Kayaç Grubu	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Pd	Re	PGE	$^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$	1σ	$^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$	1σ	γOs	T_{RD}	T_{MA}
PK17	Manto peridotiti	7.12	-	-	-	-	-	0.04	-	0.12927	0.0027	0.03	0.00	1.28	-260	-280
PK23*	Manto peridotiti	1.83	3.96	5.51	1.55	6.70	0.50	0.59	20.0	0.12768	0.0031	1.55	0.01	0.04	-20	7
PK47	Manto peridotiti	6.30	-	-	-	-	-	0.01	-	0.12910	0.0027	0.01	0.00	1.52	-235	-239
PK28*	Ultramafik kümülüt	7.95	0.44	0.71	2.90	17.80	3.51	0.63	33.3	0.13106	0.0014	0.38	0.04	2.68	-533	-18277
PK41	Ultramafik kümülüt	0.39	-	-	-	-	-	0.02	-	0.13119	0.0027	0.19	0.05	2.78	-553	-1085
PK42	Ultramafik kümülüt	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-	0.13971	0.0037	5.65	1.01	9.45	-1866	138
PK66*	Mafik kümülüt	0.67	1.01	0.82	0.53	3.42	7.69	0.11	14.1	0.13958	0.0030	0.80	0.09	9.35	-1845	1753
PK68	Mafik kümülüt	0.01	-	-	-	-	-	2.06	-	2.11010	0.0485	1032	421	1553	0	145

3.4.1. Olivin

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen olivinlerin her bir örnekteki ortalama kimyasal bileşimleri ve standart sapma değerleri Tablo 5’te, veri setinin tamamı ise Ek Tablo 1’de verilmiştir. Olivin en bol olarak manto peridotitleri ve ultramafik kümülat grubu kayaçlar da bulunmasına rağmen kümülat gabro örneklerinde de gözlenmiştir. Buna karşılık izotrop gabro örneklerinde olivin gözlenememiştir. Manto peridotitlerindeki olivinler forsterit içerikleri bakımından oldukça zengin olmakla beraber (Fo= 90.0–93.2), manto peridotitlerinden ultramafik kümülat (Fo= 81.9–93.9) ve kümülat gabrolara (Fo= 86.0–86.7) doğru farklılaşma derecesine bağlı olarak olivinlerin forsterit içeriklerinde bir azalma söz konusudur (Şekil 26).

Manto peridotitlerine ait olivinler yüksek NiO içeriklerine sahip olup (0.33–0.54 ağı.%), ultramafik kümülatlar (0.07–0.55 ağı.%) ve kümülat gabrolar (0.15–0.30 ağı.%) bünyesindeki olivin kristallerinin NiO içerikleri, forsterit içeriklerindeki azalmaya paralel olarak bir azalma göstermektedir (Şekil 26). Buna karşılık, olivin kristallerinin MnO içerikleri (<0.20 ağı.%), forsterit içeriğindeki azalmaya bağlı olarak artış gösterir (Şekil 26). Tüm kayaç gruplarındaki olivin kristallerinin CaO içerikleri 0.50 ağı.%’den daha düşüktür.



Şekil 26. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki olivin kristallerinin Fo içeriklerine karşılık NiO (a) ve MnO (b) içeriklerindeki değişimler. Semboller Şekil 4’teki gibidir.

Tablo 5. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen olivinlerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri. N: Analiz sayısı; σ : Standart sapma, Fo= $100 \times \text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$.

Örnek# Kayaç Grubu	PK9		PK10		PK14		PK17		PK23		PK31		PK43		PK45		PK46		PK47	
	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ
N ve σ	9		8		11		7		16		4		7		3		5		8	
SiO ₂	41.81	0.21	41.71	0.57	41.85	0.21	41.80	0.30	41.49	0.26	41.57	0.15	41.89	0.15	40.70	1.02	41.19	0.39	41.70	0.19
TiO ₂	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.00	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	dla	0.00
Al ₂ O ₃	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	dla	0.00	dla	0.00	dla	0.00	dla	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.00
Cr ₂ O ₃	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02
FeO	8.14	0.15	6.97	0.27	8.86	0.09	8.39	0.38	8.70	0.22	8.49	0.10	8.55	0.13	8.82	0.23	8.30	0.16	8.99	0.16
MnO	0.14	0.03	dla	0.00	0.14	0.02	0.12	0.01	0.13	0.03	0.13	0.03	0.11	0.03	dla	0.00	dla	0.00	0.14	0.03
NiO	0.40	0.02	0.45	0.04	0.41	0.04	0.39	0.05	0.40	0.05	0.44	0.09	0.43	0.04	0.47	0.04	0.44	0.03	0.43	0.04
MgO	48.83	0.31	50.69	0.55	48.51	1.14	48.06	0.51	47.71	0.57	46.92	0.23	48.25	0.29	49.92	0.17	49.88	0.17	47.87	0.47
CaO	0.09	0.01	0.08	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Σ	99.42	0.48	99.92	1.18	99.81	1.21	98.82	0.56	98.46	0.78	97.58	0.38	99.26	0.42	99.95	1.00	99.85	0.71	99.18	0.61
Si	1.021	0.004	1.009	0.007	1.021	0.010	1.027	0.002	1.025	0.005	1.035	0.004	1.026	0.003	0.995	0.013	1.004	0.003	1.024	0.004
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.166	0.003	0.141	0.004	0.181	0.003	0.173	0.008	0.180	0.004	0.177	0.002	0.175	0.002	0.180	0.006	0.169	0.002	0.185	0.003
Mn	0.003	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
Ni	0.008	0.000	0.009	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.009	0.002	0.009	0.001	0.009	0.001	0.008	0.001	0.009	0.001
Mg	1.778	0.007	1.829	0.013	1.764	0.022	1.761	0.011	1.758	0.010	1.741	0.005	1.761	0.007	1.819	0.022	1.813	0.008	1.753	0.009
Ca	0.002	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Σ	2.979	0.004	2.990	0.007	2.978	0.011	2.972	0.003	2.974	0.005	2.965	0.003	2.974	0.003	3.004	0.013	2.995	0.003	2.975	0.004
Fo	91.4	0.1	92.8	0.2	90.7	0.2	91.1	0.4	90.7	0.2	90.8	0.1	91.0	0.1	91.0	0.2	91.5	0.2	90.5	0.2

Tablo 5'in devamı.

Örnek# Kayaç Grubu	PK48		PK54		PK55		PK2		PK8		PK11		PK16		PK18		PK28		PK32			
	MP	σ	MP	σ	MP	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	
N ve σ	7		10		12		21		12		11		10		7		12		6		6	
SiO ₂	41.90	0.24	41.75	0.13	42.01	0.26	41.20	0.73	41.69	0.39	42.31	0.12	42.39	0.21	40.60	0.15	41.45	0.24	40.72	0.23	40.72	0.23
TiO ₂	dla	0.00	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.00	0.04	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.04	0.07	0.00	0.01	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01
FeO	8.84	0.20	8.84	0.10	9.24	0.13	8.18	0.28	7.89	0.18	6.08	0.19	6.49	0.19	13.78	0.19	11.16	0.37	11.66	0.19	11.66	0.19
MnO	0.13	0.02	0.12	0.03	0.14	0.03	0.00	0.00	0.12	0.03	0.10	0.03	0.09	0.03	0.18	0.02	0.17	0.03	0.17	0.03	0.17	0.03
NiO	0.40	0.03	0.41	0.03	0.45	0.06	0.41	0.05	0.27	0.04	0.46	0.04	0.45	0.05	0.13	0.02	0.20	0.03	0.17	0.02	0.17	0.02
MgO	48.26	0.49	48.18	0.25	48.18	0.40	50.24	0.43	48.56	0.57	49.78	0.34	50.27	0.41	44.08	0.21	46.72	0.41	45.36	0.40	45.36	0.40
CaO	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.15	0.12	0.05	0.02	0.08	0.02	dla	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Σ	99.58	0.87	99.34	0.35	100.07	0.68	100.08	1.33	98.71	1.03	98.79	0.42	99.86	0.40	98.80	0.43	99.76	0.52	98.12	0.64	98.12	0.64
Si	1.024	0.003	1.023	0.003	1.024	0.003	1.002	0.006	1.024	0.001	1.029	0.003	1.023	0.003	1.023	0.003	1.022	0.003	1.023	0.004	1.023	0.004
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.181	0.003	0.181	0.002	0.188	0.002	0.166	0.004	0.162	0.004	0.124	0.004	0.131	0.004	0.290	0.003	0.230	0.008	0.245	0.004	0.245	0.004
Mn	0.003	0.000	0.003	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.004	0.001	0.003	0.001	0.004	0.001	0.004	0.001
Ni	0.008	0.001	0.008	0.001	0.009	0.001	0.008	0.001	0.005	0.001	0.009	0.001	0.009	0.001	0.003	0.000	0.004	0.001	0.003	0.000	0.003	0.000
Mg	1.759	0.004	1.761	0.005	1.751	0.005	1.821	0.014	1.778	0.006	1.805	0.006	1.808	0.010	1.656	0.005	1.717	0.008	1.699	0.007	1.699	0.007
Ca	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004	0.003	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
Σ	2.975	0.003	2.976	0.003	2.976	0.002	2.997	0.006	2.976	0.001	2.970	0.003	2.976	0.005	2.976	0.003	2.978	0.003	2.976	0.003	2.976	0.003
Fo	90.7	0.1	90.7	0.1	90.3	0.1	91.6	0.2	91.6	0.2	93.6	0.2	93.2	0.2	85.1	0.1	88.2	0.4	87.4	0.2	87.4	0.2

Tablo 5'in devamı.

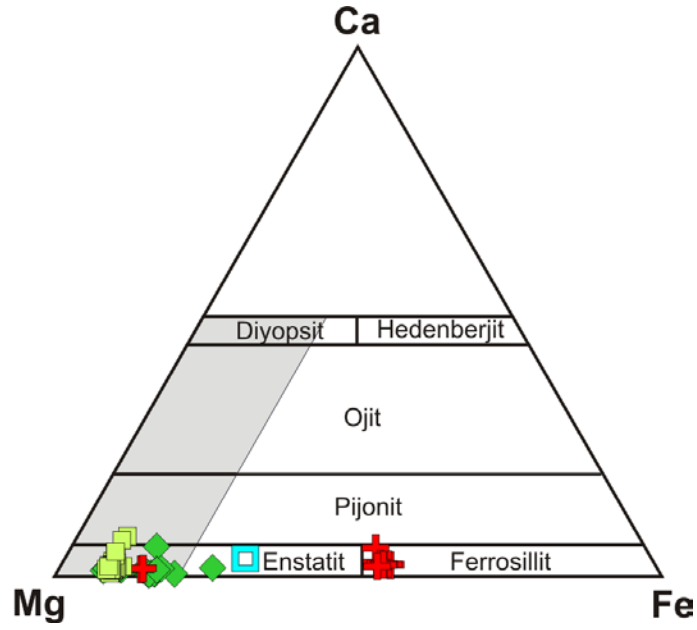
Örnek# Kayaç Grubu	PK35		PK41		PK44		PK51		PK52		PK53		PK70		PK66	
	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ
N ve σ	9	σ	11	σ	4	σ	5	σ	4	σ	7	σ	5	σ	6	σ
SiO ₂	41.05	0.85	41.19	0.15	40.25	0.74	42.01	0.34	39.98	0.16	40.50	0.17	41.31	0.27	40.82	0.19
TiO ₂	0.01	0.01	dla	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.00
Al ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	dla	0.01
Cr ₂ O ₃	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
FeO	9.15	0.40	10.67	0.11	14.52	0.37	8.32	0.14	16.22	0.25	15.98	0.24	10.46	0.08	12.72	0.18
MnO	dla	0.00	0.18	0.03	dla	0.00	dla	0.00	0.22	0.04	0.22	0.02	dla	0.00	0.17	0.03
NiO	0.13	0.04	0.18	0.03	0.15	0.02	0.37	0.04	0.15	0.01	0.18	0.04	0.22	0.03	0.25	0.06
MgO	48.96	0.52	46.04	0.24	45.93	0.51	50.49	0.22	42.31	0.48	42.56	0.24	47.96	0.20	44.72	0.43
CaO	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.10	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
Σ	99.35	1.70	98.30	0.37	100.89	0.79	101.31	0.26	98.94	0.41	99.48	0.44	99.99	0.31	98.73	0.34
Si	1.008	0.005	1.028	0.003	0.998	0.010	1.008	0.005	1.019	0.003	1.024	0.004	1.013	0.004	1.025	0.005
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Fe ²⁺	0.188	0.006	0.223	0.002	0.302	0.007	0.167	0.003	0.346	0.007	0.338	0.004	0.215	0.002	0.267	0.004
Mn	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.005	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
Ni	0.003	0.001	0.004	0.001	0.003	0.000	0.007	0.001	0.003	0.000	0.004	0.001	0.004	0.001	0.005	0.001
Mg	1.792	0.013	1.713	0.005	1.698	0.025	1.806	0.012	1.607	0.011	1.604	0.007	1.753	0.008	1.674	0.012
Ca	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Σ	2.992	0.005	2.972	0.003	3.002	0.010	2.991	0.005	2.980	0.003	2.976	0.004	2.986	0.005	2.975	0.005
Fo	90.5	0.3	88.5	0.1	85.0	0.5	91.5	0.2	82.3	0.4	82.6	0.2	89.1	0.1	86.2	0.3

3.4.2. Ortopiroksen

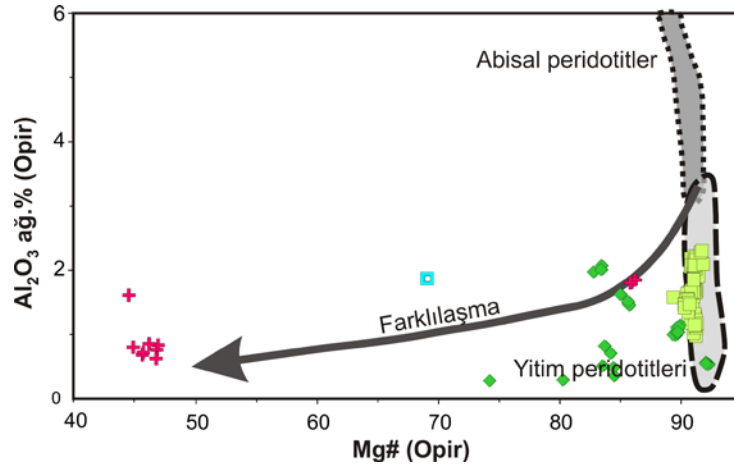
Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen ortopiroksen kristallerinin her bir örnekteki ortalama kimyasal bileşimleri ve standart sapma değerleri Tablo 6'da, veri setinin tamamı ise Ek Tablo 2'de verilmiştir.

Ortopiroksen, manto peridotitlerinde olivinden sonra en bol bulunan mineral olup, ultramafik kümülat, kümülat gabro ve izotrop gabro örneklerinde gözlenmiştir. Bu kayaç gruplarında gözlenen ortopiroksenler çoklukla enstatit bileşimli olup, bazı kümülat gabro örneklerinde Fe içeriğinin artmasına bağlı olarak ferrosilit bileşiminde ortopiroksenler gözlenmiştir. Enstatit içerikleri manto peridotitlerinde %84.2–90.8, ultramafik kümülatlarda %73.2–91.4 ve kümülat gabrolarda %43.6–85.2 arasındadır (Şekil 27).

Manto peridotitlerini temsil eden örneklerde gözlenen ortopiroksenler yüksek Mg# (89.5–92.0) ve düşük Al_2O_3 (0.97–2.29 ağırlık %) değerleri ile Şekil 28'deki açık gri alan ile sınırlandırılmış yay önü (yitim zonu) peridotit alanında gruplanmışlardır. Ultramafik kümülat, kümülat gabro ve izotrop gabro örneklerinde gözlenen ortopiroksen mineralleri, azalan Mg# ve Al_2O_3 değerleri ile aynı şekil üzerinde gösterilmiş farklılaşma trendi üzerinde yer almışlardır. TiO_2 içerikleri manto peridotitlerinde <0.04 ağırlık %, ultramafik kümülatlarda <0.06 ağırlık %, kümülat gabrolarda 0.10–0.19 ağırlık % aralıklarında ve izotrop gabrolarda 0.31 ağırlık % civarındadır.



Şekil 27. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki ortopirosken kristallerinin Ca-Mg-Fe üçgenindeki yerleri. Semboller Şekil 4'teki gibidir.



Şekil 28. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki ortopirosken kristallerinin Mg# değerlerine karşılık Al_2O_3 içeriklerindeki değişimler. Abisal ve yay önü peridotit alanları Bedard vd. (2009)'dan alınmıştır. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Tablo 6. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen ortopiroksenlerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri. N: Analiz sayısı; σ : Standart sapma; $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$; $Vo = 100 \times Ca / (Ca + Mg + Fe)$; $En = 100 \times Mg / (Ca + Mg + Fe)$; $Fs = 100 \times Fe / (Ca + Mg + Fe)$.

Örnek# Kayaç Grubu	PK14		PK17		PK23		PK31		PK43		PK45		PK46		PK47		PK48		PK54	
	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ
N ve σ	6		9		6		3		13		9		3		7		8		8	
SiO ₂	58.42	0.46	57.32	0.21	57.56	0.28	57.40	0.29	57.68	0.32	57.03	0.81	56.74	0.37	57.46	0.87	57.94	0.27	58.19	0.25
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	1.10	0.10	2.09	0.08	1.61	0.14	1.70	0.06	2.02	0.08	2.07	0.14	2.21	0.11	1.58	0.04	1.61	0.10	1.20	0.07
Cr ₂ O ₃	0.44	0.06	0.66	0.07	0.54	0.07	0.50	0.07	0.67	0.08	0.61	0.09	0.73	0.07	0.60	0.10	0.51	0.06	0.50	0.05
FeO	5.69	0.08	5.61	0.14	5.63	0.13	5.58	0.19	5.52	0.11	5.66	0.25	5.23	0.14	5.94	0.39	5.74	0.09	5.63	0.12
MnO	0.10	0.05	0.11	0.01	0.11	0.04	0.10	0.04	0.11	0.03	dla	0.00	dla	0.00	0.11	0.04	0.13	0.03	0.13	0.02
NiO	0.09	0.04	0.10	0.02	0.07	0.04	0.10	0.02	0.08	0.03	0.10	0.04	0.10	0.04	0.08	0.02	0.07	0.04	0.07	0.01
MgO	33.27	0.41	32.81	0.81	33.13	0.42	31.90	0.51	32.72	0.30	33.87	0.61	33.38	0.70	32.40	0.69	33.03	0.32	33.09	0.45
CaO	0.86	0.19	0.89	0.24	0.70	0.27	0.75	0.08	0.96	0.24	1.27	0.99	1.36	0.93	1.28	1.16	0.86	0.18	0.98	0.35
Na ₂ O	dla	0.00	dla	0.00	dla	0.01	dla	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	dla	0.00	dla	0.01	0.01	0.01
K ₂ O	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	dla	0.01	dla	0.01	dla	0.00	dla	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ	99.99	0.82	99.60	1.06	99.39	0.41	98.04	0.75	99.78	0.55	100.63	0.84	99.79	0.61	99.47	0.70	99.91	0.54	99.81	0.49
Si	2.006	0.004	1.978	0.014	1.989	0.005	2.007	0.010	1.985	0.006	1.954	0.011	1.957	0.009	1.990	0.012	1.992	0.004	2.002	0.005
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.044	0.004	0.085	0.003	0.066	0.006	0.070	0.003	0.082	0.003	0.084	0.006	0.090	0.004	0.064	0.002	0.065	0.004	0.049	0.003
Cr	0.012	0.002	0.018	0.002	0.015	0.002	0.014	0.002	0.018	0.002	0.016	0.002	0.020	0.002	0.017	0.003	0.014	0.002	0.013	0.001
Fe ²⁺	0.163	0.003	0.162	0.004	0.163	0.003	0.163	0.004	0.159	0.003	0.162	0.007	0.151	0.005	0.172	0.013	0.165	0.002	0.162	0.003
Mn	0.003	0.001	0.003	0.000	0.003	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.004	0.001	0.004	0.001
Ni	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.003	0.000	0.002	0.001	0.003	0.001	0.003	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001	0.002	0.000
Mg	1.703	0.009	1.688	0.026	1.706	0.018	1.663	0.018	1.679	0.011	1.730	0.031	1.717	0.042	1.673	0.030	1.693	0.011	1.697	0.018
Ca	0.032	0.007	0.033	0.009	0.026	0.010	0.028	0.003	0.036	0.009	0.047	0.036	0.050	0.034	0.047	0.043	0.032	0.007	0.036	0.013
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.966	0.002	3.970	0.012	3.971	0.005	3.951	0.010	3.965	0.004	3.996	0.008	3.988	0.009	3.969	0.011	3.968	0.003	3.967	0.004
Mg#	91.2	0.2	91.2	0.3	91.3	0.1	91.1	0.2	91.4	0.1	91.4	0.2	91.9	0.1	90.7	0.5	91.1	0.1	91.3	0.1
Vo	1.7	0.4	1.7	0.5	1.4	0.5	1.5	0.2	1.9	0.5	2.4	1.9	2.6	1.8	2.5	2.3	1.7	0.4	1.9	0.7
En	89.7	0.4	89.7	0.4	90.0	0.5	89.7	0.2	89.6	0.4	89.2	1.5	89.5	1.7	88.4	2.0	89.6	0.3	89.5	0.6
Fs	8.6	0.1	8.6	0.3	8.6	0.2	8.8	0.2	8.5	0.2	8.4	0.3	7.9	0.2	9.1	0.6	8.7	0.1	8.5	0.2

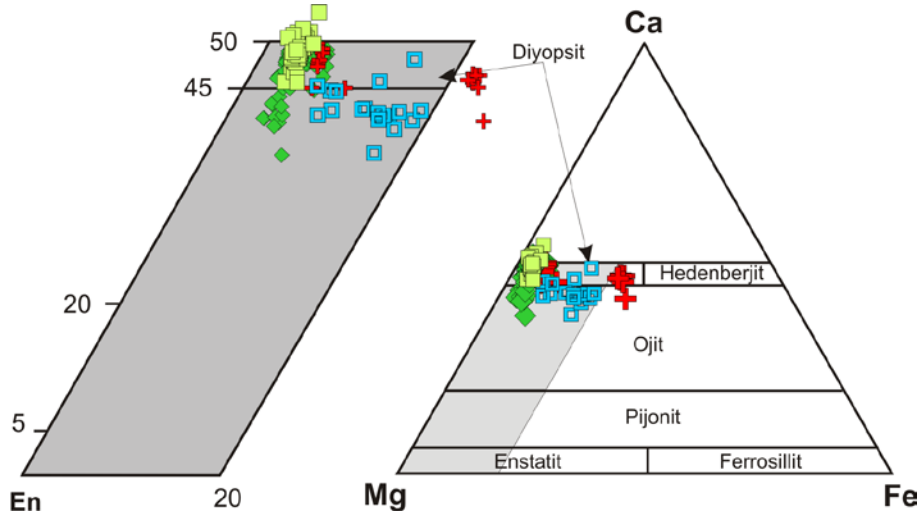
Tablo 6'nin devamı.

Örnek#	PK55	PK2	PK18	PK32	PK52	PK70	PK66	PK68	PK29					
Kayaç Grubu	MP	UK	UK	UK	UK	UK	KG	KG	İG					
N ve σ	11	σ	σ	σ	σ	σ	2	8	σ					
SiO ₂	58.00	0.45	0.06	0.28	43.04	1.66	55.96	57.28	0.43	56.49	0.15	50.95	0.52	53.45
TiO ₂	0.02	0.01	dla	0.02	0.01	0.01	0.06	0.03	0.02	0.12	0.02	0.17	0.03	0.31
Al ₂ O ₃	1.46	0.06	0.02	0.07	0.49	0.21	2.01	1.05	0.06	1.82	0.03	0.85	0.31	1.86
Cr ₂ O ₃	0.53	0.06	0.06	0.07	0.10	0.23	0.39	0.47	0.09	0.50	0.13	0.01	0.01	0.03
FeO	6.06	0.12	0.10	0.08	11.08	1.80	10.53	6.70	0.14	8.73	0.02	30.71	0.67	18.51
MnO	0.11	0.03	0.00	0.03	0.13	0.02	0.24	0.00	0.00	0.18	0.04	0.81	0.10	0.34
NiO	0.08	0.03	0.10	0.03	0.19	0.09	0.03	0.03	0.02	0.07	0.03	0.02	0.02	0.00
MgO	33.03	0.11	0.24	1.02	29.07	2.50	29.60	33.18	0.16	30.49	0.55	14.67	0.34	23.33
CaO	0.85	0.20	0.71	1.07	0.30	0.20	0.65	0.78	0.08	0.70	0.04	1.20	0.52	1.64
Na ₂ O	dla	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	0.01	0.01	0.03
K ₂ O	dla	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	dla	dla	0.00	dla	0.00	0.01	0.01	0.01
Σ	100.14	0.55	100.37	0.35	99.14	0.24	84.42	99.54	0.52	99.10	0.89	99.42	0.60	99.50
Si	1.993	0.005	0.006	0.002	1.841	0.055	1.976	1.987	0.005	1.986	0.010	1.995	0.011	1.967
Ti	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.003	0.000	0.005	0.001	0.009
Al	0.059	0.003	0.022	0.001	0.063	0.011	0.083	0.043	0.003	0.075	0.001	0.039	0.015	0.081
Cr	0.014	0.002	0.007	0.011	0.003	0.008	0.011	0.013	0.003	0.014	0.004	0.000	0.000	0.001
Fe ²⁺	0.174	0.003	0.150	0.003	0.266	0.061	0.311	0.194	0.004	0.257	0.003	1.006	0.024	0.570
Mn	0.003	0.001	0.000	0.001	0.005	0.001	0.007	0.000	0.000	0.005	0.001	0.027	0.003	0.011
Ni	0.002	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000
Mg	1.692	0.009	1.785	0.010	1.588	0.170	1.558	1.716	0.007	1.598	0.016	0.856	0.016	1.280
Ca	0.031	0.007	0.026	0.004	0.045	0.009	0.025	0.029	0.003	0.026	0.002	0.050	0.022	0.065
Na	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.970	0.005	3.990	0.005	3.972	0.053	3.975	3.984	0.003	3.967	0.008	3.981	0.005	3.985
Mg#	90.7	0.2	92.3	0.1	85.6	0.3	82.3	89.8	0.2	86.2	0.2	46.0	0.9	69.2
Vo	1.7	0.4	1.3	0.2	2.4	2.2	0.6	1.5	0.2	1.4	0.1	2.6	1.1	3.4
En	89.2	0.4	91.0	0.4	83.6	2.2	81.8	88.5	0.2	84.9	0.3	44.8	0.8	66.9
Fs	9.2	0.2	7.7	0.1	14.0	0.0	17.6	10.0	0.2	13.7	0.2	52.6	1.3	29.8

3.4.3. Klinopiroksen

3.4.3.1. Ana Oksit Kimyası

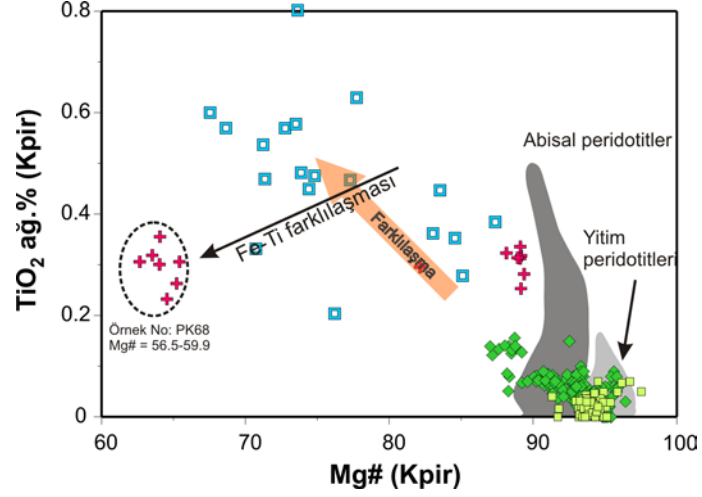
Klinopiroksen minerali, araziden derlenen ofiyolitik istifin tüm kayaç grubuna ait örneklerinde farklı oranlarda gözlenmiş olup, her bir örnekteki ortalama kimyasal bileşimleri ve standart sapma değerleri Tablo 7’de, veri setinin tamamı ise Ek Tablo 3’de verilmiştir. Manto peridotitleri ve ultramafik kümülatlara ait örneklerdeki klinopiroksenler çoklukla diyopsit bileşiminde olup, ultramafik kümülatlarda gözlenen bazı klinopiroksen kristalleri Mg’ca zengin uca doğru geçiş gösterirler. PK66 numaralı kümülat gabro örneğindeki klinopiroksenler diyopsit alanında yer alırken PK68 numaralı örnekteki klinopiroksen kristalleri Fe’ce kısmen daha zengin olmaları ile hedenberjit bileşimine yakınlık gösterir. İzotrop gabrolara ait klinopiroksenler ise manto peridotitlerindeki klinopiroksenlere göre Mg uç üyesine biraz daha yakınlık sunarlar (Şekil 29).



Şekil 29. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin Ca-Mg-Fe üçgenindeki yerleri. Semboller Şekil 4’teki gibidir.

Manto peridotitlerini temsil eden örneklerdeki klinopiroksenler düşük TiO_2 (<0.07 ağırlık %) ve Na_2O (<0.17 ağırlık %) değerlerine sahiptir. TiO_2 içerikleri farklı kayaç gruplarında geniş bir aralıkta değişim göstermekle birlikte ultramafik kümülatlarda <0.15 ağırlık %, kümülat gabrolarda 0.23–0.35 ağırlık % ve izotrop gabrolarda 0.20–0.83 ağırlık % aralığındadır.

Bununla birlikte, manto peridotitlerindeki klinopiroksen kristalleri benzer Mg# değerleri ile birlikte (91.30–97.50) düşük TiO₂ içeriklerine sahiptir (Şekil 30, Tablo 7).



Şekil 30. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait klinopiroksen kristallerinin Mg# değerlerine karşılık TiO₂ içeriklerindeki değişimler. Abisal ve yay önu peridotit alanları Bedard vd. (2009)'dan alınmıştır. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Tablo 7. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen klinopiroksenlerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri. N: Analiz sayısı; σ : Standart sapma; $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$; $Vo = 100 \times Ca / (Ca + Mg + Fe)$; $En = 100 \times Mg / (Ca + Mg + Fe)$; $Fs = 100 \times Fe / (Ca + Mg + Fe)$.

Örnek# Kayaç Grubu	PK9		PK10		PK14		PK17		PK23		PK31		PK43		PK45		PK46		PK47		
	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	
N ve σ	3		2		6		5		3		8		10		5		7		11		
SiO ₂	55.69	0.10	54.50	0.37	55.26	0.19	54.09	0.34	54.45	0.46	54.48	1.06	54.13	0.34	53.45	0.66	53.30	0.39	54.29	0.54	
TiO ₂	0.05	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	
Al ₂ O ₃	0.57	0.15	0.36	0.06	1.03	0.11	2.18	0.21	1.57	0.17	1.60	0.15	1.90	0.20	2.34	0.50	2.01	0.36	1.66	0.33	
Cr ₂ O ₃	0.17	0.06	0.18	0.12	0.60	0.08	0.96	0.06	0.60	0.16	0.64	0.12	0.83	0.16	1.00	0.26	0.89	0.13	0.86	0.23	
FeO	1.35	0.12	0.93	0.17	1.81	0.09	1.95	0.15	1.95	0.31	1.93	0.18	1.93	0.21	2.06	0.36	1.96	0.49	2.05	0.30	
MnO	0.02	0.02	dla	0.00	0.05	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	dla	0.00	dla	0.00	0.03	0.02	
NiO	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06	0.01	0.05	0.04	
MgO	17.20	0.22	17.59	0.15	17.19	0.19	16.48	0.58	17.21	0.72	16.53	0.29	16.82	0.40	16.88	0.21	17.23	0.22	16.86	0.32	
CaO	26.14	0.77	25.87	0.15	23.96	0.17	23.46	0.51	23.72	1.31	24.85	0.73	23.87	0.39	24.36	0.39	23.65	0.73	24.02	0.72	
Na ₂ O	0.06	0.04	0.07	0.05	0.06	0.02	0.15	0.03	0.06	0.02	0.11	0.02	0.04	0.01	0.13	0.03	0.14	0.03	0.02	0.01	
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	dla	0.00	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	
Σ	101.27	1.38	99.56	0.83	100.01	0.28	99.39	1.12	99.66	0.43	100.22	1.55	99.63	0.50	100.29	0.44	99.27	0.86	99.85	0.52	
Si	1.995	0.017	1.986	0.001	1.997	0.008	1.970	0.010	1.977	0.008	1.974	0.015	1.968	0.007	1.939	0.017	1.949	0.012	1.971	0.012	
Ti	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	
Al	0.024	0.006	0.015	0.003	0.044	0.005	0.093	0.008	0.067	0.007	0.068	0.007	0.082	0.008	0.100	0.021	0.086	0.015	0.071	0.014	
Cr	0.005	0.002	0.006	0.004	0.017	0.002	0.028	0.001	0.017	0.005	0.018	0.004	0.024	0.005	0.029	0.007	0.026	0.003	0.025	0.007	
Fe ²⁺	0.040	0.003	0.029	0.005	0.055	0.003	0.059	0.004	0.059	0.009	0.058	0.005	0.059	0.006	0.062	0.011	0.060	0.015	0.062	0.009	
Mn	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	
Ni	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	
Mg	0.918	0.003	0.955	0.015	0.926	0.009	0.895	0.024	0.932	0.038	0.893	0.010	0.912	0.022	0.913	0.013	0.940	0.017	0.913	0.019	
Ca	1.003	0.019	1.010	0.001	0.928	0.008	0.915	0.021	0.923	0.052	0.964	0.024	0.930	0.014	0.947	0.014	0.927	0.022	0.934	0.025	
Na	0.004	0.003	0.005	0.004	0.004	0.002	0.011	0.002	0.004	0.001	0.007	0.002	0.003	0.001	0.009	0.002	0.010	0.002	0.001	0.001	
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Σ	3.992	0.015	4.006	0.001	3.974	0.007	3.975	0.009	3.982	0.003	3.986	0.013	3.980	0.006	4.001	0.007	3.999	0.009	3.981	0.004	
Mg#	95.8	0.3	97.1	0.6	94.4	0.2	93.8	0.4	94.0	0.7	93.9	0.5	94.0	0.5	93.6	1.1	94.0	1.3	93.6	0.8	
Vo	51.1	0.3	50.7	0.2	48.6	0.4	49.0	1.2	48.2	2.6	50.3	0.7	48.9	1.0	49.3	0.4	48.1	1.3	48.9	1.3	
En	46.8	0.4	47.9	0.5	48.5	0.3	47.9	1.1	48.7	2.2	46.6	0.5	48.0	0.8	47.5	0.9	48.8	0.6	47.8	0.9	
Fs	2.1	0.1	1.4	0.3	2.9	0.1	3.2	0.2	3.1	0.5	3.0	0.3	3.1	0.3	3.2	0.5	3.1	0.8	3.3	0.5	

Tablo 7'nin devamı.

