

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REFAHİYE (ERZİNCAN) META-OFİYOLİTİ'NİN NİTELİĞİ VE
JEOLOJİK EVRİMİ**

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Müh. İsmail Emir ALTINTAŞ

**Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ömer Faruk ÇELİK**

KOCAELİ, 2011

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REFAHİYE (ERZİNCAN) META-OFİYOLİTİ'NİN
NİTELİĞİ VE JEOLojİK EVRİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. İsmail Emir ALTINTAŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 03 HAZİRAN 2011

Tezin Savunulduğu Tarih: 27 HAZİRAN 2011

Tez Danışmanı

Yrd.Doç.Dr. Ömer Faruk ÇELİK

(..........)

Üye

Prof.Dr. Ömer Feyzi GÜRER

(..........)

Üye

Doç.Dr. Gültekin TOPUZ

(..........)

KOCAELİ, 2011

ÖNSÖZ

Refahiye Meta-ofiyoliti dünit, harzburjit ve onları kesen meta-gabro, amfibolit ve meta-plajiyogranit sokulumlarından oluşmaktadır. Yaşı bugüne kadar yapılan çalışmalarda Üst Kretase olarak geçen birimin yaşı bu tez çalışması sonucunda Jura olarak ortaya konulmaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK 109Y059 numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Tez konusunun belirlenmesi ve tezin yazılması süresince bana yardım eden hocam Doç. Dr. Gültekin Topuz'a teşekkür ederim.

Lisans eğitimimden başlayarak benimle ilgilenen, mesleğime olan sevgimin ve saygımın kaynağı olan, fikir ve önerileriyle bana yol gösteren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ömer Faruk Çelik'e teşekkür ederim.

Tezin oluşum süreci boyunca, araziden laboratuara kadar her an birlikte çalıştığım ve yardımlarını benden asla esirgemeyen arkadaşlarım Gönenç Göçmengil ve Mutlu Özkan'a; hiç bir zaman desteklerini benden esirgemeyen arkadaşlarım Zeynep Erdem'e, Seden Baltacıbaşı'na, Esra Çetin'e, Nalan Lom'a, Doğuşhan Kılıç'a, Semih Can Ülgen'e, Müge Apaydın'a, Fatma Gülmez'e, Tunç Demir'e, Mahigül Rüzgar'a, Özlem Yıldız'a, Kenan Akbayram'a, Korhan Erturaç'a, Pınar Gutsuz'a ve Dursun Acar'a teşekkür ederim.

Hayatımın iyi ve kötü, her anında yanımda olan değerli dostlarım Seyhan Argun'a, Gürkan Okat'a ve Sevinç Zeynep Özaydın'a teşekkür ederim.

Doğduğum ilk günden itibaren, maddi ve manevi hiçbir desteği esirgemedi her zaman yanımda olan annem Mehtap Altıntaş'a ve babam Adnan Altıntaş'a teşekkür ederim.

Bana verdiği sonsuz sevgi, huzur ve mutluluk için Sinem Gürgöl'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xii
İNGİLİZCE ÖZET	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Bölgesel Jeoloji	2
1.3. Yöntem	3
1.3.1. Saha çalışmaları	3
1.3.2. Labaratuar çalışmaları	4
1.3.3. Büro çalışmaları	9
2. GENEL JEOLojİ	10
2.1. Refahiye Meta-ofiyoliti	11
2.2. Kurtlutepe Metamorfitleri	15
2.3. Ofiyolitik Melanj	18
2.4. Gazipınarı Kırıntılı Kayaları	21
2.5. Onarı Formasyonu	22
2.6. Kadıköy Formasyonu	24
3. PETROGRAFi ve MİNERAL KİMYASI	25
3.1. Refahiye Meta-ofiyoliti	25
3.1.1. Dunit	26
3.1.2. Serpantinize peridotit	26
3.1.3. Meta-gabro	30
3.1.4. Amfibolit	30
3.1.5. Meta-plajiyogranit	44
3.1.6. Klinopiroksenit	46
3.1.7. Serpantinit	54
3.1.8. Listvenit	55
3.2. Kurtlutepe Metamorfitleri	55
3.2.1. Yeşilşist	56
3.2.2. Mermer	60
3.2.3. Kalkfillat	60
3.2.4. Meta-gabro	61
3.2.5. Meta-marn	61
3.2.6. Meta-vulkanoklastik	62
3.2.7. Meta-kumtaşı	63
4. JEOKİMYA	64
4.1. Refahiye Meta-ofiyoliti	64
4.1.1. Serpantinleşmiş peridotitler ve klinopiroksenit	64
4.1.2. Tip I gabro, gabroik pegmatit ve meta-plajiyogranit	67

4.1.3. Tip II gabro	71
4.1.4. Bazalt	72
4.2. Kurtlutepe Metamorfitleri ve Ofiyolitik Melanj	75
4.2.1. Kurtlutepe metamorfitleri	77
4.2.2. Ofiyolitik melanj	80
5. JEOKRONOLOJİ	85
6. JEOLÖJİK EVRİM	89
7. SONUÇLAR	92
KAYNAKLAR	94
EKLER	101
ÖZGEÇMİŞ	104

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1:	Türkiye kenet kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999) ve çalışma alanı yer bulduru haritası (İAEK: İzmir-Ankara- Erzincan Kenedi).	1
Şekil 2.1:	Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesidi.....	10
Şekil 2.2:	Çalışma alanına ait jeoloji haritası.....	11
Şekil 2.3:	Peridotiti kesen ve yaklaşık kalınlığı bir metre olan meta-plajiyogranit sokulumu (37S 0479131 D, 4410631 K).	12
Şekil 2.4:	Birbirini kesen gabroik kökenli iki amfibolit (Amf I ve Amf II: Amfibolit, Peg: Pegmatit, Pla: Meta-plajiyogranit) (37S 0489787 D, 4407351 K).....	12
Şekil 2.5:	Mikro gabro içinde pegmatitik bölümler ve klorit damarları (37 S 0488652 D, 4407399 K).....	13
Şekil 2.6:	Kurtlutepe'nin güneyinde, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin içinde bulunan listvenit (37S 0480809 D, 4407395 K).....	14
Şekil 2.7:	Ofiyolitin tektonit kısmında bulunan peridotitler içindeki kaptılmış krom madeni (37S 0494455 D, 44122838 K).	14
Şekil 2.8:	Açık işletme olarak çalıştırılan mangan madeninin görüntüsü (37S 0490809 D, 4407395 K).....	15
Şekil 2.9:	Kurtlutepe'nin güneyinde, Kurtlutepe Metamorfitleri Refahiye Meta-ofiyoliti'ne bindiriyor (37S 0489830 D, 4408862 K).....	16
Şekil 2.10:	Kurtlutepe'de gözlenen yeşilistler (37S 0489638 D, 4412748 K).....	16
Şekil 2.11:	Kurtlutepe'nin Güneybatısında meta-marn yüzleği (37S 0485317 D, 4409494 K).....	17
Şekil 2.12:	Meta-volkanoklastit biriminde gözlenen oldukça belirgin yapraklanma (37S 0485350 D, 4415538 K).	18
Şekil 2.13:	Ofiyolitik Melanj içinde blok halinde bulunan masif yapıdaki mermer (37S 0486580 E, 4407756 N).....	19
Şekil 2.14:	Ofiyolitik Melanj içinde çapı iki metre olan serpantinit bloğu (37S 0493637 E, 4403955 N).....	19
Şekil 2.15:	Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin, Onarı formasyonunun üzerinde görüldüğü arazi görüntüsü (37S 0478353 E, 4407434 N).	20
Şekil 2.16:	Ofiyolitik Melanj'a ait mermerlerin Refahiye Meta-ofiyolitine ait peridotitlerinin üzerinde görüldüğü arazi görüntüsü (37S 0479207 D, 4409795 K).....	20
Şekil 2.17:	Gazıpınarı Kırıntılı Kayaları'nın çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı ardalanması (37S 0482440 D, 4417017 K).	21
Şekil 2.18:	Gazıpınarı Kırıntılı Kayaları'nın kıltaşı seviyesinde yaprak fosilleri (37S 0482440 D, 4417017 K).....	22
Şekil 2.19:	Onarı Formasyonunun arazi görüntüsü (37S 0477395 D, 4406373 K).....	23
Şekil 2.20:	Bazaltik sokulum sonucu marnda mangan zenginleşmesi (37S 0482944 D, 4412741 K).....	23

Şekil 2.21: Kadıköy formasyonunun tipik özelliği çakıltası-kumtaşı ardalanmasının görünüşü (37S 0483623 D, 4417789 K).....	24
Şekil 3.1: Dünit içerisinde olivin (Ol) ve Cr-Al spinel (Sp) (Normal ışık) (Örnek 197).....	27
Şekil 3.2: Olivin (Ol), Cr-Al spinel (Sp), ortopiroksen (Opx) ve serpantin (Srp) mineralleri ile temsil edilen serpantinleşmiş peridotit, (Kutuplanmış ışık) (Örnek 91).....	27
Şekil 3.3: 91 numaralı örneğe ait piroksenler, piroksen adlandırma diyagramına iz düşürülerek isimlendirilmesi (Hess, 1941).....	29
Şekil 3.4: Plajiyoklas (Pl) ve piroksen (Px) minerallerinin hakim olduğu meta-gabro (Kutuplanmış ışık) (Örnek 317C).....	30
Şekil 3.5: Amfibolite ait bozuşmuş plajiyoklas (Pl) ve hornblend (Hbl) (Normal ışık) (Örnek 245).....	31
Şekil 3.6: Leake ve diğ. (1997)'e göre 96B, 252, 270, 272 numaralı amfibolit içinde bulunan amfibolitlerin kimyasal bileşimleri.....	32
Şekil 3.7: 96B, 252, 270, 272 numaralı amfibolit örnekleri içinde bulunan feldispat minerallerinin Barth (1962)'ye göre sınıflandırılması.....	44
Şekil 3.8: Meta-plajiyogranit %60'ını oluşturan 0,5 mm çapındaki plajiyoklaslar (Pl) (Kutuplanmış ışık) (Örnek 96A).....	45
Şekil 3.9: Meta-plajiyogranit örneği içinde bulunan amfibolitlerin Leake ve diğ. (1997)'e kimyasal bileşimleri.....	45
Şekil 3.10: Meta-plajiyogranit genellikle albit bileşiminde feldispatların Barth (1962)'ye göre sınıflandırılması.....	46
Şekil 3.11: Serpantin tarafından ornatılmış klinopiroksen (Cpx) (Kutuplanmış ışık) (Örnek 96D).....	53
Şekil 3.12: Klinopiroksenite ait piroksenlerin Hess (1941)'e göre isimlendirilmesi.....	54
Şekil 3.13: Serpantinleşmenin yoğunluğuna bağlı olarak tanınamayacak kadar bozulmuş olan mineraller ve serpantin (Srp) minerallerinin arasında gelişen ikincil elek dokusu (Kutuplanmış ışık) (Örnek 366B).....	54
Şekil 3.14: Listvenit içerisinde yaklaşık 1 mm çapındaki kalsit (Cal) minerali (Kutuplanmış ışık) (Örnek 258).....	55
Şekil 3.15: Plajiyoklas (Pl), epidot (Ep) ve klorit (Chl) kristallerinin oluşturduğu lepidogranoblastik doku (Normal ışık) (Örnek 105).....	57
Şekil 3.16: Yeşilşiste ait feldispatların Barth (1962)'ye göre isimlendirilmesi.....	57
Şekil 3.17: Oldukça küçük tanelerden oluşan mermer (Normal ışık) (Örnek 100C).....	60
Şekil 3.18: Tamamen bozuşmuş plajiyoklasların (Pl) etrafını sardığı kuvarslar (Qtz) (Kutuplanmış ışık) (Örnek 332C).....	61
Şekil 3.19: Meta-gabro içinde hornblend (Hbl) ve klinopiroksen (Cpx) mineralleri (Kutuplanmış ışık) (Örnek 363).....	62
Şekil 3.20: Meta-marn içinde ardışık olarak gelişmiş klorit (Chl) ve kalsit (Cal) bantları (Normal ışık) (Örnek 334).....	62
Şekil 3.21: Uzunlamasına gelişmiş klorit (Chl) mineralleri arasında görülen plajiyoklas (Pl) ve epidot (Ep) minerallerinin oluşturduğu porfiroblastik doku (Kutuplanmış ışık) (Örnek 335A).....	63
Şekil 3.22: Meta-kumtaşı içindeki kuvars (Qtz) mineralleri (Kutuplanmış ışık) (Örnek 355B).....	63
Şekil 4.1: Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların 3 farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) SiO ₂ 'e karşılık K ₂ O diyagramı (LeMaitre ve diğ, 1989; Rickwood, 1989); b) AFM	

- diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); c) Nb/Y'a karşılık Ti/Y diyagramı (Pearce, 1982)..... 68
- Şekil 4.2: Tip I Gabro grubuna ait meta-gabrolar için tektonomagmatik diyagramlar: a) Zr-Nb-Th üçgen diyagramı (Wood, 1980), A: Yay ile ilişkili bazalt, B: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, D: Okyanus adası bazaltı; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; d) Ti'ye karşılık V diyagramı (Shervais,1982); e) Zr/Y'a karşılık Zr ayrım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt; f) Th/Yb'a karşılık Nb/Yb diyagramı (Pearce,2008). 69
- Şekil 4.3: Refahiye Meta-ofiyolitine ait Tip I Gabro, gabro pegmatit ve meta-plajiyogranitlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir). 71
- Şekil 4.4: Refahiye Meta-ofiyolitine ait Tip I Gabro grubunda bulunan kayaçların normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir). 72
- Şekil 4.5: Refahiye Meta-ofiyolitine ait Tip II kümülat meta-gabrolarının kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir)..... 73
- Şekil 4.6: Onarı formasyonuna ait bazaltın 2 farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); b) Nb/Y'a karşılık Ti/Y diyagramı (Pearce, 1982)..... 74
- Şekil 4.7: Onarı formasyonuna ait bazalt için tektonomagmatik diyagramlar: a) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Zr/Y'a karşılık Zr ayrım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt..... 74
- Şekil 4.8: Onarı formasyonuna ait bazaltın normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş nadir toprak element diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)..... 75
- Şekil 4.9: Onarı formasyonuna ait bazaltın normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)..... 75