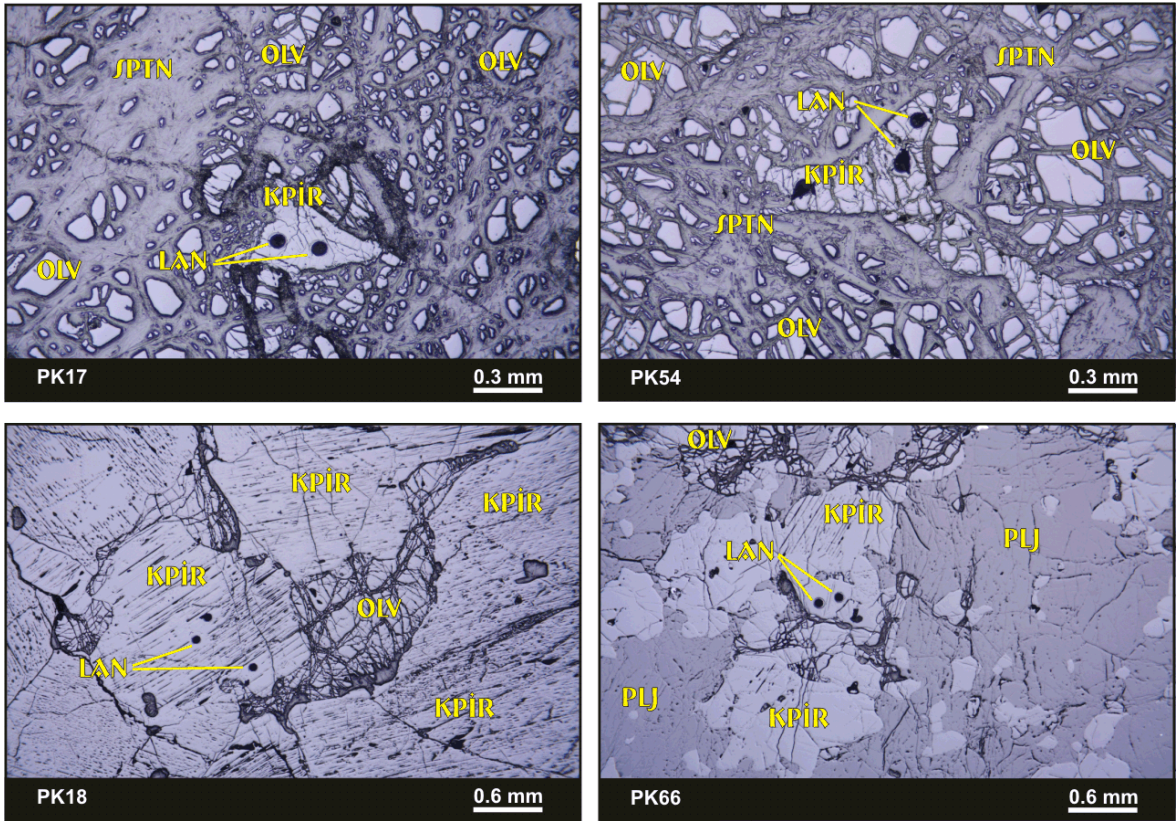
Örnek#	PK48	PK54	PK55	PK2	PK11	PK18	PK28	PK32	PK35	PK41	PK44
Kayaç Grubu	MP	MP	MP	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK
N ve σ	10	7	5	15	1	9	15	13	40	13	3
	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ
SiO ₂	54.67	54.76	54.84	54.11	55.42	54.29	54.75	53.30	54.77	54.52	52.95
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.07	0.06	0.02	0.01	0.03	0.01
Al ₂ O ₃	1.58	1.19	1.55	0.62	0.66	1.33	1.05	1.78	1.03	1.12	2.01
Cr ₂ O ₃	0.76	0.06	0.74	0.51	0.62	0.47	0.56	0.79	0.61	0.28	0.60
FeO	1.90	0.21	1.80	1.64	1.29	2.89	2.45	2.93	2.17	2.29	2.83
MnO	0.06	0.03	0.04	0.02	0.06	0.09	0.07	0.03	0.06	0.00	0.00
NiO	0.04	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
MgO	17.07	0.21	16.98	0.32	16.78	16.55	17.55	16.42	18.06	16.97	16.94
CaO	24.49	0.55	24.34	0.42	24.29	24.08	23.07	23.57	24.26	23.43	23.94
Na ₂ O	0.01	0.01	0.03	0.02	0.17	0.07	0.09	0.03	0.12	0.04	0.09
K ₂ O	dla	dla	dla	0.00	dla	0.00	dla	0.01	dla	0.01	dla
Σ	100.59	0.81	100.10	0.30	99.43	99.89	99.69	1.09	101.10	0.80	99.44
Si	1.971	0.010	1.982	0.008	1.981	1.978	1.988	1.960	1.967	1.989	1.941
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000
Al	0.067	0.008	0.057	0.014	0.026	0.057	0.045	0.077	0.044	0.015	0.048
Cr	0.022	0.002	0.021	0.003	0.018	0.014	0.005	0.023	0.017	0.008	0.003
Fe ²⁺	0.057	0.006	0.055	0.002	0.003	0.088	0.014	0.013	0.065	0.009	0.016
Mn	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000
Ni	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000
Mg	0.917	0.011	0.916	0.015	0.909	0.899	0.950	0.900	0.968	0.923	0.926
Ca	0.946	0.017	0.944	0.016	0.945	0.940	0.898	0.929	0.934	0.916	0.941
Na	0.001	0.001	0.002	0.000	0.012	0.005	0.002	0.006	0.009	0.003	0.006
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.985	0.006	3.980	0.005	3.969	3.987	3.983	3.991	4.005	0.014	4.007
Mg#	94.1	0.6	94.4	0.7	95.9	91.0	92.8	0.8	93.7	0.8	91.4
Vo	49.2	0.9	49.3	0.4	48.9	48.8	46.7	3.0	47.5	2.2	48.1
En	47.8	0.6	47.9	0.4	48.0	46.6	49.4	2.4	46.9	2.0	47.4
Fs	3.0	0.3	2.9	0.1	3.1	4.6	3.9	0.7	3.3	0.4	4.4

Tablo 7'nin devamı.

Örnek# Kayaç Grubu	PK51		PK52		PK53		PK69		PK70		PK66		PK68		PK29		PK30		PK61		
	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	
N ve σ	4		3		9		3		12		8		7		14		1		4		4
SiO ₂	53.67	2.01	53.65	0.01	53.60	0.44	54.50	0.34	54.60	0.61	52.79	1.77	51.67	0.18	52.14	0.77	53.21	0.77	52.33	0.68	52.33
TiO ₂	0.06	0.02	0.14	0.01	0.13	0.02	0.07	0.02	0.05	0.01	0.31	0.03	0.30	0.04	0.52	0.13	0.35	0.13	0.34	0.11	0.34
Al ₂ O ₃	0.87	0.10	2.12	0.08	2.37	0.38	0.92	0.11	1.09	0.20	2.76	0.61	1.56	0.19	2.74	0.63	2.19	0.63	2.30	0.86	2.30
Cr ₂ O ₃	0.43	0.15	0.52	0.03	0.54	0.13	0.59	0.14	0.65	0.20	1.12	0.89	0.00	0.00	0.15	0.29	0.17	0.17	0.18	0.23	0.18
FeO	1.37	0.22	3.89	0.33	3.75	0.30	1.45	0.10	2.31	0.22	3.82	0.87	13.75	0.79	8.75	2.20	5.29	2.20	7.77	1.28	7.77
MnO	0.00	0.00	0.10	0.01	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.04	0.42	0.05	0.23	0.07	0.16	0.04	0.27	0.09	0.27
NiO	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02
MgO	17.59	1.28	16.30	0.58	15.95	0.30	17.38	0.29	17.43	0.33	15.84	0.54	10.83	0.26	14.98	1.06	16.24	1.06	14.60	1.76	14.60
CaO	24.78	1.63	22.97	1.27	23.27	0.45	24.07	0.17	23.71	0.54	22.52	0.91	21.12	0.93	19.70	0.99	21.32	0.99	21.10	1.22	21.10
Na ₂ O	0.14	0.11	0.10	0.01	0.10	0.02	0.24	0.04	0.15	0.03	0.33	0.03	0.17	0.02	0.30	0.16	0.22	0.16	0.17	0.07	0.17
K ₂ O	dla	0.00	dla	0.00	0.01	0.01	dla	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	dla	0.00	0.01	0.02	dla	0.02	0.01	0.01	0.01
Σ	98.97	2.95	99.82	0.51	99.83	0.47	99.23	0.44	100.02	1.17	99.62	0.56	99.83	0.27	99.55	0.61	99.20	0.61	99.08	0.18	99.08
Si	1.968	0.037	1.960	0.006	1.958	0.014	1.987	0.005	1.980	0.008	1.935	0.043	1.970	0.006	1.939	0.019	1.960	0.019	1.954	0.025	1.954
Ti	0.002	0.001	0.004	0.000	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.008	0.001	0.009	0.001	0.015	0.004	0.010	0.004	0.010	0.003	0.010
Al	0.038	0.005	0.091	0.003	0.102	0.016	0.040	0.005	0.047	0.009	0.120	0.028	0.070	0.008	0.120	0.027	0.095	0.027	0.101	0.038	0.101
Cr	0.012	0.005	0.015	0.001	0.016	0.004	0.017	0.004	0.019	0.006	0.033	0.027	0.000	0.000	0.004	0.008	0.005	0.008	0.005	0.007	0.005
Fe ²⁺	0.042	0.007	0.119	0.011	0.115	0.009	0.044	0.003	0.070	0.006	0.117	0.029	0.439	0.025	0.273	0.071	0.163	0.071	0.243	0.042	0.243
Mn	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.013	0.002	0.007	0.002	0.005	0.002	0.008	0.003	0.008
Ni	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000
Mg	0.963	0.078	0.888	0.034	0.868	0.015	0.944	0.011	0.942	0.018	0.866	0.024	0.616	0.015	0.830	0.049	0.892	0.049	0.812	0.090	0.812
Ca	0.973	0.036	0.899	0.048	0.911	0.016	0.940	0.008	0.921	0.018	0.885	0.030	0.863	0.038	0.785	0.034	0.841	0.034	0.844	0.056	0.844
Na	0.010	0.008	0.007	0.001	0.007	0.002	0.017	0.003	0.010	0.002	0.023	0.002	0.012	0.002	0.022	0.012	0.016	0.012	0.013	0.005	0.013
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Σ	4.010	0.039	3.987	0.004	3.984	0.006	3.991	0.005	3.991	0.003	3.992	0.016	3.992	0.004	3.995	0.010	3.988	0.010	3.990	0.005	3.990
Mg#	95.8	0.4	88.2	0.6	88.3	0.8	95.6	0.3	93.1	0.5	88.1	2.4	58.4	1.1	75.4	6.0	84.5	6.0	76.8	5.0	76.8
Vo	49.3	2.5	47.2	2.4	48.1	0.9	48.7	0.4	47.7	1.0	47.4	1.8	45.0	1.9	41.6	1.8	44.4	1.8	44.5	2.8	44.5
En	48.6	2.2	46.6	1.8	45.9	0.6	49.0	0.4	48.7	0.8	46.4	1.1	32.1	0.7	44.0	2.9	47.0	2.9	42.7	4.8	42.7
Fs	2.1	0.3	6.2	0.6	6.1	0.5	2.3	0.1	3.6	0.3	6.3	1.5	22.9	1.4	14.4	3.7	8.6	3.7	12.8	2.2	12.8

3.4.3.2. İz Element ve Lantan Grubu Element (LGE) Kimyası

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerini temsil eden 3, ultramafik kümülatları temsil eden 2 ve kümülat gabroları temsil eden 1 örnek üzerinde gözlenen klinopiroksen minerallerinin iz element ve LGE içerikleri LA-ICPMS yöntemi ile belirlenmiştir. İz element ve LGE içerikleri belirlenen bazı klinopiroksenlerin dokusal özelliklerini ve analiz noktalarını gösteren cevher mikroskobu görüntüsü Şekil 31’de verilmiştir. Söz konusu analizler Tablo 8’de, bu verilerin kondrit değerlerine (Palme ve O’Neil, 2004) oranlanmış LGE ve ilksel manto değerlerine (Palme ve O’Neil, 2004) oranlanmış çoklu element diyagramları ise Şekil 32’de verilmiştir.



Şekil 31. Pozantı-Karsantı ofiyoliti farklı kayaç guruplarını temsil eden örneklerde LA-ICPMS ile iz element ve LGE içerikleri belirlenen klinopiroksen minerallerinin dokuları ve lazer ablasyon noktalarını gösteren cevher mikroskobu görüntüleri. OLV: Olivin, OPİR: Ortopyroxen, KPİR: Klinopiroksen, PLJ: Plajiyoklas, LAN: Lazer ablasyon noktaları.

Manto peridotitlerine ait klinopiroksenlerin toplam LGE içerikleri düşük olup, 0.175 ilâ 1.153 ppm arasında bir değişim sunar. Kısmen daha yüksek toplam LGE içerikleri (1.007–1.153 ppm) ile temsil edilen PK17 numaralı örnekteki klinopiroksenlerin OLGE/ALGE oranları (Sm_N/Yb_N) 0.78 ilâ 1.34 arasında değişir. Buna karşılık, toplam LGE içerikleri daha düşük olan (0.175–0.391 ppm) PK48 ve PK54 numaralı örneklerdeki klinopiroksenlerin OLGE içerikleri ALGE içeriklerine göre oldukça tüketilmiş olup, bu değerler çoklukla ölçüm sınırları altında kalmıştır (Şekil 32; Tablo 8). Benzer şekilde PK17 numaralı örneğe ait klinopiroksenler 0.07 ilâ 0.10 arasında değişen HLGE/ALGE oranlarına (Ce_N/Yb_N) sahipken, toplam LGE içerikleri bakımından daha tüketilmiş olan PK48 ve PK54 numaralı örneklerdeki klinopiroksenlerin HLGE içerikleri çoklukla ölçüm sınırları altında kalmıştır. Ortaç LGE içeriklerindeki aşırı tüketilmeye karşılık bazı klinopiroksen kristallerinde HLGE’lerden Ce, Pr ve Nd içeriklerinin ölçüm sınırları üzerinde oldukları ve Ce_N/Yb_N oranlarının 0.03'lere ulaştığı gözlenmiştir (Şekil 32; Tablo 8). Kondrit değerlerine oranlanmış LGE diyagramında PK17 numaralı manto peridotiti örneğine ait klinopiroksenler La'dan Sm'a kadar kondrit değerlerine oldukça yakın ve düz bir yönseme sunarken Sm'dan Ce'a doğru hafif LGE içeriklerinde önemli bir tüketilme gözlenir (Şekil 32a). PK48 ve PK54 numaralı örnekler PK17 numaralı örneğe ait klinopiroksenlere benzer Lu ve Yb değerleri içermelerine karşılık, ALGE'lerden OLGE'lere doğru önemli derecede bir tüketilme ile negatif bir yönseme sunarlar. Ortaç LGE içerikleri çoklukla ölçüm sınırları altında kalan klinopiroksenlerin bazılarında HLGE zenginleşmeleri gözlenmiştir (Şekil 32b). Söz konusu manto peridotitlerine ait klinopiroksenler Şekil 32a ve 32b'deki kondrit değerlerine oranlanmış LGE grafiklerinde abisal peridotitlere göre ağır LGE içerikleri bakımından belirgin bir tüketilme sunarlar. Bununla birlikte PK17 numaralı örneğe ait klinopiroksen kristallerinde Dy'dan Sm'a doğru hafifçe artan bir yönseme ile devam eden grafik Sm'dan Ce'a doğru azalan bir yönseme ile sonlanır (Şekil 32a). Buna karşılık, PK48 ve PK54 numaralı örneklerdeki klinopiroksenler oldukça düşük OLGE içeriklerine sahip olup, abisal peridotitlerde gözlenen klinopiroksenler ile karşılaştırıldığında önemli derecede bir tüketilme söz konusudur. Bununla birlikte söz konusu örneklerdeki klinopiroksenlerin HLGE içerikleri hafif bir zenginleşme ile abisal peridotit alanında yer alır (Şekil 32b). Kondrit değerlerine oranlanmış LGE grafiklerindeki hafif ve ortaç LGE'ler bakımından oldukça tüketilmiş klinopiroksenler, diğer ofiyolitik peridotitler bünyesindeki klinopiroksenlerin karakteristik özelliği olarak bilinir (Batanova vd., 1998; Batanova ve Sobolev, 2000; Bizimis vd., 2000)

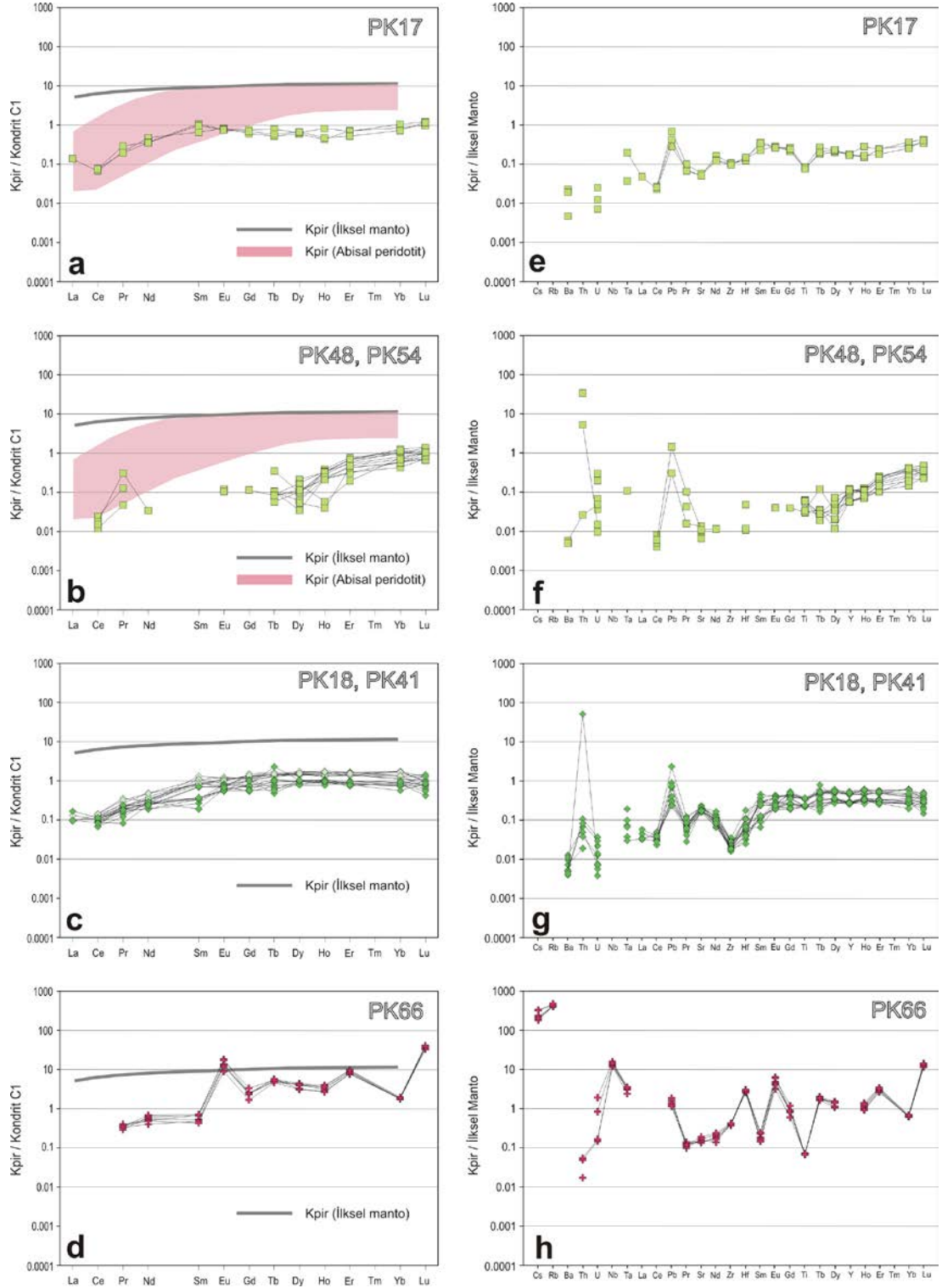
ve ayrıca derin deniz sondaj çalışmaları sonucunda belirlenmiş yay önu peridotitlerindeki klinopiroksenlere (Parkinson ve Pearce, 1998) önemli oranda benzerlik sunarlar.

İlksel manto değerlerine oranlanmış çoklu element diyagramlarında PK17 numaralı örneğe ait klinopiroksenler yüksek çekim alanlı elementleri temsil eden Ti ve Zr elementleri bakımından negatif anomaliler sunmasına karşılık, Cs, Rb ve Ba gibi büyük iyon çaplı litofil elementler bakımından önemli oranda bir tüketilme sunarlar. Bununla birlikte, söz konusu örneğe ait klinopiroksenler Pb, Nd ve Sm pozitif anomalileri ile karakteristiktir (Şekil 32e). PK48 ve PK54 numaralı örneklere ait klinopiroksenler ise ilksel manto değerlerine oranlanmış çoklu element grafiğinde Ti pozitif anomalisi sunar. Titanyum'dan Sr'a kadar olan elementler oldukça tüketilmiş olup, ölçüm sınırları altında kalmıştır. Bununla birlikte, bazı klinopiroksen kristallerinde belirgin Pb pozitif anomalisi gözlenirken Ce'dan U'a kadar olan elementler yine ölçüm sınırları altında kalmıştır. Büyük iyon çaplı litofil elementlerden Cs ve Rb tüm klinopiroksen kristallerinde ölçüm sınırları altında kalmış olsa da bazı klinopiroksen kristallerinde Ba ve U yanı sıra önemli oranda Th zenginleşmesi gözlenmiştir (Şekil 32f).

Ultramafik kümülatları temsil eden PK18 numaralı klinopiroksenit ve PK41 numaralı verlit türü kayaçlarda gözlenen klinopiroksenler, PK17 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksenlere oldukça benzer HLGE içeriklerine ve Ce_N/Yb_N oranlarına (0.06–0.14) sahip olmakla birlikte ortaç ve ağır LGE içerikleri bakımından benzer ya da çok hafif bir zenginleşme sunarlar (Şekil 32c). Toplam LGE içerikleri 0.971 ilâ 1.940 ppm arasında değişen klinopiroksenlerin Sm_N/Yb_N oranları PK18 numaralı klinopiroksenit örneğindeki klinopiroksenler için 0.50 ilâ 0.97 arasında, PK41 numaralı verlit örneğindeki klinopiroksenler için ise 0.22 ilâ 1.27 arasındadır. PK18 numaralı klinopiroksenit örneğine ait klinopiroksenler toplam LGE içerikleri (1.569–1.940 ppm) bakımından PK41 numaralı verlit örneğindeki klinopiroksenlere (0.971–1.157 ppm) göre kısmen daha zengindir (Şekil 32c; Tablo 8). Bu değerler ile ultramafik kayaçları temsil eden söz konusu örneklerdeki klinopiroksenler, kondrit değerlerine oranlanmış LGE grafiğinde ALGE'lerden OLGE'lere doğru kondritik seviyelerde düz bir yönseme, OLGE'lerden HLGE'lere doğru ise negatif bir yönseme ile 10 kata varan bir tüketilme sunarlar (Şekil 32c). İlksel manto değerlerine oranlanmış çoklu element grafiğinde klinopiroksenler Lu'dan Sm'a düze yakın bir yönseme sunarlar. Söz konusu grafikte tüm klinopiroksenler keskin bir negatif Zr anomalisi sunarken hafif Sr ve daha keskin Pb pozitif anomalileri ile karakteristiktir.

Büyük iyon çaplı litofil elementler olan Cs ve Rb elementleri ölçüm sınırları altında kalmasına rağmen oldukça belirgin Th pozitif anomalisi de sunarlar (Şekil 32g).

Kümülat gabroları temsil eden PK66 numaralı gabro örneğine ait klinopiroksenler, diğer örneklerdeki klinopiroksen minerallerine göre toplam LGE içerikleri (4.65–6.49 ppm) bakımından bir zenginleşme sunar (Tablo 8). Hafif LGE'lerden özellikle La ve Ce elementleri ölçüm sınırları altında kalan klinopiroksenler 0.29 ilâ 0.38 arasında değişen Sm_N/Yb_N oranlarına sahiptir. Bununla birlikte kondrit değerlerine oranlanmış LGE grafiğinde belirgin Eu pozitif ve Yb negatif anomalileri ile birlikte Lu'dan Pr'a negatif bir yönseme ile karakteristiktirler (Şekil 32d). Çoklu element diyagramında ortaç ve ağır LGE'lerin birçoğu ilksel manto değerlerinin üzerinde kalmış olup, Yb, Y, Ti, Sm ve Pr negatif anomalileri sunarlar. Lantan ve Ce elementleri ölçüm sınırları altında kalan klinopiroksenler kuvvetli Nb pozitif anomalisi yanı sıra oldukça zenginleşmiş, Cs ve Rb gibi büyük iyon çaplı litofil element içeriklerine sahiptir. Bunun yanı sıra, söz konusu klinopiroksenler Eu, Hf ve Pb pozitif anomalileri ile de karakteristiktirler (Şekil 32h).



Şekil 32. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin kondrit ve ilksel manto değerlerine (Palme ve O’Neil, 2004) oranlanmış LGE ve çoklu element dağılımları. Abisal peridotitlere ait klinopiroksen alanı Johnson vd. (1990)’dan alınmıştır. Semboller Şekil 4’teki gibidir.

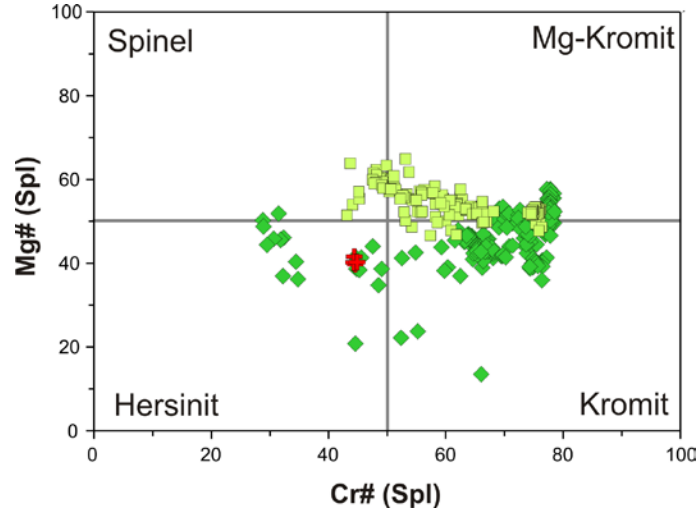
Tablo 8. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarındaki klinopiroksen minerallerinin iz element ve LGE içerikleri (ppm). MP: Manto peridotiti; UK: Ultramafik kümülat; KM: Kümülat gabbro; -: Deteksiyon limiti altında.

Örnek Analiz#	PK17 C3-1	PK17 C4-1	PK17 C4-2	PK48 C5-1	PK48 C5-2	PK48 C6-2	PK48 C6-3	PK48 C6-4	PK48 C6-5	PK54 C4-1	PK54 C4-2	PK54 C4-3	PK54 C5-1	PK54 C5-2	PK54 C5-3	PK18 C2-1	PK18 C2-2	PK18 C2-3	PK18 C3-3
Kayaç Grubu	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	UK	UK	UK	UK
Sr	1.04	1.18	1.05	-	0.20	-	-	-	-	0.28	0.13	0.25	0.23	0.24	0.22	4.34	4.34	4.38	4.84
Y	0.80	0.81	0.75	0.54	0.49	0.46	0.40	0.46	0.51	0.25	0.26	0.27	0.26	0.28	0.25	2.18	2.02	1.98	2.09
Zr	1.16	1.14	1.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.31	0.25	0.33	0.39
Nb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs	ud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	0.032	0.155	0.131	-	-	-	-	0.033	-	0.039	0.034	0.029	-	0.043	0.034	-	0.049	0.065	0.088
La	0.033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.024	-
Ce	0.042	0.048	0.047	-	0.015	-	-	-	0.007	-	-	-	0.011	-	0.009	0.074	0.089	0.069	0.074
Pr	0.019	0.027	0.018	-	0.012	-	-	-	0.004	-	-	-	0.028	-	-	0.026	0.034	0.018	0.021
Nd	0.220	0.169	0.164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	-	-	0.225	0.137	0.125	0.144
Sm	0.099	0.160	0.147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.165	0.199	0.164	0.120
Eu	0.047	0.045	0.043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.006	-	0.049	0.067	0.071	0.065
Gd	0.122	0.152	0.139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.023	0.199	0.248	0.232	0.226
Tb	0.019	0.029	0.021	0.003	-	0.003	0.002	-	0.004	0.004	0.004	-	0.013	-	0.003	0.049	0.052	0.054	0.047
Dy	0.147	0.161	0.167	0.025	0.014	0.042	0.025	0.025	0.052	0.008	0.015	0.039	0.024	0.013	0.028	0.406	0.339	0.378	0.368
Ho	0.024	0.046	0.026	0.015	0.018	0.021	0.019	0.018	0.018	0.012	0.012	0.003	0.013	0.002	0.011	0.082	0.091	0.075	0.072
Er	0.117	0.113	0.085	0.092	0.108	0.122	0.084	0.110	0.110	0.052	0.049	0.031	0.069	0.067	0.076	0.274	0.224	0.240	0.223
Yb	0.138	0.172	0.119	0.172	0.152	0.166	0.128	0.200	0.186	0.069	0.097	0.121	0.091	0.090	0.112	0.225	0.289	0.184	0.185
Lu	0.024	0.031	0.029	0.022	0.028	0.032	0.025	0.034	0.025	0.018	0.016	0.016	0.025	0.021	0.026	0.017	0.024	0.027	0.024
Hf	0.041	0.038	0.045	-	-	-	-	-	0.003	0.015	-	-	0.004	-	-	0.031	0.034	0.013	0.054
Ta	0.008	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	0.003
Pb	0.053	0.129	0.080	-	-	-	-	-	0.057	-	-	-	0.270	0.069	-	0.043	0.439	-	0.045
Th	-	-	-	-	-	-	-	-	2.858	0.002	-	-	0.442	0.006	-	-	0.002	-	0.006
U	0.003	0.006	0.002	0.044	0.067	0.015	0.008	-	0.011	-	-	-	0.003	-	0.002	-	-	-	-

3.4.4. Krom Spinel

Krom spinel, manto kayaçlarında modal olarak fazla bulunmamasına karşılık (genellikle $<2\%$), diğer silikat minerallerine göre alterasyondan en az etkilenen mineral olmasının yanında kimyasal bileşimleri manto kayaçlarının evrimi hakkında ve özellikle kısmi ergime derecesinin belirlenmesinde önemli bilgiler vermektedir. Krom spinel, modal olarak en bol ofiyolitik istifin manto kesimini temsil eden peridotitik kayaçlarda (manto peridotitleri) bulunmasına karşılık, ultramafik kümülat ve kümülat gabro örneklerinde de gözlenmiştir. Söz konusu krom spinel minerallerinin her bir örnekteki ortalama kimyasal bileşimleri ve standart sapma değerleri Tablo 9’da, veri setinin tamamı ise Ek Tablo 4’de verilmiştir.

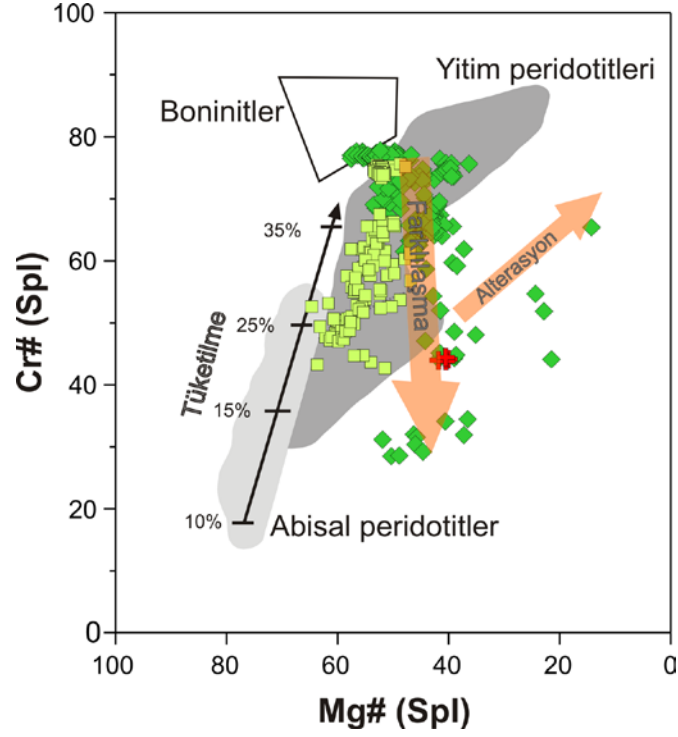
Analiz edilen tüm krom spinel fazlarının analizleri sonucunda hesaplanan Mg# ve Cr# değerleri basit bir spinel sınıflama diyagramına aktarıldığında bu fazların çoklukla “Mg-kromit” ve “kromit” bileşiminde oldukları gözlenmiştir (Şekil 33). Ultramafik kümülat ve kümülat gabrolara ait bazı krom spinel kristalleri ise “hersinit” alanına düşmüştür. Buna rağmen, karışıklığa sebebiyet vermemek için, bu tez içerisinde, ofiyolitik istife ait tüm kayaç gruplarındaki bu fazlar için “spinel” terimi kullanılacaktır.



Şekil 33. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarındaki krom spinel minerallerinin Mg# değerlerine karşılık Cr# değerlerinin karşılaştırıldığı basit bir sınıflama diyagramı. Semboller Şekil 4’teki gibidir.

Manto peridotitlerine ait spinel kristalleri çoklukla düşük TiO_2 içeriklerine (<0.1 ağı.%) sahip olmakla birlikte, bazı spinel kristallerinde TiO_2 içerikleri 0.25 ağı.%'ye kadar ulaşabilmektedir. Buna karşılık ultramafik ve mafik kümülatlardaki spinel kristallerinin TiO_2 içeriklerinde 0.39 ağı.%'lara ulaşan bir artış gözlenmektedir. Cr_2O_3 ve Al_2O_3 değerleri geniş bir aralıkta seyretmekte olup, manto peridotitlerinde sırasıyla 33.22–57.84 ağı.% ve 10.94–26.93 ağı.%, ultramafik kümülatlarda 23.09–60.63 ağı.% ve 9.52–38.99 ağı.% ve kümülat gabrolarda ise 32.92–33.75 ve 26.53–27.31 ağı.% aralığındadır. $Cr\#$ $[100 \times Cr / (Cr + Al)]$ değerleri oldukça değişken olup manto peridotitlerinde 44–78, ultramafik kümülatlarda 29–80 ve kümülat gabrolarda 45–46 aralığındadır (Tablo 9). Buna karşılık $Mg\#$ $[100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})]$ değerleri manto peridotitlerinde 46–64, ultramafik kümülatlarda 13–57 ve mafik kümülatlarda gözlenen spineller için ise 39–41 aralığında değişir (Tablo 9).

Manto peridotitlerinde gözlenen spinel kristallerinin $Cr\#$ değerlerindeki artışa paralel olarak $Mg\#$ değerlerinde hafif bir azalma gözlenir. Bununla birlikte çoklukla dunit bileşimli ultramafik kümülat grubu örneklerine ait spineller oldukça yüksek $Cr\#$ ve $Mg\#$ değerleri ile temsil edilirken verlit ve piroksenit türü kayalar bünyesindeki spineller daha düşük $Cr\#$ ve $Mg\#$ değerleri ile temsil edilirler (Şekil 34).



Şekil 34. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinel kristallerinin Cr# değerlerine karşılık Mg# değerlerindeki değişimler. Tüketilme yönsemesi ve abisal peridotit alanı Dick ve Bullen (1984), yitim peridotitleri Ishii vd. (1992), Parkinson ve Pearce (1998) ve boninit alanları Sobolev ve Danyushevsky (1994)'den alınmıştır.

Tablo 9. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinellerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri. N: Analiz sayısı; σ : Standart sapma; $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$; $Cr\# = 100 \times Cr / (Cr + Al + Fe^{3+})$.

Örnek# Kayaç Grubu	PK9		PK10		PK14		PK17		PK23		PK31		PK43		PK45		PK46		PK47		PK48	
	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ	MP	σ
N ve σ	11		74		8		14		6		6		6		9		3		4		8	
SiO ₂	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.64	0.10	0.17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
TiO ₂	0.13	0.02	0.19	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02
Al ₂ O ₃	17.64	0.86	11.44	0.27	16.75	0.96	26.23	1.05	26.79	2.94	23.70	0.89	26.20	1.29	27.67	0.88	26.87	1.85	21.42	0.74	22.00	1.15
Cr ₂ O ₃	48.61	1.23	57.13	0.41	51.73	1.81	40.94	2.27	39.55	4.06	43.77	0.63	42.52	2.17	41.87	1.12	41.91	1.38	46.58	1.39	45.97	0.95
Fe ₂ O ₃	3.41	0.34	3.24	0.20	1.20	0.46	1.60	0.38	1.50	0.57	1.65	0.38	0.85	0.41	1.14	0.35	1.09	0.27	1.23	0.21	1.63	0.33
FeO	17.57	0.29	17.73	0.35	18.36	0.59	15.55	0.69	17.89	0.68	17.47	0.55	15.82	1.09	16.71	0.45	16.38	0.85	17.37	0.57	16.52	0.34
NiO	0.09	0.04	0.07	0.04	0.07	0.04	0.09	0.05	0.08	0.04	0.06	0.03	0.08	0.03	0.10	0.04	0.07	0.05	0.10	0.05	0.06	0.03
MgO	10.96	0.14	10.67	0.20	10.28	0.42	12.91	0.66	11.52	0.39	11.53	0.49	12.90	0.67	12.89	0.27	12.84	0.78	11.37	0.36	11.97	0.27
CaO	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
K ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ	98.45	0.60	100.53	0.49	98.45	0.90	97.40	0.55	97.50	0.89	98.24	0.49	98.43	0.70	100.43	0.31	99.26	0.25	98.14	0.41	98.23	0.73
Si	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.019	0.003	0.005	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
Ti	0.003	0.000	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
Al	0.670	0.030	0.439	0.010	0.641	0.036	0.957	0.033	0.983	0.101	0.876	0.025	0.948	0.045	0.979	0.028	0.963	0.053	0.800	0.029	0.816	0.036
Cr	1.239	0.034	1.471	0.011	1.329	0.044	1.002	0.061	0.974	0.106	1.085	0.022	1.032	0.054	0.994	0.029	1.008	0.048	1.168	0.032	1.144	0.032
Fe ³⁺	0.083	0.008	0.080	0.005	0.029	0.011	0.037	0.009	0.035	0.013	0.039	0.009	0.020	0.009	0.026	0.008	0.025	0.007	0.029	0.005	0.039	0.008
Fe ²⁺	0.474	0.006	0.483	0.009	0.499	0.017	0.403	0.018	0.466	0.019	0.458	0.018	0.406	0.029	0.420	0.011	0.417	0.027	0.461	0.016	0.435	0.010
Ni	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001
Mg	0.527	0.007	0.518	0.009	0.498	0.018	0.596	0.028	0.535	0.015	0.539	0.019	0.590	0.029	0.577	0.011	0.582	0.027	0.537	0.015	0.562	0.009
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000
Mg#	52.7	0.7	51.8	0.9	50.0	1.8	59.7	2.0	53.4	1.7	54.0	1.8	59.2	2.9	57.9	1.2	58.2	2.8	53.8	1.6	56.4	1.0
Cr#	64.9	1.6	77.0	0.5	67.4	1.9	51.2	2.3	49.8	5.3	55.3	1.2	52.1	2.5	50.7	1.3	51.2	2.6	59.3	1.5	58.4	1.8

Tablo 9'un devamı.

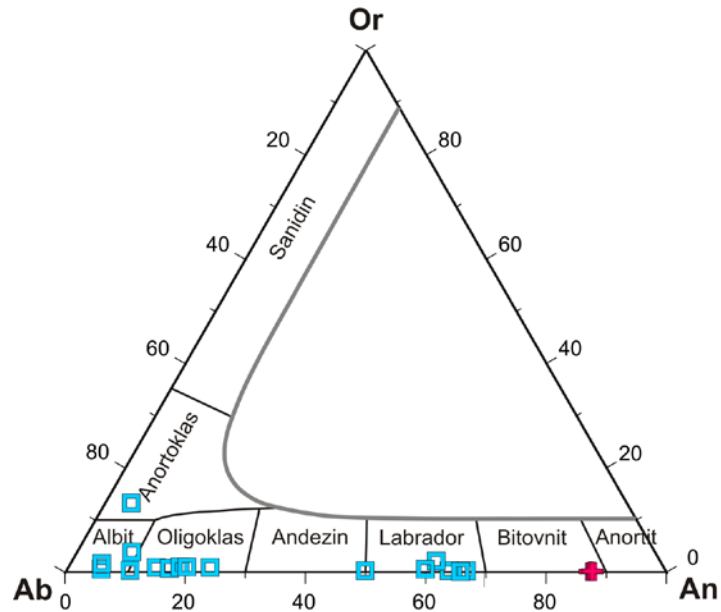
Örnek# Kayaç Grubu	PK54		PK55		PK57		PK2		PK8		PK11		PK16		PK18		PK28		PK32		PK33		
	MP	σ	MP	σ	MP	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	
N ve σ	5	σ	5	σ	10	σ	35	σ	13	σ	22	σ	15	σ	5	σ	5	σ	3	σ	8	σ	
SiO ₂	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.11	0.08	0.04	0.01	0.24	0.31	0.05	0.07
TiO ₂	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.24	0.02	0.19	0.01	0.19	0.02	0.01	0.22	0.10	0.14	0.02	0.10	0.00	0.21	0.02
Al ₂ O ₃	17.52	1.15	21.31	1.30	20.25	1.87	10.54	0.34	11.75	0.21	10.14	0.17	9.77	0.17	20.28	6.33	20.32	2.05	26.27	1.22	14.80	0.57	0.57
Cr ₂ O ₃	50.91	1.91	45.65	2.38	48.69	1.66	59.03	1.22	53.80	0.70	57.89	0.43	56.61	0.69	35.03	3.00	43.21	2.66	34.51	0.58	53.91	0.60	0.60
Fe ₂ O ₃	1.02	0.15	1.68	0.41	0.55	0.67	1.27	0.46	4.03	0.25	2.60	0.44	3.89	0.28	9.79	7.85	4.18	0.51	5.78	0.62	2.60	0.28	0.28
FeO	17.73	0.97	18.16	0.67	17.43	0.87	18.24	0.51	19.01	0.59	16.41	0.61	17.36	0.94	25.79	2.79	21.35	0.94	22.00	0.74	18.33	0.64	0.64
NiO	0.06	0.04	0.11	0.05	0.08	0.04	0.05	0.03	0.05	0.03	0.07	0.03	0.08	0.03	0.06	0.04	0.05	0.03	0.08	0.04	0.04	0.03	0.03
MgO	10.70	0.58	10.75	0.50	10.82	1.01	9.90	0.28	9.46	0.38	10.94	0.42	10.24	0.59	5.47	2.37	8.64	0.61	8.91	0.27	10.75	0.40	0.40
CaO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.11	0.10	0.09	0.12	0.13	0.14	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
K ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Σ	98.01	0.60	97.75	0.83	97.90	1.25	99.11	1.25	98.37	0.61	98.28	0.63	98.18	0.69	96.90	0.71	98.03	0.58	98.04	1.54	100.70	0.20	0.20
Si	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.004	0.003	0.001	0.000	0.008	0.010	0.002	0.002	0.002
Ti	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.006	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.006	0.003	0.003	0.000	0.002	0.000	0.005	0.001	0.001
Al	0.669	0.046	0.803	0.050	0.763	0.068	0.413	0.014	0.463	0.008	0.399	0.005	0.387	0.006	0.796	0.220	0.778	0.072	0.979	0.032	0.559	0.020	0.020
Cr	1.304	0.045	1.154	0.058	1.231	0.042	1.552	0.018	1.423	0.013	1.526	0.012	1.504	0.010	0.932	0.065	1.111	0.073	0.864	0.025	1.366	0.019	0.019
Fe ³⁺	0.025	0.004	0.041	0.010	0.013	0.016	0.032	0.012	0.101	0.006	0.065	0.011	0.098	0.008	0.256	0.221	0.102	0.013	0.138	0.013	0.063	0.007	0.007
Fe ²⁺	0.481	0.028	0.486	0.020	0.466	0.027	0.508	0.013	0.532	0.018	0.458	0.019	0.488	0.028	0.730	0.113	0.581	0.028	0.582	0.013	0.491	0.018	0.018
Ni	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg	0.517	0.026	0.512	0.021	0.516	0.045	0.491	0.013	0.472	0.017	0.544	0.018	0.513	0.028	0.270	0.107	0.419	0.027	0.421	0.016	0.514	0.018	0.018
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.000	0.000	0.000
Na	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.000	0.000	3.000	0.000	2.995	0.010	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	0.000
Mg#	51.8	2.7	51.3	2.1	52.4	3.5	49.2	1.3	47.0	1.8	54.3	1.9	51.3	2.8	27.1	10.9	41.9	2.7	41.9	1.5	51.1	1.8	1.8
Cr#	66.1	2.3	59.0	2.7	61.8	2.9	79.0	0.7	75.4	0.5	79.3	0.3	79.5	0.3	54.7	8.1	58.8	3.8	46.9	1.5	70.9	1.1	1.1

Tablo 9'un devamı.

Örnek# Kayaç Grubu	PK34		PK35		PK41		PK44		PK51		PK52		PK53		PK69		PK70		PK66	
	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ	UK	σ
N ve σ	14	σ	60	σ	11	σ	3	σ	8	σ	2	σ	6	σ	6	σ	28	σ	4	σ
SiO ₂	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.29	0.34	0.18	0.37	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02
TiO ₂	0.20	0.02	0.19	0.03	0.18	0.03	0.09	0.03	0.22	0.03	0.12	0.02	0.11	0.02	0.25	0.02	0.15	0.02	0.11	0.03
Al ₂ O ₃	10.50	0.45	15.60	0.53	14.35	0.90	36.24	2.45	13.46	0.55	30.57	3.77	34.84	2.95	11.71	0.15	17.02	0.69	26.87	0.33
Cr ₂ O ₃	52.90	0.71	49.91	0.96	50.62	1.34	25.12	0.88	53.40	0.80	30.81	5.54	24.17	0.82	54.00	0.73	48.17	1.14	33.38	0.34
Fe ₂ O ₃	5.44	0.46	4.19	0.33	3.68	0.43	5.97	1.29	4.66	0.33	2.32	3.28	6.18	1.81	4.74	0.66	4.84	0.64	6.07	0.47
FeO	21.21	0.56	21.25	0.71	20.63	0.39	22.38	2.25	18.48	0.52	25.87	4.02	21.45	1.75	20.41	0.45	20.38	0.79	22.38	0.29
NiO	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.06	0.05	0.09	0.04	0.07	0.04	0.09	0.05	0.05	0.03	0.07	0.04	0.05	0.06
MgO	7.82	0.40	8.69	0.37	8.59	0.25	9.92	1.73	10.45	0.36	6.40	3.12	9.88	1.26	8.88	0.23	9.37	0.62	8.41	0.18
CaO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05	0.01	0.01	0.02	0.00	0.13	0.06	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.03
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Σ	98.17	0.66	99.91	0.91	98.15	0.70	99.87	0.18	100.80	0.49	96.50	0.33	97.05	0.78	100.08	0.59	100.08	1.45	97.42	0.39
Si	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.010	0.011	0.006	0.012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ti	0.005	0.001	0.005	0.001	0.004	0.000	0.002	0.001	0.006	0.001	0.003	0.000	0.003	0.000	0.006	0.001	0.004	0.001	0.003	0.001
Al	0.422	0.017	0.600	0.020	0.564	0.034	1.271	0.059	0.512	0.020	1.149	0.101	1.256	0.082	0.457	0.006	0.647	0.022	1.009	0.010
Cr	1.427	0.018	1.287	0.019	1.334	0.036	0.591	0.029	1.364	0.020	0.781	0.168	0.585	0.021	1.413	0.019	1.228	0.029	0.841	0.007
Fe ³⁺	0.140	0.012	0.103	0.009	0.092	0.011	0.134	0.032	0.113	0.008	0.054	0.077	0.143	0.046	0.118	0.016	0.117	0.015	0.146	0.012
Fe ²⁺	0.605	0.019	0.580	0.018	0.575	0.011	0.558	0.067	0.499	0.015	0.693	0.132	0.550	0.057	0.565	0.012	0.550	0.025	0.596	0.008
Ni	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
Mg	0.397	0.018	0.423	0.018	0.427	0.011	0.439	0.068	0.503	0.016	0.302	0.138	0.450	0.049	0.438	0.012	0.450	0.025	0.399	0.008
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001
Na	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	2.996	0.005	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000	3.000	0.000
Mg#	39.6	1.8	42.2	1.8	42.6	1.1	44.0	6.8	50.2	1.6	30.3	13.7	45.0	5.2	43.7	1.2	45.0	2.5	40.1	0.8
Cr#	77.2	0.9	68.2	1.1	70.3	1.8	31.8	2.1	72.8	1.1	40.3	7.3	31.8	2.1	75.6	0.5	65.4	1.2	45.5	0.3

3.4.5. Plajiyoklas

Mafik kümülat ve izotrop gabro grubu kayalarda gözlenen plajiyoklas minerallerinin ortalama kimyasal bileşimleri ve standart sapma değerleri Tablo 10'da, veri setinin tamamı ise Ek tablo 5'de verilmiştir. Mafik kümülatları temsil eden örneklerdeki plajiyoklasların An içerikleri (87–88) yüksek olmasına karşılık, izotrop gabro örneklerinde gözlenen plajiyoklas kristallerinin An içerikleri oldukça değişken olup, 4–67 aralığındadır (Şekil 35).



Şekil 35. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarındaki plajiyoklas minerallerin Or (K)–Ab (Na)–An (Ca) sınıflama diyagramındaki yerleri. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Tablo 10. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait mafik kümülat ve izotrop gabro grubu örneklerinde gözlenen plajiyoklasların ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri. N: Analiz sayısı; σ : Standart sapma; An= $100 \times \text{Ca}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Na})$; Ab= $100 \times \text{Na}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Na})$; Or= $100 \times \text{K}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Na})$.

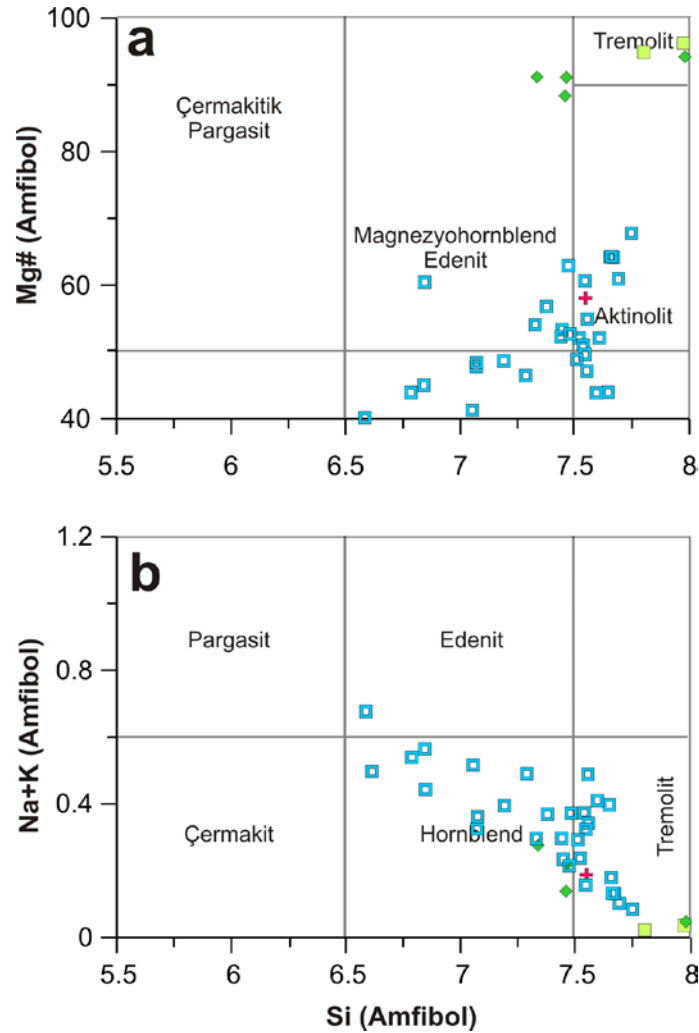
Örnek#	PK66		PK68		PK29		PK30		PK61	
Kayaç Grubu	MK		MK		İG		İG		İG	
N ve σ	11	σ	6	σ	7	σ	5	σ	4	
SiO ₂	46.45	0.18	46.31	0.37	60.21	7.10	57.55	6.05	62.50	8.86
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Al ₂ O ₃	34.09	0.19	33.98	0.11	25.19	4.28	27.20	3.76	21.99	2.23
Cr ₂ O ₃	dla	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
FeO	0.14	0.03	0.23	0.06	0.65	0.44	0.47	0.22	0.34	0.21
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01
NiO	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.23	0.05	0.06	0.09	0.13
CaO	17.99	0.15	17.94	0.07	7.51	4.92	7.64	5.70	5.60	10.99
Na ₂ O	1.42	0.05	1.39	0.04	7.03	2.71	6.63	2.74	7.10	5.41
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.22	0.21	0.98	2.21	3.20	6.61
Σ	100.15	0.31	99.92	0.47	100.97	0.88	100.58	1.42	100.89	1.85
Si	2.136	0.006	2.135	0.007	2.660	0.254	2.570	0.224	2.779	0.299
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Al	1.847	0.008	1.846	0.007	1.319	0.252	1.437	0.223	1.160	0.151
Cr	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Fe ²⁺	0.006	0.001	0.009	0.002	0.024	0.016	0.018	0.009	0.013	0.008
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ni	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.015	0.003	0.004	0.006	0.008
Ca	0.886	0.007	0.886	0.004	0.361	0.241	0.367	0.277	0.289	0.580
Na	0.127	0.004	0.124	0.003	0.600	0.220	0.572	0.225	0.599	0.456
K	0.000	0.000	0.001	0.001	0.012	0.012	0.057	0.130	0.184	0.384
Σ	5.004	0.005	5.004	0.005	4.985	0.024	5.026	0.023	5.032	0.054
Al	12.5	0.4	12.3	0.3	62.0	23.6	57.5	22.2	60.4	45.7
An	87.4	0.4	87.6	0.3	36.7	24.2	36.2	27.0	21.0	38.8
Or	0.0	0.0	0.1	0.0	1.3	1.3	6.3	14.5	18.7	38.6

3.4.6. Amfibol

Ofiyolitik istifin özellikle izotrop gabro grubu kayaçlarında gözlenen amfiboller, çok az miktarda manto peridotitleri, ultramafik kümülat ve mafik kümülat grubu kayaçlarda da gözlenmiştir. Her bir örneğe ait ortalama kimyasal bileşim ve standart sapma değerleri Tablo 11’de, veri setinin tamamı ise Ek Tablo 6’da verilmiştir. Özellikle manto peridotitlerine ait örneklerin elektron mikroprob analizleri esnasında BSE görüntüleri yardımıyla belirlenen amfiboller yüksek Mg# değerlerine (95–96) sahiptir. Manto peridotitlerine ait örneklerde gözlenen amfibol minerallerinin Al₂O₃ içerikleri düşük olup (1.06–2.69 ağ.%) ultramafik kümülat, mafik kümülat ve izotrop gabro grubu kayaç örneklerinde gözlenen amfibol kristallerinde bu değerler kısmen artış göstermektedir

(0.76–13.19 ađ.%). TiO_2 içerikleri, manto peridotitlerinde son derece düşük olup (<0.02 ađ.%), ultramafik kümülat ve mafik kümülat örneklerinde bu değerler 0.01–0.37 ađ.% aralığındadır. İzotrop gabrolara ait amfibollerin TiO_2 içeriği ise diğer kayaç gruplarına göre kısmen yüksektir (0.01–2.05 ađ.%) (Tablo 11).

Manto peridotiti ve ultramafik kümülat grubu kayaçlardaki amfibol kristallerinin Si kation değerleri benzer olup, 7.34–7.99 ađ.% aralığındadır (Şekil 36). Mafik kümülatlar ve izotrop gabro örneklerinde ise azalan Mg# değerleri ile birlikte Si kation değerlerinde bir azalma görölmektedir (6.58–7.75 ađ.%) (Şekil 36). Bununla birlikte, Si kation değerindeki azalmaya bağlı olarak Na+K kation değerlerinde bir artış söz konusudur (Şekil 36).



Şekil 36. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen amfibol kristallerinin Si kation değerlerine karşılık Mg# (a) ve Na+K (b) içeriklerindeki değişimler. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Tablo 11. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayalar grublarında gözlenen amfibollerin ortalama kimyasal bileşimleri (ağ.%) ve standart sapma değerleri. N: Analiz sayısı; σ : Standart sapma; $Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$.

Örnek#	PK14	PK23	PK18		PK53	PK68	PK29		PK30		PK61	
Kayaç Grubu	MP	MP	UK		UK	KG	İG		İG		İG	
N ve σ	1	1	3	σ	1	1	5	σ	17	σ	20	σ
SiO ₂	58.33	56.32	54.90	3.51	53.49	50.96	49.43	1.84	49.42	3.38	48.00	3.30
TiO ₂	0.00	0.02	0.15	0.12	0.29	0.37	0.69	0.15	0.75	0.65	0.94	0.48
Al ₂ O ₃	1.07	2.69	4.18	2.99	5.31	3.98	4.82	3.73	5.80	2.29	4.73	1.46
Cr ₂ O ₃	0.56	0.83	0.65	0.40	0.37	0.00	0.02	0.02	0.08	0.14	0.01	0.02
FeO	1.61	2.10	3.16	0.52	4.71	16.32	20.79	4.70	16.88	3.23	19.66	1.37
MnO	0.03	0.00	0.04	0.01	0.16	0.25	0.42	0.08	0.31	0.11	0.39	0.07
NiO	0.10	0.13	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
MgO	21.97	21.30	20.61	1.76	19.73	12.62	10.89	0.82	11.43	2.01	10.75	1.59
CaO	13.55	12.82	12.85	0.19	12.66	11.49	8.87	2.11	10.84	1.34	9.59	0.43
Na ₂ O	0.12	0.08	0.67	0.43	0.51	0.65	1.37	0.13	1.07	0.79	1.22	0.25
K ₂ O	0.02	0.01	dla	0.00	0.01	0.01	0.20	0.16	0.08	0.03	0.13	0.05
Σ	97.36	96.32	97.25	1.00	97.26	96.67	97.51	0.17	96.69	0.95	95.42	2.54
Si	7.983	7.810	7.601	0.343	7.465	7.554	7.416	0.380	7.352	0.361	7.346	0.284
Ti	0.000	0.002	0.015	0.012	0.030	0.042	0.077	0.016	0.086	0.076	0.110	0.061
Al	0.172	0.440	0.689	0.496	0.874	0.695	0.844	0.637	1.022	0.412	0.863	0.305
Cr	0.060	0.091	0.071	0.045	0.040	0.000	0.002	0.003	0.009	0.017	0.001	0.002
Fe ²⁺	0.184	0.244	0.366	0.067	0.549	2.023	2.614	0.620	2.110	0.444	2.526	0.244
Mn	0.004	0.000	0.005	0.002	0.018	0.031	0.053	0.011	0.040	0.014	0.050	0.009
Ni	0.011	0.014	0.005	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.001	0.001
Mg	4.481	4.404	4.253	0.283	4.104	2.789	2.433	0.147	2.534	0.418	2.446	0.303
Ca	1.987	1.905	1.907	0.020	1.894	1.826	1.422	0.322	1.728	0.196	1.575	0.071
Na	0.032	0.021	0.181	0.119	0.138	0.186	0.397	0.032	0.310	0.226	0.363	0.083
K	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.038	0.030	0.016	0.005	0.024	0.009
Σ	14.919	14.934	15.095	0.121	15.117	15.151	15.301	0.059	15.209	0.188	15.306	0.111
Mg#	96.1	94.8	92.0	1.8	88.2	58.0	48.8	7.9	54.6	8.5	49.1	5.5

4. TARTIŞMA

Yukarıda, Pozantı-Karsantı ofiyolitinin farklı seviyelerini temsil eden kayaç grupları için verilen tüm kayaç ve mineral bazındaki jeokimyasal veriler, aşağıda, söz konusu ofiyolitik istifin oluşmasında etkili olan petrolojik süreçlerin ortaya konması için tartışılacaktır. Ofiyolitlerin kabuksal kesimlerini temsil eden ve ultramafik kümülatlardan bazaltlara kadar olan kayaç gruplarının jeokimyasaları, kendilerini kristallendiren ergiyiklerin tektonik oluşum ortamları, ergiyiğin olduğu kaynağın bileşimi ve bu kaynağın kısmi ergime dereceleri ile birlikte, kabuksal kesimin oluşumu esnasındaki farklılaşma süreçleri ile kontrol edilir. Bununla birlikte, kendisini üzerleyen kabuksal kesimi oluşturan ergiyiklerin kaynağı olan manto peridotitlerinin bileşimi ise, bu kaynaktan ayrılan ergiyik miktarına yani kaynağının kısmi ergime derecesine ve kısmi ergimenin meydana geldiği tektonik ortama (okyanus ortası sırtlar veya yitim zonları) göre değişir. Okyanus ortası sırtlar, basınç ferahlamasına bağlı olarak genellikle düşük dereceli (%2–15) kuru ergimenin meydana geldiği tektonik ortamlar olarak bilinmekle birlikte (Jean vd., 2010), yitim zonlarında, yiten okyanusal kabuktan türeyen akışkanların etkili olduğu daha yüksek dereceli (>%15) kısmi ergimeler ve sulu ergiyikler gelişir. Okyanus ortası sırtlardaki kısmi ergime süreçleri daha basit olarak açıklanabilmekle birlikte, ergimenin meydana geldiği derinlikteki litoloji (garnet, spinel ya da plajiyoklas peridotit) ve basınç koşullarının yanı sıra, oluşan ergiyiğin, kendini üzerleyen manto peridotitleri içerisindeki hareketi esnasında meydana gelen ergiyik-peridotit etkileşimleri, söz konusu kısmi ergime kalıntısı manto peridotitlerinin bileşimini önemli ölçüde kontrol etmektedir. Buna karşılık, yitim zonlarındaki kısmi ergime süreçleri biraz daha karmaşık olup, kısmi ergime kalıntısı manto peridotitlerin bileşimlerini etkileyen bir çok faktör söz konusudur. Yitim zonlarında ergimenin meydana geldiği derinlik ve manto kaynağının bileşimi yanı sıra kısmi ergime derecesi, ergime sonrasında geride kalan manto kaynağının bileşiminin belirlenmesinde önemlidir. Yitim zonlarında ergimeye maruz kalan manto kaynağı, yitimin başlamasından önceki okyanus oluşumu süreçlerinde de bir miktar tüketilmiş olduğundan, özellikle uyumsuz element içerikleri önemli oranda fakirleşmiştir. Bu ilk evre tüketilmesi sonrasında manto kaynağının tüketilme derecesi artan derinliğe (yüksek basınç) bağlı olarak azalır ve dolayısıyla okyanusal kabuğa en yakın litosferik manto kaynağı en çok tüketilen kısım olarak bilinir (Niu, 2004). Bu sebeple, yiten okyanusal kabuktan türeyen

akışkanların etkisi ile manto kamasında kısmi ergimenin başladığı yer (derinlik), hem oluşan ergiyiğin, dolayısıyla bu ergiyikten itibaren oluşacak olan kabuğun, hem de ergime sonrasında geride kalan manto malzemenin bileşimini belirler. Söz konusu ergimenin yitim zonunda meydana geldiği göz önüne alındığında, yiten okyanusal kabuktan türeyen akışkanlarla birlikte, özellikle büyük iyon çaplı litofil elementler ve hafif LGE'lerin manto kamasına taşınması, ilk evre kısmi ergime süreçleri sonrasında tüketilmiş olan mantonun bu elementler ile metazomatizmasını sonuçlar. Dolayısıyla, yitim zonlarında özellikle akışkanların sebep olduğu ergime süreçleri sonrasında oluşan ergiyikler, ergiyen manto kaynağının kimyasal bileşimi ile kontrol edilir. Aynı şekilde, ergime sonrasında geride kalan manto malzemesinin bileşimi de söz konusu kaynaktan ne tür bir kısmi ergimenin meydana geldiği hakkında önemli bilgiler verirler. Yitim zonlarında ergimeye maruz kalan manto kaynağının daha önceden okyanus oluşumu esnasında da tüketildiği dikkate alındığında, yitim zonlarındaki ergime olayları sonrasında geride kalan manto peridotitlerinin oldukça tüketilmiş olması, ancak metazomatizma süreçlerine maruz kalmış olması sebebi ile de özellikle büyük iyon çaplı litofil elementler ve hafif LGE'ler bakımından kısmen zenginleşmiş olmaları beklenir. Bu elementlerin yitim zonu ergime sonrası manto kalıntıları bünyesindeki konsantrasyonları, manto kaynağının metazomatizma derecesine ve akışkan/ergiyik-peridotit etkileşiminin derecesine bağlıdır.

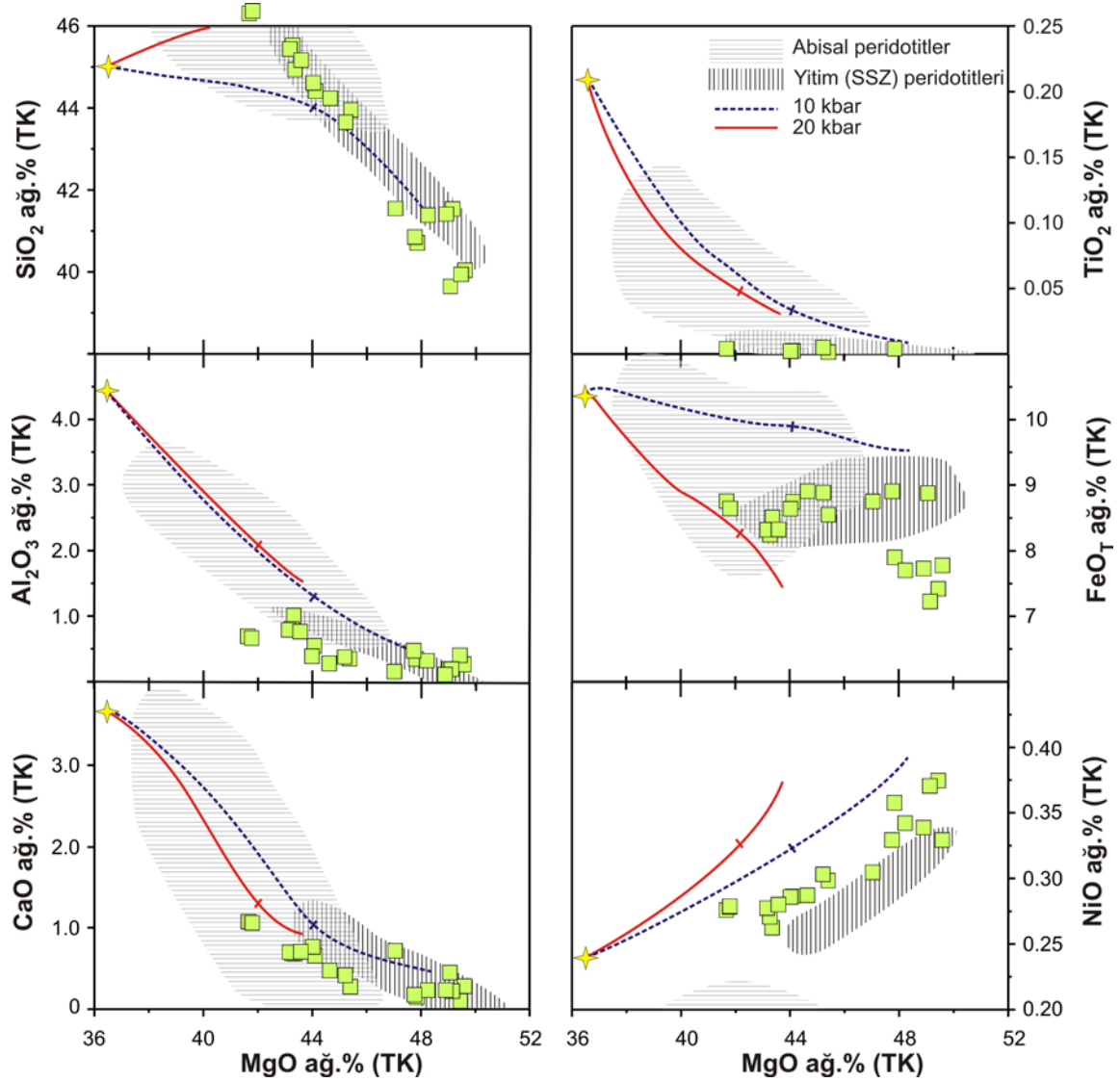
Her iki tektonik ortamda meydana gelen kısmi ergime süreçleri ve dereceleri ve ergiyik-peridotit etkileşiminin etkileri, söz konusu manto malzemesinin tüm kayaç jeokimyasaları ve özellikle bu ergime kalıntıları bünyesindeki fazların kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi ile ortaya konabilmektedir. Aynı şekilde, manto peridotitlerini üzerleyen kabuksal kesime ait kayaçların jeokimyasaları yanı sıra mineralojileri ve mineral kimyasaları, söz konusu kayaçları oluşturan ergiyiklerin kökeni ve tektonik oluşumları hakkında önemli bilgiler verirler. Tezin bundan sonraki kısmında, "Bulgular" başlığı altında verilen tüm kayaç jeokimyasal ve mineral kimyası verileri kullanılarak ofiyolitik istifin kabuksal kesimini oluşturan ergiyiklerin oluştuğu tektonik ortam, ergimenin meydana geldiği mantonun tüketilmişlik derecesi ve ergime esnasındaki/sonrasındaki ergiyik-peridotit etkileşim süreçleri irdelenmeye çalışılacaktır.