- Şekil 4.10: Kurtlutepe Metamorfitlelerine ait yeşilşistlerin 3 farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) SiO_2 'e karşılık K_2O diyagramı (LeMaitre ve diğ., 1989; Rickwood, 1989); b) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); c) FeO^*MgO 'e karşılık SiO_2 diyagramı (Miyashiro, 1974)..... 77
- Şekil 4.11: Kurtlutepe Metamorfitlelerine ait yeşilşistlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir). 78
- Şekil 4.12: Kurtlutepe Metamorfitlelerine ait yeşilşistlerin için tektonomagmatik diyagramlar: a) Zr-Nb-Th üçgen diyagramı (Wood, 1980), A: Yay ile ilişkili bazalt, B: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, D: Okyanus adası bazaltı; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; d) Ti'ye karşılık V diyagramı (Shervais,1982); e) Zr/Y'a karşılık Zr ayırım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt; f) Th/Yb'a karşılık Nb/Yb diyagramı (Pearce, 2008). 79
- Şekil 4.13: Kurtlutepe Metamorfitlelerine ait yeşilşistlerin normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir). 80
- Şekil 4.14: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilşistlerin üç farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) SiO_2 'e karşılık K_2O diyagramı (LeMaitre ve diğ., 1989; Rickwood, 1989); b) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); c) FeO^*MgO 'e karşılık SiO_2 diyagramı (Miyashiro, 1974)..... 81
- Şekil 4.15: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilşistlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir)..... 82
- Şekil 4.16: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilşistlerin için tektonomagmatik diyagramlar: a) Zr-Nb-Th üçgen diyagramı (Wood, 1980), A: Yay ile ilişkili bazalt, B: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, D: Okyanus adası bazaltı; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; d) Ti'ye karşılık V diyagramı (Shervais,1982); e) Zr/Y'a karşılık Zr ayırım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip

okyanus ortası sırt bazalt; f) Th/Yb'a karşılık Nb/Yb diyagramı (Pearce, 2008).....	83
Şekil 4.17: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilşistlerin normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş iz element diyagramları (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).....	84
Şekil 5.1: 96B numaralı amfibolit örneğine ait hornblendlerden yapılan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşları.....	86
Şekil 5.2: 252 numaralı amfibolit örneğine ait hornblendlerden yapılan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşları.....	86
Şekil 5.3: 96A numaralı meta-plajiyogranite ait yaş tayini diagramı.....	88

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1: Refahiye Meta-ofiyoliti'nde bulunan değişik kayaç türlerinin içerdikleri minerallerin yaklaşık modal bollukları.	25
Tablo 3.2: Serpantinleşmiş peridotite ait minerallerin bileşim aralığı.	28
Tablo 3.3: Amfibolitlere ait minerallerin bileşim aralığı.....	31
Tablo 3.4: Meta-plajiyogranit ve klinopiroksenite ait mineral kimyası sonuçları ...	47
Tablo 3.5: Kurtlutepe Metamorfikleri'nde bulunan değişik kayaç türlerinin içerdikleri minerallerin yaklaşık modal bollukları.	56
Tablo 3.6: Yeşilşiste ait minerallerin bileşim aralığı.....	58
Tablo 4.1: Refahiye Meta-ofiyoliti'ne ait 20 örneğin ve Onarı Formasyonu'na ait 1 örneğin ana ve iz element içerikleri.....	65
Tablo 4.2: Kurtlutepe Metamorfikleri'ne ait 10 adet kayacın ve melanja ait 2 adet kayacın toplam kayaç analiz sonuçları.	76
Tablo 5.1: Detaylı ⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar analiz verileri.	85
Tablo 5.2: Meta-plajiyogranitten elde edilen zirkonlardan hesaplanan yaşlar ve LA-ICP-MS U-Th-Pb izotopik verileri.	87

SİMGELER

km:	Kilometre
m:	Metre
cm:	Santimetre
mm:	Milimetre
μm :	Mikrometre
kV:	Kilovolt
nA:	Nanoamper
gr:	Gram
cm^3 :	Santimetre küp
μl :	Mikrolitre
LOI:	Ateşte kayıp
ASI:	Alüminyum doygunluk indeksi
Ma:	Milyon yıl
ppm:	Milyonda bir tane
Act:	Aktinolit
Am:	Amfibol
An:	Anortit
Brc:	Brusit
Bt:	Biyotit
Cal:	Kalsit
Chl:	Klorit
Cpx:	Klinopiroksen
Cum:	Kümmingtonit
En:	Enstatit
Ep:	Epidot
Fds:	Feldspat
Hbl:	Hornblend
Ilm:	İlmenit
Leu:	Lökoksen
Mgt:	Manyetit
Ms:	Muskovit
Ol:	Olivin
Opq:	Opak mineraller
Opx:	Ortopiroksen
Phe:	Fengit
Phl:	Flogopit
Pl:	Plajiyoklas
Pmp:	Pumpelleyit
Prh:	Prehnit
Px:	Piroksen
Qtz:	Kuvars
Rt:	Rutil
Spl:	Spinel

Srp: Serpantin
Stp: Stilpnomelan
Tr: Tremolit
Ttn: Titanit
Zrn: Zirkon

REFAHIYE (ERZİNCAN) META-OFİYOLİTİ'NİN NİTELİĞİ VE JEOLJİK EVRİMİ

İsmail Emir ALTINTAŞ

Anahtar Kelimeler: Ofiyolit, Metamorfizma, Doğu Pontidler, Jura.

Özet: Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinin kuzeyinde, Erzincan ilinin sınırları içerisinde bulunan Refahiye Meta-ofiyoliti, İzmir-Ankara-Erzincan kenedinin üzerinde yer alır. Neo-Tetis'in kapanmasıyla oluşan İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi Doğu Pontidleri, batısındaki Kırşehir Masifi'nden ve güneyindeki Anatolid-Torid Bloğu'ndan ayırmaktadır. Refahiye Meta-ofiyoliti, bölgedeki metamorfik kayalar ve ofiyolitik melanj ile tektonik dokanaklı olarak bulunmaktadır. Bütün bu birimler uyumsuz olarak Eosen ve daha genç çökeller tarafından örtülürler. Refahiye Meta-ofiyoliti, egemen olarak peridotitler tarafından temsil edilmektedir. Dünit ve harzburjit bileşimindeki peridotitlerin yaklaşık % 70'i serpantinleşmiştir. Bu ana kütle, meta-gabro, meta-plajiyogranit, klinopiroksenit ve köken kayaçları gabroik olan amfibolit sokulumları tarafından kesilmektedir. Refahiye Ofiyoliti'ni kesen meta-gabrolar başlıca plajiyoklas, klinopiroksen, ± flogopit, ± ortopiroksen ve ± olivin mineralleri ile temsil edilir. Bozuşmaya bağlı olarak gelişen ikincil mineraller klorit, aktinolit, kalsit ve serpantin ile temsil edilmektedir. Amfibolitler ise plajiyoklas, amfibol ve opak mineraller içermektedir. Kuvars, prehnit, pumpelleyit ve aktinolit minerallerinin modal bolluk oranları %10'dan daha az olarak görülmektedir. Meta-gabrolardan ve amfibolitlerden gerçekleştirilen kimyasal analizler, bu kayaçların toleyitik nitelikli olduklarını ve yitim sonucunda zenginleşmiş okyanus ortası sırtı tipi bir kaynaktan türemiş olduklarını göstermiştir. Refahiye Meta-ofiyoliti'ni kesen meta-plajiyogranitten elde edilen U-Pb yaş tayini Alt Jura, Toarsiyen oluşum yaşını, gabrolardan elde edilen $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş tayinleri Orta Jura, Aalenyen soğuma yaşını vermektedir. Bu yaş tayinleri ile bölgedeki meta-ofiyolitin yaşı ilk kez Jura olarak belirlenmiştir.

CHARACTERISTICS AND GELOGICAL EVOLUTION OF REFAHIYE (ERZINCAN) META-OPHIOLITE

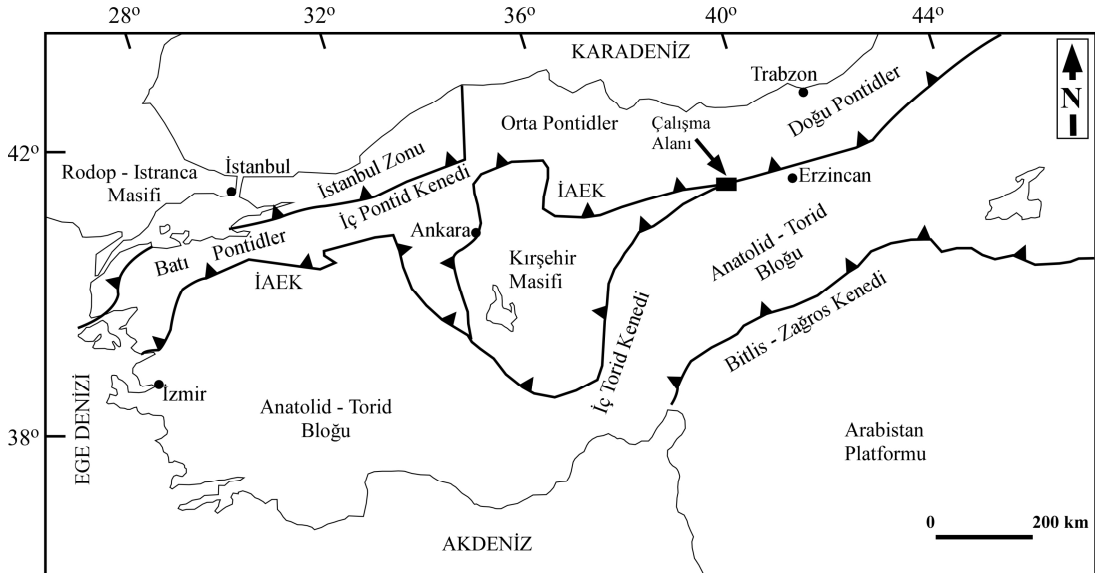
İsmail Emir ALTINTAŞ

Keywords: Ophiolite, Metamorphism, Eastern Pontides, Jurassic.

Abstract: Refahiye Meta-ophiolite is located in Erzincan (NE Turkey) and on İzmir-Ankara- Erzincan Suture Zone which was formed by closing of Neo-Tethys. Eastern Pontides are separated from Kırşehir Massif and from Anatolide-Torides by İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone. Refahiye Meta-ophiolite has tectonic contact with metamorphic rocks and ophiolitic mélange. All of these units are covered by Eocene and younger units. Refahiye Meta-ophiolite consists mainly of peridotites which are dunites and harzburgites but which are nearly % 70 serpentinized and listvenitized. Peridotites were intruded by gabbros, plagiogranites, clino-pyroxenites and amphibolites. Meta-gabbro intrusions of Refahiye Meta-ophiolite is represented by plagioclase, clinopyroxene, \pm phlogopite, \pm orthopyroxene and \pm olivine. Chlorite, actinolite, calcite and serpentine minerals in gabbros are related to the alteration. Amphibolites consist of plagioclase, amphibole and opaque minerals. Quartz, prehnite, pumpellyite and actinolite have an modal abundance lower than % 10. Chemical analysis shows that gabbros and amphibolites are derived from enriched mid-ocean ridge tholeiitic basalts. U-Pb measurements from meta-plagiogranite of Refahiye Meta-ophiolite are yielded an age which was Lower Jurassic, Toarcian. Hornblende plateau ages from the amphibolites which were measured with $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating methode are dating the cooling age which was Middle Jurassic, Aalenian. Refahiye Meta-ophiolite yielded an age of Lower Jurassic, Toarcian. Jurassic age for the Refahiye Meta-Ophiolite was firstly reported in this study.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinin Kuzeyinde, Erzincan ilinin sınırları içerisinde bulunan Refahiye ilçesi ve civarında gerçekleştirilen çalışma yaklaşık 320 km²'lik bir alan kapsamaktadır (Şekil 1.1). Çalışma alanı Erzincan'ın yaklaşık 48 km Kuzeybatısında, Sivas'ın ise 145 km Kuzeydoğusunda bulunmakta ve Divriği İ41-a2, Divriği İ41-a3, Divriği İ41-b1, Divriği İ41-b2, Divriği İ41-b3 ve Divriği İ41-b4 paftalarının içinde kalmaktadır.



Şekil 1.1: Türkiye kenet kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999) ve çalışma alanı yer bulduru haritası (İAEK: İzmir-Ankara- Erzincan Kenedi).

Bölgedeki başlıca yerleşim yeri, Erzincan ilinin Refahiye ilçesidir. Çalışma alanına ulaşım Sivas-Erzincan karayolu ile sağlanmaktadır. Yerleşim merkezleri arasındaki yollar çoğunlukla asfalttır. Çalışma alanında topografik açıdan en önemli yükselti Kurtlutepe'dir (2713 m).

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışma alanının Kuzeyinde Doğu Pontidler, Güneyinde Anatolid-Torid Bloğu ve Batısında Kırşehir Masifi bulunmaktadır. Bu üç tektonik birliğin kesişme noktasında bulunan çalışma alanının, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi üzerinde bulunması da göz önüne alındığında, çalışma alanının Türkiye Jeolojisi için önemi anlaşılmaktadır.

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans tezi olarak hazırlanan çalışmanın amacı, bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmak, bölgedeki birimlerin birbiriyle ilişkilerini belirlemek, ofiyolitik seriye ait kayalar üzerinde petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik incelemeler yaparak, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin niteliğini ve evrimini açıklamaktır.

1.2. Bölgesel Jeoloji

Türkiye, jeolojik olarak, birbirlerinden kenet zonlarıyla ayrılan üç ana tektonik birimden oluşmaktadır. Bunlar Pontidler, Anatolid-Torid Bloğu ve Arap Platformudur (Ketin, 1966). Okay 2008'e göre, bu tektonik birimlerden Pontidler, Lavrasya'ya yakınlık göstermektedir ve hem Balkanlar'daki ve Kafkaslar'daki, hem de Avrupa'daki tektonik birliklerle karşılaştırılabilirler. Pontidler, Neo-Tetis'in Kuzey kolunun kapanmasıyla oluşan İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi ile Anatolid-Torid Bloğundan ayrılmaktadır (Şekil 1.1).

Doğu Pontidler Karadeniz'in Güneydoğu kıyısı boyunca 500 km uzunluğunda ve 100 km genişliğinde bir dağ sırasıdır ve Senoniyen sırasında Kuzeye dalan okyanus tabanının üzerinde gelişmiş olan, en iyi korunmuş eski ada yayı örneklerinden biridir (Akın, 1978; Şengör ve Yılmaz, 1981; Akıncı, 1984). Coğrafik olarak Doğu Pontidler'in Batı sınırı Samsun dolayındaki Yeşilirmak veya Kızılırmak nehirleri olarak kabul edilmektedir. Tektonik olarak ise Doğu Pontidler, Sakarya Zonu'nun Doğu kesimini oluşturur (Okay, 1989). Güney sınırı İzmir-Ankara-Erzincan Neo-Tetis kenedidir; Kuzeyinde Karadeniz Havzası yer almaktadır (Khain, 1975; Yılmaz ve diğ., 1999). Orta Pontidler ile olan Batı sınırı stratigrafiktir ve Kretase istifindeki fasiyes değişikliklerine karşılık gelir.