4.1. Manto Peridotitlerinde Kısmi Ergime Süreçleri

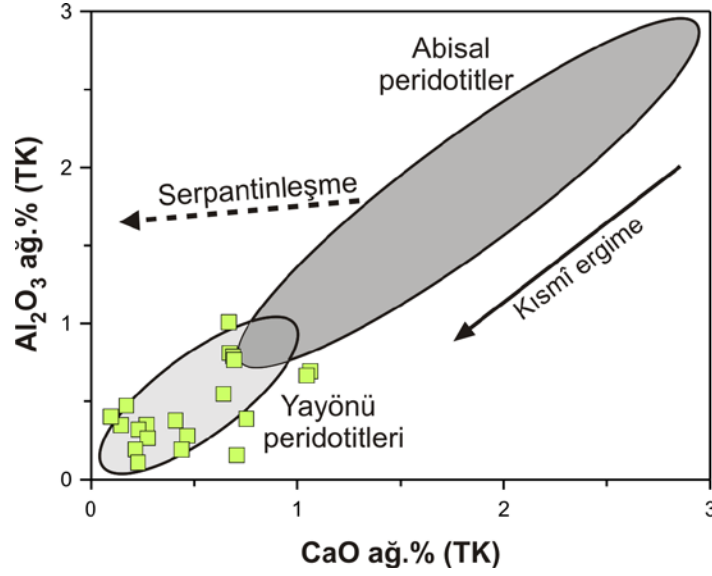
Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitleri harzburjit ve dunit bileşiminde olup, bazı örnekler önemli derecede serpantinleşme gösterirler. Örneklerin MgO içeriklerindeki artışa bağlı olarak SiO₂, Al₂O₃ ve CaO içeriklerinde bir azalma, NiO içeriklerinde ise bir artış söz konusudur. Bu durum, Pozantı-Karsantı ofiyolitinin manto kesimini oluşturan peridotitik kayaçların farklı derecelerdeki kısmi ergime kalıntıları olduklarını gösterir. Tüm manto peridotiti örneklerine ait ana oksit verileri, Şekil 37'de mavi ve kırmızı çizgiler ile gösterilmiş olan 10 ve 20 Kb basınç koşullarındaki ergime yönsemeleri arasında kalmış ya da bu yönsemelere yakın alanlarda dağılım sunmuşlardır. Bu da, söz konusu kayaçların oluşmasına sebep olan ergimelerin ~10 ilâ 20 Kb basınç koşullarında gerçekleştiğini doğrulamaktadır.

Üst mantoda süre gelen kısmi ergime süreçlerinde, ergime miktarındaki artışa bağlı olarak klinopiroksen miktarlarında önemli oranda bir tüketilme söz konusu olur. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitleri, manto kayaçlarındaki konsantrasyonları klinopiroksen modal bollukları ile kontrol edilen Al₂O₃ ve CaO içerikleri bakımından ilksel mantoya göre önemli miktarlarda tüketilme gösterirler (Şekil 38, Tablo 3). Bu örneklere ait CaO ve Al₂O₃ değerleri Şekil 38'deki diyagrama aktarıldığında, örneklerin düşük Al ve Ca içerikleri ile abisal peridotitlere göre önemli oranda tüketildikleri ve açık gri renk ile sınırlandırılmış yitim ilişkili peridotitlere benzerlik sunduğu gözlenmiştir. Bu durumda, söz konusu ofiyolitik istifin manto kesimini oluşturan peridotitlerin yüksek ve aynı zamanda değişen miktarlardaki kısmi ergime kalıntıları oldukları düşünülmektedir.

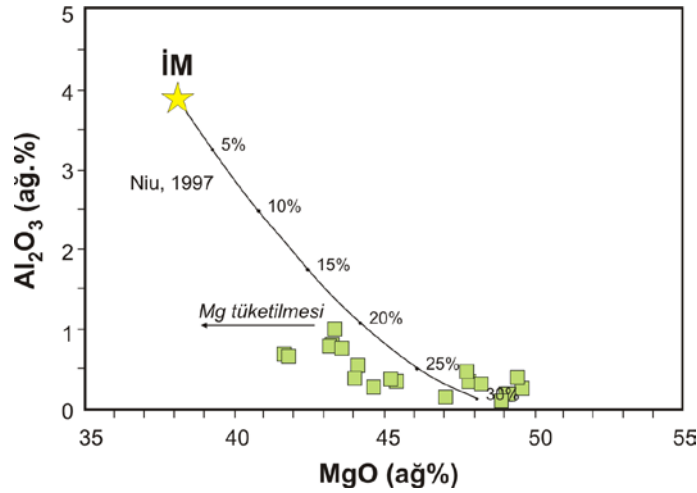
Kısmi ergime esnasında uyumsuz davranış sergileyen Al'un kısmi ergime sonrası kalıntı kayaçlardaki konsantrasyonları, üst mantodaki kısmi ergime derecesine ve ayrılan ergiyik miktarına bağlı olarak değişir. Şekil 39'da verilen diyagramda manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç Al₂O₃ içerikleri MgO içerikleri ile karşılaştırılmış ve örneklerin Niu (1997) tarafından belirlenen kısmi ergime yönsemesine az çok paralel dağılımlar sunduğu gözlenmiştir. Bazı örneklerdeki Al₂O₃ içeriklerine karşılık kısmen düşük MgO içerikleri muhtemelen deniz suyu alterasyonu esnasında MgO tüketilmesi ile ilişkili olmalıdır (Niu, 2004). Diyagramda, ergime kalıntısı manto kayaçlarının ilksel mantoya göre önemli derecede tüketildiği, incelenen örneklerin yaklaşık %20 ilâ %30'ları aşan kısmi ergime kalıntıları oldukları görülmektedir (Şekil 39).



Şekil 37. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerinin tüm kayaç MgO içeriklerine karşılık bazı ana oksit içeriklerindeki değişimler. Abisal ve yitim peridotitlerini temsil eden alanlar sırasıyla Niu vd. (1997) ve Parkinson ve Pearce (1998)'den alınmıştır. Diyagramlarda, pMELTS (Ghiorso vd., 2002) programı kullanılarak belirlenmiş, ilksel mantonun (Palme ve O'Neill, 2004) 10 ve 20 Kb basınç koşullarında kısmi ergimesi (maksimum %40) sonrasında geride kalan manto kalıntısının kimyasal bileşimleri karşılaştırma amacıyla gösterilmiştir. Klinopiroksen, 10 Kb altındaki kısmi ergime süreçlerinde manto kalıntısı bileşiminin %40 MgO ve 20 Kb basınç koşullarında ise %42 MgO'ye ulaşması durumunda kaybolur. Söz konusu noktalar, 10 ve 20 Kb basınç koşulları için çizilmiş ergime yönsemeleri üzerinde kısa çizgiler şeklinde gösterilmiştir. Sembol Şekil 4'teki gibidir.



Şekil 38. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerinin tüm kayaç CaO içeriklerine karşılık Al_2O_3 içeriklerindeki değişimler. Abisal ve yayım peridotitleri alanı ile kısmi ergime yönsemesi Pearce vd. (1992)'den alınmıştır. Sembol Şekil 4'teki gibidir.



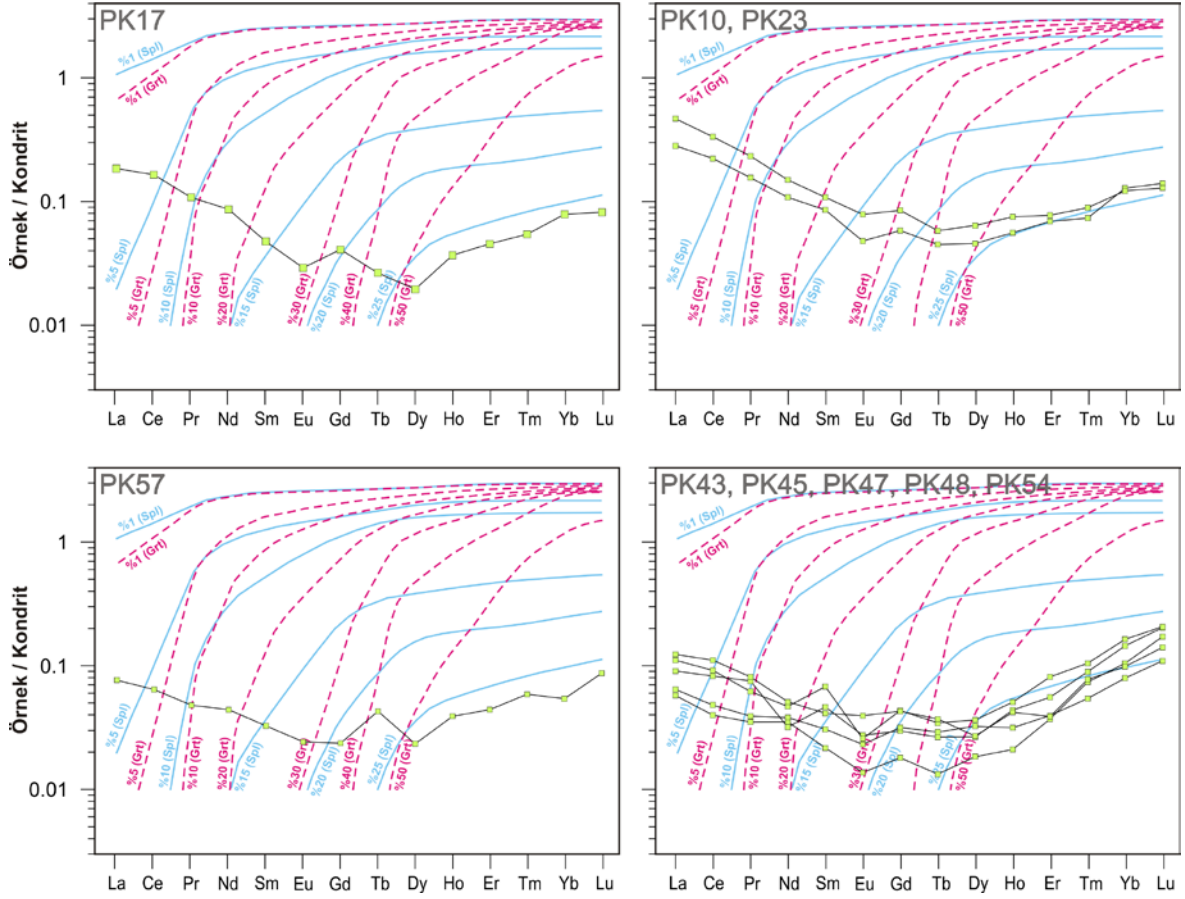
Şekil 39. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç MgO içeriklerine karşı Al_2O_3 içeriklerindeki değişimler. İksel mantodan itibaren tüketilme yönsemesi ve kısmi ergime dereceleri Niu (1997)'den alınmıştır.

Manto peridotitlerine ait örneklerin LGE desenleri kısmi ergime süreçleri hakkında önemli bilgiler vermektedir (Lazarov vd, 2012). Manto peridotitlerinin LGE içerikleri kısmi ergimeye uğradığı derinliğe bağlı olarak değişiklik gösterir. Üst mantonun garnet

peridotitler ile temsil edilen daha derin kesimlerinde (60–400 km) meydana gelen bir kısmi ergime sonrasında manto peridotitlerindeki ağır LGE’lerde herhangi bir tüketilme gözlenmezken, ortaç ve hafif LGE’ler önemli oranda tüketilirler. Bu durum, ağır LGE’lerin garnet minerali için dağılım katsayılarının (KD) >1 , ortaç ve hafif LGE’lerin ise oldukça düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Hauri vd., 1994). Garnet minerali düşük basınç koşullarında ($\sim <20$ Kbar) duraylılığını kaybederek spinel+klinopiroksen (\pm ortopiroksen) fazlarına ayrılır. Klinopiroksen minerali de bünyesinde önemli miktarda LGE barındırır ve klinopiroksen minerali için ağır LGE’lerin Kd’leri garnet mineraline göre daha düşüktür. Dolayısıyla, garnet peridotit duraylılık alanında gerçekleşen kısmi ergimeler sonrasında kalıntı kayaç hafif LGE bolluklarının, daha sığ (20–50 km) kesimde bulunan spinel duraylılık alanında meydana gelen bir kısmi ergimelere göre oldukça fazla tüketilmesi beklenir.

Şekil 40’da yukarıda özetlenmeye çalışılan garnet ve spinel duraylılık alanlarındaki farklı derecelerdeki kısmi ergime miktarlarına göre LGE desenlerindeki değişimler verilmiştir. Buna göre; PK17 ve PK57 numaralı manto peridotiti örneklerinin ağır LGE desenlerine bakıldığında, bu örneklerin spinel duraylılık alanında yaklaşık %27’lik bir kısmi ergime sonucu oluştuğu, PK10 ve PK23 numaralı örneklerin ise yaklaşık %25’lik bir kısmi ergime sonucu oluştuğu söylenebilir. Bu 4 örneğin de ortaç ve hafif LGE içeriklerinde önemli miktarlarda tüketilme gözlenmesi beklenirken, farklı oranlarda zenginleşmeler gözlenmiştir. Bu durumu, okyanusal kabuğun oluşumu esnasında ortaç ve hafif LGE’lerce önemli miktarda tüketilmiş manto kayaçlarının, yitim esnasında gelişen ortaç ve hafif LGE’lerce zengin akışkanlarla/ergiyilerle etkileşmesiyle açıklamak mümkündür (Parkinson ve Pearce, 1998).

PK43, PK45, PK47, PK48 ve PK54 numaralı örneklerin ağır LGE desenlerine bakıldığında, söz konusu desenlerin spinel ve garnet peridotit duraylılık alanlarındaki kısmi ergime desenleriyle uyuşmadıkları görülmektedir. Dolayısıyla, bu örneklerin LGE desenlerini sadece spinel veya garnet duraylılık alanlarında gelişen kısmi ergimeler ile modellemek mümkün değildir. Ağır LGE’lerden Yb ve Lu’nun spinel duraylılık alanındaki %25’lik kısmi ergime eğrisinin üzerinde kalması ve diğer LGE’lerin aşırı derecede tüketilmesi bu örneklerin daha önceden belirli miktarda garnet duraylılık alanında kısmi ergimeye uğradığını, daha sonra ise spinel duraylılık alanında tekrar belirli bir miktarda kısmi ergimeye uğradığını göstermektedir. Bu 5 örneğin ortaç ve hafif LGE desenlerinde bakıldığında ise farklı miktarlarda zenginleşmeler sundukları gözlenmektedir.

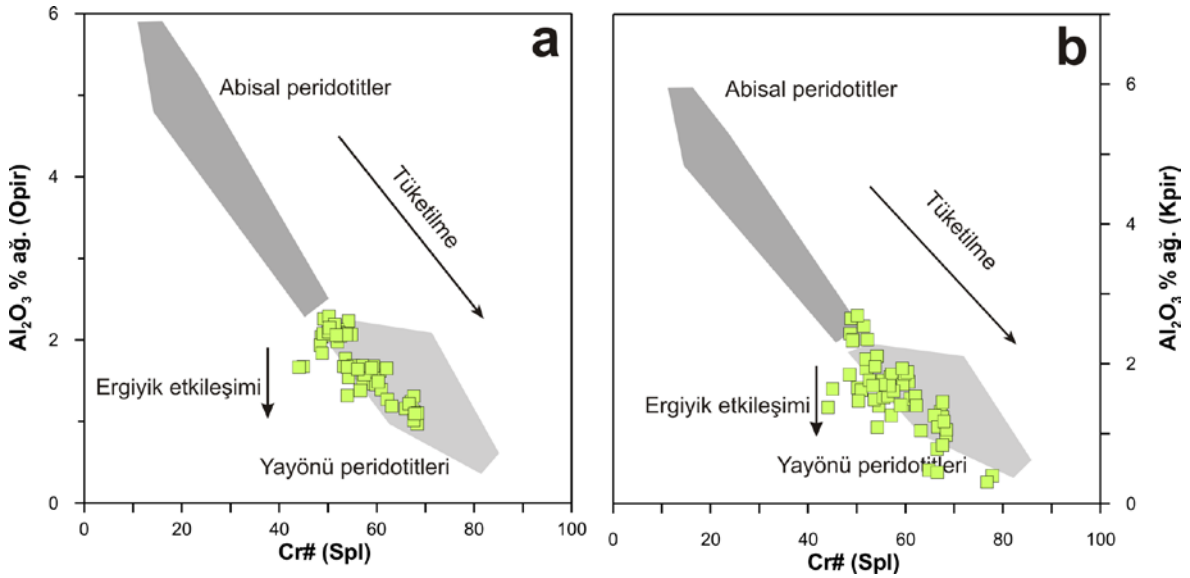


Şekil 40. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait manto peridotiti örneklerin kondrit değerlerine oranlanmış LGE dağılımları. Mor kesikli çizgiler garnet duraylılık alanında meydana gelen farklı derecelerdeki kısmi ergime yönssemelerini (Green vd., 2000 ve Walter, 1998) mavi çizgiler ise spinel duraylılık alanında meydana gelen farklı derecelerdeki kısmi ergime yönssemelerini (Kelemen vd., 1993 ve Kinzler, 1997) temsil etmektedir.

Yukarıda tüm kayaç bazında açıklanan tüketilme süreçleri, manto fazlarını oluşturan minerallerin kimyasal bileşimlerinde belirgin bir şekilde izlenebilmektedir. Spinel minerali silikat minerallerine göre alterasyondan en az etkilenen faz olmasının yanında kimyasal bileşimleri manto kayaçlarının evrimi hakkında, ve özellikle kısmi ergime derecesinin belirlenmesinde önemli bilgiler vermektedir. Bununla birlikte, bu kayaçlar bünyesindeki piroksenler de bünyelerindeki uyumsuz elementleri kısmi ergime süreçlerinde kaybetmeleri sebebiyle, farklı kısmi ergime derecelerinde uyumsuz element bollukları değişmektedir.

Şekil 41’de, manto peridotitlerine ait farklı örneklerdeki ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinin Al_2O_3 içerikleri aynı örnek içerisindeki spinel kristallerinin $Cr\#$ değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ergime kalıntısı manto kayaçlarında bulunmaları

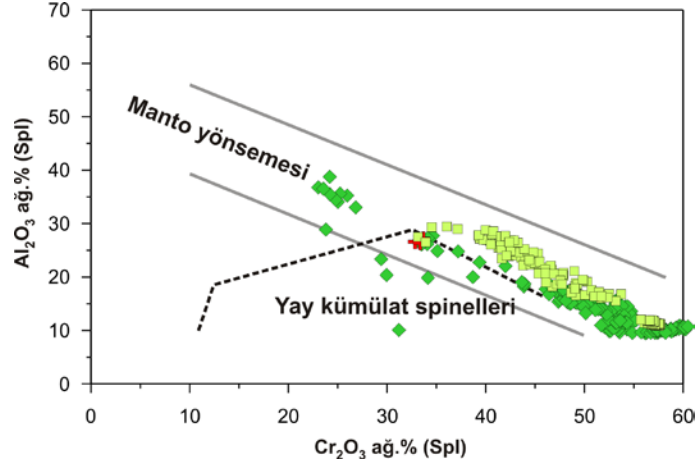
durumunda, kısmi ergime derecelerindeki artışa bağlı olarak ortopiroksen ve klinopiroksenlerin Al içeriklerinde bir tüketilme, spinel fazlarının ise Cr# değerlerinde bir artış beklenmelidir. Genellikle düşük dereceli (%2–15) kısmi ergime olaylarının gözleendiği OOS tektonik ortamlarındaki kısmi ergime kalıntısı kayalar kısmen yüksek Al₂O₃ içerikli ortopiroksen ve klinopiroksenler ve düşük Cr# değerli spinel kristalleri ile temsil edilir. Buna karşılık, Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto kayaları bünyesindeki piroksenlerin düşük Al₂O₃ ve spinellerin yüksek Cr# değerleri ile temsil edildiği ve bu değerler ile yay önu (yitim peridotitleri) peridotitlerine benzerlik sunduğu gözlenir (Şekil 41). Bu özellikleri ile, incelenen manto kayaları yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 41. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinel kristallerinin Cr# değerlerine karşılık ortopiroksen (a) ve klinopiroksen (b) Al₂O₃ içeriklerindeki değişimler. Abisal ve yay önu peridotit alanları Dick ve Bullen (1984), Bonatti ve Michael (1989), Hebert vd. (1990), Johnson vd. (1990), Ishii vd.(1992), Arai (1994), Parkinson ve Pearce (1998), Pearce vd. (2000) ve Parkinson vd. (2003)'den alınmıştır.

Spinel minerallerinin Cr₂O₃ ve Al₂O₃ içeriklerine bakıldığında, manto peridotitlerine ait spinel kristallerinin azalan Al₂O₃ ve artan Cr₂O₃ içerikleriyle manto yönemesi alanında kaldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte ofiyolitik istifin ultramafik kümülat kısmına geçiş zonunu oluşturan kümülat dunit kayalarında bulunan spinel kristallerinin de, Al₂O₃ ve Cr₂O₃ içeriklerinin kısmen manto peridotitlerine benzediği ve

manto yönsemesi alanında kaldığı görülmektedir. Kümülat kayaç grubundaki diğer örnekler artan Al içeriği ve buna bağlı olarak azalan Cr içeriği ile yay ile ilişkili kümülat alanında dağılım göstermişlerdir (Şekil 42).



Şekil 42. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarında gözlenen spinel kristallerinin Cr_2O_3 içeriklerine karşılık Al_2O_3 içeriklerindeki değişimler. Manto yönsemesi ve yay kümülat spinelleri alanları Cvetkovic vd. (2004)'den alınmıştır.

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerindeki olivin-spinel birlikteliklerinden gerçekleştirilen elektron mikroprob analizlerinden hesaplanan olivin Fo ve spinel Cr# değerleri, olivin-spinel manto yönsemesi (OSMY; Arai 1994) diyagramında değerlendirildiğinde (Şekil 52), söz konusu peridotit örneklerine ait olivinlerin kısmen benzer Fo içeriklerine karşılık değişen spinel Cr# değerlerine sahip oldukları görülür. Bu verilerle, peridotit örneklerinin çoğunun yay önü peridotitleri alanı içerisinde dağılım sunduğu, bir kısmının ise azalan Fo değerleri ile manto peridotitleri için tanımlanmış alanın dışına taşıdığı görülmektedir. Olivin-spinel ikililerinin kimyasal bileşimleri kullanılarak hazırlanmış bu diyagramda, söz konusu manto peridotiti örneklerinin %20–40 gibi bir aralıkta değişen kısmi ergime kalıntıları oldukları gözlenmiştir.

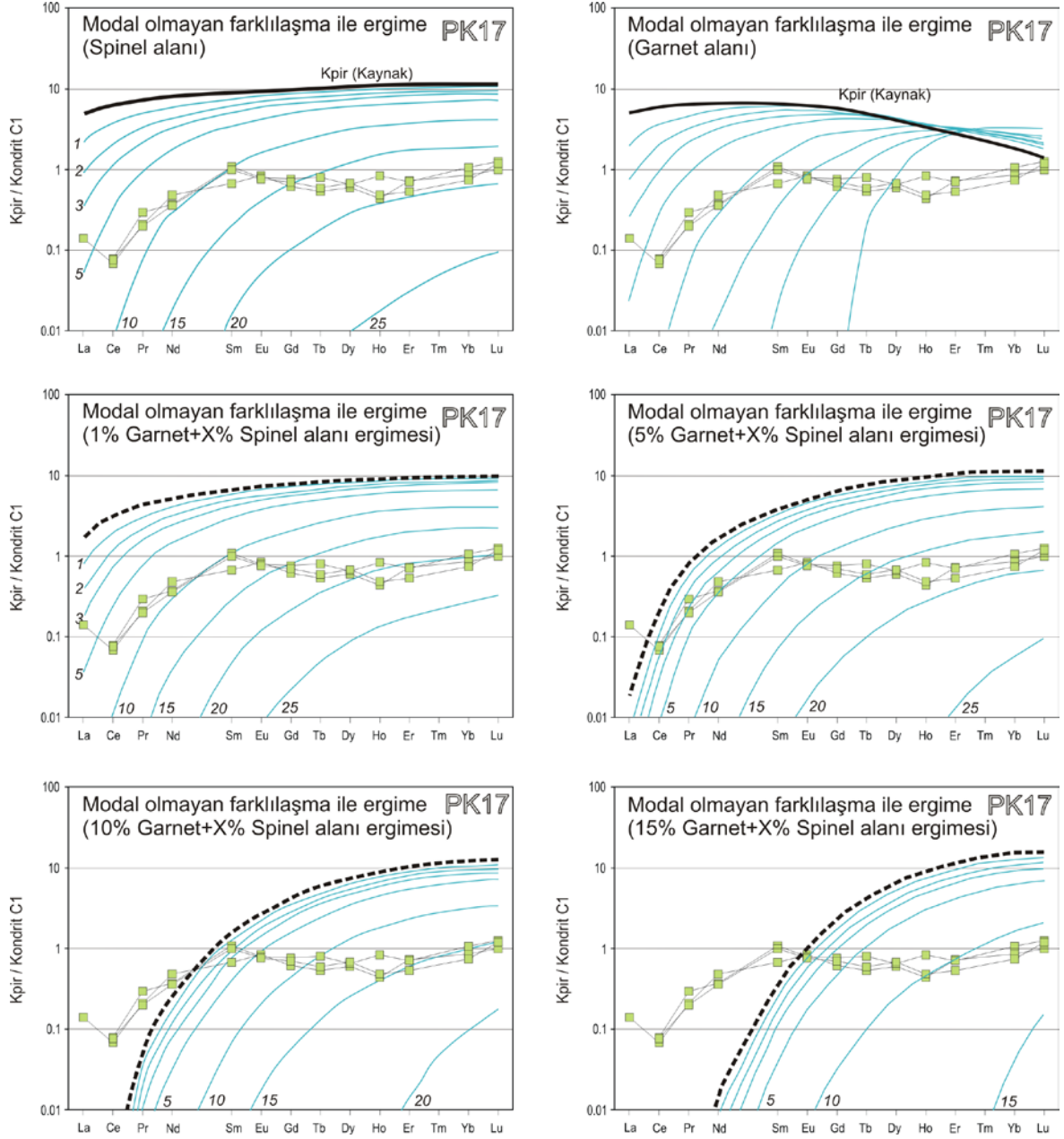
Yukarıda sözü edilen kısmi ergime süreçlerinde örneklerin tüm kayaç jeokimyasaları ve özellikle spinel kristallerinin Cr# değerleri dikkate alınarak manto peridotitlerine ait örneklerin kısmi ergime dereceleri belirlenmeye çalışılmıştır. Özellikle tüm kayaç ağır LGE içeriklerinin kondrit değerlerine oranlanmış LGE desenleri ve yönsemeleri dikkate alındığında, örneklerin bir kısmı spinel lertzolitin farklı derecelerde kısmi ergimesi

sonrasında geride kalan manto kayaçları olduğu, buna karşılık bazı örnekler için LGE yönsemelerinin, spinel lertzolit farklı kısmi ergime derecelerinde tüketilmeleri ile elde edilen kısmi ergime yönsemeleri ile uyuşmadığı gözlenmiştir. Bu örneklerdeki ortaç ve özellikle hafif LGE'ler bakımından önemli orandaki tüketilme, kısmi ergime süreçlerinin spinel lertzolit fasiyesinden ziyade garnet peridotit fasiyesinde başladığı şeklinde yorumlanmıştır. Manto kayaçlarındaki uyumsuz element (LGE) konsantrasyonlarının çoklukla garnet ve klinopiroksen fazları tarafından kontrol edildiği bilinmektedir (Sano, 2007). Dolayısıyla, klinopiroksen minerallerinin LGE içerikleri, türediği kaynağın tanımlanmasında oldukça önemli veriler içermektedir. Bu sebeple, tüm kayaç LGE içerikleri belirlenmiş manto peridotitlerinden seçilmiş bazı örneklerdeki (PK17, PK48 ve PK54) klinopiroksen kristallerinin LA-ICPMS tekniğiyle belirlenen LGE içerikleri kondrit değerlerine oranlanmış ve LGE grafiklerinde değerlendirilmiştir (Şekil 43-45). Daha önce de belirtildiği gibi, manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç LGE ve çoklu element yönsemeleri, söz konusu örneklerin kısmi ergime süreçleri yanı sıra ergiyik-peridotit etkileşim süreçlerine maruz kalmış olabileceklerini ve bu etkileşimin özellikle hafif LGE içeriklerinde bir zenginleşmeyi sonuçlanmış olabileceğini göstermektedir. Bu sebeple, kısmi ergime derecelerinin belirlenmesi sırasında özellikle ikincil süreçlerden etkilenmemiş oldukları düşünülen ağır LGE içerikleri dikkate alınmıştır. Bilindiği üzere, üst mantonun özellikle OOS tektonik ortamında astenosferik yükselim ile ilişkili kısmi ergime süreçlerinde ergiyiğin olduğu anda yükselip olduğu ortamı terk ettiği ve Rayleigh Ergime modelinin (modal olmayan) üst manto ergime süreçlerinin değerlendirilmesinde en uygun ergime türü olduğu önerilir. Aşağıda Şekil 43-45'de söz konusu verilerin değerlendirildiği diyagramlarda klinopiroksen LGE bollukları, Rayleigh ergime modeli kullanılarak spinel, garnet ve spinel+garnet duraylılık alanlarındaki ergimeler için hesaplanmış ergime yönsemeleri ile karşılaştırılmıştır.

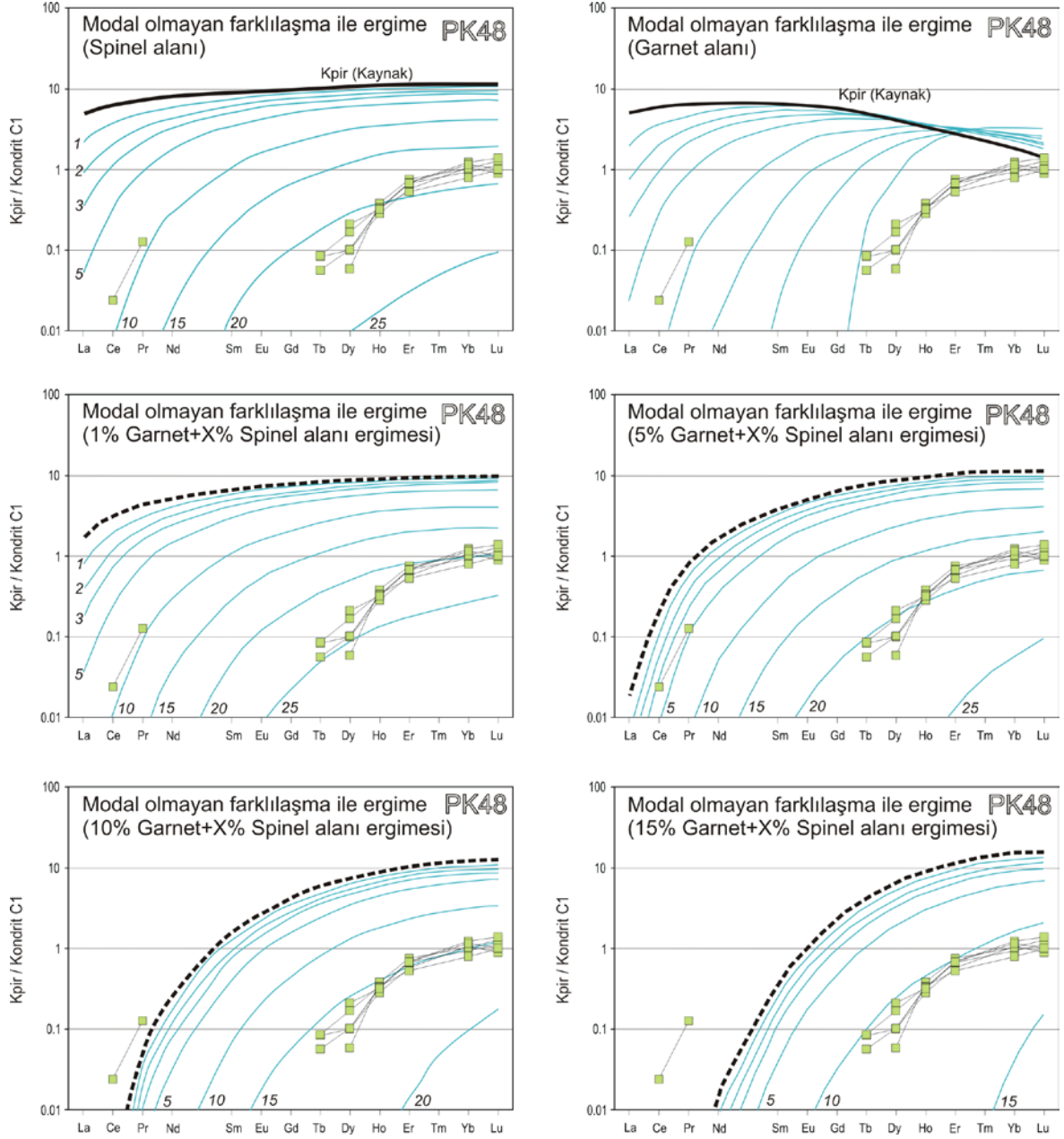
PK17 numaralı örneğe ait klinopiroksen ağır LGE bollukları her ne kadar spinel duraylılık alanındaki yaklaşık %17-18'lik kısmi ergime eğrisine benzese de (Şekil 43a) özellikle Lu'dan Ho'a olan yönsemenin bu ergime çizgisine tam da paralel olmadığı görülmektedir. Bunun karşılık, klinopiroksen LGE bollukları garnet duraylılık alanındaki ergime yönsemelerinden herhangi birine benzerlik sunmamaktadır (Şekil 43b). Söz konusu örnekteki klinopiroksenler, Şekil 43c'deki önce %1 garnet ve sonrasında %20 spinel duraylılık alanlarındaki ergime yönsemesi ile karşılaştırıldığında, Ho ve Er gibi elementlerin Lu ve Yb gibi elementlere göre çok hafif de olsa biraz daha fazla tüketilmiş

olduğu görülür. Buna karşılık, LGE yönsemelerinin Şekil 43d'deki önce %5 garnet ve sonrasında yaklaşık %17–18'lik spinel duraylılık alanındaki kısmi ergime ya da Şekil 43e'deki önce %10 garnet ve sonrasındaki %15'lik spinel duraylılık alanlarındaki kısmi ergime yönsemeleri ile oldukça benzer yönsemeler sunduğu görülmektedir. Söz konusu örneğe ait ağır LGE yönsemeleri Şekil 43f'deki önce %15 garnet ve sonrasında %10'luk spinel duraylılık alanındaki kısmi ergime yönsemesi ile karşılaştırıldığında ise, LGE desenlerinin kısmi ergime yönsemelerine paralellik sunmadığı, Lu ve Yb gibi elementlerin Ho ve Er gibi elementlere göre daha çok tüketildiği gözlenmiştir. Bu durumda, PK17 numaralı örneğe ait LGE yönsemelerini modelleyebilecek en iyi ergime koşullarının önce garnet duraylılık alanında %10 ve sonrasında spinel duraylılık alanındaki %15'lik kısmi ergime olmak üzere toplam %25'lik bir kısmi ergime olduğu düşünülmektedir.

PK48 numaralı örnekte gözlenen klinopiroksenlerin ortaç LGE bolluklarının ağır LGE içeriklerine göre oldukça fazla tüketilmiş olması bu örneğin spinel duraylılık alanındaki ergime koşulları ile açıklanamayacağını gösterir (Şekil 44a). Benzer şekilde LGE yönsemelerinin garnet duraylılık alanındaki kısmi ergime yönsemeleri ile de benzerlik sunmaması (Şekil 44b), bu örneğin garnet+spinel duraylılık alanlarında kısmi ergimeye uğramış olabileceğini gösterir. Garnet duraylılık alanındaki %1 (Şekil 44c) ve %5'lik (Şekil 44d) kısmi ergimeler sonrasında spinel duraylılık alanında devam eden kısmi ergime yönsemelerine göre söz konusu örneğe ait klinopiroksenlerin ortaç LGE bolluklarının ağır LGE bolluklarına göre daha fazla tüketilmiş olduğu gözlenir. Benzer durum çok hafif de olsa Şekil 44e'de %10 garnet ve sonrasında spinel duraylılık alanında devam eden kısmi ergime yönsemeleri için de geçerlidir. %10 garnet ve sonrasında %15 spinel alanındaki kısmi ergime koşulları ile PK48 numaralı örneğin klinopiroksen ağır LGE bollukları modellenenirse de ortaç LGE içerikleri bu eğriye göre hafif bir tüketilme sunar (Şekil 44e). Buna karşılık, %15 garnet ve sonrasındaki ~%10–11 spinel duraylılık alanında devam eden kısmi ergime koşulları ile örneğe ait klinopiroksenlerin ortaç LGE'leri modellenmiş fakat bu durumda ağır LGE içeriklerinin bu yönsemeye göre bir tüketilme sunmuş olduğu görülür (Şekil 44f). Bu durumda, söz konusu örneğin LGE yönsemelerini modelleyebilecek en uygun kısmi ergime koşullarının %10–15 (~%12) garnet ve sonrasında %10–15 (~%12) spinel duraylılık alanlarındaki kısmi ergimeler olduğu ve söz konusu klinopiroksenlerin LGE bolluklarını kontrol eden toplam kısmi ergime derecesinin ~%24 olduğu düşünülmektedir.



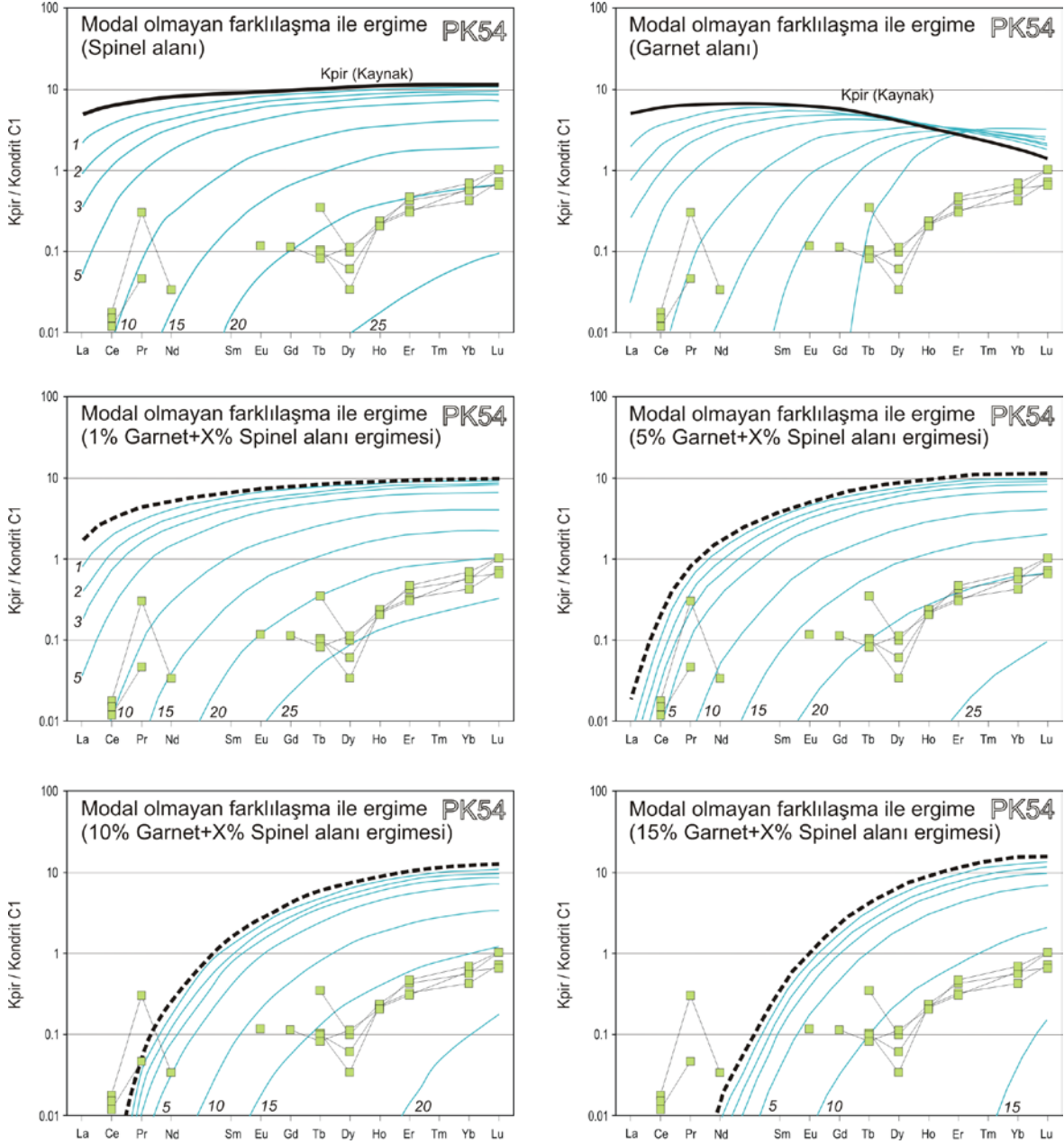
Şekil 43. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait PK17 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksen kristallerinin kondrit değerlerine (Palme ve O'Neil, 2004) oranlanmış LGE desenleri. Söz konusu LGE desenleri üst mantodaki spinel (a), garnet (b) ve garnet+spinel (c-f) duraylılık alanlarındaki modal olmayan Rayleigh ergime modeli kullanılarak farklı kısmi ergime dereceleri için Sano vd. (2007) tarafından modellenmiş ve mavi çizgiler ile gösterilmiş kısmi ergime eğrileri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 44. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait PK48 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksen kristallerinin kondrit değerlerine (Palme ve O'Neil, 2004) oranlanmış LGE desenleri. Söz konusu LGE desenleri üst mantodaki spinel (a), garnet (b) ve garnet+spinel (c-f) duraylılık alanlarındaki modal olmayan Rayleigh ergime modeli kullanılarak farklı kısmi ergime dereceleri için Sano vd. (2007) tarafından modellenmiş ve mavi çizgiler ile gösterilmiş kısmi ergime eğrileri ile karşılaştırılmıştır.

Manto peridotitlerini temsil eden PK54 numaralı bir diğer örneğe ait klinopiroksenler ise PK48 numaralı örneğe ait klinopiroksenlere hemen hemen benzer LGE içeriklerine sahiptir (Şekil 45). Söz konusu LGE yönsemeleri en iyi şekilde %10'luk garnet ve

sonrasındaki %16–17'lik spinel duraylılık alanlarında devam eden kısmi ergimeler ile modellenenmektedir. Klinopiroksenler toplam olarak yaklaşık %26–27'lik bir kısmi ergime kalıntısını temsil etmektedir.



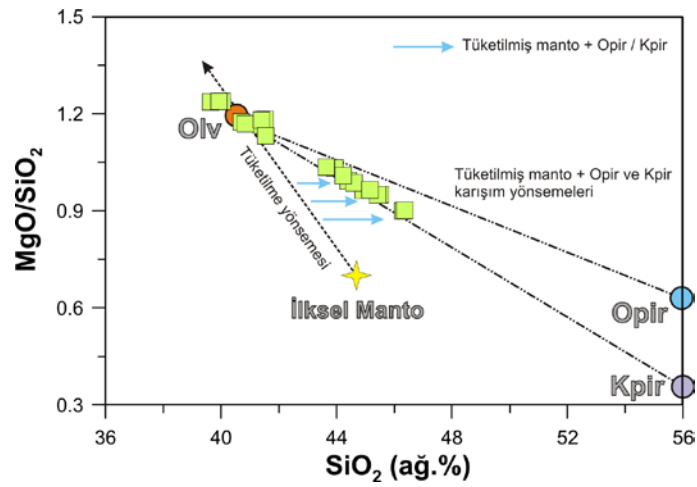
Şekil 45. Pozantu-Karsantu ofiyolitine ait PK54 numaralı manto peridotiti örneğindeki klinopiroksen kristallerinin kondrit değerlerine (Palme ve O'Neil, 2004) oranlanmış LGE desenleri. Söz konusu LGE desenleri üst mantodaki spinel (a), garnet (b) ve garnet+spinel (c-f) duraylılık alanlarındaki modal olmayan Rayleigh ergime modeli kullanılarak farklı kısmi ergime dereceleri için Sano vd. (2007) tarafından modellenmiş ve mavi çizgiler ile gösterilmiş kısmi ergime eğrileri ile karşılaştırılmıştır.

Klinopiroksen LGE bollukları ile belirlenmiş olan kısmi ergime dereceleri yukarıda tartışılmış olan tüm kayaç LGE modellemeleri ve spinel Cr# değerleri ile elde edilen kısmi ergime dereceleri ile büyük benzerlikler sunmaktadır. Dolayısıyla, Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerini temsil eden örneklerin üst mantonun yaklaşık %22 ilâ %27 kısmi ergime sonrasında geride kalan manto kayaçları olduğu düşünülmektedir.

4.2. Ergiyik-Kayaç Etkileşimi

Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerini temsil eden örneklerin tüm kayaç SiO₂ içeriklerine karşılık MgO/SiO₂ oranlarının karşılaştırıldığı diyagram (Şekil 46), söz konusu harzburjit ve dunit karakterli tüketilmiş peridotitlerin oluşum mekanizmalarını açıklamak için kullanılmıştır. İleri derecede tüketilmiş ve dolayısıyla bünyesindeki klinopiroksen ve oropiroksenleri tamamen ergimiş olan ilksel mantonun mineralojik bileşimi tamamen olivin kristallerinin oluşturduğu dunit ile temsil edilir ve söz konusu kayacın kimyasal bileşimi kendisini oluşturan olivin kristalinin kimyasal bileşimi ile aynıdır. Bu durumda, kısmi ergime süreçlerine maruz kalmış ilksel manto bileşiminde bir kayacın şekilde yıldız ile gösterilmiş olan ilksel manto bileşiminden itibaren “olivin” kimyasal bileşimi ile temsil edilen ve tamamen olivinden oluşmuş “dunit” ucuna doğru devam eden yönsemeyi takip etmesi gerekir. Ancak, Şekil 46’da da görüldüğü üzere, Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotiti örneklerinin bu yönsemeyi takip etmediği, buna karşılık örneklerin olivin ve klinopiroksen (\pm ortopiroksen) bileşimlerini temsil eden iki üye arasında bir yönseme sunduğu gözlenmiştir. Bu tür kayaçlarda gözlenen olivin ve ortopiroksen arasındaki yönseme, ergiyik-manto etkileşimi sonucu olivinlerin ergimesi ve ortopiroksen oluşumu ile uyumludur (Kelemen vd., 1992). Olivin ve ortopiroksen arasındaki benzer yönseme Kaapval ve Sibirya kratonlarındaki düşük sıcaklık garnet peridotit ksenolitlerinde (Walter, 1998) gözlenmiş olup, Simon vd. (2003) ve Griffin vd. (2009) bu kayaçları, daha önceden tüketilmiş olan ilksel bir kayacın ikincil süreçler ile zenginleştikleri şeklinde yorumlamışlardır. Buradaki durumdan farklı olarak, Şekil 46’daki diyagramda da görüldüğü üzere, manto peridotiti örnekleri ortopiroksenden ziyade genellikle olivin ve klinopiroksen arasında belirgin bir yönseme sunar. Söz konusu manto peridotitlerinin polarizan mikroskop (Şekil 8) ve özellikle BSE görüntüleri (Şekil 6) yardımıyla gerçekleştirilen petrografik incelemeleri sırasında olivin ve ortopiroksen kristalleri arasında ve ortopiroksen minerallerinin kenarları boyunca, genellikle küçük

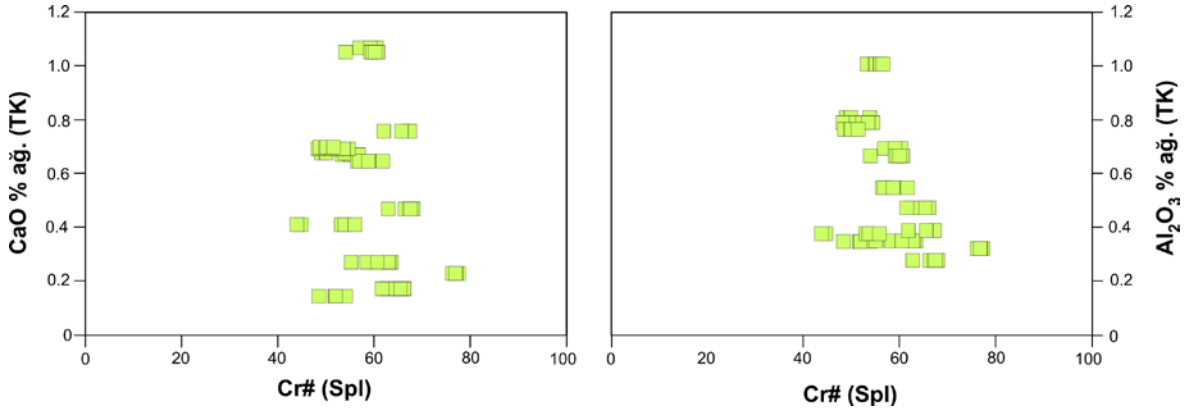
boyutlu ikincil (intersertal) klinopiroksen minerallerinin varlığı gözlenmiştir. Kısmi ergime kalıntısı klinopiroksenlerden dokusal olarak oldukça farklı olan bu minerallerin özellikle oldukça tüketilmiş peridotitler bünyesinde modal olarak önemli oranda bulunması, bu kayaların yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olmaları ile uyumlu değildir. Bu durumda, ileri derecede tüketilmiş peridotitlerde, ikincil olarak oluştukları dokusal olarak kanıtlanmış bu minerallerin oluşumları ergime süreçleri sonrasındaki olaylar ile açıklanabilmektedir. Dolayısıyla Şekil 46'daki yönseme, oldukça tüketilmiş manto peridotitlerine farklı oranlarda ikincil klinopiroksen eklenmesi ile açıklanabilmektedir.



Şekil 46. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerin tüm kayaç MgO/SiO₂ oranlarına karşılık SiO₂ içeriklerindeki değişimler. İlksel mantodan itibaren tüketilme yönsemesi ve olivin-ortopiroksen (Opir) / klinopiroksen (Kpir) karışım yönsemesi Walter (1998)'den alınmıştır.

Bu durum Şekil 47'de verilen manto peridotitlerindeki spinel kristallerinin Cr# değerlerine karşılık tüm kayaç CaO ve Al₂O₃ içeriklerinin karşılaştırıldığı diyagramda da açıkça gözlenmektedir. Üst mantoda artan kısmi ergime derecelerine bağlı olarak ergime sonrası geride kalan manto kayaları bünyesindeki spinel kristallerinin Cr# değerlerinde bir artış ve kısmi ergime esnasında uyumsuz olarak davranan Al₂O₃ içeriğinde bir azalma beklenir. Aynı şekilde, kısmi ergime esnasında ilk tüketilecek fazın klinopiroksen olması sebebi ile artan kısmi ergime derecesi ile kalıntı içerisindeki klinopiroksen minerallerinin modal bolluklarının azalması, buna bağlı olarak da tüm kayaç CaO içeriklerinin tüketilmesi beklenir. Bu durumda, kısmi ergime derecesinin önemli bir göstergesi olan kalıntı

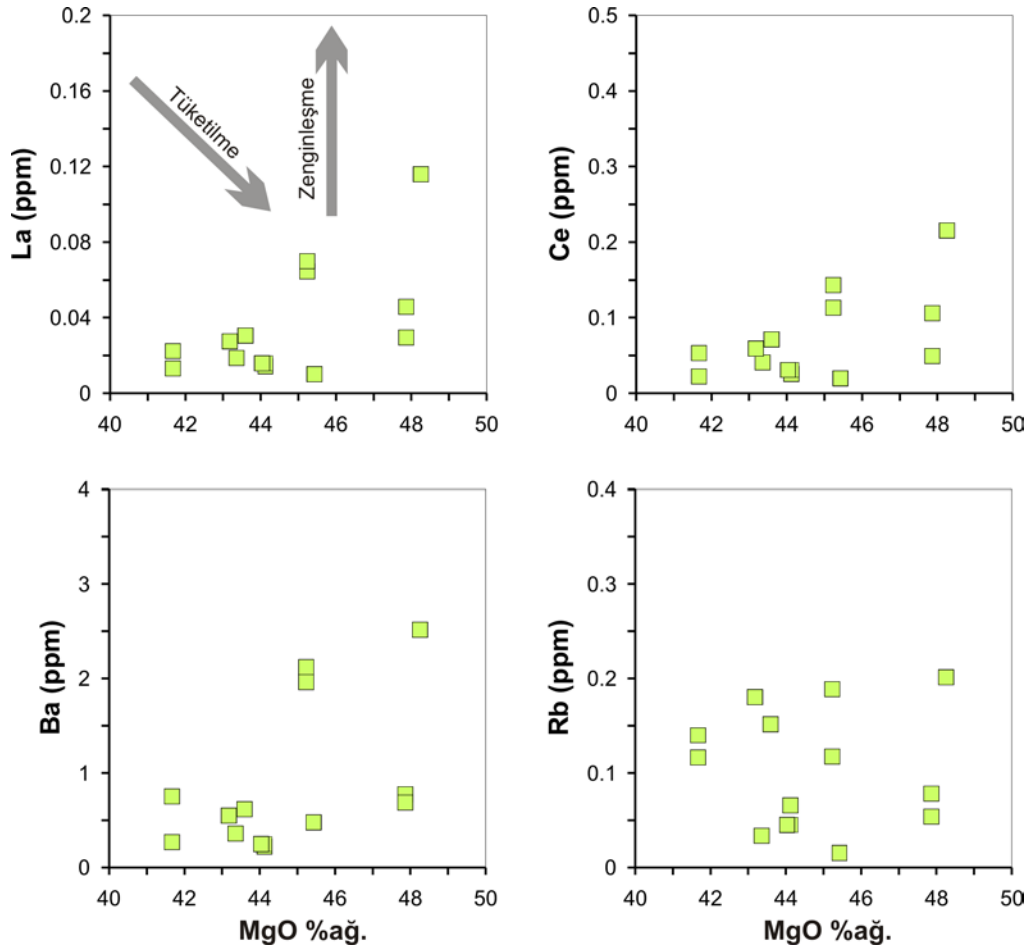
içerisindeki spinel kristallerinin Cr# değerlerindeki artışa bağlı olarak tüm kayaç CaO ve Al₂O₃ içeriklerinin azalması gerekir. Söz konusu kısmi ergime kalıntısı manto peridotitleri bünyesindeki Al₂O₃ içeriklerinin spinel Cr# değerleri ile negatif bir korelasyon sunduğu, dolayısıyla Al₂O₃ tüketilmesinin artan kısmi ergime derecesi ile uyumlu bir davranış sergilediği görülür (Şekil 47). Buna karşılık, tüm kayaç CaO içerikleri ile spinel Cr# değerleri arasında belirgin bir korelasyonun gözlenmeyişi ve benzer spinel Cr# değerlerine sahip peridotitlerin değişen CaO içeriklerine sahip oluşu, bu kayaçlar bünyesindeki klinopiroksen kristallerinin tüketilme derecesi ile kontrol edilmediğini gösterir. Bu durum, yukarıda da özetlendiği gibi, ilksel olarak tüketilmiş kayaçların post magmatik süreçlerde ikincil klinopiroksenler ile zenginleşmesi ile açıklanabilmektedir.



Şekil 47. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait spinel Cr# değerlerinin tüm kayaç CaO (a) ve Al₂O₃ (b) içerikleri ile ilişkileri

Şekil 24 ve 40’da verilen diyagramların x-eksenlerinde yer alan elementler soldan sağa doğru manto fazlarındaki uyumluluk derecelerinin artışına göre sıralanmıştır. Böylece normal şartlarda, kısmi ergime kalıntısı olan peridotit örneklerinin diyagram üzerinde sağdan sola doğru azalan bir desen sunması beklenir. Buna karşılık, Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotiti örneklerinde görülen “U” şekilli iz element desenleri, bu kayaçların evriminde kısmi ergime olaylarının daha kompleks olduğunu ve basit bir kısmi ergime kalıntısı olmadıklarını gösterir. Kısmi ergime süreçlerinde oldukça uyumsuz olarak davranan özellikle büyük iyon çaplı litofil elementlerden Ba ve Rb ile hafif LGE’leri temsil eden La ve Ce elementlerinin manto peridotitlerindeki konsantrasyonlarının MgO içerikleri ile karşılaştırıldığı diyagram Şekil 48’de verilmiştir. Bu diyagramda MgO içerikleri, manto peridotitlerinin tüketilme derecelerinin bir göstergesi olarak

düşünüldüğünde, söz konusu örneklerin MgO içeriklerindeki artışa bağlı olarak hafif LGE ve özellikle büyük iyon çaplı litofil elementler bakımından tüketilmeleri beklenir. Buna karşılık, Şekil 48'deki diyagramda bu durumun tersine, MgO içeriklerindeki artışa bağlı olarak bu elementlerin konsantrasyonlarında bir artış gözlenir. Çoklu element ve LGE diyagramlarının sol kısmında yer alan oldukça uyumsuz elementlerde görülen önemli orandaki zenginleşme yanı sıra, kayaçların tüketilme derecelerindeki artışa rağmen söz konusu elementlerdeki bu zenginleşme, manto peridotitlerini temsil eden örneklerin bu elementler bakımından zengin ergiyik ya da akışkanlar ile etkileşimi olmalarına işaret edebilir.

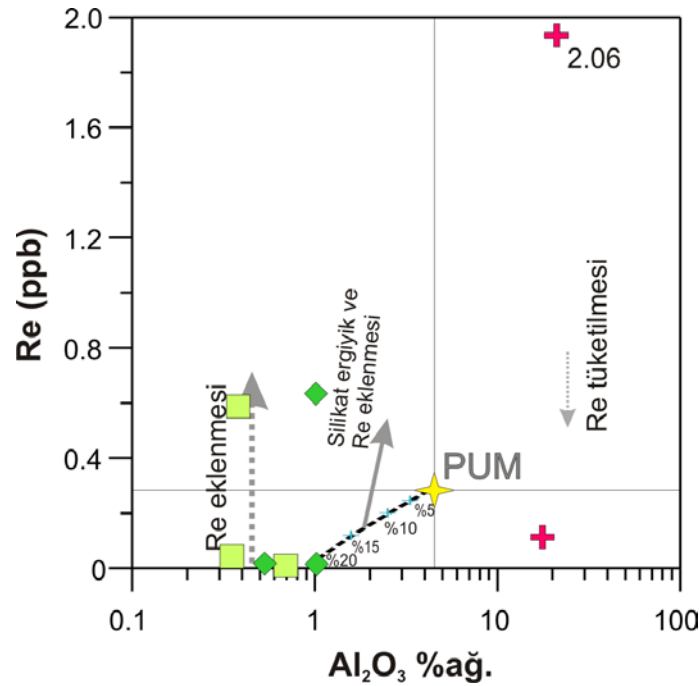


Şekil 48. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait tüm kayaç MgO değerlerinin La, Ce, Ba ve Rb içerikleri ile ilişkileri.

Manto peridotitlerine ait örneklerin Re içerikleri, tüketilme derecesinin bir göstergesi olan Al_2O_3 içerikleri ile herhangi bir korelasyon sunmazlar (Şekil 49). Renyum analizi gerçekleştirilen PK47 ve PK17 numaralı manto peridotiti örnekleri ilksel manto

değerlerine göre tüketilmiş olmakla birlikte PK23 numaralı örnek ilksel üst mantoya göre daha yüksek değere sahiptir (Şekil 49). Renyum içerikleri oldukça düşük olan PK47 ve PK17 numaralı örneklerin Al_2O_3 içeriklerinin de düşük olması, bu örneklerin kısmen yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olmaları ile uyumludur. Bununla birlikte, PK23 numaralı örnekteki ilksel mantoya göre önemli orandaki Re zenginleşmesi, düşük Al_2O_3 içerikleri ile temsil edilen yüksek dereceli kısmi ergime kalıntısı kayalar için uyumlu olmamakla birlikte söz konusu Re zenginleşmesinin ikincil olaylar ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

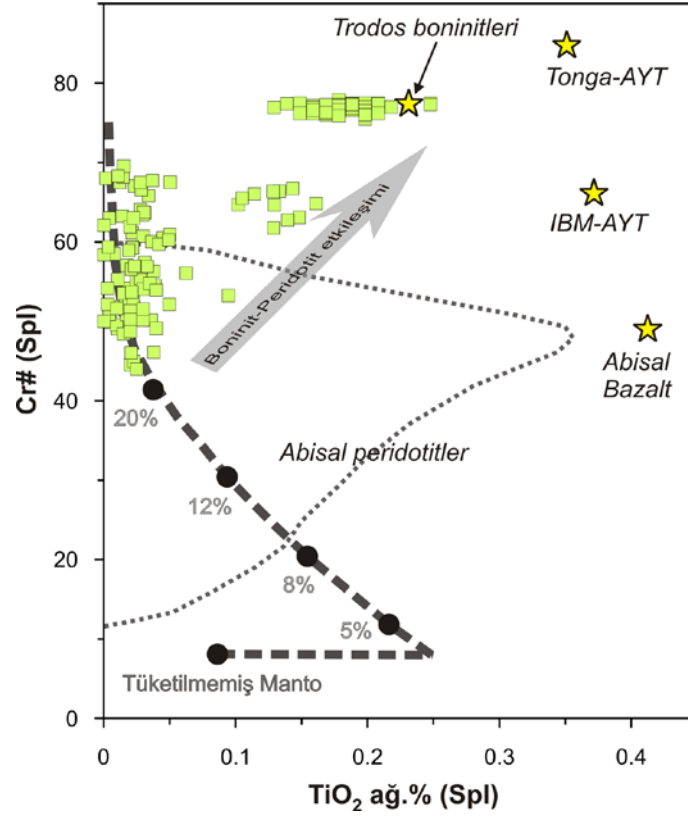
Renyum içeriği belirlenmiş olan kümülat gabroları temsil eden 2 adet örnekten PK68 Re içeriği bakımından ilksel mantoya göre son derece zenginleşmiş iken PK66 numaralı örnek tüketilme sunar (Şekil 49).



Şekil 49. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından seçilmiş örneklerin tüm kayaç Al_2O_3 içeriklerine karşı Re içeriklerindeki değişimler. Tüketilme yönsemesi Adam ve Green (2006) ve Batanova vd. (2008)'den alınan dağılım katsayıları kullanılarak çizilmiştir. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Üst mantodaki kısmi ergime süreçlerine oldukça hassas olan spinel fazları, bir çok araştırmacı tarafından kısmi ergime sonrası kalıntı fazlarının tüketilmişlik derecelerinin

belirlenmesinde kullanılmıştır (Arai, 1994; Parkinson ve Pearce, 1998; Pearce vd. 2000; Hellebrand vd., 2002; Uysal vd., 2012, 2013). Kısmi ergime süreçlerinde bünyesindeki uyumsuz elementlerden Al ve özellikle Ti içeriklerini kolayca kaybeden spinel kristallerinin, kısmi ergime derecelerindeki artışa bağlı olarak $Cr\# = 100 \times Cr / (Cr + Al)$ değerlerinde bir artış ve TiO_2 içeriklerinde ise tüketilme beklenir. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait kısmi ergime kalıntısı manto peridotitleri bünyesindeki spinel fazlarına ait $Cr\#$ ve TiO_2 içeriklerinin karşılaştırıldığı diyagramda (Şekil 50) bazı peridotit örneklerindeki spinel kristallerinin deneysel olarak belirlenmiş kısmi ergime yönsemesi üzerinde (>%20) yer aldığı, buna karşılık bazı örneklerdeki spinel kristallerinin ise $Cr\#$ değerlerindeki artışa paralel olarak TiO_2 içeriklerinde bir artış sunduğu gözlenmiştir. Bu durum, söz konusu kayaçların basit bir kısmi ergime kalıntısı olmadıklarını göstermekle birlikte, artan TiO_2 ve $Cr\#$ değerine bağlı olarak gelişen bu yönseme birçok araştırmacı tarafından (Pearce vd. 2000; Choi vd. 2008) kısmi ergime sonucu tüketilmiş manto kayaçlarının daha sonradan farklı ergiyikler ile etkileşimi ile açıklanmıştır. Şekil 50'de açıkça görüldüğü üzere, örneklerin yitim zonunda oluşan Ti içeriği kısmen yüksek Trodos boninitlerine benzer bileşimde ergiyikler ile etkileştikleri düşünülmektedir. Şekil 52'de verilen olivin Fo içeriklerinin spinel $Cr\#$ değerleri ile karşılaştırıldığı olivin-spinel manto yönsemesi (OSMY) diyagramında manto peridotitlerine ait olivin kristallerinin kısmen daha düşük olivin Fo içerikleri ile manto peridotitleri için tanımlanmış alanın dışında kaldığı görülmüştür. Bu alan dışında kalan olivin Fo içeriklerinin genellikle kısmi ergime sonrası oluşan ergiyiklerin farklılaşma süreçlerinde kristallenen kümülat kayaçlar bünyesindeki olivin bileşimlerini temsil ettiği ya da kısmi ergime kalıntısı manto peridotitlerinin oluşumları sonrasında farklı ergiyikler ile etkileşimi esnasında kristallenen ikincil olivinleri temsil ettiği önerilmektedir (Niu, 1997). Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait bu örneklerin petrografik özellikleri bu kayaçların kümülat kökenli olmadıklarını desteklemektedir. Bu sebeple, söz konusu diyagramdaki düşük Fo içerikli olivin kristallerinin ergiyik-peridotit etkileşiminin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.



Şekil 50. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerindeki spinel kristallerinin Cr# değerleri ile TiO_2 içerikleri arasındaki ilişki. Sembol Şekil 4'teki gibidir. Kesik çizgiler ile gösterilmiş alan abisal peridotitleri temsil etmektedir. Kalın gri ok, Trodos boninitleri bileşimindeki ergiyiklerin Pozantı-Karsantı ofiyoliti refraktör yitim peridotitleri üzerindeki etkisini göstermektedir. Tonga ve Izu-Bonin-Mariana ada yayı toleyitleri ve abisal bazalt bileşimleri Pearce vd. (2000) ve Trodos boninit bileşimi Dick ve Bullen (1984)'den alınmıştır.

4.3. Kısmi Ergime ve Ergiyik-Kayaç Etkileşi Süreçlerinin Plâtin Grubu Element ve Re-Os izotop Jeokimyası Üzerindeki Etkileri

Plâtin Grubu Elementlerden (PGE) Os, Ir ve Ru (Ir-grubu PGE) yüksek ergime sıcaklıklarına (3033–2334 °C) sahip olup, daha düşük ergime sıcaklıklarına sahip olan (1964–1554 °C) Rh, Pt ve Pd (Pd-grubu PGE) elementlerine göre kısmi ergime süreçlerinde daha uyumlu davranış sergilerler. Bu özelliklerinden dolayı, kısmi ergime süreçlerinde IPGE'ler ergime sonrası kalıntı fazda kalmayı tercih ederken PPGE'ler ergiyik faza geçme eğilimindedirler (Brenan vd., 2003). Bu özellikleri dikkate alındığında, üst mantodaki konsantrasyonları baz metal sülfidler (BMS) tarafından kontrol edilen söz

konusu elementler, üst mantonun kısmi ergimesi ve bu ergime ile oluşan ergiyiklerden itibaren okyanusal kabuğun oluşumu esnasında tercihlili bir yer alma sergilerler. Manto peridotitlerinde IPGE'ler refraktör özellik gösteren BMS'ler bünyesinde zenginleşirken, PPGE'ler daha düşük ergime sıcaklıklarına sahip Cu-Ni sülfidler tarafından tutulmaktadır (Bockrath vd., 2004). Dolayısıyla, üst mantodaki düşük dereceli kısmi ergimeler, düşük ergime sıcaklıklarına sahip BMS'lerin ergimesini ve PPGE'lerin ergiyik fazında zenginleşmelerini sonuçlarken, kısmi ergime kalıntısı manto peridotitlerinin ise göreceli olarak IPGE'lerce zenginleşmelerini sonuçlar. Bununla birlikte, okyanusal kabuğun tabanını temsil eden ultramafik kümülatlardan, daha üst seviyeleri temsil eden kümülat gabro ve bazaltlara doğru PPGE/IPGE oranının artması beklenir.

Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerini temsil eden orta derecede tüketilmiş ($Cr\#_{spi} = \sim 50$) PK23 numaralı örnek ilksel manto değerlerine oranlanmış PGE diyagramında Os'dan Rh'a doğru düze yakın ya da hafif pozitif yönseme sunar (Şekil 25). Bu durum, özellikle IPGE'lerin düşük-orta dereceleri kısmi ergime süreçlerinde uyumlu davranışlarından dolayı kalıntı fazda kalmayı tercih etmeleri ile uyumludur. Her ne kadar ilksel manto değerlerine göre kısmen tüketilmiş olması beklense de Pt elementi ilksel manto değerlerine oldukça yakın olmakla birlikte Pd bolluğunda bir tüketilme gözlenir. Bu tüketilme, söz konusu elementin uyumsuz doğasıyla ilişkili olmalıdır. Plâtin elementinin ilksel manto değerlerine oldukça yakın konsantrasyon sunması ve özellikle Re içeriğindeki ilksel mantoya göre yaklaşık 2 kat oranındaki beklenmedik zenginleşme, basit bir kısmi ergime kalıntısı manto kayaçlarında beklenen bir durum değildir (Şekil 25). Bu durumda söz konusu örneğin okyanus ortası sırt ortamındaki kısmi ergime süreçleri sonrasında yitim zonlarındaki ergime süreçlerine maruz kaldığı, ve bu esnada kristallenen ikincil sülfid mineralleri ile Re ve bazı PPGE (özellikle Pt) içeriklerinin arttığı düşünülmektedir.