Doğu Pontidler'i de kapsayan Sakarya Zonu'nun belirleyici özellikleri, Paleozoyik sedimanter kayalarının yerli olmayışı, Paleo-Tetis'e ait Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı'nın varlığı ve geniş alanlara yayılmış olan Liyas transgresyonudur (Okay, 1989; Okay ve diğ., 1996). Bunun tersine, Güneydeki Toridler'de iyi gelişmiş bir Paleozoyik istifi gözlenir ve Paleo-Tetis'e ait yitim-yığışım karmaşıkları bulunmaz. Kuzeydoğu Türkiye'de bu iki paleocoğrafik bölge, birbirinden büyük peridotit kütleleri ve ofiyolitik melanjla belirlenen İzmir-Ankara-Erzincan Neo-Tetis kenedi ile ayrılmıştır (Konak ve diğ., 2009). İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi üzerinde bulunan ofiyolitler ve ofiyolitik melanjlardan yapılan analizler Kretase yaşı vermektedir (Harris ve diğ., 1994, Önen, 2003). Yakın zamanda yapılan çalışmalarla Erken-Orta Jura yaşları tespit edilmiştir (Dilek ve Thy 2006; Çelik ve diğ., 2011).

Doğu Pontidler'in Güney kısmı İç Doğu Pontidler, Kuzey kısmı ise Dış Doğu Pontidler olarak adlandırılmaktadır (Akın, 1978; Gedikoğlu ve diğ., 1979; Özsayar ve diğ., 1981; Konak ve Hakyemez, 2001). Dış Doğu Pontidler'de Üst Kretase öncesi jeoloji birimlerini, Senomaniyen ve Orta Eosen volkanik ve volkanoklastik kayalar örtmektedir. Diğer taraftan, Senomaniyen boyunca yay-önü konumunda bulunan ve Erkan Tersiyer kıta çarpışmasında Dış Doğu Pontidler'den daha yoğun deformasyona uğrayan İç Doğu Pontidler'de Senoniyen öncesi kayaları geniş yüzeylemelere sahiptir. Bu iki kesim arasındaki geçiş sınırı yaklaşık Niksar-Gümüşhane-Artvin hattını izler (Okay,2008).

1.3. Yöntem

Tez çalışmasını oluşturan aşamalar, saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olarak üç başlık altında özetlenmiştir.

1.3.1. Saha çalışmaları

Bu tezin saha çalışmasından önce, bölgede yapılan geçmiş çalışmaları içiren belgeler taranmış ve bulunan bilgiler derlenerek arazide karşılaşılabilecek kaya tipleri belirlenmiştir. Bu ön çalışmalar tamamlandıktan sonra saha çalışmaları, 2009, 2010 ve 2011 yıllarının farklı dönemlerinde, toplam 55 gün sürdürülmüştür.

Saha çalışmaları boyunca, çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası çizilmiş, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için çeşitli boyutlarda yaklaşık 200 gözlem noktasından örnekleme yapılmıştır.

1.3.2. Laboratuvar çalışmaları

Saha çalışmaları sırasında, araziden doğal şekilleriyle alınan örnekler laboratuvara getirildiğinde, hem içlerinden ince kesit için parça çıkarmak hem de diğer analizlerde kullanılmak üzere, taş kesici ile kesilerek küçük parçalara ayrılmıştır. Bu işlem sırasında ince kesit için çıkarılan parçanın seçildiği bölgenin, mümkün olduğu kadar kayanın genelini temsil ediyor olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca yine kesim yönü seçilirken minerallerin ve kıvrımların yönlenmesine dikkat edilmiştir.

İnce kesit için daha önceden kesilen örnek parçaları, kesit hazırlama laboratuvarında tekrardan kesilerek, ince kesit boyutlarına uygun hale getirilmiştir. Gittikçe artan numaralardaki zımparalar ile aşındırılarak inceltilmiştir. Ayrı bir yerde kesilen lamlar da hazırlandıktan sonra, inceltilmiş kayaç parçaları lamlara yapıştırılmıştır. Daha sonra yeniden traşlanan ve inceltilen lam üzerindeki kayaçlar ince kesit halini almıştır. Bu tez çalışması sırasında, araziden alınan örneklerden gerekli görülen 100 tanesinin ince kesiti hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitlerden 56 tanesi polarizan mikroskop altında petrografik olarak incelenmiş, buldukları mineraller ve dokular belirlenmiştir.

Polarizan mikroskop altında gerçekleştirilen petrografik incelemeler sonucunda 30 tane örnek mikroprob analizi için Heidelberg (Almanya'ya) gönderilmiştir. Mineral analizleri Heidelberg Jeoloji Enstitüsü'nde, beş dalgaboyu dağıtıcı eklentili CAMECA SX51 elektron mikroprob cihazı ile gerçekleştirilmiştir. 15kV yükselen voltaj, 20nA ışın akımı ve yaklaşık 1µm ışın çapı olan standart yürütme koşulları sağlanmıştır. Sayım 10 saniye olarak yapılmıştır. Feldispatlar, alkali kaybını en aza indirmek amacıyla odaklanmasız ışın (10µm) ile analiz edilmiştir. Doğal ve yapay oksit ve silikat standartları ayarlama için kullanılmıştır. PAP algoritması (Pouchou ve Pichoir, 1984, 1985) ham veriye uygulanmıştır.

Araziden alınan örneklerden 53 tanesi örnek tüm kaya analizi yapılmak üzere seçilmiş ve analizler, Vancouver, Kanada'da bulunan Acme Analytical Laboratories Ltd (Acme Araştırma Laboratuvarları) tarafından yapılmıştır. Grafit bir pota içinde, 200g pudra haline getirilmiş kaya numunesi ile akışkan haldeki 1.5g LiBO₂ karıştırılmıştır. Daha sonra pota fırına yerleştirilmiş ve 15 dakika boyunca 1050°C'de ısıtılmıştır. Ergimiş örnekler % 5'lik HNO₃ (minerallerinden arındırılmış su içinde seyreltilmiş, Amerika Kimya Birliğinin kabul ettiği saflıkta nitrik asit) ile çözülmüştür. Uluslararası referans materyaller ve kör numuneler örnek listesine eklenmiştir. Ana elementlerin ve Ba, Nb, Ni, Sr, Sc, Y ve Zr iz elementlerinin analiz edilmesi için örnek çözeltileri ICP emisyon spektrofina (Jarrel Ash AtomComb 975) gönderilmiştir. Nadir toprak elementler gibi diğer iz elementlerin tanımlanabilmesi için, çözeltiler ICP kütle spektrometresine (Perkin-Elmer Elan 6000) gönderilmiştir. Doğruluk oranı, göreceli olarak, ana elementler için % 2'den, iz elementler için % 10'dan fazladır.

⁴⁰Ar/³⁹Ar ölçümleri için biyotit ve hornblend minerallerini elde etmek üzere, daha önceden kesilip ufak parçalara ayrılan kayalar, basınçlı piston yardımıyla kırılmıştır. Kırılan örnekler 250, 180, 125 ve 63 mikronluk eleklerden geçebilecek şekilde çeneli kırıcıda parçalanmıştır. Tüm bu işlemler yapılırken, iki farklı örneğin birbiriyle karışmaması amacıyla laboratuvarın ve laboratuvar malzemelerinin temizliğine son derece önem gösterilmiştir. Bir örneğin işlemi bitip de, bir diğer örneğin işlemine başlanılmadan önce basınçlı piston ve çeneli kırıcı etanol ile iyice temizlenmiştir. Daha sonra kuruma sürecini hızlandırmak amacıyla kompresör ile kurutulmuştur. Öğütülmüş olan örnekler, otomatik eleyicide 250, 180, 125 ve 63 mikronluk eleklerden oluşun elek setinde elenmiştir. Eleklerin üzerinde kalan örnekler 250-180 mikron arası, 180-125 mikron arası ve 125-63 mikron arası olmak üzere üç ayrı kaba ayrılmıştır. 250 mikronluk eleğin üzerinde kalan örnek, daha sonra tekrar kullanılmak üzere kaldırılmıştır. 63 mikronun altında kalan bölüm ise atılmıştır. Daha sonra 3 kap da ayrı ayrı saf su ile yıkanarak tozlarından ayrılmıştır. Islak hale gelen numune içindeki su tamamen buharlaşana kadar etüvde kurutulmuştur. Kuruyan numuneler ağır sıvı ile arındırılma işleminden önce, içinde bulunan minerallere göre farklı işlemlerden geçirilmiştir.

İçinden mika ayıklanacak olan kayacın daha önceden 250, 180, 125 ve 63 mikronluk eleklerden geçebilecek şekilde çeneli kırıcıda parçalanan örneklerin 3 farklı fraksiyonu da ayrı ayrı kağıt üzerinde zenginleştirilmiştir. Bu işlem için önce toz örnek kağıda serpilmiştir. Üzerinde toz örnek olan kağıt yavaş hareketler ile sallanarak bir başka kağıda üzerindeki toz örnek boşaltılmıştır. Bu işlem sayesinde geometrik olarak yuvarlaksı olan maddeler diğer kağıda düşerken, levhamsı olan muskovit, biyotit gibi mika pulcukları sallanan kağıtta kalmıştır. Daha sonra kağıtta kalan mika pulcukları başka bir kaba aktarılarak birincil zenginleştirme sağlanmıştır. Daha sonra agat havan içine konulan zenginleştirilmiş mikaların üzerine aseton eklenmiş ve havan tokmağıyla hafifçe öğütülerek bir kez daha tozlarından ayrılması sağlanmıştır.

Hornblend ayırmak içinse, daha önceden 250, 180, 125 ve 63 mikronluk eleklerden geçebilecek şekilde çeneli kırıcıda parçalanan örnek kağıt üzerine yayılmıştır. Üzerinde mıknatıs dolaştırılarak mıknatıslanma özelliğine sahip mineraller elenmiştir. Mıknatıslanan minerallerinden ayrılmış örnek elektromanyetik ayırıcıdan geçirilerek, mıknatıslanma özelliğine göre koyu renkli ve açık renkli minerallerin kümелendiği iki bölüme ayrılmıştır. Hornblendin bulunduğu koyu renkli bölüm biriktirilirken, açık renkli bölüm atılmıştır.

Her iki yolla zenginleştirilen örnekler, yoğunluğu yaklaşık 2.9 gr/cm^3 olan sodyum politungstat sıvısı yardımıyla süzme işleminden geçirilmiştir. Bu işlemde yoğunluk farkından yararlanılarak örnek içinde ayrıştırma sağlanmıştır. Bütün bu işlemler sonunda istenilen mineralden % 99.9 oranında bolluk elde etmek için örnekler son olarak binoküler mikroskop altında elle ayıklanmış ve elde edilen örnek özel şişelere konularak hazır hale getirilmiştir.

Hornblend minerallerinin bileşimleri elektron mikroprob analizi ile belirlenmiştir. Bu işlemler, 15kV ve 1 nA ışın akımıyla Cameca Camebax SX100 elektron mikroprob tarafından Blaise Pascal Üniversite'sinde (Clermont-Ferrand, Fransa) gerçekleştirilmiştir. Doğal örnekler, standart olarak kullanılmıştır.

Hornblend minerallerinden yapılan yaşlandırmada $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ lazer ablasyon yöntemi kullanılmıştır. Hornblend mineralleri, yaşlandırma ölçümünden önce, elektron mikroprob analizinden geçirilerek, mineral bileşimlerindeki homojenlikten emin olunmuştur. Bir milimetreden ufak taneler, altere olmuş tanelerin ölçüme dahil olmasına engel olmak amacıyla, binoküler altında elle ayıklanmıştır. Örnekler daha sonra, McMaster Üniversitesi'nde (Hamilton, Kanada), 5c pozisyonunda, 1072 milyon yaşındaki (Turner ve diğ. 1971) Hb3gr hornblend nötron flüans izleyici ile beraber ışımaya maruz bırakılmıştır. Işıma süresince, toplam nötron akı yoğunluğu 9.0×10^{18} nötron cm^{-2} 'dir. $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_K$ oranına karşılık gelen tahmini hata çizgisi, örneklerin içinde bulunduğu hacimde $\pm 0.2\%$ (1σ)'dir. Tüm $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ölçümleri, Nice-Sophia Antipolis Üniversitesi'nde (UMR Azur Yerbilimleri) gerçekleştirilmiştir. Hornblend analizleri, 50 W CO2 Synrad 48-5 sürekli lazer akımıyla basamaklı olarak ısıtılarak gerçekleştirilmiştir. İzotopik oranların ölçümleri, Daly detektör sistemi donanımlı VG3600 kütle spektrometresiyle yapılmıştır. Detaylı prosedürler Jourdan ve diğ. (2004)'te tarif edilmiştir. Lazer sisteminin çıkarılması ve arıtılması için tipik boş değerler 4.2-8.75, 1.2-3.9 ve 2-6 cc STP kütleler için sırasıyla 40, 39 ve 36 aralığındadır. Kütle ayrışması, hava pipet hacimlerinin düzenli olarak incelenmesiyle izlenilmiştir. Yarılanma sabitleri Steiger ve Jäger (1977)'deki gibidir. Belli yaşlar üzerindeki belirsizlikler 2σ güvenlikle verilmiştir ve izleyiciye ait $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_K$ oran hatası dahil edilmemiştir.

Bir plato yaşını tanımlarken laboratuarda genellikle şu kriterler kullanılır: (1) plato, salınan ^{39}Ar gazının en azından en azından %70'ini barındırmalıdır; (2) platoda peş peşe en az üç adet ısı adımı kesirlenmesi olmalıdır; (3) platonun entegre yaşı (plato üzerinde bulunan birbirinden bağımsız kesirlenmelerin yaşlarının ağırlıklı ortalaması) plato üzerindeki her bir kesirlenmenin yaşı ile 2σ hata ile örtüşmelidir. Bu çalışmada da bu kriterlere uyulmuştur.

U-Pb izotopları yaş tayini yapmak üzere zirkon tanelerini ayırmak için daha önceden 250, 180, 125 ve 63 mikronluk eleklerden geçebilecek şekilde çeneli kırıcıda parçalanmış örnek kağıt üzerine yayılmıştır. Üzerinde mıknatıs dolaştırılarak mıknatıslanma özelliğine sahip mineraller elenmiştir. Mıknatıslanan minerallerinden ayrılmış örnek elektromanyetik ayırıcıdan geçirilerek, mıknatıslanma özelliğine göre

koyu renkli ve açık renkli minerallerin kümelendiği iki bölüme ayrılmıştır. Zirkonun bulunduğu açık renkli bölüm biriktirilirken, koyu renkli bölüm atılmıştır. Açık renkli bölüm, yoğunluğu yaklaşık 2.9 gr/cm³ olan sodyum politungstat sıvısı yardımıyla süzme işleminden geçirilmiştir. Bu işlemde yoğunluk farkından yararlanılarak örnek içinde ayrıştırma sağlanmıştır. Son olarak örneğe binoküler altında incelenerek yapılması tasarlanan analizlere uygun minerallerin bulunup bulunmadığı belirlenmiştir ve elde edilen örnek özel şişelere konularak hazır hale getirilmiştir.