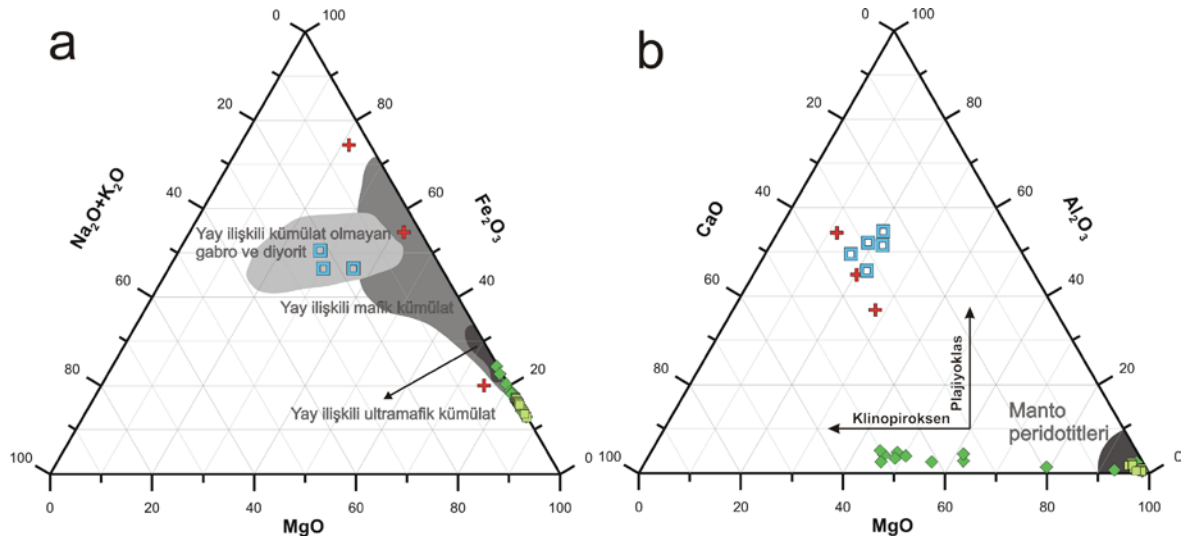
Re-Os izotop oranları belirlenen 3 adet manto peridotiti örneği kondritik değer (0.127; Luck ve Allegre, 1983; Walker ve Morgan, 1989) üzerinde (0.12768–0.12927) ve ilksel üst manto için tahmin edilen minimum değere (0.1296; Meisel vd., 2001) oldukça yakın ya da daha düşük $^{187}Os/^{188}Os$ oranına sahiptir. Bununla birlikte, söz konusu örneklerin tüketilmiş manto kaynağı için önerilen 0.125 (Shirey ve Walker, 1998) değerinin üzerinde olduğu görülür. Yiten okyanusal kabuktan türeyen akışkanlar ile etkileşmiş ve sulu ergimeye maruz kalmış yitim karakterli manto peridotitlerinde belirlenen kondritik değer üzerindeki $^{187}Os/^{188}Os$ oranlarının yiten okyanusal kabuktan türeyen radyojenik bileşenler ile ilişkili olduğu önerilmiştir (Brandon vd., 1996; Walker

vd., 2002). Söz konusu radyojenik Os'un Cl'ca zengin akışkanlar veya sulu ergiyikler ile manto kamasına taşındığı savunulmuştur (Brandon vd., 1996). PK23 numaralı örnek kısmen yüksek $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ oranı ile kondrit ve tüketilmiş manto kaynağına göre bir zenginleşme sunar. Bununla birlikte Re/Os içeriğinde de önemli bir artış söz konusudur. Oldukça düşük Al_2O_3 içeriğine karşılık kısmen yüksek Re içeriği, söz konusu zenginleşmenin ergiyik metazomatizmasından ziyade ikincil sülfid oluşuşumları ile ilişkili olmalıdır. Buna karşılık PK17 ve PK47 numaralı örnekler oldukça düşük Re/Os içerikleri ile temsil edilmekle birlikte kondritik değer ve tüketilmiş manto kaynağı değerine göre $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ oranları bakımından bir artış sunarlar. Bu durumda, söz konusu örneklerin radyojenik Os içeriklerinin yiten okyanusal kabuktan türeyen akışkanlar tarafından kontrol edildiği düşünülmektedir.

4.4. Pozantı-Karsantı Ofiyoliti Kabuksal Kesiminin Oluşumunda Farklılaşma Süreçleri

Tüm kayaç $\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ değerleri dikkate alındığında, Pozantı-Karsantı ofiyolitinin kabuksal kesimini oluşturan ultramafik kümülat örnekleri Şekil 51a'da yay ile ilişkili ultramafik kümülat alanında yer alırken, mafik kümülatları temsil eden örnekler benzer ve düşük $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeriklerine karşılık değişen Fe_2O_3 ve MgO içerikleri ile yay ilişkili mafik kümülat alanı içinde ya da yakınlarında dağılım sunmuşlardır. İzotrop gabroları temsil eden örnekler ise, daha artan $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ değerleri yay ilişkili kümülat olmayan gabro ve diyorit alanında yer almışlardır (Şekil 51a). Tüm manto peridotiti örnekleri yüksek MgO değerleri ile Şekil 51b'deki $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}$ diyagramında manto peridotitleri olarak sınırlandırılmış MgO ucunda toplanırken, diğer tüm kayaç grubundaki örnekler artan Al_2O_3 ve CaO değerleri ile bu alan dışında yer almışlardır. Ultramafik kayaç grubunu temsil eden örneklerde gözlenen CaO içeriklerindeki artış bu kayaçlar bünyesindeki klinopiroksen modal bolluklarındaki artış ile kontrol edilmektedir. Buna karşılık, mafik kümülat ve izotrop gabro grubu kayaçlarda ise artan Al_2O_3 içerikleri (Şekil 51b) farklılaşan ergiyiklerden itibaren kristallenen plajiyoklas kristallerinin modal bollukları ile kontrol edilir. Kısmi ergime kalıntısı manto kayaçlarından itibaren izotrop gabrolara kadar olan kayaç gruplarından derlenmiş örneklerin tüm kayaç jeokimyasal ve mineral kimyası verilerinin değerlendirildiği diyagramlarda, bu kayaçların yitim karakterli, tüketilmiş bir kaynağın kısmi ergimesi ile

oluşmuş ergiyiklerden itibaren kristallendikleri anlaşılmaktadır. Bu farklılaşma yönsemesi, tüm kayaç MgO içeriklerine karşılık ana oksit (Şekil 21, 22) ve bazı iz element (Şekil 23) içeriklerinin karşılaştırıldığı ikili diyagramlarda gözlenebilmektedir. Manto peridotitlerinden itibaren izotrop gabrolara doğru Al, Ti, Na ve Si içeriklerindeki artış, bu kayaçların ilksel bir ergiyikten itibaren değişen oranlarda farklılaşmış ergiyiklerden itibaren kristallendiğini gösterir. Aynı durum, Şekil 51b'deki örneklerin tüm kayaç MgO içeriklerine karşılık CaO içeriklerinin karşılaştırıldığı diyagramda da gözlenmektedir. Manto peridotitlerinden ultramafik kümülat ve mafik kümülatlara doğru artan CaO içerikleri, mafik kümülatlardan izotrop gabrolara doğru bir azalma gösterir. Bu durum, kümülat gabroların oluşumu esnasında ergiyikten Ca'ca zengin plajiyoklas (anortit) kristallenmesi ve geride kalan ergiyiğin Ca elementi bakımından kısmi tüketilmesi ile ilişkili olmalıdır. Benzer farklılaşma yönsemeleri, örneklerin MgO içeriklerine karşılık iz element içeriklerinin karşılaştırıldığı diyagramda da açıkça görülebilmektedir (Şekil 23).



Şekil 51. Pozanti-Karsanti ofiyolitine ait farklı kayaç gruplarından derlenen örneklerin tüm kayaç MgO-Fe₂O₃-(Na₂O+K₂O) (a) ve MgO-Al₂O₃-CaO (b) üçgenlerindeki yerleri. Manto peridotitleri, yay ilişkili ultramafik ve mafik kümülat ve yay ilişkili kümülat olmayan gabro ve diyorit alanları Bedard (1986)'dan alınmıştır. Semboller Şekil 4'teki gibidir.

Kısmi ergime esnasında uyumlu özellikleri ile bilinen Ni ve Co elementlerinin konantrasyonları manto peridotitlerinden izotrop gabrolara doğru düzgün bir artış sunarken, uyumsuz özellikleri ile bilinen bazı elementlerin (Yb, Lu, Ga, Sc, V) ofiyolitik istifeye ait kabuğun daha üst kesimlerini temsil eden izotrop gabrolara doğru düzgün bir artış

sunduğu gözlenmiştir (Şekil 23). Bu durum, az önce de belirtildiği gibi bu kayaların oluşumunda farklılaşma süreçlerinin önemli rol oynadığını gösterir.

Yukarıda bahsedilen farklılaşma süreçlerinde ergiyikteki uyumsuz element konsantrasyonlarının farklılaşma derecesine bağlı olarak artması beklenir. Söz konusu incelenen kayaç gruplarındaki uyumsuz elementlerin bir çoğunun bollukları özellikle klinopiroksen ve amfibol mineralleri tarafından kontrol edilir. Bu durum, manto ve kabuksal kayaçlar bünyesindeki uyumsuz elementlerin dağılım katsayılarının klinopiroksen ve amfibol dışındaki minerallere göre daha yüksek olması ile ilişkilidir ($KD_{Olv}^{Lu} = 0.045$, $KD_{Opir}^{Lu} = 0.42$, $KD_{Kpir}^{Lu} = 0.506$, $KD_{Amf}^{Lu} = 1.563$ (Rollinson, 1993)). Üst mantodaki kısmi ergime süreçleri esnasında oluşan ergiyiklerden itibaren gelişen ofiyolitik istifin kabuksal kesiminin tabanı genellikle ultramafik kümülatlar ile temsil edilir. Bu kısım, olivin kristalizasyonunun sonuçladığı kümülat dunitler ile başlayıp, ortopiroksen ve klinopiroksen kristalizasyonunun başlaması ile harzburjit, lertzolit ve verlit türü kayaçların oluşması ile devam eder. Bu kayaçlara yer yer ortopiroksenit, klinopiroksenit ve vebsterit türü kayaçlar da eşlik eder. Pozantı-Karsantı ofiyolitinin ultramafik kayaç grubunu temsil eden örnekler kümülat dunit, verlit, klinopiroksenit ve vebsterit türü kayaçlardır. Bu istifin üst kısımlarına doğru gidildikçe (mafik kümülatlar ve izotrop gabro) kayaçlar bünyesindeki olivin modal bollukları azalır ve plajiyoklas ve amfibol türü minerallerin modal bileşime eşlik ettiği görülür. Söz konusu farklı kayaçlara ait LGE içeriklerinin değerlendirildiği diyagramda (Şekil 24), harzburjit ve dunit bileşimindeki kısmi ergime kalıntısı manto peridotitlerinin ağır LGE içeriklerinin ilksel mantoya göre tüketilmiş oldukları gözlenir. Bu durum, uyumsuz olarak bilinen LGE'lerin bu kayaçlar bünyesindeki konsantrasyonlarının klinopiroksenler tarafından kontrol edilmesi ve kısmi ergime esnasında ilk tüketilen fazın klinopiroksen olması ile uyumludur. Buna karşılık, aynı diyagramda görüldüğü üzere, ultramafik kümülatlara ait örnekler farklı LGE desenleri ve konsantrasyonları sunarlar. Özellikle klinopiroksen içerikleri bakımından oldukça fakir olan kümülat dunitler manto peridotitlerine oldukça benzer LGE ve çoklu element desenlerine ve konsantrasyonlarına sahiptir. Bu örneklerdeki hafif LGE ve büyük iyon çaplı elementlerin manto peridotitlerine benzer şekilde zenginleşmiş olmaları (Şekil 24), bu örneklerin muhtemelen manto-kabuk geçişini temsil eden, oldukça tüketilmiş ve aynı zamanda ergiyik-kayaç etkileşiminden en çok etkilenen örnekler olmaları ile ilişkilidir. Verlit, vebsterit ve piroksenit türü örneklerin ağır ve ortaç LGE içerikleri ergiyiğin farklılaşma derecesindeki artışa bağlı olarak artmakla birlikte, ağır LGE'lerden

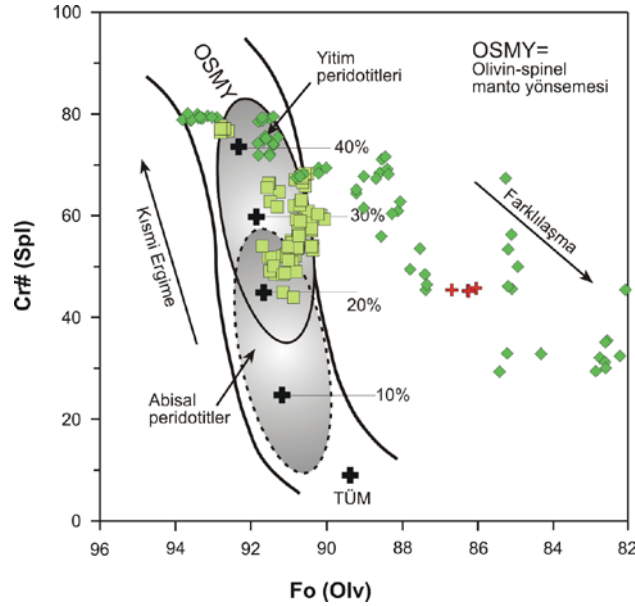
ortaç LGE'lere doğru birbirine benzer ve düze yakın yönsemeler sunar (Şekil 24). Buna karşılık tüm örneklerin hafif LGE içeriklerinde bir tüketilme söz konusudur. Ağır ve ortaç LGE içeriklerindeki bu artış kayaçlar bünyesindeki klinopiroksen modal bolluklarındaki artış ile orantılı olarak verlitlerden klinopiroksenit örneklerine doğru bir artış gösterir (Şekil 24). Bununla birlikte ofiyolitik istifin daha üst kısımlarını temsil eden mafif kümülatlara ait PK66 ve PK68 numaralı örneklerin ağır ve ortaç LGE bollukları ultramafik kümülat örneklerine göre kısmen daha fazla zenginleşmiş olup, ilksel manto değerlerine yakın değerler sunmaktadır (Şekil 24). Bu iki örnekten PK68 numaralı örnek daha fazla LGE içeriklerine sahip olmakla birlikte belirgin bir pozitif Eu anomalisi gösterir. PK66 numaralı örnekte böyle bir anomalinin gözlenmeyişi, söz konusu örneğin oluşumundan önce kendisini kristallendiren ergiyikten plajiyoklas kristalizasyonun gerçekleştiğini gösterir. Bu durumda ergiyikteki Eu daha önce kristallenen plajiyoklasların bünyesine gireceğinden, daha sonra oluşan ve mafik kümülatları kristallendiren ergiyiğin Eu elementi bakımından tüketilmesi beklenir. Böylelikle, PK68 numaralı örneğin PK66 numaralı örneğe göre belirgin pozitif Eu anomalisi sunması, bu örneğin PK66 numaralı örneğe göre daha önce oluştuğunu, dolayısıyla ofiyolitik istifin kısmen daha alt kısımlarını temsil ettiğini gösterir. Ancak, PK68 numaralı örneğin tüm kayaç LGE bolluklarının PK66 numaralı örneğe göre daha zenginleşmiş olması bu durum ile uyuşmamaktadır. PK66 numaralı örneğin PK68 numaralı örneğe göre kısmen daha fazla farklılaşan ergiyiklerden kristallendiği düşünüldüğünde bünyesindeki uyumsuz element bolluklarının PK68 numaralı örneğe göre daha fazla olması beklenir. Ancak, PK68 numaralı örneğin modal mineralojilerine bakıldığında, bu örneğin silikat mineralleri bakımından PK66 numaralı örnek ile oldukça benzer bileşime sahip olduğu ancak manyetit ve ilmenit türü opak mineraller bakımından önemli oranda (yaklaşık %5) zenginleştiği görülür. Lantan grubu elementlerin manyetit için dağılım katsayılarının ($Kd_{LGE}^{Manyetit}=1-2$; Rollinson, 1993) klinopiroksen minerallerine göre ($Kd_{LGE}^{Klinopiroksen}=0.05-0.50$) daha yüksek olduğu düşünüldüğünde, ergiyikte mevcut olan LGE'lerin bu tür fazlar tarafından tutulmuş olması ve dolayısıyla tüm kayaç bazında bir zenginleşme sunması beklenmelidir. PK66 numaralı örneğin manyetit modal bolluklarının oldukça düşük olduğu (yaklaşık %2) ve tüm kayaç uyumsuz element bolluklarının önemli oranda klinopiroksenler tarafından kontrol edilmesi yanı sıra PK68 numaralı örneğin kristalizasyonundan sonra geride kalan ergiyiğin LGE'ler tarafından kısmen tüketilmiş olduğu da dikkate alınır, PK66 numaralı örneğin LGE'bolluklarının PK68 numaralı örneğe göre daha tüketilmiş olması beklenen bir durum

olmalıdır. İzotrop gabroları temsil eden PK29 numaralı örnek LGE içerikleri bakımından mafik kümülat grubu kayalara göre önemli oranda zenginleşme sunar (Şekil 24). Bu durum, söz konusu örneğin daha da farklılaşmış ergiyiklerden itibaren oluştuğunu destekler.

Kısmi ergime süreçlerinde oluşan ergiyiklerin yükselimi ve buna bağlı olarak ergiyik sıcaklığının düşmesi ile sonuçlanan kristalizasyon süreçlerinde farklılaşan ergiyiklerden itibaren kristallenen fazların kimyasal bileşimlerinde önemli oranda bir değişim beklenir. Bazaltik bir ergiyikten itibaren kristallenen olivin ve spinel fazlarının kimyalarındaki değişim farklılaşma süreçlerinin yansıtılmasında önemli rol oynarlar. Şekil 52’de verilen diyagramda manto peridotitleri ve ofiyolitik istifin kabuksal kesimini temsil eden ultramafik ve mafik kümülat grubu kayalarında gözlenen olivin ve spinel kristallerinin bileşimleri değerlendirilmiştir. Manto peridotitlerine ait örneklerde gözlenen olivinler benzer forsterit içeriklerine sahip olmasına karşılık aynı örnekler içerisindeki spinel kristallerinin Cr# değerleri kısmi farklılıklar sunar ve bu durum bu kayaların farklı derecelerdeki kısmi ergime kalıntıları olduklarının bir göstergesidir. Buna karşılık, ultramafik ve mafik kümülatlar bünyesindeki olivin ve spinel kristalleri önemli oranda kimyasal değişim yönsemeleri sunarlar. Kümülat dunit türü ultramafik kayalar bünyesindeki spineller oldukça yüksek Cr# değerleri ile birlikte forsterit içerikleri bakımından oldukça zengin olivin kristalleri ile temsil edilirler (Şekil 52). Bununla birlikte kümülat dunitlerden verlit, vebsterit ve klinopiroksenit türü kayaç gruplarına doğru olivin kristallerinin forsterit içeriklerinde ve spinel Cr# değerlerinde önemli bir azalma gözlenir. Söz konusu bu yönseme, ultramafik ve mafik kümülatları oluşturan ergiyiklerin önemli oranda farklılaştıklarının bir göstergesidir. Ofiyolitik istifin daha üst kısımlarını temsil ettiği ve daha çok farklılaşmış ergiyiklerden itibaren oluştuğu düşünülen mafik kümülat türü bir örnekte (PK66) gözlenen olivin ve spinel kristallerinin, daha az farklılaşmış ergiyiklerden itibaren oluştuğu düşünülen ultramafik kümülat (klinopiroksenit) örneklerine göre daha yüksek forsterit ve Cr# değerlerine sahip olduğu görülür (Şekil 52). Mafik kümülat grubu kayaların ultramafik kayalara göre daha fazla farklılaşan ergiyiklerden türedikleri düşünüldüğünde bu ergiyikten kristallenen olivin ve spinel fazlarının daha düşük forsterit ve Cr# değerlerine sahip olması beklenir. Ancak, ergiyikteki Al’un mafik kümülatları oluşturan örnekteki ana mineral olan plajiyoklasları tercih etmesi, aynı zamanda kristallenen spinel kristallerinin bu element bakımından fakir olmasını ve dolayısıyla spinel Cr# $[=Cr/(Cr+Al)]$ değerinin artmasını sonuçlar. Az önce de belirtildiği

gibi manyetit ve ilmenit gibi opak mineral bollukları kısmen fazla olan PK68 numaralı mafik kümülat örneğinin PK66 numaralı örnekten daha önce oluşmuş olması, geride kalan ergiyiğin, manyetit ve ilmenit türü fazların bünyesine giren Fe elementleri bakımından tüketilmesini sonuçlar. Bu durum, Fe bakımından kısmen tüketilmiş olan ergiyikten itibaren oluşan PK66 numaralı mafik kümülat bünyesinde gözlenen olivin kristallerinin forsterit (Fo) içeriklerinin $[=Mg/(Mg+Fe^{2+})]$ kısmen artmasını sonuçlar.

Ofiyolitik istifin farklı kesimlerini temsil eden kayaçların gelişiminde farklılaşma olaylarının önemli oranda rol oynadığı Şekil 30'daki klinopiroksen kristallerinin TiO_2 içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırıldığı diyagramda da açıkça gözlenmektedir. Söz konusu diyagramda klinopiroksen kristallerinin Mg# değerlerindeki azalmaya bağlı olarak manto peridotitlerinden izotrop gabrolara doğru TiO_2 içeriklerinde düzenli bir artış gözlenir. Bu durum, Ti'un uyumsuz doğası gereği farklılaşan ergiyiklerdeki konsantrasyonun artması ile ilişkilidir. Ancak, PK68 numaralı mafik kümülat örneğine ait klinopiroksenler bu diyagramda oldukça düşük Mg# değerleri ile farklılaşma yönsemesinin dışında kalmıştır.



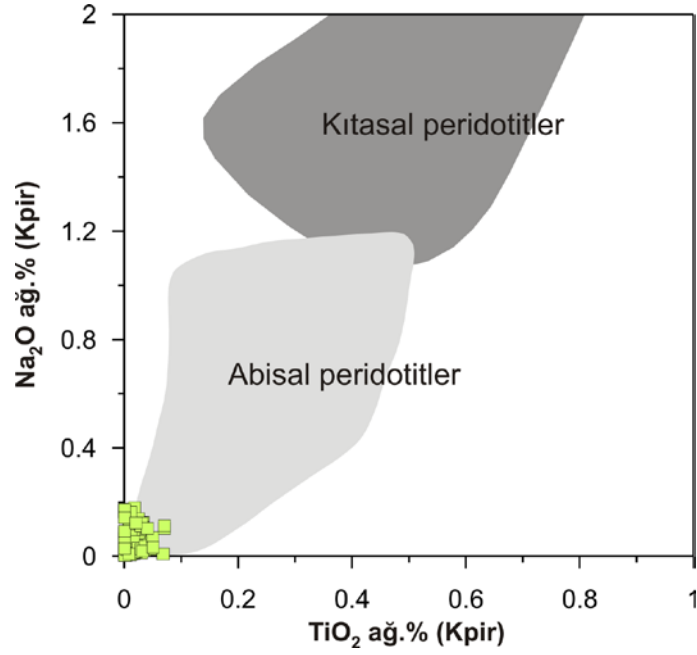
Şekil 52. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerindeki olivinlerin Fo içerikleri ile denge hâlindeki spinellerin Cr# değerleri arasındaki ilişki. TUM: Tüketilmemiş Üst Manto. Pasif kıta kenarı ve abisal peridotit alanları Dick ve Bullen (1984), yayönü peridotit alanı Pearce vd. (2000)'den alınmıştır. OSMY (Olivin-Spinel Manto Yönsemesi), kısmî ergime ve farklılaşma yönsemeleri Arai (1994)'den alınmıştır.

4.5. Tektonik Ortam

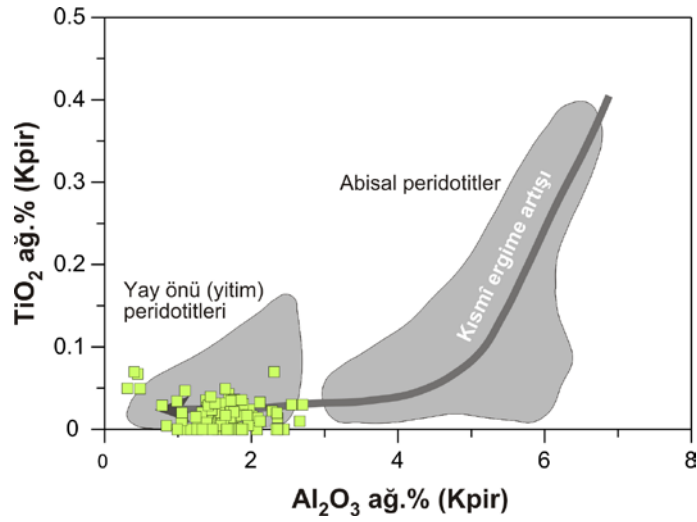
Söz konusu örnekler için veriler, MgO içeriklerine karşılık SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO ve NiO diyagramlarına aktarıldığında (Şekil 37), manto peridotitlerini temsil eden hemen hemen tüm örneklerin abisal peridotitlere göre daha düşük TiO_2 , Al_2O_3 , CaO ve daha yüksek NiO içeriklerine sahip olduğu ve dikey gri çizgiler ile sınırlandırılmış yitim karakterli Izu-Bonin-Mariana manto kayaçlarına (Pearce ve Parkinson, 1998) benzedikleri gözlenmiştir.

Manto peridotitlerinden analiz edilen klinopiroksen mineralleri düşük TiO_2 (<0.07 ağırlık %) ve Na_2O (<0.17 ağırlık %) değerlerine sahip olup, peridotitik kayaçların okyanusal kökenli olduğunu doğrulamaktadır (Şekil 53). TiO_2 içerikleri, farklı kayaç gruplarında geniş bir aralıkta değişim göstermekle birlikte ultramafik kümülatlarda <0.15 ağırlık %, kümülat gabrolarda 0.23–0.35 ağırlık % ve izotrop gabrolarda 0.20–0.83 ağırlık % aralığındadır. Bununla birlikte, Mg# değerleri 91.3 ilâ 97.5 arasında değişen manto peridotitlerine ait klinopiroksen kristallerinin düşük TiO_2 içerikleri (Şekil 54) ve abisal peridotitler ile kıyaslandığında düşük Al_2O_3 içerikleri (0.31–2.69 ağırlık %), bu kayaçların bir yitim zonunda oluşmuş, kısmen yüksek dereceli bir kısmi ergime kalıntısı manto kayaçları olduklarını desteklemektedir.

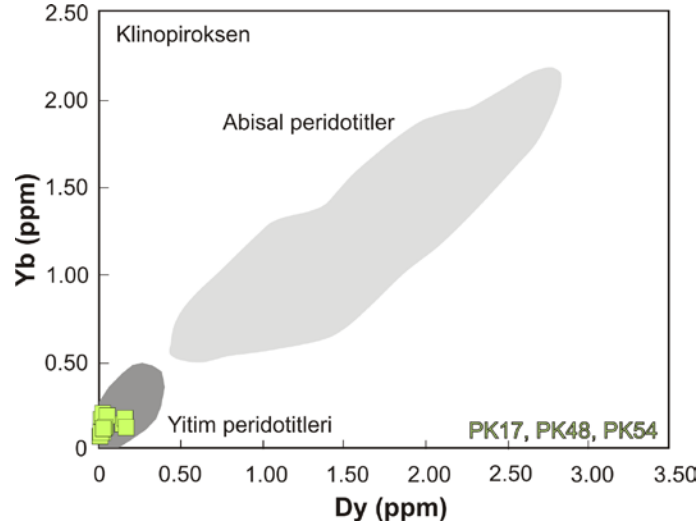
Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait 3 adet manto peridotiti örneğindeki klinopiroksenlerin tümü abisal peridotitlerde gözlenen klinopiroksenlere göre oldukça düşük Yb ve Dy içerikleri ile koyu gri ile sınırlandırılmış yitim peridotitleri klinopiroksenlerini temsil eden alan içerisinde yer alırlar (Şekil 55). Abisal peridotitler bünyesindeki klinopiroksenlere göre düşük Ti ve kısmen değişen Dy içerikleri sunan klinopiroksenlerin bir kısmı yitim karakterli peridotitler için sınırlandırılmış alan içerisinde kalmakla birlikte, bazı klinopiroksenler daha düşük Dy içerikleri ile bu alanın daha sol kesiminde dağılım sunarlar. Söz konusu klinopiroksen bileşimleri Pozantı-Karsantı ofiyolitini temsil eden bu üç örneğin yaklaşık %24 ilâ %30'ları aşan kısmi ergime kalıntıları olduklarını göstermektedir (Şekil 56).



Şekil 53. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto kesimini temsil eden peridotitlere ait klinopiroksen kristallerinin TiO_2 içeriklerine karşılık Na_2O içeriklerindeki değişimler. Abisal ve kıtasal peridotit alanları Ishikawa vd. (2007)'den alınmıştır.

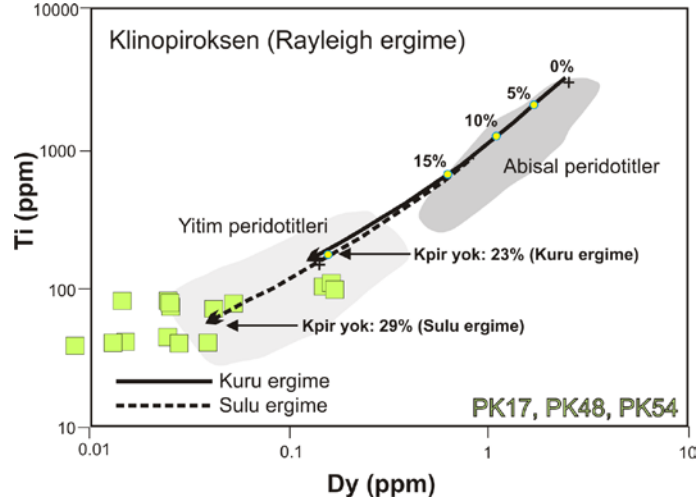


Şekil 54. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto kesimini temsil eden peridotitlerdeki klinopiroksen kristallerinin Al_2O_3 içeriklerine karşılık TiO_2 içeriklerindeki değişimler. Abisal peridotit alanı Hebert vd. (1990) ve Johnson vd. (1990), yay önu peridotit alanı Ishii vd. (1992)'den alınmıştır.



Şekil 55. Pozantı-Karsantı manto peridotitlerini temsil eden örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin Yb içeriklerine karşılık Dy içeriklerindeki değişimler. Abisal peridotitlerdeki klinopiroksenleri temsil eden gri renkli alan Dick (1989), Johnson vd. (1990), Johnson ve Dick (1992), Hellebrand vd. (2001, 2002), Miller vd. (2002), Niu (2004), Seyler vd. (2004) ve yitim karakterli peridotitlerdeki klinopiroksenleri temsil eden koyu gri renkli alan Parkinson ve Pearce (1998) ve Bizimis vd. (2000)'den alınan verilerden hazırlanmıştır.

Çalışma alanında ofiyolitik istifin en üst kısmını temsil eden izotrop gabro örneğine ait tüm kayaç LGE desenlerinde ağır LGE'lerden hafif LGE'lere doğru devam eden düze yakın yönseme yanı sıra çoklu element diyagramında büyük iyon çaplı element içeriklerindeki önemli zenginleşme ve bununla birlikte mafik kümülatlardaki plajiyoklas kristallerinin anortit içerikleri bakımından oldukça zengin olması söz konusu okyanusal kabuğun daha önceki çalışmalar ile de öne sürülen yitim karakterli oluşunu desteklemektedir.



Şekil 56. Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerini temsil eden örneklerdeki klinopiroksen kristallerinin Ti içeriklerine karşılık Dy içeriklerindeki değişimler. Yığın ergime (Batch melting) modeli ile hesaplanmış kuru ve sulu ergime eğrileri Bizimis vd. (2000)'den alınmıştır. Sulu ergime eğrisi, %9 kuru ergime sonrası geride kalan manto kalıntısı kaynak alınarak hesaplanmıştır. Kuru ergime koşullarında %23 (Falloon vd., 1988; Hirose ve Kushiro, 1993; Kinzler ve Grove, 1992; Wasylenski vd., 2003) sulu ergime koşullarında ise %29 (Gaetani ve Grove, 1998; Bizimis vd., 2000) tüketilme sonrasında klinopiroksenin kaynak kayada tüketildiği önerilir. Abisal peridotit alanı Johnson (1990) ve Johnson ve Dick (1992)'den yitim peridotitleri alanı ise Parkinson vd. (1992) ve Batanova vd. (1994)'e ait veriler ile oluşturulmuştur.

5. PETROJENETİK MODEL

Pozantı-Karsantı bölgesinde yüzeyleme veren ofiyolitik kayalara ait farklı kayaç gruplarının petrografik özellikleri yanı sıra tüm kayaç ve mineral kimyası bileşimleri, ofiyolitik istifin kabuksal kesiminin önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi (Parlak vd. 2000, 2002) yitim ilişkili ergiyiklerden oluştuğunu desteklemektedir. Bununla birlikte, yukarıda da tartışıldığı gibi, özellikle manto peridotitleri için elde edilen veriler, bu kayaçların yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olmakla birlikte, mineralojik ve tüm kayaç jeokimyasal özelliklerinin basit kısmi ergime süreçleri ile modellenemediğini ortaya koymuştur. Bu durum, manto kesimini temsil eden kalıntı kayaçların oluşumunda kısmi ergime süreçlerinin yanında akışkan/ergiyik–peridotit etkileşimlerinin de önemli rol oynadığını göstermiştir. Tüm kayaç ve mineral bileşimlerinde önemli değişikliklere sebep olan bu tür etkileşim süreçleri, söz konusu kayaçların oluşumu esnasında etkili olan petrolojik süreçlerin ortaya konmasını zorlaştırmaktadır. Aşağıda, bu tezin “Bulgular” kısmında sunulan ve “Tartışma” kısmında değerlendirilen veriler dikkate alınarak, Pozantı-Karsantı ofiyolitinin manto ve kabuksal kesiminin oluşumunda etkili olan petrojenetik olaylar ve süreçler kronolojik sıraya göre açıklanmaya çalışılacaktır.

Bu tez kapsamında incelenmiş olan Pozantı-Karsantı ofiyoliti Neotetis okyanusunun kalıntıları olup, manto (Şekil 57–C, 1: Manto peridotitleri) ve kabuksal kesime ait kayaç topluluklarını (Şekil 57–C, 2: Kümülat dunitler, 3: Piroksenitler, 4: Mafik kümülatlar, 5: İzotrop gabrolar, 6: Derin deniz sedimanları) barındırır. Manto ve kabuk kesimini temsil eden kayaç grupları oluştuğu tektonik ortama bağlı olarak farklı jeokimyasal özellikler sunarlar. Her ne kadar Türkiye’de yayılım sunan ofiyolitlerin kabuksal kesimlerinin yitim karakterli jeokimyasal özelliklere sahip olduğu belirtilse de, söz konusu yitim karakterli okyanusal kabuğun gelişmesi için öncesinde okyanus ortası sırt oluşumu ile ilişkili bir okyanusal kabuğun varlığı şarttır. Astenosferde meydana gelen konveksiyon akımları astenosferik litosfer yükselimini ve sonrasında okyanus ortası sırt oluşumunu sonuçlar. Basınç ferahlaması ile ilişkili bu yükselme, daha düşük basınç koşullarına taşınan astenosferik mantodaki minerallerin ergime sıcaklıklarının azalmasına neden olur. Manto kayalarındaki fazlar ergime sıcaklıkları en düşük olandan (klinopiroksen) itibaren ergimeye başlar ve bu ergime düşük sıcaklık sebebi ile kısmi ergimenin oluşmadığı sığ seviyeye (TS: Termal seviye) kadar devam eder (Niu 2004) (Şekil 57). Bu ergime süreçleri

sonrasında astenosferin iksel bileşimini yansıtan lertzolit, içerisindeki klinopiroksen ve ortopiroksenlerin tüketilmesiyle harzburjit–dunit bileşiminde kayalara dönüşür (Şekil 4). Bu aşamada Al, Ca, büyük iyon çaplı elementler ve yüksek çekim alanlı elementler önemli miktarlarda tüketilirler.