Bu çalışmanın LA-ICP-MS analizleri, Mainz Yerbilimleri Enstitüsü'nde, New Wave 213 nm lazer çifti içeren Agilent 7500ce kuadrupol ICP-MS sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Üzerlerindeki karbon katmanı kaldırmak için, U-Pb yaşlandırma analizinden hemen önce, örneklerin yüzeyi γ -alüminyum pudrası ile cilalanmış, sonra beş dakika boyunca milli-Q su dolu ultrasonik banyoda bekletilmiş ve son olarak etanole batırılmış temizleyici mendil ile kurulanmıştır. Daha fazla temizlik, analiz yapılacak noktaya beş defa 40 μ m ışın çapında lazer atışı yapılarak sağlanmıştır. Her analiz, geri planda 40 s takip eden 30 s ölçümleri barındırmaktadır. U-Pb yaş verisi, 30 μ m ışın çapında, ca. 3.5 J/cm² enerji yoğunluğunda ve 10 Hz. tekrar hızında lazerlerle zirkonlar aşındırılarak toplanmıştır. Aşındırma boyunca üretilen uçucu madde ICP-MS'in içine, dakikada 1.3 litre akış hızına sahip Ar-He gaz karışımıyla taşınmıştır. İzotoplar, zaman-çözülme modunda ölçülmüştür. U-Pb yaşlandırması için, her kütle taraması için her izotopun yarılanma süresi ²³²Th ve ²³⁸U için 10 ms, ²⁰¹Hg, ²⁰⁴Hg+Pb ve ²⁰⁶Pb için 30 ms, ²⁰⁷Pb ve ²⁰⁸Pb için 50 ms'dir. Th ve U konsantrasyonları, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb oranları, ²⁰⁷Pb/²³⁵U, ²⁰⁶Pb/²³⁸U ve ²⁰⁸Pb/²³²Th yaşları ICP-MS'ten elde edilen zaman-çözünme ham kayıtları offline olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada, PL zirkon standartı (Plesovice; Sláma ve diğ., 2008), hem lazer-emiliminden, hem de her örnek ve her zirkon standartıyla aynı anda entegre olan ICP-emiliminden kaynaklanan kesirlenmeyi düzeltmede birincil standart olarak kullanılmıştır (Jackson ve diğ., 2004). ²⁰⁷Pb/²³⁵U, ²⁰⁶Pb/²³⁸U ve ²⁰⁸Pb/²³²Th yaşlarının isabet oranı, temel olarak GJ-1 zirkon standartlarının analizlerinde olağan olan 1.5% (Jackson ve diğ., 2004; ayrıca U ve Th konsantrasyonlarının hesaplanmasında da kullanılmıştır), 91.500 (Wiedenbeck ve diğ., 1995) ve çamur tankı (Black ve Gulson, 1978) olarak verilmiştir.

1.3.3. Büro alışmaları

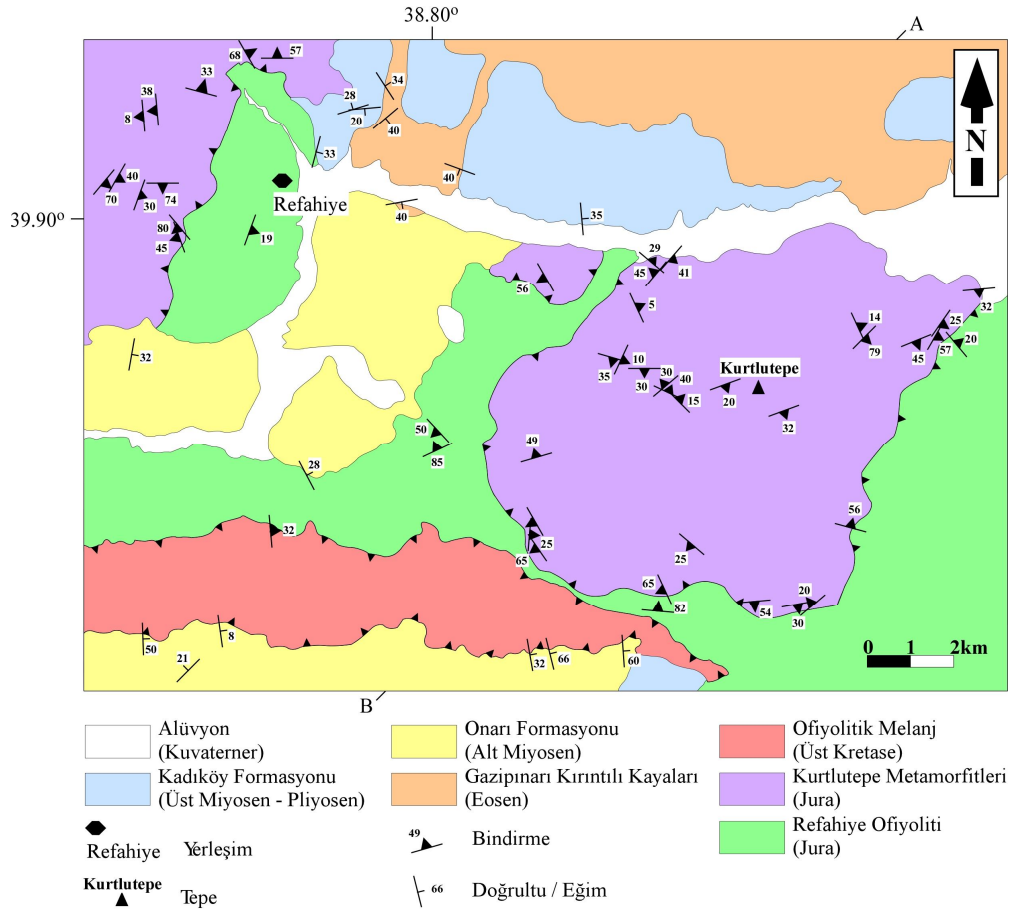
Büro alışmaları sırasında jeolojik harita ve jeolojik enine kesitin hazırlandı. Ayrıca, petrografik ve jeokimyasal analiz sonuçları değerlendirilerek, arazi gözlemleri ile karşılaştırıldı. Elde edilen tüm veriler ve sonuçlar rapor halinde yazıldı.

BÖLÜM 2. GENEL JEOLJİ

Çalışma alanındaki en yaşlı kayaç topluluğu Refahiye Meta-ofiyoliti'dir. Refahiye Meta-ofiyoliti, Doğuda Kurtlutepe Metamorfitleri, Güney de ise Ofiyolitik Melanj ile tektonik olarak sınırlanır. Bu birimlerin üzerine, yaşlıdan gence doğru Gazipınarı Kırıntılı Kayaları, Onarı Formasyonu ve Kadıköy Formasyonu açılal uyumsuzluklar ile gelmektedir. Çalışma alanında görülen en genç birim ise alüvyondur (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).

KUVATERNER	Alüvyon	
PLİYOSEN ÜST MİYOSEN	Kadıköy Formasyonu	
ALT MİYOSEN	Onarı Formasyonu	
EOSEN	Gazipınarı Kırıntılı Kayaçları	
ÜST KRETASE	Ofiyolitik Melanj	
JURA	Kurtlutepe Metamorfitleri	
	Refahiye Meta-ofiyoliti	

Şekil 2.1: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.



Şekil 2.2: Çalışma alanına ait jeoloji haritası.

2.1. Refahiye Meta-ofiyoliti

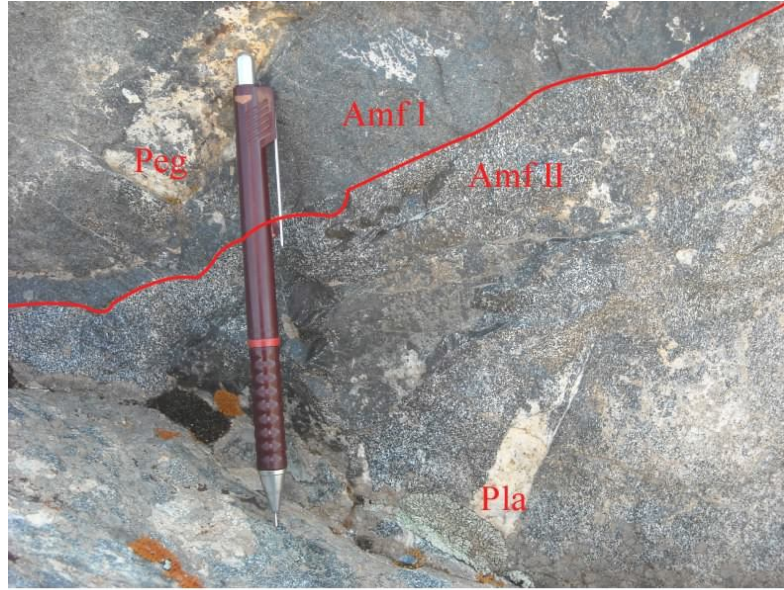
Refahiye Meta-ofiyoliti, incelenen alanda egemen olarak peridotitler tarafından temsil edilmektedir. Dünit ve harzburjitten oluşan peridotitlerin yaklaşık % 70'i serpantinleşmiştir. Bu ana kütle, amfibolit, meta-gabro, meta-plajiyogranit ve klinopiroksenit sokulumları tarafından kesilmektedir. Peridotitlere ait çok iyi korunmuş yüzlek, Erzincan – Sivas karayolunun Refahiye'den itibaren iki km boyunca yolun her iki tarafında gözlenmektedir.

Sokulumların peridotitler ile olan sınırları keskindir. Damar kalınlıkları meta-gabrolar için 5 ile 8 m arasındayken, amfibolitler için 10'dan 15 m'ye kadar değişmektedir. Meta-plajiyogranit sokulumlarının kalınlıkları ise bir ile iki metre arasındadır ve genellikle peridotitleri ve amfibolit sokulumlarını keserler (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Peridotiti kesen ve yaklaşık kalınlığı bir metre olan meta-plajiyogranit sokulumu (37S 0479131 D, 4410631 K).

Genelde amfibolit sokulumları serpantinize peridotitleri kesmektedir. Fakat yer yer birden fazla amfibolit birbirini kesmektedir (Şekil 2.4). Hatta Kurtlutepe'nin Batısında ve Güneyinde görülen yüzlelerde amfibolitler meta-plajiyogranit sokulumları tarafından da kesilmektedir.



Şekil 2.4: Birbirini kesen gabroik kökenli iki amfibolit (Amf I ve Amf II: Amfibolit, Peg: Pegmatit, Pla: Meta-plajiyogranit) (37S 0489787 D, 4407351 K).

Kurtlutepe'nin Güneyinde görülen ve serpantiniti kesen, yaklaşık 10 m kalınlığındaki meta-gabro içinde, kalınlıkları 3 ile 4 cm arasında değişen gabro pegmatit damarları vardır. Meta-gabroları etkileyen hidrotermal alterasyon sonucu, plajiyoklas ve hornblend mineralleri bozularak klorite dönüşmüştür (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Mikro gabro içinde pegmatitik bölümler ve klorit damarları (37 S 0488652 D, 4407399 K).

Listvenit terimi 20 yıl öncesine kadar özellikle Rus jeologlar tarafından, kuvars ± kalsit bileşimindeki hidrotermal damar tarafından alterasyona uğratılmış ve bileşimi kalsit ± serisit ± pirit olarak değişmiş mafik ve ultramafik kayalar tanımlamak için kullanılmıştır. Listvenitler ofiyolitik karmaşıklardaki serpantinleşmiş ultramafik kayaların karbonatlaşmış ve çeşitli oranlarda silisleşmiş eşdeğerleri olarak tanımlanmaktadır (Buisson ve Leblanc, 1985). Refahiye Meta-ofiyoliti içinde bulunan listvenitler de yoğun olarak karbonatlaşmış peridotitlerdir (Şekil 2.6).

Peridotitler içinde farklı yerlerde krom ocakları vardır. Hem bantlı hem de masif kromit bulunmaktadır. Bölgedeki krom ocakları genellikle krom piyasasındaki hareketliliğe göre açılıp, piyasa durgunlaştığında kapatılmaktadır (Şekil 2.7). Arazi çalışmalarına başlanılan 2009 yılında bölgedeki ocaklardan sadece bir tanesi çalışır durumdayken, 2010 yılında hiçbir işler ocak kalmamıştır.



Şekil 2.6: Kurtlutepe'nin Güneyinde, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin içinde bulunan listvenit (37S 0480809 D, 4407395 K).



Şekil 2.7: Ofiyolitin tektonit kısmında bulunan peridotitler içindeki kaptılmış krom madeni (37S 0494455 D, 44122838 K).

Kurtlutepe'nin Güneyinde bulunan mangan madeni ise peridotitik kütle üzerinde yer almaktadır. Arazi çalışmasının yapıldığı 2010 yılı itibariyle açık işletme olarak çalıştırılmaktadır (Şekil 2.8).

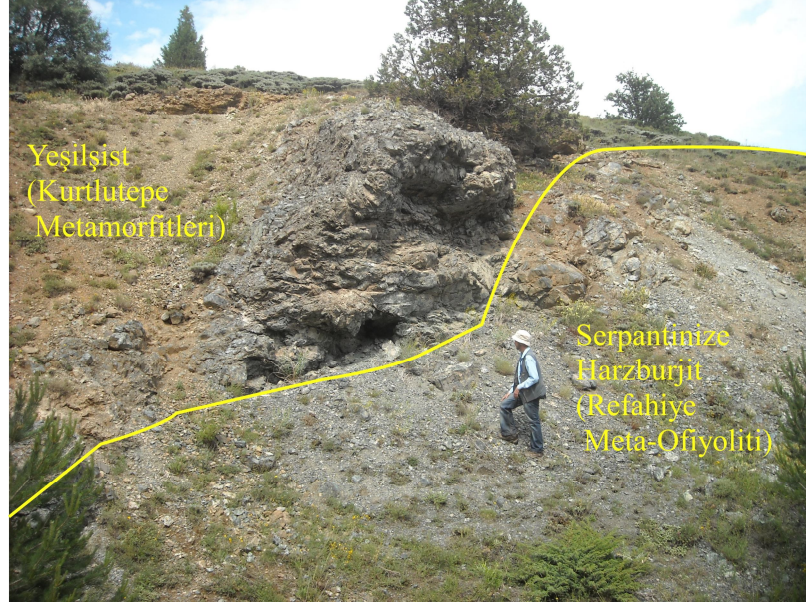


Şekil 2.8: Açık işletme olarak çalıştırılan mangan madeninin görüntüsü (37S 0490809 D, 4407395 K).

2.2. Kurtlutepe Metamorfitleri

Çalışma alanında geniş yayılıma sahip olan Kurtlutepe Metamorfitleri başlıca yeşilüst ve mermer ile temsil edilmektedirler. Bunların yanı sıra kalkfillat, meta-gabro, meta-marn, meta-volkanoklastit ve meta-kumtaşı yersel olarak gözlenmektedir. Kurtlutepe Metamorfitleri haritalanan bölge içinde yaklaşık 150 km² alan kaplamaktadır (Şekil 2.2).

Refahiye'nin Doğusunda bulunan Kurtlutepe'de, tamamı Kurtlutepe Metamorfizmlerinden oluşan tepenin Doğu sınırında Refahiye Meta-ofiyoliti Kurtlutepe Metamorfitlerinin üzerine tektonik olarak gelirken, aynı sınırın Kurtlutepe'nin Batısına ve Güneyine gelen bölümlerinde, bu kez Kurtlutepe Metamorfitleri Refahiye Meta-ofiyoliti'nin üzerindedir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Kurtlutepe'nin Güneyinde, Kurtlutepe Metamorfitleri Refahiye Meta-ofiyoliti'ne bindiriyor (37S 0489830 D, 4408862 K).

Yeşilşistlerin yapraklanmaları, kıvrımlanmaları ve minerallerinin yönlenmeleri belirgindir. Genelde yeşilimsi veya mavimsi kül rengi ile karakteristiktirler (Şekil 2.10). Yer yer kalınlıkları 40 cm'ye varan kuvars damarları yeşilşistleri kesmektedir. Neredeyse tüm yeşilşistler parlak bir dış yüzeye sahiptir. Bazı örneklerde manganlaşma vardır.



Şekil 2.10: Kurtlutepe'de gözlenen yeşilşistler (37S 0489638 D, 4412748 K).

Kurtlutepe Metamorfitleri'ne ait mermerler boz ayrışma rengi göstermektedir. Tamamen ince taneli ve masif mermerler olduğu gibi yer yer yapraklanmaları belirgin olan mermerler de mevcuttur. Bazı yerlerde mermerlerin içinde çapı 4 m'yi bulan kuvars damarları vardır.

Kalkfillat, mermerler veya yeşilşistler ile tektonik ilişkili olarak görülmektedirler. Yapraklanmaları ve kıvrımlanmaları belirgindir. İlksel kayacın kalsitçe zengin olması nedeniyle, kalkfillat da yoğun derecede kalsitlemiştir.

Meta-marn, kalsiyum karbonat açısından zengin çamurtaşının basınç ve sıcaklık koşulları altında başkalaşım geçirmesiyle oluşur. Kurtlutepe Metamorfitleri içinde, Kurtlutepe'nin Güneybatısında yüzlek veren meta-marn, sarımsı pas rengi bir ayrışma göstermektedir ve yapraklanması belirgindir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Kurtlutepe'nin Güneybatısında meta-marn yüzleği (37S 0485317 D, 4409494 K).

Meta-volkanoklastit'in ilksel kayacı mekanik olarak taşınmış ve sonrasında diyajenez geçirmiş kırıntılı volkanik kayadır. Meta-volkanoklastit, Kurtlutepe Metamorfitleri içinde meta-marn ile birlikte gözlenmektedir. Meta-volkanoklastit

birimin yapraklanması belirgindir (Şekil 12). Meta-volkanoklastit içinde, kalınlıkları bir ile iki santimetre arasında değişen kuvars ve klorit damarları vardır.



Şekil 2.12: Meta-volkanoklastit biriminde gözlenen oldukça belirgin yapraklanma (37S 0485350 D, 4415538 K).

İçinde yoğun olarak kuvars bulunduran meta-kumtaşı, Kurtlutepe'nin Güneyinde kalkfillatla birlikte gözlenmektedir.

2.3. Ofiyolitik Melanj

Refahiye'nin Güneyinde yer alan Ofiyolitik Melanj, inceleme alanı içinde yaklaşık 50 km² alan kaplamaktadır. Ofiyolitik Melanj'ın kayaç içeriğini çamurtaşı, mermer, bazalt, kumtaşı, dolerit, mikrogabro, serpantinit ve meta-plajiyogranit oluşturmaktadır. Çamurtaşı matriks konumundadır. Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Üst Kretase olarak yaşlandırılmıştır.

Ofiyolitik Melanj'ın içindeki blokların çapları 30 cm'den 15 m'ye kadar değişmektedir. Mermerler masif yapıdadır ve boz ayrışma rengine sahiptirler (Şekil 2.13). Serpantinitler yer yer iki metre çapında bloklar halinde, yer yer çamurtaşı ile ardalanmalı katmanlar halinde yer almaktadır (Şekil 2.14). Mülk Köyü'nün Kuzeyinde Ofiyolitik Melanj içinde çok büyük bir mikrogabro mostrası

görülmektedir. Mikrogabrolar genellikle altere olmuşlardır. Mikrogabro bloğunun etrafında çört, serpantinit, mermerler ve kireçtaşları vardır. Ofiyolitik Melanj, hem Refahiye Meta-ofiyoliti hem de Onarı formasyonu ile tektonik olarak sınırlıdır ve her ikisinin de üzerine bindirmektedir (Şekil 2.15 ve Şekil 2.16).



Şekil 2.13: Ofiyolitik Melanj içinde blok halinde bulunan masif yapıdaki mermer (37 S 0486580 E, 4407756 N).



Şekil 2.14: Ofiyolitik Melanj içinde çapı iki metre olan serpantinit bloğu (37 S 0493637 E, 4403955 N).



Şekil 2.15: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin, Onarı formasyonunun üzerinde görüldüğü arazi görüntüsü (37 S 0478353 E, 4407434 N).



Şekil 2.16: Ofiyolitik Melanj'a ait mermerlerin Refahiye Meta-ofiyolitine ait peridotitlerinin üzerinde görüldüğü arazi görüntüsü (37S 0479207 D, 4409795 K).

2.4. Gazipınarı Kırıntılı Kayaları

Gazipınarı Kırıntılı Kayaları, çakıltaşı, kumtaşı, kiltası ve marn ardalanmalı bir istiften oluşan, Eosen yaşlı göl çökellerdir (Yılmaz ve diğ, 1985). En güzel yüzeylemeleri, Sivas-Erzincan yolunda, Refahiye'den yaklaşık 4 km sonra yol yarmasında gözlenmektedir (Şekil 2.17). Ayrıca Refahiye'nin Kuzeyinde bulunan Sağlık Köyü'nün girişinde de iyi yüzeylemeler vardır. Gazipınarı Kırıntılı Kayaları'nın, Refahiye'nin Kuzeyinde Refahiye Meta-ofiyoliti ve Kurtlutepe Metamorfitleti'nin üzerine uyumsuzlukla örtü olarak geldikleri görülmektedir.



Şekil 2.17: Gazipınarı Kırıntılı Kayaları'nın çakıltaşı, kumtaşı, kiltası ardalanması (37S 0482440 D, 4417017 K).

Gazipınarı Kırıntılı Kayaları birimine ait çakıltaşları açık gri renkli matrikse sahiptir ve çakılların boyları 1mm ile 1cm arasında değişmektedir. İçinde serpantin, amfibolit, gabro, kireçtaşı çakılları vardır. Gazipınarı Kırıntılı Kayaları biriminde gözlemlenen çakıltaşlarının küresellikleri ve boylanmaları kötüdür ama yuvarlaklıkları iyidir. Çakılların çapları bir milimetreden beş santimetreye kadar değişkenlik gösterir. Tabakalanma her zaman belirgin değildir. Yer yer katmanlanmaya dik gelişmiş çatlak sistemleri görülmektedir. Kiltası içinde yaprak fosili barındıran seviyeler vardır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18: Gazipınarı Kıvrıntılı Kayaları'nın kıltaşı seviyesinde yaprak fosilleri (37S 0482440 D, 4417017 K).

2.5. Onarı Formasyonu

Refahiye'nin Güneyinde ve Güneydoğusunda yüzeyleyen Onarı Formasyonu, hem Kurtlutepe Metamorfitleti'nin hem de Refahiye Meta-ofiyoliti'nin üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Onarı Formasyonu ilk kez Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Alt Miyosen yaşlı denizel çökel birim olarak tanımlanmıştır.

Onarı Formasyonu başlıca çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı, marn, kireçtaşı ve bunları kesen volkanik dayklardan oluşmaktadır. Çakıltaşları stratigrafik olarak birimin en alt seviyesini oluşturmaktadır. Tabakasız ve kırmızı ve pas rengi olarak görülen çakıltaşı, serpantin, listvenit, peridotit, gabro, volkanit çakıllarından meydana gelmiştir. Çakılların boylanmaları kötü olsa da yuvarlaklıkları iyidir (Şekil 2.19).

Tabakalı olarak gözlenen kireçtaşı, beyaz renklidir. Kireçtaşı, çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı ve marn ile ardalanmalı olarak bulunmaktadır. Bu ardalanmalı sıra zaman zaman bazalt karakterli volkanitler tarafından kesilmektedir. Volkanitin sokulması sonucu marn silisleşmiş ve içinde mangan zenginleşmesi olmuştur (Şekil 2.20).

Volkanite ait bazalt çakıllarının yer yer çakıltaşları içinde görülmesi, volkanizmanın çökelimle eş zamanlı olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 2.19: Onarı Formasyonun arazi görüntüsü (37S 0477395 D, 4406373 K).



Şekil 2.20: Bazaltik sokulum sonucu marında mangan zenginleşmesi (37S 0482944 D, 4412741 K).

2.6. Kadıköy Formasyonu

Kadıköy Formasyonu açısız uyumsuzluk ile Gazipmarı Kıvrımlı Kayalarının üzerine gelmektedir. Kadıköy Formasyonu ilk kez Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal çökel olarak tanımlanmıştır.

Çakıltaş-kumtaş arıalanması gösteren Kadıköy Formasyonu'nun rengi pas rengidir. Katman kalınlıkları 10 ile 15 cm arasında değışmektedir. Çakıltaş seviyeleri içinde kötü boylanmış, orta yuvarlaklaşmış, gevşek tutturulmuş, amfibolit, çört mermer, yeşilşist, serpantin çakılları bulunmaktadır (Şekil 2.21). Bu çakılların çapları 2 mm'den 3 cm'e kadar değışmektedir.



Şekil 2.21: Kadıköy formasyonu'ndan çakıltaş-kumtaş arıalanmasının görünüşü (37S 0483623 D, 4417789 K).

BÖLÜM 3. PETROGRAFI ve MİNERAL KİMYASI

3.1. Refahiye Meta-ofiyoliti

Refahiye Meta-ofiyoliti'ni oluşturan farklı kayaç türlerinden 36 adet örneğin içerdiği minerallerin yaklaşık bollukları Tablo 3.1'te verilmektedir ve bu örneklerin petrografik nitelikleri de aşağıda ayrıntılı olarak özetlenmektedir.

Tablo 3.1: Refahiye Meta-ofiyoliti'nde bulunan değişik kayaç türlerinin içerdikleri minerallerin yaklaşık modal bollukları.

Örnekler	Ol	Opx	Cpx	Sp	Mgt	Srp	Pl	Chl	Phl	Act	En	Brc	Cal	Opq
Dünit														
197	91	-	-	3	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Serpantinize peridotit														
91	67	7	2	2	5	15	-	-	-	2	-	-	-	-
93	77	-	5	3	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
195	82	2	-	4	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-
219	77	-	-	6	-	15	-	2	-	-	-	-	-	-
316	53	-	-	5	2	40	-	-	-	-	-	-	-	-
329A	30	5	2	3	2	58	-	-	-	-	-	-	-	-
352B	75	2	4	3	5	10	-	-	-	-	1	-	-	-
Serpantinit														
96C	-	8	-	3	2	87	-	-	-	-	-	-	-	-
107	6	4	-	2	2	86	-	-	-	-	-	-	-	-
267	5	3	-	4	3	85	-	-	-	-	-	-	-	-
268	-	15	-	3	5	78	-	-	-	-	-	-	-	-
330B	-	3	3	4	8	82	-	-	-	-	-	-	-	-
339D	-	-	-	3	3	92	-	1	-	-	-	1	-	-
366B	-	2	2	2	5	89	-	-	-	-	-	-	-	-
Meta-gabro														
317A	-	-	10	-	-	-	71	-	16	-	-	-	-	3
317C	5	5	10	-	-	-	72	2	-	2	-	-	4	-
318	-	-	25	-	-	-	70	-	-	5	-	-	-	-
322	-	-	15	-	-	20	65	-	-	-	-	-	-	-
Amfibolit														
95	-	-	-	21	70	-	-	3	3	-	-	-	-	3
96B	-	-	-	20	75	-	-	-	2	-	-	-	-	3
241	-	-	-	25	70	-	-	-	-	-	-	-	-	5
242	-	-	-	25	65	-	-	-	5	-	-	-	-	5
245	-	-	-	27	70	-	-	-	-	-	-	-	-	3
247	-	-	-	23	70	-	-	-	-	2	-	-	-	5
252	-	-	-	26	60	-	-	-	-	-	9	-	-	5
270	-	-	-	35	60	-	-	-	-	-	-	-	-	5

Tablo 3.1: Refahiye Meta-ofiyoliti'nde bulunan değişik kayaç türlerinin yaklaşık modal bollukları (Devamı).

Örnekler	Ol	Cpx	Srp	Pl	Am	Hbl	Bt	Act	Prh	Pmp	Qtz	Cal	Zrn	Opq
Amfibolit														
339B	-	-	-	59	40	-	-	-	-	-	-	-	-	1
358A	-	-	-	28	65	-	-	-	2	-	-	-	-	5
358B	-	-	-	32	50	-	-	-	3	-	-	-	-	15
615	-	-	-	19	75	-	-	-	-	-	5	-	-	1
Meta-plajiyogranit														
96A	-	-	-	60	-	1	7	-	-	-	30	-	-	2
342	-	-	-	77	-	7	-	-	10	-	2	-	1	3
Klinopiroksenit														
96D	12	80	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Listvenit														
212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	85	-	1
258	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	87	-	1

3.1.1. Dünit

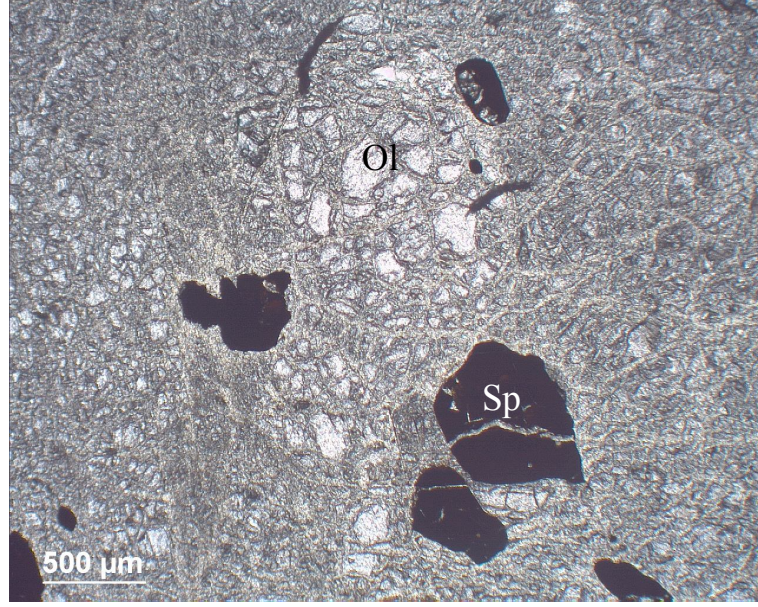
Dünit, masif yapılı olup, herhangi bir yönlenme göstermeyen orta tane boylu (1-2 mm), öz şekilsiz veya yarı öz şekilli minerallerden oluşmaktadır (Şekil 3.1). Olivin dışında, Cr-Al spinel gözlenmektedir. Serpantin ve manyetit ikincil olarak bulunmaktadır. Olivinler, çatlaklar veya tane sınırları boyunca serpantinleşmiştir. Serpantinleşmenin ilerlemiş aşamalarında ikincil elek dokusu gelişmiştir. Cr-Al spinel ya olivin içerisinde kapanım olarak ya da bireysel taneler olarak bulunmaktadır ve çapları 1 ile 1.5 mm arasında değişmektedir. Bazı Cr-Al spinel taneleri olivin kapanımları içermektedir.