Pozantı-Karsantı ofiyolitini oluşturan manto peridotitlerine ait bazı örneklerde gözlenen simplektit dokusu şeklindeki spinel–klinopiroksen birliktelikleri yanı sıra tüm kayaç ve klinopiroksen LGE grafiklerinde ortaç LGE’lerin ağır LGE’lere kıyasla spinel duraylılık alanındaki kısmi ergime koşullarına göre daha hızlı tüketilmiş olması, kısmi ergimenin garnet duraylılık alanında, yani derinlerde (daha yüksek basınç koşullarında) başlayıp (Şekil 57–A1), spinel duraylılık alanında devam ettiğini (Şekil 57–A2) gösterir. Yaklaşık 20–60 km derinlik aralığında duraylı olan spinel lertzolitler, derinliğin artması ve buna bağlı olarak basıncın artması sonucu garnet lertzolit alanına geçiş gösterir (Gasparik, 1984). Astenosferik yükselimle ilişkili olarak garnet duraylılık alanında kısmi ergimeye başlayan astenosferik mantonun spinel duraylılık alanına taşınması sonrasında, garnet minerali duraylılığını kaybederek spinel+klinopiroksen±ortopiroksen fazlarına ayrılır (Susan vd., 1986) (Şekil 57–A3). Bu esnada garnet bünyesindeki uyumsuz elementler dağılım katsayılarına göre klinopiroksen, ortopiroksen ve spinel minerallerinin yapısına girer. Spinel lertzolit bünyesindeki fazlar dikkate alındığında, klinopiroksen, uyumsuz element içeriğini önemli oranda belirleyen faz durumundadır. Açılmalı tektonik rejim ile ilişkili kısmi ergime süreçleri sonrasında geride kalan manto kayaçları bünyesindeki uyumsuz element bollukları, kısmi ergime derecesine, dolayısıyla üst mantoda ilk tüketilen (ergiyen) faz olan klinopiroksen modal bolluğuna bağlıdır. Okyanus ortası sırtlarda susuz koşullarda gerçekleşen kısmi ergimenin yitim zonlarındaki ergimelere göre daha düşük dereceli (%2–15) olduğu bilinir (Parkinson vd., 1992; Ishii vd., 1992; Arai, 1994; Parkinson ve Pearce, 1998; Pearce vd., 2000; Widom vd., 2003; Uysal vd., 2007, 2012, 2013; Aldanmaz vd., 2009). Ergime süreçleri esnasında ilk tüketilen fazın çoklukla klinopiroksen (±ortopiroksen) olduğu düşünüldüğünde okyanus ortası sırtlarda gelişen düşük dereceli kısmi ergimeler (kuru ergime) sonrasında geride kalan manto kayacının CaO ve Al₂O₃ içeriklerinde kısmi ergime derecesine bağlı olarak bir miktar tüketilme beklenir. Benzer tüketilme özellikle spinel ve piroksen bünyesindeki Al ve Ti gibi uyumsuz elementler için de geçerlidir. Buna karşılık düşük dereceli kısmi ergime süreçlerinde bile, klinopiroksenler için dağılım katsayıları oldukça düşük olan büyük iyon çaplı elementler ve hafif LGE’lerin, ortaç ve ağır LGE’lere göre mineral ve tüm kayaç

bazında daha fazla tüketilmiş olması beklenir (Batanova vd., 1998; Batanova ve Sobolev, 2000; Bizimis vd., 2000). Ancak, yukarıda bahsedilen petrolojik özelliklerin, Pozantı-Karsantı ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile tam olarak uyuşmadığı gözlenmiş olup, bu durumda söz konusu kayaçların oluşumunu sadece okyanus ortası sırtlardaki kısmi ergime süreçleri ile açıklamak mümkün değildir.

Ağır LGE'lerin garnet minerali için dağılım katsayılarının fazla, buna karşılık ortaç ve hafif LGE'lerin garnet için oldukça düşük dağılım katsayılarına sahip olması nedeniyle, garnet lertzolit alanında başlayan kısmi ergime süreçlerinde ağır LGE'ler garnet bünyesinde tutulacağından, ağır LGE'lerde herhangi bir tüketilme olmazken ortaç ve özellikle hafif LGE'lerde önemli oranda bir tüketilme meydana gelir. Konveksiyon akımlarının sonuçladığı okyanus oluşumu ile ilişkili astenosferik yükselim esnasında, garnet duraylılık alanında tüketilmeye başlayan üst manto malzemesinin spinel duraylılık alanına taşınması sonrasında garnet mineralinin piroksen ve spinel simplektitlerine dönüşmesi esnasında garnet bünyesindeki uyumsuz elementler dönüşen bu fazlara dağılacığından, spinel duraylılık alanında devam eden kısmi ergime süreçlerinde uyumsuz elementlerdeki tüketilme söz konusu elementlerin bu fazlar için dağılım katsayıları ile ilişkilidir. Her ne kadar ağır LGE'lerin klinopiroksen için dağılım katsayıları ortaç ve hafif LGE'lere göre fazla olsa da garnet mineraline göre klinopiroksen için daha düşük dağılım katsayılarına sahip olan ağır LGE'ler ($KD < 1$), spinel lertzolit alanında meydana gelen kısmi ergimeler esnasında önemli oranda tüketilirler. Bu süreçlerdeki kısmi ergimeler esnasında ortaç ve hafif LGE'lerin ağır LGE'lere kıyasla tüketilme derecesi garnet lertzolit alanındaki kısmi ergimelere göre daha azdır. Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerini temsil eden PK43, PK45, PK47, PK48 ve PK54 numaralı örnekler için tüm kayaç ağır LGE desenlerinde gözlenen ortaç LGE'lerdeki tüketilme, spinel duraylılık alanında farklı kısmi ergime dereceleri için hesaplanan ergime eğrilerine göre daha hızlıdır (Şekil 57–A4). Söz konusu örneklerde gözlenen klinopiroksen LGE bollukları, bu örneklerin ilksel olarak garnet lertzolit alanında yaklaşık %10–12 civarında tüketilmiş olduklarını gösterir (Şekil 44, 45). Astenosferik yükselimle spinel duraylılık alanına taşınan ve burada ergimeye devam eden örnekler (%X1 ergime; Şekil 57–A2) konveksiyon akımlarının sebep olduğu yanal hareketlerle taşınarak litosferik mantoyu oluştururlar (Şekil 57–A3). Buna karşılık, PK10, PK17, PK23, PK57 numaralı manto peridotiti örneklerinde klinopiroksen ve spinel birliktelikleri şeklinde simplektit dokularının gözlenmesi (Şekil 57–B2) ve tüm kayaç ağır ve ortaç LGE içeriklerinin, spinel duraylılık alanında farklı kısmi ergime dereceleri

için hesaplanan tüketilme eğrilerine oldukça benzer desenler sunması (Şekil 57–B3), söz konusu örneklerin sadece spinel duraylılık alanında meydana gelen kısmi ergime süreçlerine (%Y1 ergime, Şekil 57–B1) maruz kaldığını göstermektedir. Bu örnekler de astenosferik yükselimin sebep olduğu yanal hareketlerle taşınarak litosferik mantoyu oluştururlar. Her iki gruba ait örnekler özellikle hafif LGE içerikleri ve büyük iyon çaplı elementler bakımından zenginleşme gösterirler (Şekil 24) ve bu durum söz konusu örneklerin yitim zonu metazomatizmasından etkilendiklerini gösterir. Bununla birlikte spinel Cr# değerlerinin yüksek oluşu (Şekil 34) yanı sıra uyumsuz element bakımından tüm kayaç (Şekil 21–23, 37) ve mineral bazında (Şekil 28, 30) oldukça tüketilmiş olmaları örneklerin yitim zonunda tüketilmeye devam ettiklerini gösterir. Bu durumda, söz konusu örneklerin OOS tektonik ortamında özellikle spinel duraylılık alanındaki tüketilme derecelerini belirlemek mümkün olmamıştır.

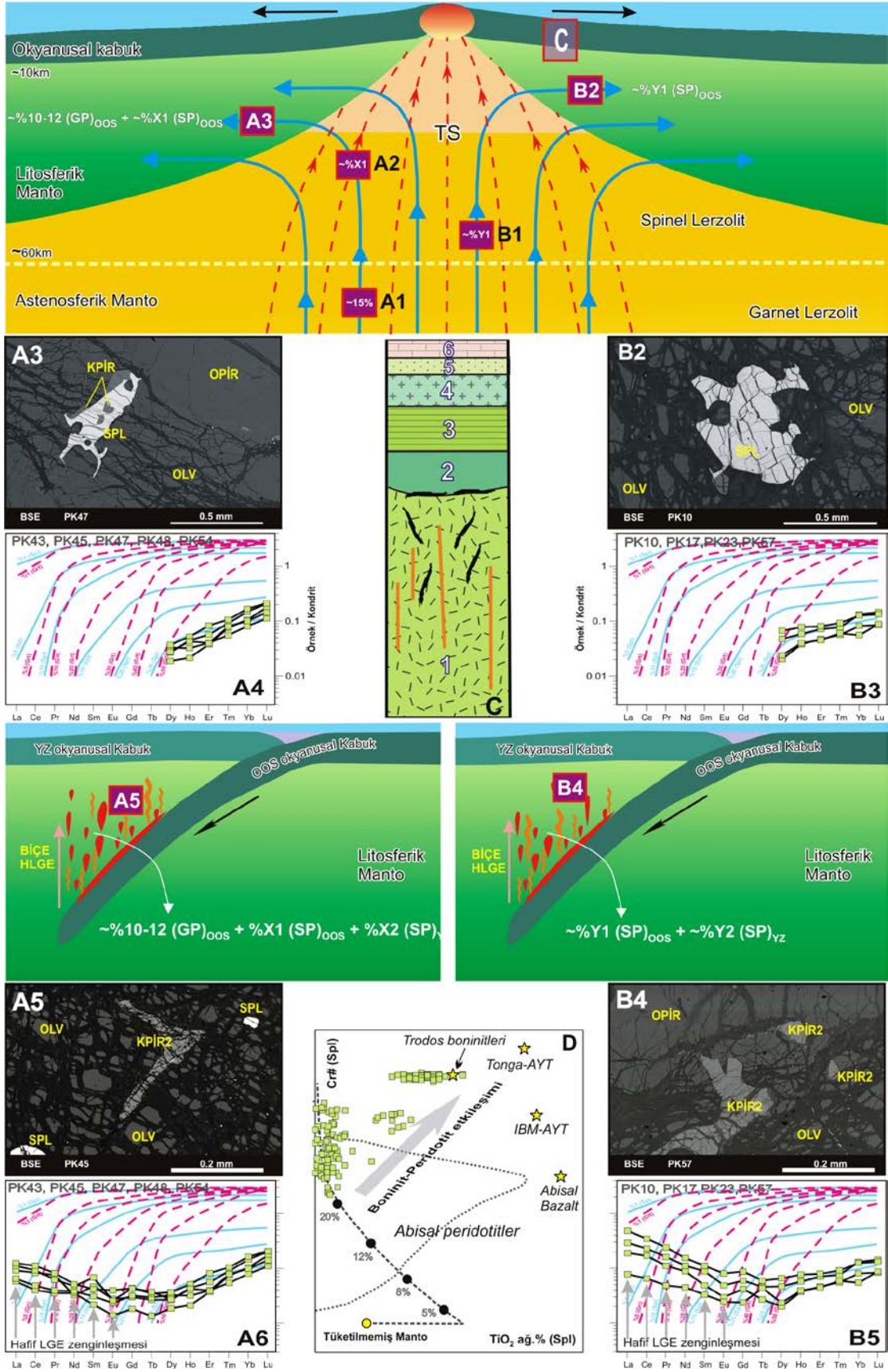
Termal seviyeden sonra kısmi ergime koşulları oluşmamasına rağmen mantonun derinlerinden gelen ergiyikler termal seviye ve Moho sınırı arasında kalan bölgeye taşınmış tüketilmiş manto kayaçları içerisinden geçerek onları önemli oranda metazomatizmaya uğratar ve bu ergiyikler daha da yükselerek okyanusal kabuğu oluştururlar (Şekil 57). Konveksiyon akımlarının sonuçladığı yanal hareketlerle taşınarak litosferik mantoya itilen ve OOS ergiyik metazomatizmasına uğramış bu kısmi ergime kalıntısı manto kayaçlarının metazomatizma derecesini belirlemek, söz konusu örneklerin yitim zonu metazomatizmasından da etkilenmiş olmalarından dolayı mümkün olmamıştır.

Açılmalı tektonik rejimin sonlanması ve sıkışmalı tektonik rejime geçişten sonra okyanusal kabuk ve litosfer üst mantoya doğru yitmeye başlar. Bu esnada okyanusal kabuğun en üst kesimlerinde bulunan amfibol gibi sulu silikatlar artan sıcaklığın etkisiyle duraylılığını kaybederek manto kamasına akışkanların enjekte olmasını sonuçlar. Bu durum, okyanus açılması esnasında kısmen tüketilen manto kayaçlarındaki minerallerin kısmi ergime derecelerinin düşmesine ve hâli hazırda bir miktar tüketilmiş olan manto kayaçlarının tekrar ergimesine sebep olur (Şekil 57–A5, B4). Bu tüketilme miktarı özellikle manto kayaçları tüm kayaç ve mineral kimyalarına yansır. “Bulgular” ve “Tartışma” kısmında açıklanan Pozantı-Karsantı ofiyolitinin manto peridotitlerindeki spinel minerallerinin yüksek Cr# değerleri yanı sıra düşük Ti içerikleri (Şekil 57), tüm kayaç bazındaki son derece düşük Al, Ti ve Ca içerikleri (Şekil 37) ve ortopiroksen ve klinoproksen minerallerindeki düşük Al içerikleri (Şekil 41) bu tüketilmeyi desteklemektedir.

Okyanus açılımı esnasındaki kısmi ergime süreçlerinde oluşan okyanusal kabuğun üst kısmı (bazaltlar) büyük iyon çaplı elementler ve yüksek çekim alanlı elementler (özellikle hafif LGE) bakımından zengindir. Buna karşılık OOS tipi okyanusal kabuğun oluşmasına sebep olan ergime sonrasında geride kalan abisal peridotitler bu elementler bakımından tüketilmiştir. Bu durumda, OOS tipi okyanusal kabuğun yitimi esnasında okyanusal kabuktan tüketilmiş manto kamasına enjekte olan akışkanlar okyanus açılımı esnasında büyük iyon yarıçaplı elementler ve hafif LGE'lerce önemli miktarlarda tüketilmiş manto kayaçlarının bu elementlerce önemli oranlarda zenginleşmesini sonuçlar (Şekil 57–A5, B4). Söz konusu akışkanların sebep olduğu manto kamasındaki bu kısmi ergime ürünü ergiyiklerin kendilerini üzerleyen tüketilmiş manto içerisindeki hareketi esnasında onları metazomatizmaya uğratar ve uyumsuz elementler bakımından zenginleştirir. Söz konusu zenginleşme Pozantı-Karsantı ofiyolitine ait manto peridotitlerini temsil eden tüm örneklerde gözlenir (Şekil 57–A6, B5). Ergiyik-peridotit etkileşimi örneklerin büyük iyon çaplı element (BİÇE) ve hafif LGE (HLGE) içerikleri bakımından farklı oranlarda zenginleşmeleri yanı sıra bazı örneklerde gözlenen spinel kristallerindeki Ti zenginleşmesini de sonuçlamıştır (Şekil 57–D). Bununla birlikte, tüketilmiş manto peridotiti örneklerine ait mineraller arasında özşekilsiz ikincil klinopiroksenlerin varlığı (Şekil 57–A5, B4) yanı sıra manto peridotitlerindeki kalıntı klinopiroksenlerdeki hafif LGE ve büyük iyon çaplı element zenginleşmeleri (Şekil 32) yitim zonlarında gelişen ergiyiklerin kendilerini üzerleyen manto kaması içerisindeki hareketinin yani ergiyik-peridotit etkileşiminin bir göstergesidir.

Sonuç olarak, Pozantı-Karsantı ofiyolitini oluşturan manto peridotitlerinin okyanus ortası sırt (OOS) tektonik ortamında düşük dereceli kısmi ergimeler sonucu bir miktar tüketildiği, daha sonra tektonik rejimin değişmesiyle, yitim zonunda (YZ) tekrar kısmi ergimeye uğrayıp tüketildiği düşünülmektedir. Okyanus ortası sırt oluşumu esnasındaki kısmi ergime süreçlerinde ilksel olarak garnet lertzolit (GL) alanında yaklaşık %10–12 civarında kısmi ergimeye uğrayan PK43, PK45, PK47, PK48 ve PK54 numaralı örnekler, astenosferik yükselim sonrasında spinel lertzolit (SL) alanına taşınmış ve burada %X1 oranında ergimeye uğramıştır. Söz konusu örneklerin yitim zonundaki (YZ) akışkanların etkisiyle de %X2 kısmi ergimeye uğradığı düşünüldüğünde, örneklerin toplamda ~%10–12 (GL)_{OOS}+%X1 (SL)_{OOS}+%X2 (SL)_{YZ} olmak üzere yaklaşık %22–25 civarında bir kısmi ergime kalıntıları oldukları düşünülmektedir. Buna karşılık kısmi ergime süreçlerine spinel duraylılık alanında başlayan PK10, PK17, PK23 ve PK57 numaralı örneklerin toplamda

%Y1 (SL)_{OOS}+%Y2 (SL)_{YZ} olmak üzere yaklaşık %23–27 arasında kısmi ergime kalıntıları oldukları önerilmektedir. Her iki gruba ait örnekler okyanus ortası sırt ve yitim zonlarında oluşan ergiyiklerle etkileşimi esnasında önemli oranda metazomatizmaya uğramıştır.



Şekil 57. Pozanti-Karsanti ofiyoliti manto kayaları ve kabuksal kesimi için önerilen petrojenetik model. Şekil içerisindeki kısaltmalar metin içerisinde verilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Adam, J. ve Green, T., 2006. Trace element partitioning between mica- and amphibole-bearing garnet lherzolite and hydrous basanitic melt: Experimental results and the investigation of controls on partitioning behavior, Contributions to Mineralogy and Petrology, 152, 1-17.
- Aldanmaz, E., Schmidt, M., W., Gourgaud, A. ve Meisel, T., 2009. Mid-ocean ridge and supra-subduction geochemical signatures in spinel–peridotites from the Neotethyan ophiolites in SW Turkey: Implications for upper mantle melting processes, Lithos, 113, 691-708.
- Aldanmaz, E., 2012. Trace element geochemistry of primary mantle minerals in spinel-peridotites from polygenetic MOR-SSZ suites of SW Turkey: Constraints from an LA-ICP-MS study and implications for mantle metasomatism, Geological Journal, 47, 59-76.
- Anıl, M., 1990. Character morpho-structural and genetic of some chromite deposits of the Pozantı-Karsantı, Mersin and Kızıldağ (Hatay) ophiolitic massifs and comparison with other Mediterranean chromite deposits, Journal of Engineering and Environmental Sciences, 14, 645-675.
- Arai, S., 1994b. Compositional variation of olivine–chromian spinel in Mg–rich magmas as a guide to their residual spinel peridotites, Journal of Volcanology Geothermal Research, 59, 279-293.
- Bağcı, U., Parlak, O. ve Höck, V., 2006. Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulates from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). Geological Journal, 41, 193-219.
- Bağcı, U., 2013. The Geochemistry and Petrology of the Ophiolitic Rocks from the Kahramanmaraş, Region, Southern Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, doi:10.3906
- Batanova, V., G., Sobolev, A., V. ve Schmincke, H., U., 1994. Mantle lherzolites from Troodos ophiolites: Mineralogy and ion probe geochemistry of clinopyroxenes, Mineralogical Magazine, 58A, 57-58.
- Batanova, V., G., Suhr, G. ve Sobolev, A., V., 1998. Origin of geochemical heterogeneity in the mantle peridotites from the Bay of Islands ophiolite, Newfoundland, Canada: ion probe study of clinopyroxenes, Geochim Cosmochim Acta, 62, 853-866.
- Batanova, V., G. ve Sobolev, A., V., 2000. Compositional heterogeneity in subduction-related mantle peridotites, Troodos massif, Cyprus, Geology, 28, 55-58.

- Batanova, V., G., Brüggmann, G., E., Bazylev, B., A., Sobolev, A., V., Kamenetsky, V., S. ve Hofmann, A., W., 2008. Platinum-group element abundances and Os isotope composition of mantle peridotites from the Mamonia complex, Cyprus, Chemical Geology, 248, 195-212.
- Bedard, J., S., 1986. Characteristic Mineralogy of Arc Related of Cumulate Gabbros: Implication for the Tectonic Setting of Gabbroic Plutons and for Andesite Genesis. Geology, 14, 848-851.
- Bedard, E., Hebert, R., Guilmette, C., Lesage, G., Wang, C., S. ve Dostal, J., 2009. Petrology and geochemistry of the Saga and Sangsang ophiolitic massifs, Yarlung Zangbo Suture Zone, Southern Tibet: Evidence for an arc-back-arc origin, Lithos, 113, 48-67.
- Bingöl, A., F., 1978. Petrologie du Masif Ophiolitique de Pozantı-Karsantı (Taurus Cilicien, Turquie): Etude de la Orientale, These 3^e Cycle, Universite Strasbourg.
- Bizimis, M., Salters, V., J., M. ve Bonatti, E., 2000. Trace and REE content of clinopyroxenes from supra-subduction zone peridotites. Implications for melting and enrichment processes in island arcs, Chemical Geology, 165, 67-85.
- Bockrath, C., Ballhaus, C. ve Holzheid, A., 2004. Fractionation of the platinum-group elements during mantle melting, Science 305, 1951-1953.
- Bonatti, E. ve Michael, P. J., 1989. Mantle peridotites from continental rifts to ocean basins to subduction zones, Earth and Planetary Science Letters, 91, 297-311.
- Brenan, J., M., McDonough, W., F. ve Dalpe, C., 2003. Experimental constraints on the partitioning of Rhenium and some platinum-group elements between olivine and silicate melt, Earth and Planetary Science Letters, 212, 135-150.
- Choi, S., H., Shervais, J., V. ve Mukasa, S., B., 2008. Supra-subduction and abyssal mantle peridotites of the Coast Range ophiolite, Contributions to Mineralogy and Petrology, 156, 551-576.
- Coleman, R., G., 1977. Ophiolites: Springer Verlag, New York, 229.
- Creaser, R., A., Papanastassiou, D., A. ve Wasserburg, G., J., 1991. Negative thermal ion mass spectrometry of osmium, rhenium and iridium. Geochimica et Cosmochimica, 55, 397-401.
- Cvetkovic, V., Downes, H., Prelevic, D., Jovanovic, M. ve Lazarov, M., 2004. Characteristics of the lithospheric mantle beneath East Serbia inferred from ultramafic xenoliths in Palaeogene basanites, Contributions to Mineralogy and Petrology, 148, 335-357.
- Çakır, Ü., 1978. Petrologie Du Masisf De Pozantı-Karsantı (Taurus Cilicien, Turquie): Etude La Partie Centrala. These De Doctorat d'Ing. Univ. Strasbourg, 251.

- Çataklı, A., S., 1978. Petrographie et Geochimie des Filons de la partie Occidentale du Masif Ophiolitique de Pozantı-Karsantı (Turqie), 6 eme R.A.S.T. Orsay, Paris, 94.
- Dale, C., W., Gannoun, A., Burton, K., W., Argles, T., W. ve Parkinson, I., 2007. Rhenium–osmium isotope and elemental behaviour during subduction of oceanic crust and the implications for mantle recycling. Earth and Planetary Science Letters, 253, 211-225.
- Dick, H., J., B. ve Bullen, T., 1984. Chromium Spinel as A Petrogenetic Indicator in Abyssal and Alpine–type Peridotites and Spatially Associated Lavas, Contributions to Mineralogy and Petrology, 86, 54-76.
- Dick, H., B., Fisher, R., L. ve Bryan, W., B., 1984. Mineralogic variability of the uppermost mantle along mid-ocean ridges. Earth Planet Sci. Lett., 69, 88-106.
- Dick, H., J., B., 1989. Abyssal peridotites, very slow spreading ridges and ocean ridge magmatism. In: Saunders, A. D. & Norry, M.J. (eds) Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society, London, Special Publications 42, 71-105.
- Dilek, Y. ve Moores, E., M., 1990. Regional Tectonics of the Eastern Mediterranean Ophiolites. In: Malpas J, Moores E, Panayiotou A, Xenophontos C (eds.), Ophiolites–Oceanic Crustal Analogues. Proc Troodos Ophiolite Symp, Geological Survey, Cyprus 1987, 295-309.
- Dilek, Y. ve Flower, M., F., J., 2003. Arc-Trench Rollback and Forearc Accretion: A Model Template for Ophiolites in Albania, Cyprus and Oman, Geological Society, London, 218, 43-68.
- Elthon, D., 1992. Chemical trends in abyssal peridotites: refertilization of depleted oceanic mantle, J. Geophys Res. 97, 9015-9025.
- Falloon, T., J., Green, D., H., Hatton, C., J. ve Harris, K., L., 1988. Anhydrous partial melting of a fertile and depleted peridotite from 2 to 30 Kb and application to basalt petrogenesis, Journal of Petrology, 29, 1257-1282.
- Gaetani, G., A. ve Grove, T., L., 1998. The influence of water on melting of mantle peridotite, Contributions to Mineralogy and Petrology, 131, 323-346.
- Gasparik, T. ve Newton, R., C., 1984. The reversed alumina contents of orthopyroxene in equilibrium with spinel and forsterite in the system MgO-Al₂O₃-SiO₂. Contributions to Mineralogy and Petrology, 85, 186-196.
- Ghiorso, M., S., Hirschmann, M., M., Reiners, P., W. ve Kress III, V., C., 2002. The pMELTS: a revision of MELTS aimed at improving calculation of phase relations and major element partitioning involved in partial melting of the mantle at pressures up to 3 GPa, Geochemistry Geophysics Geosystems, doi:10.1029/2001GC000217.

- Green, T., H., Blundy, J., D., Adam, J. ve Yaxley, G., M., 2000. SIMS determination of trace element partition coefficients between garnet, cpx, and hydrous basaltic liquids at 2–7.5 GPa and 1080–1200C, Lithos, 53, 165-187.
- Griffin, W., L., Suzanne, Y., O., Alfonso, J., C. ve Begg, G., C., 2009. The Composition and Evolution of Lithospheric Mantle: a Re-evaluation and its Tectonic Implications. 50, 1185-1204.
- Harvey, J., Gannoun, A., Burton, K., W., Rogers, N., W., Alard, O. ve Parkinson, I., J., 2006. Ancient melt extraction from the oceanic upper mantle revealed by Re–Os isotopes in abyssal peridotites from the Mid-Atlantic Ridge, Earth and Planetary Science Letters, 244, 606-621.
- Hauri, E., H., Whitehead, J., A. ve Hart, S., R., 1994. Fluid dynamic and geochemical aspects of entrainment in mantle plumes, J. Geophys. Res., 99, 24275–24300.
- Hebert, R., Adamson, A., C. ve Komor, S., C., 1990. Metamorphic Petrology of ODP 109, Hole 670A Serpentinized Peridotites: Serpentinization Processes at a Slow Spreading Ridge Environment. In Proceedings of the ODP, Sci. Results 106/109. (R. Detrick, J. Honnorez, W.B. Bryan, T. Juteau, Ed.), College Station, Texas, 103-115.
- Hellebrand, E., Snow, J., E., Dick, H., J., B. ve Hofmann, A., W., 2001. Coupled major and trace elements as indicators of the extent of melting in mid-ocean-ridge peridotites, Nature, 410, 677-681.
- Hellebrand, E., Snow, J., E., Hoppe, P. ve Hofmann, A., W., 2002. Garnet-field melting and late-stage refertilization in residual abyssal peridotites from the Central Indian Ridge, Journal of Petrology, 43, 2305-2338.
- Hirose, K. ve Kushiro, L., 1993. Partial melting of dry peridotites at high pressures; determination of compositions of melts segregated from peridotite using aggregates of diamond, Earth and Planetary Science Letters, 114, 477-489.
- Ishii, T., Robinson, P., T., Maekawa, H. ve Fiske, R., 1992. Petrological Studies of Peridotites from Diapiric Serpentinite Seamounts in the Izu–Ogasawara–Mariana Forearc, Leg 125. In: Fryer, O., Pearce, J.A., Stokking, L.B. vd. (ed.) Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 125, Ocean Drilling Program, College Station, TX, 445-485.
- Ishikawa, A., Kuritani, T., Makishima, A. ve Nakamura, E., 2007. Ancient recycled crust beneath the Ontong Java Plateau: Isotopic evidence from the garnet clinopyroxenite xenoliths, Malaita, Solomon Islands, Earth Planetary Science Letters, 259, 134-148.
- Jean, M., M., Shervais, J., W., Choi, S., H. ve Mukasa, S., B., 2010. Melt extraction and melt refertilization in mantle peridotite of the Coast Range ophiolite: an LA–ICP–MS study, Contributions to Mineralogy and Petrology, 159, 113-136.

- Johnson, K., T., Dick, H., J., B. ve Shimizu, N., 1990. Melting in the oceanic upper mantle: an ion microprobe study of diopsides in abyssal peridotites, Journal of Geophysical Research, 95, 2661-2678.
- Johnson, K., T. ve Dick, H., J., B., 1992. Open system melting and temporal and spatial variation of peridotite and basalt at the Atlantis II Fracture Zone, Journal of Geophysical Research, 97, 9219-9241.
- Juteau, T., 1980. Ophiolites of Turkey, Ophioliti, 2, 199-205.
- Kelemen, P., B., Shimizu, N. ve Dunn, T., 1993. Relative depletion of niobium in some arc magmas and the continental crust: partitioning of K, Nb, La and Ce during melt-rock reaction in the upper mantle, Earth and Planetary Science Letters, 120, 111-134.
- Kinzler, R., J. ve Grove, T., L., 1992. Primary magmas of mid-ocean ridge basalts 1. Experiments and methods, Journal of Geophysical Research, 97, 6907-6926.
- Kinzler, R., J., 1997. Melting of mantle peridotite at pressures approaching the spinel to garnet transition: application to the generation of mid-ocean ridge basalts, Journal of Geophysical Research, 102, 853-874.
- Lazarov, M., Brey, G., P. ve Weyer, S., 2012. Evolution of the South African mantle: a case study of garnet peridotites from the Finsch diamond mine (Kaapvaal craton); Part 2: Multiple depletion and re-enrichment processes, Lithos, 154, 210-223.
- Liu, C., Z., Snow, J., E., Brüggmann, G., Hellebrand, E. ve Hofmann, A., W., 2009. Non-chondritic budget in Earth's upper mantle evidenced by abyssal peridotites from Gakkel ridge (Arctic Ocean), Earth and Planetary Science Letters, 283, 122-132.
- Luguet, A., Pearson, D., G., Nowell, G., M., Dreher, S., T., Coggon, J., A., Spetsius, Z., V. ve Parman, S., W., 2008. Enriched Pt–Re–Os isotope systematics in plume lavas explained by metasomatic sulfides, Science, 319, 453-456.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2002. 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Adana paftası, MTA, Ankara.
- McDonough, W., F. ve Sun, S., 1995. The composition of the Earth, Chemical Geology, 120, 223-253.
- Meisel, T., Moser, J. ve Wegscheider, W., 2001. Recognizing heterogeneous distribution of platinum group elements (PGE) in geological materials by means of the Re–Os isotope system, Fresenius' J. Anal. Chem., 370, 566-572.
- Miao, L., C., Fan, W., M., Liu, D., Y., Zhang, F., Q., Jian, P. ve Guo, F., 2008. Geochronology and geochemistry of the Hegenshan ophiolitic complex: implications for late-stage tectonic evolution of the Inner Mongolia-Daxinganling orogenic belt, China, J. Asian Earth Sci, 32, 348-370.

- Miller, C., Thoni, M., Wolfgang, F., Schuster, R., Melcher, F., Meisel, T. ve Zanetti, A., 2002. Geochemistry and tectonomagmatic affinity of the Yungbwa ophiolite, SW Tibet, Lithos, 66, 155-172.
- Moore, E., M., 1982. Origin and Emplacement of Ophiolites, Reviews of Geophysics and Space Physics, 20, 735-760.
- Nicolas, A., 1989. Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere, Kluwer Ed., 367.
- Niu, Y., 1997. Mantle Melting and Melt Extraction Processes Beneath Ocean Ridges: Evidence from Abyssal Peridotites, Journal of Petrology, 38, 1047-1074.
- Niu, T., 2004. Bulk-rock major and trace element compositions of abyssal peridotites: implications for mantle melting, melt extraction and post-melting processes beneath mid ocean ridges, Journal of Petrology, 45, 2423-2458.
- Ottley, C., J., Pearson, D., G. ve Irvine, G., J., 2003. A routine method for the dissolution of geological samples for the analysis of REE and trace elements via ICP-MS. In: Holland, J.G., Taner, S.D. (Eds.), Plasma Source Mass Spectrometry, Applications and Emerging Technologies, The Royal Society of Chemistry, 221-230.
- Ovalıoğlu, P., 1963. Die Chromerzlagerristatten Von Pozantı Reviers und ihre Ophiolitische Muttergesteine, MTA, 114, 86.
- Palme, H. ve O'Neill, H.St.C., 2004. Cosmochemical estimates of mantle composition. In: Holland HD, Turekian KK (eds) Treatise on geochem, 2. Elsevier, Amsterdam, 1-38.
- Parkinson, I., J., Pearce, J., A., Thirwall, M., F., Johnson, K., T., M. ve Ingram, G., 1992. Trace element geochemistry of peridotites from the Izu-Bonin-Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer P, Pearce JA, Stokking LB (eds) Proceedings of the ODP Sci Results 125. Ocean Drilling Program, College Station, Texas, 487-506.
- Parkinson, I., J. ve Pearce, J., A., 1998. Peridotites From the Izu-Bonin-Mariana Forearc (ODP Leg 125), Evidence for Mantle Melting and Melt-mantle Interaction in a Supra-subduction Zone Setting, Journal of Petrology, 39, 1577-1618.
- Parkinson, I., J., Arculus, R., J. ve Eggins, S., M., 2003. Peridotite xenoliths from Grenada, Lesser Antilles Island Arcs, Contributions to Mineralogy and Petrology, 146, 241-262.
- Parlak, O., Delaloye, M. ve Bingöl, E., 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite Southern Turkey, Geologische Rundschau, 85, 647-661.
- Parlak, O. ve Delaloye, M., 1999. Precise $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Ages from the Metamorphic Sole of the Mersin Ophiolite (Southern Turkey), Tectonophysics, 301, 145-158.

- Parlak, O., Höck, V. ve Delaloye, M., 2000. Suprasubduction zone origin of the Pozanti–Karsanti ophiolite (southern Turkey) deduced from whole-rock and mineral chemistry of the gabbroic cumulates. In: Bozkurt, E., Winchester, J. A., Piper, J., D., A. (Eds.), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*. Geological Society, London, Special Publications, 173, 219-234.
- Parlak, O., Höck, V. ve Delaloye, M., 2002. The suprasubduction zone Pozanti–Karsanti ophiolite, southern Turkey: Evidence for high-pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates, Lithos, 65, 205-224.
- Pearce, J., A., Thirlwall, M., F., Ingram, G., Murton, B., J., Arculus, R., J. ve Van der Laan, S., R., 1992a. Isotopic evidence for the origin of boninites and related rocks drilled in the Izu–Bonin (Ogasawara) forearc, LEG125. In: Fryer P, Pearce JA, Stokking LB (eds) *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Ocean Drilling Program, College Station, 125, 237-261.
- Pearce, J., A., Van der Laan, S., R., Arculus, R., J., Murton, B., J., Ishii, T., Peate, D., W. ve Parkinson, I., J., 1992b. Boninite and harzburgite from LEG125 (Bonin–Mariana Forearc): a case study of magma genesis during the initial stages of subduction. In: Fryer P, Pearce JA, Stokking LB (eds) *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Ocean Drilling Program, College Station, 125, 623-657.
- Pearce, J., A., Barker, P., F., Edwards, S.J., Parkinson, I., J. ve Leat, P., T., 2000. Geochemistry and Tectonic Significance of Peridotites From The South Sandwich Arc–basin Systems, South Atlantic, Contributions to Mineralogy and Petrology, 139, 36-53.
- Polat, A. ve Casey, J., F., 1995. A Structural Record of The Emplacement of the Pozanti–Karsanti Ophiolite Onto the Menderes-Taurus Block in the Late Cretaceous, Eastren Taurides, Turkey, J. Structu. Geology, 17, 1673-1688.
- Potts, P., J., Tindle, A., G. ve Webb, P., C., 1992. *Geochemical Reference Materials Compositions, Rocks, Minerals, Sediments, Soils, Carbonates, Refractories and Ores Used in Research and Industry*, Whittles Publishing, Caithness.
- Rollinson, H., R., 1993. *Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation*. Longman, England, 352 p.
- Sano, S. ve Kimura, A-I., 2007. Clinopyroxene REE Geochemistry of the Red Hills Peridotite, New Zealand: Interpretation of Magmatic Processes in the Upper Mantle and in the Moho Transition Zone, Journal of Petrology, 48, 113-139.
- Seyler, M., Lorand, J., P., Toplis, M., J. ve Godard, G., 2004. Asthenospheric metasomatism beneath the mid-ocean ridge: Evidence from depleted abyssal peridotites, Geology, 32, 301-304.
- Shervais, J., W., 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas, Earth Planet. Sci. Lett., 59, 101-18.