Yersel olarak Cr-Al spinel tanelerinin çatlakları serpantin mineralleri tarafından işgal edilmiştir. Serpantinleşmiş örneklerde, Cr-Al spinellerin etrafları manyetit ve klorit tarafından çevrelenmektedir.

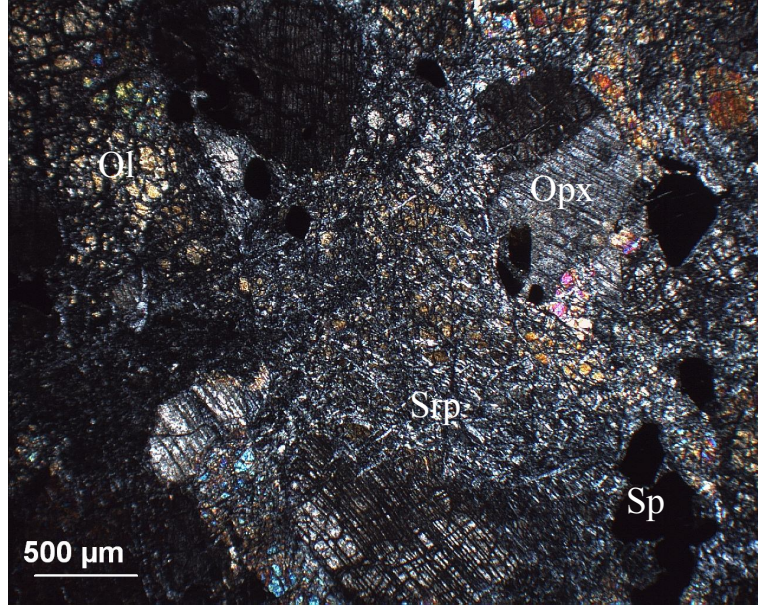
3.1.2. Serpantinleşmiş peridotit

Bu çalışmada serpantinleşmiş peridotit kavramı, içinde % 70'ten daha az serpantin minerali bulunan ve ilksel bileşimi nadiren belirlenebilen kayaç olarak kullanılmıştır.

İlksel hali harzburjitik veya dünitik karakterde olan bu kayaların içinde bulunan minerallerin en az % 10'u serpantinleşmiştir. Herhangi yönlü bir doku göstermeyen bu kayalar, ortalama 1 ile 2 mm çapındaki minerallerden oluşmaktadır.



Şekil 3.1: Dünit içerisinde olivin (Ol) ve Cr-Al spinel (Sp) (Normal ışık) (Örnek 197).



Şekil 3.2: Olivin (Ol), Cr-Al spinel (Sp), ortopirosken (Opx) ve serpantin (Srp) mineralleri ile temsil edilen serpantinleşmiş peridotit (Kutuplanmış ışık) (Örnek 91).

Bolluk sırasına göre ana bileşenleri olivin, Cr-Al spinel, \pm ortopiroksen ve \pm klinopiroksendir (Şekil 3.2). Serpantin mineralleri, manyetit, klorit ve aktinolit ikincil olarak bulunmaktadır.

Olivinler öz şekilsiz taneler oluşturmakta ve yersel olarak ortopiroksenler tarafından çevrelenmektedir. Bu dokusal durum ortopiroksenlerin olivinlerden daha sonra kristallendiğine işaret etmektedir. Ortopiroksenler, yarı öz şekilliden öz şekilsiz kadar ulaşan taneler oluşturmakta ve yersel olarak yaklaşık 0,1 mm eninde klinopiroksen kusma lamelleri içermektedir. Cr-Al spinel, olivinin ve piroksenin tane sınırlarında, öz şekilsiz taneler olarak bulunmaktadır. Yersel olarak bazı Cr-Al spinel taneleri olivin kapanımları barındırmaktadır. Serpantin mineralleri ise Cr-Al spinel tanelerinin çatlaklarını doldurmaktadır. Serpantinleşmenin yaygın olduğu örneklerde, spinelin çekirdek kısmı kahverengi iken, çekirdekten uzaklaştıkça koyu bir renk egemen hale gelmektedir. Bu durum, Cr-Al spinelin manyetite dönüşmesinin sonucudur.

91 ve 219 numaralı serpantinleşmiş peridotit örneklerinden elde edilen mineral kimyası sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Serpantinleşmiş peridotite ait minerallerin bileşim aralığı.

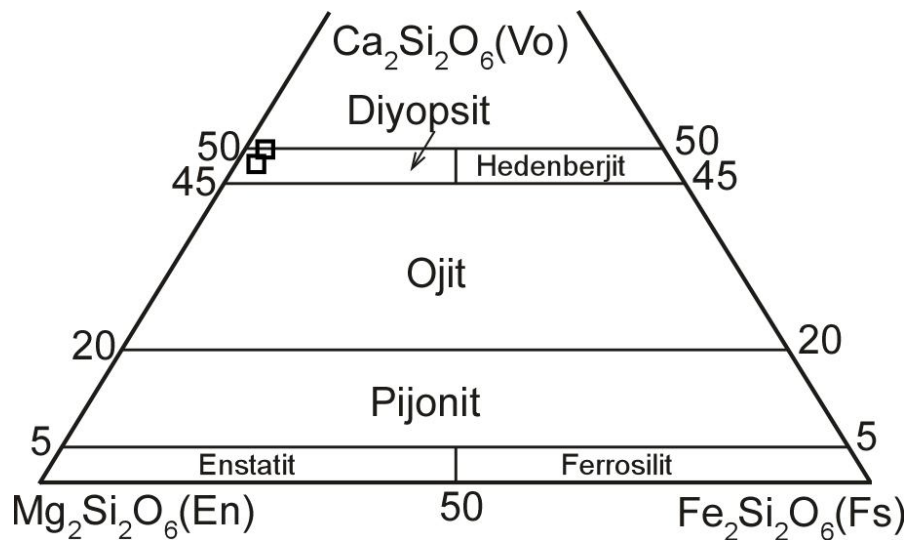
Örnek	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	219	219
Kayaç	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Mineral	Cpx	Cpx	Hbl	Hbl	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Mgt	Ol	Ol
SiO ₂	52.91	53.74	56.72	57.05	42.32	38.05	41.03	40.89	41.63	42.49	0.14	41.33	40.72
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.01
Al ₂ O ₃	2.19	1.46	1.81	1.29	0.49	0.46	0.90	0.66	0.87	0.55	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.96	0.51	0.49	0.34	0.08	0.73	0.63	0.12	0.67	0.26	0.00	0.26	0.00
FeO	2.26	2.06	2.08	2.82	4.31	6.69	4.62	5.01	4.62	6.54	92.18	6.98	8.77
MnO	0.13	0.03	0.13	0.01	0.06	0.08	0.11	0.08	0.15	0.09	0.06	0.11	0.13
MgO	17.87	17.29	23.26	23.03	38.95	35.54	37.86	38.02	37.33	36.11	0.06	51.68	50.79
CaO	23.37	24.69	12.81	13.08	0.23	0.19	0.29	0.24	0.53	1.45	0.01	0.14	0.00
Na ₂ O	0.07	0.10	0.14	0.06	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01
K ₂ O	0.01	0.00	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01
Toplam	99.77	99.87	97.47	97.72	86.46	81.81	85.46	85.08	85.85	87.57	92.46	100.53	100.44
Mg Değeri	93.40	93.70	95.20	93.60	94.20	90.50	93.60	93.10	93.50	90.80	0.10	93.00	91.20
Mg#	97.10	95.80	98.90	96.60	94.20	90.50	93.60	93.10	93.50	90.80	0.30	93.00	91.20
Cr Değeri	0.23	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.2: Serpantinleşmiş peridotite ait minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Örnek	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219
Kayaç SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Mineral	Ol	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Hem	Mgt	Chl	Chl	Chl	Cal
SiO ₂	40.51	39.37	41.44	39.47	43.74	39.37	38.10	1.38	0.02	28.54	27.63	34.80	0.01
TiO ₂	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00
Al ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.00	0.68	0.01	0.02	0.01	0.00	22.60	24.60	12.81	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.02	0.02	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	1.22	1.65	1.68	0.48	0.42
FeO	8.40	3.70	3.18	4.52	2.10	3.82	3.74	86.14	90.96	2.73	2.25	2.80	0.32
MnO	0.15	0.03	0.04	0.00	0.04	0.00	0.03	0.97	0.08	0.00	0.03	0.06	0.00
MgO	50.60	38.76	40.60	39.36	40.22	38.71	38.51	2.06	0.81	31.55	31.45	35.79	0.00
CaO	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.00	0.02	0.02	0.13	0.01	53.39
Na ₂ O	0.02	0.01	0.05	0.03	0.00	0.00	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01
K ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Toplam	99.75	81.93	85.37	83.42	87.10	81.97	80.48	90.62	93.18	87.12	87.80	86.77	54.14
Mg Değeri	91.5	94.9	95.8	93.9	97.2	94.8	94.8	4.1	1.6	95.4	96.1	95.8	0.0
Mg#	91.5	94.9	95.8	93.9	97.2	94.8	94.8	11.7	4.6	95.4	96.1	95.8	?

(SP: Serpantinleşmiş Peridotit, Cal: Kalsit, Chl: Klorit, Cpx: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Hem: Hematit, Mgt: Manyetit, Ol: Olivin, Srp: Serpantin).

Serpantinleşmiş peridotitlerde bulunan klinopiroksenlerin 100Cr/(Cr+Al) değerleri 0.19 ile 0.23 arasındadır. Olivinlerin Mg/(Mg+Fe⁺²) oranı 91 ile 93 arasında değişmektedir ve forsterit (Fo₉₁₋₉₃) bileşimindedirler. Klinoprioksenlerin Mg/(Mg+Fe⁺²) oranı ise 95 ile 98 arasında değişmektedir ve diyopsit bileşimindedirler (Şekil 3.3).

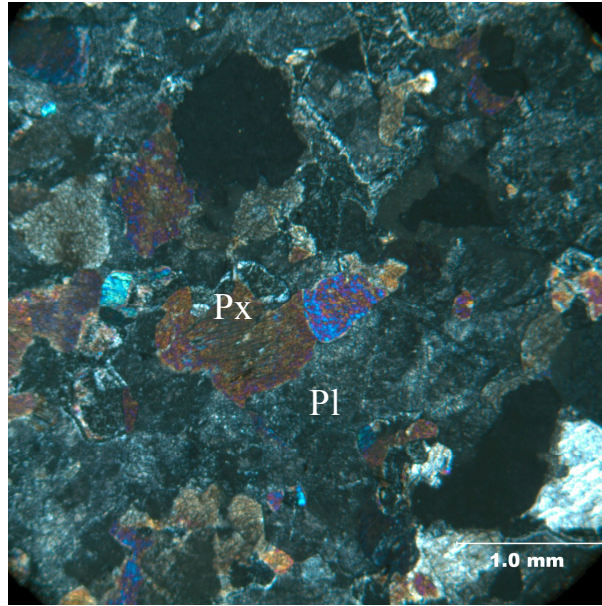


Şekil 3.3: 91 numaralı örneğe ait piroksenler, piroksen adlandırma diyagramına iz düşürülerek isimlendirilmesi (Hess, 1941).

3.1.3. Meta-gabro

Meta-gabrolar, boyları 0.5'den 1 mm'ye kadar değişen, yarı öz şekilli, belirgin bir yönlü doku göstermeyen tanelerden oluşmaktadır. İncelenen meta-gabroların başlıca mineralleri bolluk sırasına göre plajiyoklas, klinopiroksen, \pm flogopit, \pm ortopiroksen ve \pm olivindir (Şekil 3.4). Bozuşmaya bağlı olarak gelişen ikincil mineraller klorit, aktinolit, kalsit ve serpantin ile temsil edilmektedir.

Plajiyoklas bütünüyle bozuşmuştur ve bulanık gözükmektedir. Yalnızca dış şekillerinden plajiyoklas oldukları anlaşılmaktadır. Bazı plajiyoklasların içinde piroksen kapanımları vardır. Piroksen ise uralitleşme sonucu aktinolite dönüşmüştür. Kloritle beraber kalsit de ikincil mineral olarak bulunmaktadır.



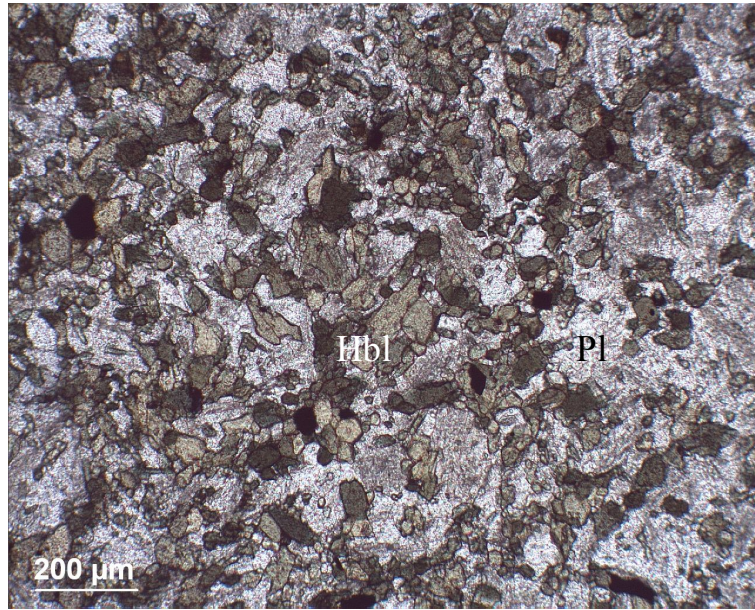
Şekil 3.4: Plajiyoklas (Pl) ve piroksen (Px) minerallerinin hakim olduğu meta-gabro (Kutuplanmış ışık) (Örnek 317C).

3.1.4. Amfibolit

Belirgin bir yapraklanmaya sahip amfibolitlerin tane boyları 1 ile 2 mm arasında değişmektedir. Bolluk sırasına göre plajiyoklas, amfibol ve opak mineraller içermektedir. Kuvars, prehnit, pumpelleyit, ve aktinolit minerallerinin modal bolluk

oranları % 10'dan daha az olarak görülmektedir. Plajiyoklaslar yoğun olarak bozuşmuştur (Şekil 3.5). Bozuşmaya uğramış plajiyokaslardan bazılarında amfibol kapanımları görülmektedir. Amfiboller yarı öz şekillidir. Kayaçlar yersel olarak prehnit damarları tarafından kesilmektedir. Bu da başkalaşımın zaman içinde gerilediğini göstermektedir.

96B, 252, 270 ve 272 numaralı amfibolit örneklerinden yapılan analiz sonucu elde edilen mineral kimyası sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir.