- Simon, N., S., C., Irvine, G., J., Davies, G., R., Pearson, D., G. ve Carlson, R., W., 2003. The origin of garnet and clinopyroxene in depleted Kaapvaal peridotites, Lithos, 71, 289-322.
- Susan, A. ve Bernard, J., W., 1986. Spinel-pyroxene-garnet relationships and their dependence on Cr/Al ratio, Contributions to Mineralogy and Petrology, 92, 471-480.
- Uysal, I., Kaliwoda, M., Karsli, O., Tarkian, M., Sadiklar, M., B. ve Ottley, C., J., 2007. Compositional variations as a result of partial melting and melt-peridotite interaction in an upper mantle section from the Ortaca area, southwestern Turkey, Can Mineral, 45, 1471-1493.
- Uysal, I., Ersoy, Y., Karsh, O., Dilek, Y., Sadiklar, M.B., Ottley, C., J., Tiepolo, M. ve Meisel, T., 2012. Coexistence of abyssal and ultra-depleted SSZ type mantle peridotites in a Neo-Tethyan Ophiolite in SW Turkey: Constrains from mineral composition, whole-rock geochemistry (major-trace-REE-PGE) and Re-Os isotope systematics, Lithos, 132-133, 50-69.
- Uysal, İ., Şen, A.D., Ersoy, E.Y., Dilek, Y., Saka, S., Zaccarini, F., Escayola, M. ve Karsli, O., 2013. Geochemical make-up of oceanic peridotites from NW Turkey and the multi-stage melting history of the Tethyan upper mantle, Mineralogy and Petrology, doi:10.1007/s00710-013-0277-3.
- Völkening, J., Walczyk, T. ve Heumann, K., J., 1991. Osmium isotope ratio determinations by negative thermal ionization mass spectrometry, International Journal of Mass Spectrometry and Ion Processes, 105, 147-159.
- Walker, R., J., Carlson, R., W., Shirey, S., B. ve Boyd, F., R., 1989. Os, Sr, Nd, and Pb isotope systematics of southern African peridotite xenoliths: Implications for the chemical evolution of subcontinental mantle, Geochimica et Cosmochimica Acta, 53, 1583-1595.
- Walter, M., J., 1998. Melting of garnet peridotite and the origin of komatiite and depleted lithosphere, Journal of Petrology, 39, 29-60.
- Wasylenki, L., E., Baker, M., B., Kent, A., J., R. ve Stolper, E., M., 2003. Nearsolidus melting of the shallow upper mantle: partial melting experiments on depleted peridotites, Journal of Petrology, 44, 1163-1191.
- Widom, E., Kepezhinskas, P. ve Defant, M., 2003. The nature of metasomatism in the sub-arc mantle wedge: Evidence from Re-Os isotopes in Kamchatka peridotite xenoliths, Chem Geol., 196, 283-306.
- Xia, L., Q., Xia, Z., C. ve Xu, X., Y., 2003. Magmagenesis in the Ordovician in back basins of the northern Qilian Mountains, China, Geological Society of America Bulletin, 115, 1510-1522.

- Yetiş, C., 1984. New Observation on The Age of The Ecemiş Fault: International Symposium On The Geology of Taurus Belt, Proceeding, Ankara, 159-164.
- Zhou, M., F., Robinson, P., T., Malpas, J., Edwards, S., J. ve Qi, L., 2005. REE and PGE geochemical constraints on the formation of dunite in the Luobusa ophiolite, Southern Tibet, Journal of Petrology, 46, 615-639.

7. EKLER

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	PK14	PK14	PK14	PK14	PK14	PK14	PK14	PK14	PK14	PK17	PK17	PK17	PK17	PK17	PK17	PK17	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23	PK23
Analiz#	23	24	28	31	5	7	9	1	1	2	3	4	5	6	7	1	11	12	13	16	19	20					
Kayaç Grubu	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
SiO ₂	41.79	41.57	41.90	41.98	41.58	41.87	41.93	41.98	42.24	41.92	41.76	41.63	41.28	41.75	41.51	41.34	41.83	41.28	41.48	41.48	41.41	40.93					
TiO ₂	dla	dla	0.02	dla	0.01	0.00	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.02	dla	0.01	0.01	dla	dla	dla	0.02	0.00					
Al ₂ O ₃	dla	dla	dla	0.00	0.00	0.01	dla	0.00	0.01	dla	0.01	0.01	0.00	dla	dla	dla	dla	0.00	dla	dla	dla	dla					
Cr ₂ O ₃	0.04	dla	0.02	0.00	dla	0.00	dla	0.01	0.08	0.01	0.04	0.05	dla	0.04	0.00	dla	dla	dla	dla	dla	0.02	0.02					
FeO	8.90	8.79	8.82	8.88	8.95	8.76	8.86	8.66	8.16	7.98	8.05	8.30	8.55	9.05	9.20	8.59	8.26	8.82	8.52	8.57	8.71						
MnO	0.16	0.14	0.12	0.15	0.12	0.16	0.09	0.11	0.10	0.13	0.13	0.12	0.14	0.13	0.18	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.17	0.15					
NiO	0.45	0.38	0.38	0.42	0.38	0.43	0.43	0.34	0.38	0.45	0.37	0.37	0.48	0.38	0.40	0.40	0.37	0.39	0.34	0.46	0.38						
MgO	48.22	48.16	47.44	51.79	48.66	48.29	48.28	48.55	48.46	48.43	48.27	47.96	47.53	47.22	48.32	46.77	47.68	47.59	48.00	47.86	47.49						
CaO	0.02	0.05	0.03	0.05	0.03	dla	0.06	0.00	0.01	0.02	dla	0.02	0.03	0.01	dla	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01						
Na ₂ O	dla	0.01	0.01	dla	0.00	dla	dla	0.00	dla	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	dla	dla	0.01	dla	0.01	0.01	dla						
K ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.00	dla	dla	dla	0.00	0.02	dla	0.01	dla	0.01	0.01	dla	0.00	dla	dla	dla	dla	0.00	0.01					
Σ	99.57	99.10	98.76	103.28	99.73	99.52	99.65	99.66	99.46	98.94	98.65	98.46	98.03	98.62	99.62	97.26	98.29	98.25	98.50	98.52	97.71						
Si	1.023	1.022	1.032	0.993	1.016	1.024	1.024	1.024	1.030	1.027	1.027	1.027	1.025	1.031	1.017	1.033	1.032	1.023	1.024	1.023	1.023	1.021					
Ti	-	-	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	-	-	-	0.000	-	0.000	0.000	-	-	-	-	0.000					
Al	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	-	-	0.000	-	-	-	-					
Cr	0.001	-	0.000	0.000	-	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003					
Fe ²⁺	0.182	0.181	0.182	0.176	0.183	0.179	0.181	0.177	0.166	0.164	0.166	0.171	0.178	0.187	0.188	0.180	0.170	0.183	0.176	0.177	0.182						
Mn	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003					
Ni	0.009	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007	0.009	0.007	0.007	0.010	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.007	0.009	0.008					
Mg	1.759	1.764	1.742	1.826	1.773	1.761	1.758	1.766	1.761	1.769	1.769	1.763	1.759	1.738	1.765	1.742	1.754	1.759	1.766	1.763	1.763	1.765					
Ca	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	-	0.002	0.000	0.000	0.000	-	0.001	0.001	0.000	-	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000						
Na	-	0.000	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	-	0.000	0.000	0.000						
K	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	0.000	0.000	-	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	-	-	-	-	0.000						
Σ	2.977	2.979	2.968	3.007	2.984	2.976	2.976	2.976	2.969	2.973	2.973	2.973	2.975	2.969	2.983	2.967	2.968	2.977	2.976	2.977	2.977						
Mg#	90.6	90.7	90.6	91.2	90.6	90.8	90.7	90.9	91.4	91.5	91.4	91.2	90.8	90.3	90.4	90.7	91.1	90.6	90.9	90.9	90.9						

Ek Tablo 1'in devamı.

Örnek#	PK70	PK66	PK66	PK66	PK66	PK66	PK66	PK66	PK66
Analiz#	22	15	21	28	5	9			
Kayaç Grubu	UK	MK	MK	MK	MK	MK	MK	MK	MK
SiO ₂	41.64	41.04	40.71	40.73	40.63	41.00			
TiO ₂	dla	dla	0.01	0.01	0.00	0.00			
Al ₂ O ₃	dla	0.00	0.00	0.01	0.01	dla			
Cr ₂ O ₃	dla	0.00	0.07	0.02	dla	dla			
FeO	10.50	12.64	12.47	12.69	12.93	12.85			
MnO	dla	0.17	0.19	0.15	0.12	0.20			
NiO	0.21	0.29	0.25	0.16	0.31	0.26			
MgO	47.71	44.44	45.48	44.53	44.63	44.54			
CaO	0.01	dla	0.03	0.01	0.03	0.02			
Na ₂ O	0.01	dla	dla	0.00	dla	dla			
K ₂ O	dla	0.01	dla	0.01	dla	dla			
Σ	100.08	98.61	99.20	98.31	98.66	98.88			
Si	1.019	1.031	1.017	1.026	1.022	1.028			
Ti	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000			
Al	-	0.000	0.000	0.000	0.000	-			
Cr	-	0.000	0.001	0.000	-	-			
Fe ²⁺	0.215	0.266	0.260	0.267	0.272	0.269			
Mn	-	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004			
Ni	0.004	0.006	0.005	0.003	0.006	0.005			
Mg	1.741	1.664	1.693	1.672	1.674	1.665			
Ca	-	-	0.001	0.000	0.001	0.000			
Na	-	-	-	0.000	-	-			
K	-	0.000	-	0.000	-	-			
Σ	2.981	2.970	2.982	2.974	2.978	2.972			
Mg#	89.0	86.2	86.7	86.2	86.0	86.1			

Ek Tablo 2' nin devamı.

Örnek#	PK45	PK45	PK45	PK46	PK46	PK46	PK47	PK47	PK47	PK47	PK47	PK47	PK47	PK47	PK47	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	
Analiz#	17	28	29	30	1	16	18	10	10	12	12	17	2	26	31	5	1	2	3	4	5	6	7	7	7	
Kayaç Grubu	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
SiO ₂	57.7	55.7	55.9	57.5	56.7	56.4	57.1	58.0	58.0	58.0	58.0	57.9	55.7	57.7	58.0	57.0	58.4	58.0	57.9	57.8	58.1	57.5	57.8	57.8	57.8	57.8
TiO ₂	dla	0.0	0.0	0.0	dla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	dla	0.0	dla	dla	dla	dla	dla
Al ₂ O ₃	1.8	2.1	2.2	2.1	2.1	2.3	2.3	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7	1.4	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7
Cr ₂ O ₃	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FeO	5.9	5.4	5.6	5.8	5.4	5.4	5.1	5.9	6.0	5.9	6.0	6.7	6.7	5.9	5.9	5.4	5.9	5.8	5.8	5.7	5.6	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6
MnO	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
NiO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	dla	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
MgO	34.1	33.5	33.8	34.2	33.7	33.9	32.6	32.7	32.6	32.6	32.4	32.4	32.1	32.5	33.3	31.1	33.6	33.4	33.1	33.0	32.9	32.8	32.7	32.7	32.7	32.7
CaO	0.8	2.1	1.1	0.7	0.7	1.0	2.4	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	3.9	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
Na ₂ O	dla	0.0	dla	dla	dla	0.0	0.0	dla	dla	dla	dla	dla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	dla	dla	dla	0.0	0.0	0.0	0.0
K ₂ O	dla	dla	dla	0.0	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.0	dla	dla	dla	dla	0.0	0.0	0.0	0.0	dla	0.0	0.0	0.0
Σ	100.8	99.6	99.3	101.0	99.2	99.8	100.4	99.8	99.5	99.5	99.4	99.4	98.0	99.5	100.3	99.7	101.0	100.1	99.9	99.3	100.1	99.3	99.3	99.5	99.5	99.5
Si	1.969	1.936	1.942	1.958	1.963	1.947	1.961	1.996	2.001	2.001	2.001	2.001	1.968	1.996	1.988	1.980	1.988	1.989	1.992	1.999	1.992	1.989	1.992	1.995	1.995	1.995
Ti	-	0.001	0.001	-	-	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-
Al	0.074	0.086	0.088	0.083	0.085	0.092	0.093	0.067	0.062	0.062	0.066	0.065	0.065	0.062	0.064	0.064	0.067	0.064	0.067	0.056	0.068	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
Cr	0.011	0.017	0.019	0.018	0.018	0.020	0.022	0.017	0.012	0.012	0.014	0.020	0.020	0.017	0.016	0.019	0.016	0.014	0.015	0.010	0.014	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
Fe ²⁺	0.168	0.157	0.164	0.165	0.151	0.155	0.146	0.170	0.170	0.170	0.172	0.198	0.198	0.171	0.168	0.157	0.168	0.165	0.166	0.166	0.162	0.165	0.162	0.162	0.162	0.162
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.004	0.004	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.004	0.003	0.004	0.003	0.005	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005
Ni	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
Mg	1.734	1.733	1.748	1.737	1.739	1.743	1.668	1.679	1.679	1.679	1.669	1.669	1.694	1.676	1.703	1.609	1.703	1.709	1.695	1.702	1.685	1.691	1.685	1.685	1.685	1.685
Ca	0.030	0.078	0.039	0.025	0.026	0.036	0.089	0.028	0.030	0.032	0.032	0.037	0.037	0.034	0.026	0.145	0.020	0.025	0.028	0.030	0.038	0.038	0.038	0.035	0.035	0.035
Na	-	0.002	-	-	-	0.001	0.002	-	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	0.001	0.000	0.000	-	-	-	-
Σ	3.989	4.012	4.004	3.992	3.985	3.998	3.982	3.962	3.961	3.959	3.959	3.971	3.978	3.964	3.971	3.970	3.972	3.972	3.967	3.968	3.967	3.971	3.966	3.966	3.966	3.966
Mg#	91.2	91.7	91.4	91.3	92.0	91.8	91.9	90.8	90.8	90.8	90.7	90.7	89.5	90.7	91.0	91.1	91.0	91.2	91.1	91.1	91.2	91.1	91.2	91.2	91.2	91.2
Vo	1.6	4.0	2.0	1.3	1.3	1.9	4.7	1.5	1.6	1.6	1.7	1.9	1.9	1.8	1.4	7.6	1.1	1.3	1.5	1.6	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
En	89.8	88.0	89.6	90.1	90.8	90.1	87.6	89.4	89.4	89.4	89.1	87.8	89.1	89.1	89.8	84.2	90.0	90.0	89.7	89.7	89.4	89.3	89.5	89.5	89.5	89.5
Fs	8.7	8.0	8.4	8.6	7.9	8.0	7.7	9.0	9.0	9.0	9.2	10.3	9.1	8.9	8.9	8.2	8.9	8.7	8.8	8.7	8.6	8.7	8.6	8.6	8.6	8.6

Ek Tablo 3' ün devamı.

Örnek#	PK18		PK18		PK28		PK28		PK28		PK28		PK28		PK28		PK28		PK28		PK32		PK32	
	23	28	4	8	1	10	11	13	14	15	22	24	26	30	31	32	5	7	8	10	11			
Kayaç Grubu	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK
SiO ₂	54.21	53.84	50.84	55.94	55.51	54.93	54.79	55.25	54.77	53.47	55.30	53.85	55.28	55.75	54.77	55.03	52.93	54.79	54.76	53.40	54.16			
TiO ₂	0.07	0.07	0.05	0.01	0.06	0.06	0.05	0.07	0.08	0.05	0.08	0.08	0.04	0.03	0.05	0.05	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07			
Al ₂ O ₃	1.53	1.54	1.54	0.10	1.19	1.07	1.11	1.11	1.09	1.09	1.09	1.11	1.04	0.49	1.05	1.16	1.06	1.06	1.07	1.71	1.72			
Cr ₂ O ₃	0.56	0.56	0.40	dla	0.60	0.56	0.62	0.63	0.64	0.58	0.60	0.54	0.53	0.20	0.57	0.56	0.63	0.58	0.55	0.72	0.63			
FeO	3.20	3.06	4.72	1.70	3.39	2.13	2.31	2.23	2.29	2.86	2.35	2.59	2.10	1.82	2.37	2.31	3.26	2.49	2.29	2.89	2.70			
MnO	0.09	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.05	0.07	0.04	0.07	0.05	0.10	0.10	0.01	0.07	0.04	0.05	0.09	0.08	0.03			
NiO	dla	0.06	0.02	0.04	0.01	dla	0.02	0.11	dla	0.03	dla	dla	0.00	0.06	0.02	0.03	0.02	0.01	0.06	0.03	0.04			
MgO	16.49	16.09	19.89	18.39	19.62	17.29	16.88	17.13	16.93	19.05	16.97	17.55	16.64	17.38	17.62	16.58	18.85	17.67	17.07	16.88	16.47			
CaO	23.56	24.16	18.32	25.46	20.51	23.81	23.89	24.00	23.83	20.22	24.14	22.68	24.22	24.42	22.79	24.01	20.47	23.43	23.70	23.62	23.81			
Na ₂ O	0.08	0.10	0.09	dla	0.08	0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.11	0.09	0.10	0.05	0.08	0.08	0.04	0.08	0.11	0.09	0.10			
K ₂ O	dla	0.00	0.00	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	dla	dla	0.00	0.01	dla	0.01	dla	0.02	dla	dla	dla	dla			
Σ	99.78	99.58	95.97	101.76	101.06	100.07	99.87	100.71	99.84	97.51	100.72	98.54	100.05	100.30	99.35	99.89	97.37	100.22	99.80	99.49	99.72			
Si	1.977	1.972	1.926	1.994	1.981	1.988	1.989	1.989	1.989	1.977	1.991	1.980	2.001	2.010	1.992	1.996	1.967	1.982	1.989	1.955	1.973			
Ti	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002			
Al	0.066	0.066	0.069	0.004	0.050	0.046	0.047	0.047	0.047	0.048	0.046	0.048	0.044	0.021	0.045	0.050	0.046	0.045	0.046	0.074	0.074			
Cr	0.016	0.016	0.012	-	0.017	0.016	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017	0.016	0.015	0.006	0.016	0.016	0.018	0.016	0.016	0.021	0.018			
Fe ²⁺	0.097	0.094	0.149	0.051	0.101	0.064	0.070	0.067	0.069	0.088	0.071	0.080	0.064	0.055	0.072	0.070	0.101	0.075	0.070	0.088	0.082			
Mn	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	0.003	0.000	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001			
Ni	-	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	-	0.001	-	-	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001			
Mg	0.896	0.878	1.123	0.977	1.043	0.933	0.914	0.919	0.917	1.050	0.911	0.962	0.898	0.934	0.956	0.897	1.044	0.953	0.924	0.921	0.895			
Ca	0.920	0.948	0.744	0.972	0.784	0.923	0.929	0.926	0.927	0.801	0.931	0.893	0.939	0.943	0.888	0.933	0.815	0.908	0.922	0.927	0.929			
Na	0.006	0.007	0.007	-	0.006	0.008	0.008	0.008	0.009	0.008	0.008	0.006	0.007	0.003	0.006	0.005	0.003	0.005	0.008	0.006	0.007			
K	-	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	-	0.001	-	0.001	-	-	-	-			
Σ	3.983	3.988	4.035	4.003	3.987	3.983	3.980	3.981	3.981	3.993	3.979	3.989	3.972	3.978	3.978	3.972	4.000	3.988	3.982	3.998	3.983			
Mg#	90.2	90.4	88.3	95.1	91.2	93.5	92.9	93.2	93.0	92.2	92.8	92.4	93.4	94.4	93.0	92.7	91.2	92.7	93.0	91.2	91.6			
Vo	48.1	49.4	36.9	48.6	40.7	48.1	48.6	48.4	48.5	41.3	48.7	46.2	49.4	48.8	46.4	49.1	41.6	46.9	48.1	47.9	48.8			
En	46.8	45.7	55.7	48.8	54.1	48.6	47.7	48.1	47.9	54.1	47.6	49.7	47.2	48.3	49.9	47.2	53.3	49.2	48.2	47.6	46.9			
Fs	5.1	4.9	7.4	2.5	5.3	3.4	3.7	3.5	3.6	4.6	3.7	4.1	3.3	2.8	3.8	3.7	5.2	3.9	3.6	4.6	4.3			

Ek Tablo 4'ün devamı.

Örnek#	PK45	PK45	PK45	PK45	PK45	PK45	PK45	PK45	PK45	PK46	PK46	PK47	PK47	PK47	PK47	PK47	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	PK48	
Analiz#	13	14	15	21	22	24	24	25	26	9	11	14	24	28	7	8	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	
Kayaç Grubu	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
SiO ₂	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	dla	dla	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01	dla	0.02	dla	0.02	0.02	
TiO ₂	0.02	0.03	0.05	0.03	0.02	dla	dla	0.02	0.01	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03	dla	0.02	0.02	dla	0.03	0.02	0.03	0.02	
Al ₂ O ₃	27.08	28.98	26.61	27.04	28.74	27.79	27.86	26.67	24.77	28.23	27.62	27.62	20.86	22.46	20.91	21.45	21.34	22.52	22.26	23.00	22.77	22.99	22.77	22.99	22.99	22.99	
Cr ₂ O ₃	42.64	40.08	43.36	42.93	40.86	41.65	42.08	42.48	43.44	40.75	41.54	46.88	44.65	47.97	46.82	46.41	45.43	46.69	44.84	45.03	45.55	45.03	45.55	45.55	45.55		
Fe ₂ O ₃	0.92	1.54	1.17	1.01	0.90	1.28	0.48	1.53	1.35	1.12	0.81	1.38	1.43	0.97	1.13	1.91	2.08	1.70	1.26	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65		
FeO	17.11	17.24	15.77	16.99	16.54	16.66	16.91	16.83	17.30	15.62	16.23	17.23	18.10	16.72	17.45	15.91	16.28	16.77	16.44	16.55	16.84	16.55	16.84	16.84	16.84		
MnO	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	dla	
NiO	0.13	0.06	0.10	0.15	0.13	0.12	0.01	0.13	0.06	0.13	0.03	0.03	0.14	0.05	0.07	0.14	0.10	0.07	0.08	0.03	0.02	0.02	0.07	0.07	0.07		
MgO	12.54	12.83	13.42	12.74	13.06	12.96	12.77	12.64	11.98	13.49	13.04	11.36	10.95	11.83	11.33	12.28	12.14	12.12	12.05	12.00	11.94	11.94	11.94	11.94	11.94		
CaO	0.01	dla	0.01	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.01	0.01	0.00	dla	dla	0.01	0.01	0.02	dla	dla	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Na ₂ O	0.02	dla	dla	0.02	0.02	dla	0.01	dla	dla	dla	0.02	0.02	dla	0.00	0.01	0.01	dla	0.04	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01		
K ₂ O	dla	dla	0.01	dla	dla	0.01	0.01	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.02	0.00	0.00	0.03	dla	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01		
Σ	100.50	100.77	100.53	100.94	100.28	100.49	100.15	100.32	98.97	99.43	99.38	97.92	97.69	98.59	98.36	98.02	98.66	99.71	97.67	98.10	98.55	98.10	98.55	98.55	98.55		
Si	-	0.001	0.001	0.001	-	0.001	-	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	-	-	0.001	-	0.001		
Ti	-	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
Al	0.962	1.018	0.942	0.956	1.013	0.982	0.988	0.950	0.903	1.001	0.985	0.783	0.841	0.778	0.800	0.794	0.830	0.814	0.853	0.843	0.847	0.843	0.847	0.847	0.847		
Cr	1.016	0.945	1.029	1.019	0.966	0.987	1.001	1.015	1.062	0.969	0.994	1.180	1.122	1.196	1.172	1.158	1.123	1.145	1.116	1.118	1.126	1.126	1.126	1.126			
Fe ³⁺	0.021	0.035	0.026	0.023	0.020	0.029	0.011	0.035	0.031	0.025	0.018	0.033	0.034	0.023	0.027	0.045	0.049	0.040	0.030	0.039	0.026	0.039	0.026	0.026			
Fe ²⁺	0.431	0.430	0.396	0.426	0.414	0.418	0.426	0.426	0.447	0.393	0.411	0.459	0.481	0.441	0.462	0.420	0.426	0.435	0.433	0.435	0.440	0.435	0.440	0.440			
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ni	0.003	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.000	0.003	0.002	0.003	0.001	0.004	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
Mg	0.564	0.570	0.601	0.570	0.582	0.580	0.573	0.570	0.552	0.605	0.588	0.539	0.519	0.556	0.535	0.578	0.566	0.561	0.565	0.562	0.557	0.562	0.557	0.557			
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Na	0.001	-	0.001	0.001	0.001	-	0.001	-	-	-	0.001	-	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001			
K	-	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.000	0.001	-	0.001	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	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000			
Mg#	56.6	57.0	60.3	57.2	58.5	58.1	57.4	57.2	55.2	60.6	58.9	54.0	51.9	55.8	53.7	57.9	57.1	56.3	56.6	56.4	55.8	56.4	55.8	55.8			
Cr#	51.4	48.5	52.2	51.6	48.8	50.1	50.3	51.7	49.2	49.2	50.2	60.1	57.2	60.6	59.4	59.3	57.5	58.5	56.7	57.0	57.1	57.0	57.1	57.1			

Ek Tablo 5'in devamı.

Örnek#	PK29	PK29	PK29	PK30	PK30	PK30	PK30	PK30	PK30	PK30	PK30	PK61	PK61	PK61	PK61	PK61	PK61
Analiz#	29r	8	9	9	9	22	29	5	8	17	19	19	26	26	26	26	4
Kayaç Grubu	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG
SiO ₂	65.03	53.60	64.89	55.88	65.88	52.64	63.96	63.96	51.01	67.53	63.92	63.92	66.97	66.97	66.41	66.41	
TiO ₂	dla	0.03	0.00	0.01	dla	0.05	dla	dla	0.05	0.02	0.01	0.01	dla	dla	0.02	0.02	
Al ₂ O ₃	22.35	29.39	22.27	28.12	22.39	30.35	22.66	22.66	30.90	20.61	23.31	23.31	21.14	21.14	23.51	23.51	
Cr ₂ O ₃	0.01	dla	0.02	dla	dla	0.01	0.01	0.01	dla	0.01	dla	dla	0.05	0.05	dla	dla	
FeO	0.30	0.64	0.37	0.38	0.31	0.68	0.14	0.14	0.62	0.17	0.64	0.64	0.27	0.27	0.32	0.32	
MnO	0.02	dla	dla	dla	dla	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	dla	dla	dla	dla	0.02	0.02	
NiO	dla	0.03	dla	dla	0.02	dla	dla	dla	dla	dla	0.03	0.03	dla	dla	0.02	0.02	
MgO	dla	0.03	dla	0.00	dla	0.05	dla	dla	0.11	dla	0.31	0.31	0.04	0.04	0.17	0.17	
CaO	3.90	12.31	4.13	10.50	3.22	13.50	3.61	3.61	13.98	1.19	2.45	2.45	1.08	1.08	0.86	0.86	
Na ₂ O	9.37	4.54	9.19	5.83	10.27	4.23	9.72	9.72	3.84	10.95	11.43	11.43	10.74	10.74	9.13	9.13	
K ₂ O	0.16	0.09	0.16	0.04	0.16	0.03	0.12	0.12	0.03	0.09	0.04	0.04	0.27	0.27	2.22	2.22	
Σ	101.15	100.65	101.04	100.77	102.24	101.57	100.25	100.25	100.57	100.57	102.15	102.15	100.56	100.56	102.69	102.69	
Si	2.839	2.416	2.838	2.501	2.847	2.362	2.819	2.819	2.317	2.942	2.782	2.782	2.921	2.921	2.854	2.854	
Ti	-	0.001	0.000	0.000	-	0.002	-	-	0.002	0.001	0.000	0.000	-	-	0.001	0.001	
Al	1.150	1.562	1.148	1.483	1.140	1.605	1.177	1.177	1.654	1.058	1.196	1.196	1.087	1.087	1.191	1.191	
Cr	0.000	-	0.001	-	-	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-	0.000	0.002	0.002	-	-	
Fe ²⁺	0.011	0.024	0.013	0.014	0.011	0.025	0.005	0.005	0.024	0.006	0.023	0.023	0.010	0.010	0.012	0.012	
Mn	0.001	-	-	-	-	0.001	0.002	0.002	0.001	0.000	-	-	-	-	0.001	0.001	
Ni	-	0.001	-	-	0.001	-	-	-	-	-	0.001	0.001	-	-	0.001	0.001	
Mg	-	0.002	-	0.000	-	0.003	-	-	0.007	-	0.020	0.020	0.002	0.002	0.011	0.011	
Ca	0.182	0.594	0.193	0.504	0.149	0.649	0.170	0.170	0.680	0.056	0.114	0.114	0.051	0.051	0.040	0.040	
Na	0.793	0.397	0.780	0.506	0.860	0.368	0.831	0.831	0.338	0.925	0.964	0.964	0.909	0.909	0.761	0.761	
K	0.009	0.005	0.009	0.002	0.009	0.002	0.006	0.006	0.002	0.005	0.002	0.002	0.015	0.015	0.122	0.122	
Σ	4.986	5.002	4.982	5.011	5.017	5.018	5.011	5.011	5.025	4.993	5.103	5.103	4.996	4.996	4.991	4.991	
Al	80.6	39.8	79.4	50.0	84.5	36.1	82.4	82.4	33.2	93.9	89.2	89.2	93.3	93.3	82.5	82.5	
An	18.5	59.7	19.7	49.8	14.6	63.7	16.9	16.9	66.7	5.7	10.6	10.6	5.2	5.2	4.3	4.3	
Or	0.9	0.5	0.9	0.2	0.8	0.2	0.6	0.6	0.2	0.5	0.2	0.2	1.5	1.5	13.2	13.2	

Ek Tablo 6'nin devamı.

Örnek# Analiz# Kayaç Grubu	PK30		PK30		PK30		PK30		PK30		PK61		PK61		PK61		PK61		PK61	
	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG	İG
SiO ₂	46.66	52.85	51.09	53.68	49.02	52.21	53.19	44.33	48.83	49.41	50.48	45.97	48.87	50.11	49.91	50.03	38.89	47.53		
TiO ₂	1.28	0.28	0.29	0.20	0.70	0.39	0.22	1.51	0.95	0.70	0.67	1.59	0.61	0.45	0.44	0.71	1.89	1.42		
Al ₂ O ₃	7.14	3.49	5.19	9.45	5.59	3.35	2.78	8.78	3.37	5.05	4.77	6.53	3.42	3.67	3.69	4.00	8.16	4.66		
Cr ₂ O ₃		0.32	0.29	0.04		0.17		dla	0.04	dla	0.03	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.03		
FeO	19.52	13.67	14.07	13.84	17.76	13.52	12.41	20.75	20.28	16.99	19.21	21.92	19.08	18.32	20.42	18.91	21.17	20.32		
MnO	0.45	0.20	0.32	0.21	0.32	0.22	0.21	0.40	0.40	0.35	0.33	0.35	0.35	0.30	0.57	0.45	0.37	0.40		
NiO	0.01	dla	0.06	0.03	0.02	0.07	0.01	0.05	dla	dla	0.03	0.03	dla	dla	dla	dla	0.00	dla		
MgO	10.24	13.72	13.32	8.39	11.68	13.53	14.58	9.09	10.83	12.47	11.78	8.61	11.10	12.47	11.25	11.75	7.34	9.85		
CaO	9.86	12.48	11.50	9.54	10.48	12.24	12.62	9.98	9.26	10.07	9.85	10.06	9.60	9.07	8.97	9.83	9.10	10.09		
Na ₂ O	1.18	0.42	0.71	3.23	0.98	0.43	0.29	1.76	0.90	1.16	0.93	1.68	1.13	1.11	1.06	1.18	1.47	1.55		
K ₂ O	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07	0.06	0.02	0.09	0.13	0.18	0.17	0.09	0.18	0.09	0.07	0.16	0.05	0.14		
Σ	96.43	97.50	96.90	98.70	96.61	96.17	96.32	96.72	95.00	96.37	98.25	96.81	94.34	95.60	96.37	97.03	88.46	96.01		
Si	7.078	7.667	7.479	7.615	7.334	7.678	7.756	6.789	7.516	7.384	7.446	7.058	7.544	7.562	7.552	7.486	6.615	7.292		
Ti	0.146	0.030	0.032	0.022	0.079	0.043	0.024	0.174	0.110	0.078	0.074	0.183	0.071	0.052	0.050	0.080	0.241	0.164		
Al	1.277	0.596	0.895	1.580	0.985	0.580	0.477	1.584	0.612	0.889	0.829	1.181	0.621	0.652	0.659	0.706	1.636	0.843		
Cr		0.036	0.034	0.005		0.019			0.004		0.004							0.004		
Fe ²⁺	2.477	1.659	1.722	1.642	2.222	1.663	1.513	2.658	2.611	2.124	2.370	2.814	2.464	2.311	2.584	2.367	3.012	2.607		
Mn	0.058	0.025	0.039	0.025	0.041	0.027	0.025	0.052	0.052	0.044	0.041	0.045	0.046	0.039	0.073	0.057	0.053	0.052		
Ni	0.002		0.007	0.003	0.002	0.008	0.001	0.006			0.004						0.001			
Mg	2.316	2.968	2.906	1.775	2.605	2.966	3.170	2.075	2.486	2.778	2.590	1.970	2.555	2.806	2.537	2.621	1.862	2.253		
Ca	1.602	1.939	1.803	1.450	1.680	1.929	1.972	1.637	1.528	1.612	1.557	1.655	1.588	1.467	1.454	1.576	1.658	1.659		
Na	0.348	0.118	0.200	0.889	0.284	0.122	0.081	0.522	0.267	0.336	0.265	0.499	0.338	0.325	0.311	0.342	0.486	0.463		
K	0.014	0.016	0.015	0.016	0.013	0.011	0.004	0.017	0.026	0.034	0.032	0.017	0.035	0.017	0.013	0.031	0.011	0.028		
Σ	15.318	15.053	15.132	15.023	15.243	15.045	15.024	15.514	15.212	15.278	15.212	15.426	15.261	15.232	15.231	15.267	15.574	15.365		
Mg#	48.3	64.1	62.8	51.9	54.0	64.1	67.7	43.8	48.8	56.7	52.2	41.2	50.9	54.8	49.5	52.5	38.2	46.4		

ÖZGEÇMİŞ

Samet SAKA, 1986 yılında Trabzon'da doğdu. 1992–2000 yılları arasında ilk ve orta öğrenimini (Trabzon 100. Yıl İlköğretim Okulu) ve 2000–2003 yılları arasında Lise öğrenimini (Trabzon Lisesi) 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 eğitimine başladı. 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Hâlen Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışan yazar iyi derecede İngilizce bilmektedir.