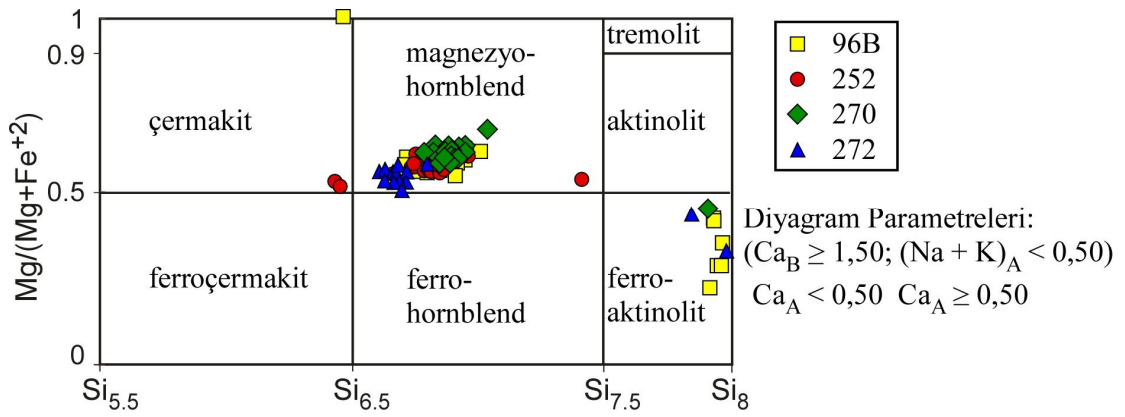
Şekil 3.5: Amfibolite ait bozuşmuş plajiyoklas (Pl) ve hornblend (Hbl) (Normal ışık) (Örnek 245).

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Örnek Mineral	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl
SiO ₂	45.61	46.36	45.29	45.92	47.20	45.40	45.75	45.66	44.58	45.38	47.23	53.32	45.66
TiO ₂	1.27	1.20	1.17	1.23	0.77	1.05	1.26	1.16	1.42	1.26	1.05	0.03	1.41
Al ₂ O ₃	7.82	7.10	8.01	7.63	7.13	8.34	7.94	8.01	8.25	8.07	6.64	0.44	7.97
Cr ₂ O ₃	0.03	0.08	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.03	0.05	0.03	0.02	0.00	0.05
FeO	18.37	18.35	18.90	18.57	17.17	17.92	18.36	18.47	18.76	19.19	18.46	24.13	18.48
MnO	0.36	0.43	0.31	0.33	0.40	0.20	0.26	0.27	0.29	0.37	0.34	0.33	0.37
MgO	10.19	10.78	10.11	10.48	11.14	10.53	10.54	10.18	10.03	10.00	11.21	8.70	10.28

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Örnek Mineral	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl	96B Hbl
CaO	11.33	11.28	11.61	11.32	11.54	11.69	11.59	11.65	11.52	11.59	11.48	12.02	11.42
Na ₂ O	1.22	1.12	1.11	1.15	0.94	1.08	1.01	1.17	1.14	1.16	0.94	0.03	1.04
K ₂ O	0.30	0.27	0.28	0.26	0.24	0.30	0.32	0.32	0.28	0.32	0.25	0.03	0.29
Toplam	96.49	96.96	96.78	96.92	96.54	96.52	97.02	96.93	96.32	97.38	97.60	99.02	96.96
Mg Değeri	49.71	51.16	48.81	50.16	53.62	51.16	50.57	49.57	48.80	48.16	51.97	39.12	49.79
Mg#	65.91	66.88	66.17	66.42	66.49	68.50	66.07	66.23	67.07	65.56	66.12	39.12	64.53
An (Fds)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Px Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 3.6: Leake ve diğ. (1997)'e göre 96B, 252, 270, 272 numaralı amfibolit içinde bulunan amfibolitlerin kimyasal bileşimleri.

96B, 252, 270 ve 272 numaralı amfibolit örnekleri içinde bulunan amfibolit mineralleri, kalsik amfiboller için Leake ve diğ. (1997) tarafından belirlenen diyagrama aktarılarak isimlendirilmiştir (Şekil 3.6). Buna göre 96B, 252, 270 ve 272 numaralı amfibolit örneklerinde bulunan amfibolit mineralleri çoğunlukla magnezyo-hornblend'tir. Bunun yanı sıra, 252 numaralı örnekte çermakit, 270 ve 272 numaralı örnekte ferro-aktinolit, 96B numaralı örnekte hem çermakit hem de ferro-aktinolit mineralleri vardır.

96B, 252, 270 ve 272 numaralı amfibolit örnekleri içinde bulunan feldispatlar, Albit-Anortit-Ortoz üçlü diyagramına iz düşürülerek isimlendirilmiştir (Şekil 3.7). Buna göre 96B, 252, 270 ve 272 numaralı amfibolit örneklerinde bulunan feldispat

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Ornek	96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B			
	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Fds	Fds	Fds	Fds		
SiO ₂	45.71	52.39	45.46	52.32	51.79	46.83	46.08	46.72	50.91	45.82	46.34	51.20	45.17	45.59	68.79	63.40	69.80	64.54	69.01	55.66	61.79	64.02	57.37	70.03	69.44	
TiO ₂	1.65	0.03	0.77	0.02	0.04	1.16	1.14	1.17	0.07	1.43	1.21	0.04	1.43	1.34	0.09	0.00	0.01	0.00	0.06	0.00	0.09	0.00	0.02	0.00	0.00	
Al ₂ O ₃	8.12	0.07	8.47	0.06	0.26	6.91	7.62	7.34	0.38	7.74	7.63	0.30	8.01	7.82	21.10	22.96	22.45	23.03	20.29	27.96	25.52	24.49	27.04	20.05	19.83	
Cr ₂ O ₃	0.05	0.00	0.11	0.02	0.00	0.01	0.01	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.04	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	
FeO	18.61	23.39	18.97	25.38	27.52	18.67	18.83	18.40	30.33	19.00	18.81	27.61	19.23	18.53	0.20	0.10	0.08	0.02	0.16	0.07	0.10	0.32	0.22	0.00	0.08	
MnO	0.24	0.39	0.31	0.45	0.38	0.25	0.38	0.33	0.24	0.31	0.27	0.27	0.36	0.34	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	
MgO	10.08	8.98	9.82	7.43	6.02	10.65	10.57	10.61	4.39	10.39	10.01	5.87	10.23	10.44	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	
CaO	11.52	12.25	11.52	12.17	12.13	11.35	11.34	11.69	11.47	11.30	11.76	11.79	11.14	11.44	0.81	3.21	1.38	2.88	0.07	9.19	3.21	3.34	8.79	0.06	0.04	
Na ₂ O	1.07	0.00	1.09	0.01	0.04	0.98	1.12	0.97	0.04	1.30	1.03	0.05	1.28	1.22	11.32	9.11	10.72	9.72	11.52	6.32	8.81	9.31	6.69	12.00	11.66	
K ₂ O	0.26	0.01	0.38	0.00	0.06	0.26	0.30	0.29	0.06	0.27	0.28	0.03	0.31	0.29	0.03	0.09	0.16	0.21	0.02	0.13	0.21	0.21	0.12	0.01	0.00	
Toplam	97.32	97.91	96.90	98.06	98.24	97.06	97.39	97.57	97.89	97.58	97.34	97.16	97.18	97.05	102.37	98.88	104.65	100.42	101.13	99.33	99.72	101.70	100.29	102.19	101.05	
Mg Değeri	49.12	40.41	48.01	34.12	28.07	50.41	50.02	50.67	20.51	49.35	48.68	27.48	48.67	50.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg#	63.09	41.09	63.78	34.27	28.12	63.20	66.47	64.22	20.51	67.52	62.18	27.51	67.28	68.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
An (Fds)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.81	16.29	6.65	14.09	0.35	44.58	16.78	16.55	42.07	0.26	0.19	
Px Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Ornek Mineral	96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		96B		
	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm			
SilO ₂	0.00	0.03	0.17	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	30.33	45.59	45.81	45.95	45.89	46.17	46.08	47.29	45.54	45.33	44.90	45.70	45.85	45.60	45.54	45.89	50.24												
TiO ₂	51.16	51.13	50.81	51.16	51.09	50.86	51.84	50.19	38.84	1.15	1.13	1.14	1.05	1.06	1.10	0.94	1.10	1.14	1.35	1.07	1.16	1.15	1.15	1.04	0.40												
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	8.25	7.90	8.10	8.00	8.10	7.80	6.88	8.11	8.26	8.99	8.31	7.98	8.49	8.37	8.30	4.55												
Cr ₂ O ₃	0.00	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.00	0.03	0.01	0.07	0.03	0.04	0.06	0.03	0.00	0.02	0.03	0.00	0.06	0.00	0.02	0.02	0.04	0.02												
FeO	46.64	46.24	46.51	46.96	46.76	46.44	45.76	46.02	0.83	19.46	18.84	18.92	18.57	19.06	19.15	18.61	19.10	19.17	20.00	19.69	19.56	18.55	19.01	19.23	19.37												
MnO	1.76	1.79	1.63	1.78	1.83	1.71	1.78	2.22	0.02	0.34	0.40	0.40	0.33	0.35	0.34	0.39	0.30	0.39	0.38	0.31	0.36	0.28	0.42	0.34	0.29												
MgO	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.04	0.07	0.07	0.00	10.03	10.21	10.13	10.02	10.16	10.23	10.94	10.14	9.98	9.46	9.85	10.19	10.53	9.85	9.87	10.57												
CaO	0.02	0.10	0.05	0.04	0.02	0.04	0.10	0.35	28.13	11.31	11.40	11.25	11.38	11.44	11.36	11.49	11.30	11.31	11.30	11.10	11.07	11.34	11.16	11.83													
Na ₂ O	0.04	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.02	0.06	0.01	1.23	1.16	1.07	1.06	1.16	1.12	1.04	1.19	1.16	1.30	1.10	1.21	1.09	1.12	1.18	0.51												
K ₂ O	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.30	0.29	0.25	0.28	0.27	0.25	0.23	0.30	0.28	0.30	0.27	0.27	0.29	0.28	0.29	0.14												
Toplam	99.69	99.42	99.32	100.04	99.85	99.11	99.64	98.93	99.07	97.66	97.20	97.25	96.62	97.82	97.44	97.81	97.11	97.05	97.98	97.47	97.63	97.13	96.91	97.32	97.92												
Mg Değeri	0.18	0.27	0.27	0.30	0.28	0.16	0.28	0.27	0.00	47.87	49.13	48.82	49.04	48.73	48.77	51.18	48.61	48.14	45.74	47.14	48.15	50.58	48.00	47.77	49.31												
Mg#	0.19	0.29	0.29	0.32	0.30	0.17	0.28	0.30	?	65.44	65.60	63.40	62.96	64.68	64.59	65.82	65.74	65.25	64.06	62.12	64.91	67.05	62.85	62.79	54.30												
An (Fds)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
Px Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Ornek Mineral	252		252		252		252		252		252		252		252		252		252		252		252		252	
	Pmp	Pmp	Pmp	Qtz	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm
SiO ₂	36.84	36.77	37.23	100.08	0.00	0.02	0.00	0.08	0.14	0.08	0.04	0.10	0.00	0.05	0.04	0.07	0.01	0.05	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.07	0.03	
TiO ₂	0.01	0.01	0.06	0.00	49.33	49.69	50.67	30.87	50.13	46.12	50.62	50.05	51.05	50.76	52.95	49.93	48.01	50.22	46.56	49.86	50.25	49.89	50.88	48.78	51.31	
Al ₂ O ₃	27.63	27.27	25.28	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cr ₂ O ₃	0.03	0.01	0.19	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.06	0.01	0.02	0.04	0.02	0.00	0.04	0.03	0.04	0.02	0.06	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	
FeO	6.16	5.91	4.04	0.06	46.35	45.94	43.57	45.68	44.38	48.02	42.64	43.92	41.69	45.54	37.98	44.08	47.19	45.50	48.80	46.21	45.16	45.80	45.08	45.07	44.56	
MnO	0.05	0.03	0.12	0.01	1.58	1.64	1.41	1.52	1.45	1.07	1.92	2.79	2.06	1.69	2.70	1.77	1.38	1.59	1.22	1.44	1.54	1.49	1.40	2.81	1.72	
MgO	0.10	0.44	2.14	0.00	0.07	0.04	0.06	0.06	0.13	0.10	0.03	0.05	0.03	0.07	0.03	0.03	0.62	0.06	0.19	0.09	0.08	0.09	0.07	0.04	0.08	
CaO	22.07	21.90	22.38	0.05	0.03	0.04	0.07	0.01	0.25	0.34	0.37	0.28	0.37	0.00	0.75	0.22	1.02	0.03	0.21	0.00	0.05	0.02	0.10	0.42	0.07	
Na ₂ O	0.09	0.06	0.01	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	
K ₂ O	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	
Toplam	93.01	92.42	91.45	100.26	97.36	97.44	95.82	98.15	96.67	95.83	95.69	97.20	95.35	98.08	94.54	96.16	98.34	97.42	97.11	97.60	97.11	97.37	97.58	97.23	97.78	
Mg Değeni	2.76	11.63	48.53	-	0.25	0.14	0.24	0.24	0.53	0.36	0.11	0.19	0.14	0.25	0.15	0.13	2.30	0.23	0.70	0.33	0.32	0.33	0.28	0.16	0.30	
Mg#	2.76	11.63	48.53	-	0.28	0.15	0.24	0.25	0.55	0.44	0.11	0.20	0.14	0.26	0.15	0.13	2.74	0.24	0.86	0.35	0.33	0.35	0.29	0.18	0.31	
An (Fds)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Px Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Ornek Mineral	252		252		252		252		270		270		270		270		270		270		270				
	İlm	Tm	İlm	Tm	İlm	Tm	İlm	Tm	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl			
SiO ₂	0.03	30.69	29.91	30.03	30.16	29.94	29.79	29.81	46.03	48.14	46.09	46.79	46.70	46.40	46.07	46.56	45.71	46.10	46.27	46.68	46.98	46.59	46.39	43.07	46.17
TiO ₂	48.28	37.02	37.44	37.15	37.48	36.95	36.47	36.65	0.95	0.59	0.94	0.84	0.84	0.87	0.80	0.96	0.82	1.02	0.95	1.01	1.00	1.07	0.83	0.71	0.83
Al ₂ O ₃	0.00	0.95	0.74	0.81	0.67	0.82	0.95	0.72	7.74	6.29	8.21	7.08	7.50	7.75	7.52	8.18	7.73	7.93	7.81	7.64	7.96	7.99	10.79	8.07	
Cr ₂ O ₃	0.02	0.04	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05	0.06	0.00	0.04	0.05	0.01	0.00	0.00
FeO	46.74	0.97	0.72	0.79	0.62	0.86	0.92	0.68	17.88	17.30	18.35	17.36	17.74	17.83	17.71	18.12	18.39	17.40	17.64	17.55	17.42	18.08	17.31	18.87	17.84
MnO	1.89	0.10	0.02	0.12	0.04	0.00	0.10	0.13	0.33	0.27	0.28	0.29	0.28	0.32	0.42	0.28	0.34	0.26	0.33	0.33	0.29	0.33	0.40	0.25	0.28
MgO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	12.29	10.41	11.43	11.11	10.95	10.93	11.10	10.75	10.82	10.82	11.03	11.12	10.93	10.86	8.78	10.66
CaO	0.33	27.35	27.30	27.04	27.11	27.09	26.89	26.94	11.54	11.46	11.69	11.76	11.46	11.68	11.69	11.62	11.56	11.69	11.82	11.85	11.65	11.61	11.61	11.64	11.75
Na ₂ O	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.98	0.86	0.98	0.76	0.99	1.02	0.96	0.97	1.13	0.99	1.00	1.02	0.98	1.01	0.94	1.17	1.11
K ₂ O	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.24	0.18	0.28	0.23	0.21	0.25	0.25	0.20	0.29	0.19	0.25	0.26	0.20	0.27	0.25	0.51	0.31
Toplam	97.33	97.13	96.18	95.98	96.11	95.68	95.12	94.95	96.85	97.37	97.23	96.60	96.83	97.22	96.62	97.36	97.20	96.24	97.07	97.54	97.31	97.88	96.59	95.80	97.02
Mg-Value	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	52.55	55.88	50.28	54.01	52.76	52.25	52.39	52.20	51.02	52.57	52.25	52.85	53.22	51.86	52.80	45.35	51.58
Mg#	0.12	-	-	-	-	-	-	100.00	69.59	70.16	65.25	67.77	67.72	68.51	68.96	68.21	70.19	67.79	68.20	68.59	67.27	67.22	67.11	52.23	55.05
An (Fsp)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyx-Al ₆ /Al ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73	0.88
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00

Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Ornek Mineral	270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270		270	
	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds	Hbl	Fds		
SiO ₂	45.71	46.66	61.02	67.49	48.39	62.81	63.15	58.89	58.54	57.80	66.45	71.35	67.80	70.64	68.00	59.27	68.55	69.75	54.80	56.79	55.19	55.90	51.94	68.65	68.35									
TiO ₂	1.08	1.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.04	0.00	0.02	0.02	0.06	0.00	0.03	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Al ₂ O ₃	8.24	7.68	28.45	19.38	39.53	26.04	26.24	27.49	31.27	26.93	19.03	21.11	19.72	20.80	19.75	29.47	21.28	20.38	27.46	27.66	28.36	28.13	30.25	19.98	19.99									
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
FeO	17.44	17.84	0.42	0.22	0.53	0.19	0.16	0.09	0.27	0.21	0.40	0.37	0.37	0.38	0.41	0.46	0.38	0.21	0.24	0.21	0.13	0.25	0.28	0.15	0.19									
MnO	0.38	0.28	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.07	0.00	0.03	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
MgO	10.79	10.98	0.05	0.00	0.06	0.04	0.03	0.06	0.04	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.14	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
CaO	11.59	11.51	2.85	0.02	4.00	2.95	2.66	2.79	2.53	8.44	0.05	0.15	0.05	0.22	0.04	1.77	0.92	0.13	11.45	9.00	10.12	9.57	12.62	0.02	0.07									
Na ₂ O	1.02	0.99	7.81	0.02	4.90	9.07	9.28	8.07	7.69	6.77	0.03	11.10	0.03	11.45	0.04	4.12	11.06	11.50	5.50	6.15	5.84	5.91	4.28	11.71	11.68									
K ₂ O	0.26	0.22	0.71	12.10	1.21	0.32	0.38	0.69	0.55	0.10	11.52	0.04	12.96	0.03	13.44	4.69	0.01	0.01	0.07	0.11	0.06	0.10	0.07	0.01	0.03									
Toplam	96.52	97.18	101.36	99.47	98.67	101.43	101.94	98.07	100.94	100.24	97.54	104.21	101.02	103.56	101.73	99.98	102.31	101.98	99.68	99.92	99.71	99.84	99.45	100.53	100.32									
Mg-Value	52.45	52.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Mg#	68.80	66.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
An (Fsp)	-	-	16.80	33.53	31.09	15.22	13.66	16.02	15.38	40.78	42.24	0.72	46.62	1.07	35.59	19.17	4.40	0.60	53.30	-	-	-	-	-	-									
Pyx-Al ₆ /Al ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									

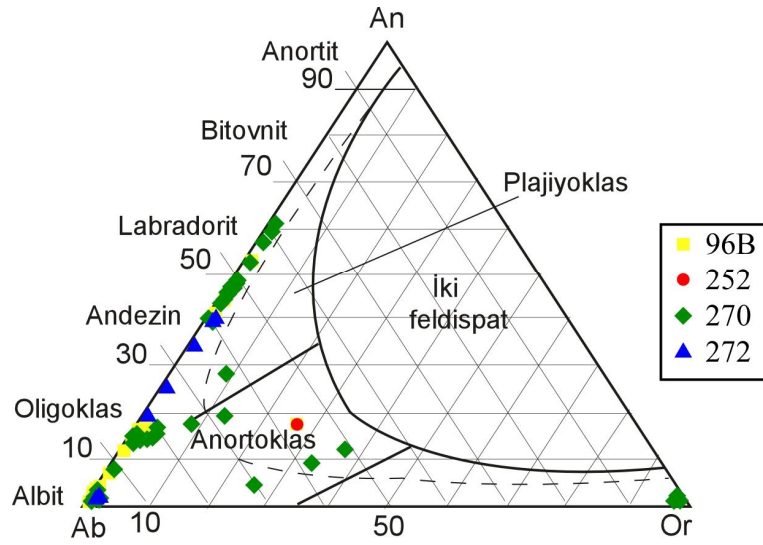
Tablo 3.3: Amfibolitlere minerallerin bileşim aralığı (Devamı).

Ornek	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	
Mineral	Chl	Epi	Epi	Epi	Pmp	Pmp	Pmp	Qtz	Qtz	Qtz	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ilm	Ttn	Ttn	Ttn	Ttn	Ttn	
SiO2	25.41	38.38	38.01	37.67	36.86	37.28	36.49	99.41	98.48	99.67	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.04	0.03	0.03	30.71		
TiO2	0.00	0.07	0.07	0.10	0.10	0.04	0.02	0.01	0.31	0.03	50.95	50.37	51.58	51.93	51.93	50.55	48.98	49.29	33.38									
Al2O3	21.41	28.62	28.88	27.42	27.39	27.78	27.98	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.83									
Cr2O3	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.00	0.06	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.06	0.06	0.01	0.05									
FeO	32.62	6.14	6.20	7.98	4.58	4.13	4.36	0.47	0.40	0.42	45.36	46.12	43.94	44.54	46.19	46.45	46.77	1.63										
MnO	0.23	0.05	0.16	0.08	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.06	1.89	1.68	1.70	1.74	1.73	2.12	1.99	0.03										
MgO	7.84	0.07	0.05	0.03	2.25	1.28	1.06	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03	0.04	0.02	0.00										
CaO	0.10	23.48	23.33	23.46	21.39	22.66	22.06	0.06	0.05	0.06	0.33	0.08	0.10	0.06	0.18	0.34	0.41	27.79										
Na2O	0.08	0.02	0.02	0.04	0.05	0.15	0.12	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02										
K2O	0.36	0.01	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00										
Toplam	88.11	96.87	96.79	96.86	92.68	93.35	92.19	99.99	99.32	100.31	98.59	98.31	97.43	98.37	98.77	98.04	98.52	97.45										
Mg-Value	29.99	-	-	-	46.63	35.63	30.16	-	-	-	0.08	0.17	0.05	0.14	0.10	0.16	0.08	0.00										
Mg#	29.99	-	-	-	46.63	35.63	30.16	-	-	-	0.08	0.18	0.05	0.14	0.11	0.18	0.09	-										
An (Fsp)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Pyx Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									

(Chl: Klorit, Ep: Epidot, Fds: Feldsipat, Hbl: Hornblend, Ilm: İmenit, Pmp: Pumpelletit, Pph: Pehnit, Qtz: Kuvars, Ttn: Titanit).

mineralleri albitten labradora kadar değişen bir çeşitlilik sunmaktadır. Ayrıca 270 numaralı örnekte ortoz'a da rastlanmıştır.

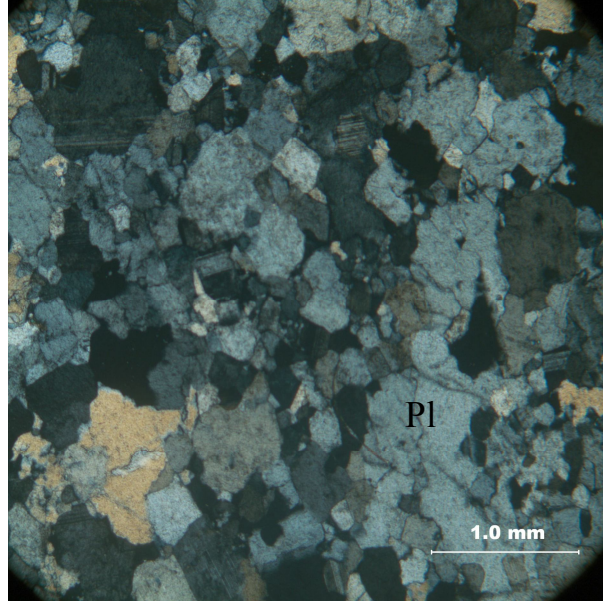
İlmenit minerallerinin TiO_2 içerikleri % 46 ile 53 arasında, FeO içerikleri ise % 37 ile 49 arasında değişmektedir. Titanitlerin içerdikleri TiO_2 miktarı % 33 ile 39 arasında değişirken, Al_2O_3 miktarı en fazla % 3.83 'e kadar çıkmaktadır.



Şekil 3.7: 96B, 252, 270, 272 numaralı amfibolit örnekleri içinde bulunan feldispat minerallerinin Barth (1962)'ye göre sınıflandırılması.

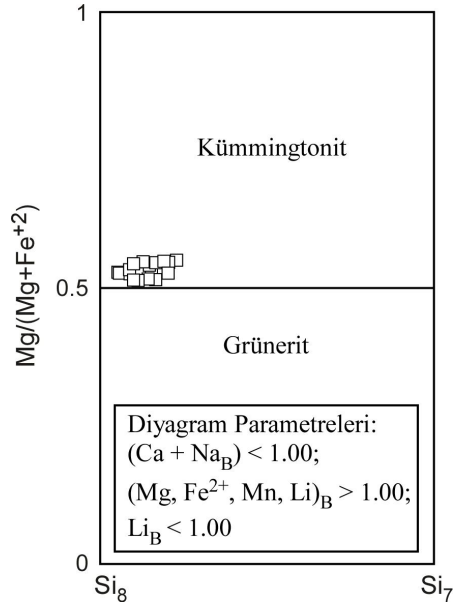
3.1.5. Meta-plajiyogranit

Meta-plajiyogranit belirgin bir yapraklanma gösteren sokulum kayacıdır. Mineral içeriğinin % 60 ile 75 arasında değişen büyük bir bölümü plajiyoklastır (Şekil 3.8). Plajiyoklaslar genellikle bozuşmuş olsa da, bozuşmamış olanları da mevcuttur. Plajiyoklasın haricinde, % 10 ile 30 arasında değişen miktarda kuvars vardır. Kuvarslar, alt tane gelişimi ve dalgalı sönme göstermektedir.



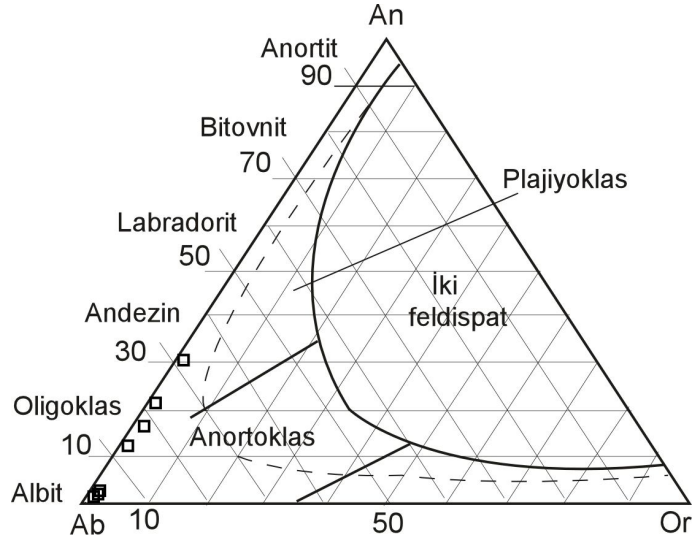
Şekil 3.8: Meta-plajiyogranitin %60'ını oluşturan 0,5 mm çapındaki plajiyoklaslar (Pl) (Kutuplanmış ışık) (Örnek 96A).

Meta-plajiyogranitte, hacimsel olarak % 10'dan az miktarda hornblend, biyotit, kümingtonit (Şekil 3.9) ve zirkon mineralleri gözlenmektedir. İkincil olarak prehnit damarları gelişmiştir.



Şekil 3.9: Meta-plajiyogranit örneği içinde bulunan amfibolitlerin Leake ve diğ. (1997)'e kimyasal bileşimleri.

96A numaralı meta-plajiyogranitten yapılan analiz sonucu elde edilen mineral kimyası sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir. Plajiyoklasların anortit içeriği, 0.2 ve 32 arasında değişmektedir. Hornblendlerin $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı 48 ile 70 arasında, Al oranı ise 0.05 ile 1.8 arasında değişmektedir. Kummingtonitlerin $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı 52 ile 57 arasında, Ca oranı ise 0.113 ile 0.936 arasında değişmektedir. Meta-plajiyogranite ait feldispatlar genellikle albit bileşimi göstermektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Meta-plajiyogranit genellikle albit bileşiminde feldispatların Barth (1962)'ye göre sınıflandırılması.

3.1.6. Klinopiroksenit

Klinopiroksenit belli bir yönlenme göstermeyen, ortalama 2.5 mm boyunda tanelerden meydana gelmiştir (Şekil 3.11). Başlıca klinopiroksen ve olivin içeren klinopiroksenitte, hiç ortopiroksen yoktur. Olivin bütünüyle serpantinleşmiştir. Klinopiroksenler yarı öz şekillidir.

96D numaralı klinopiroksenitten yapılan analiz sonucu elde edilen mineral kimyası sonuçları Tablo 3.4’te verilmiştir. Klinopiroksenlerin $100Cr/(Cr+Al)$ değerleri 0.10 ile 0.42 arasında, $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı ise 71 ile 94 arasında değişmektedir. Klinopirokseniti oluşturan tüm piroksenler diyopsit bileşimindedir (Şekil 3.12).

Tablo 3.4: Meta-plajjiyogranit ve klinopiroksenite ait minerallerin mineral kimyası sonuçları.

Ornek Kavuç Mineral	96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		
	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	PL	PI	
SiO ₂	69.46	70.69	69.72	69.13	69.44	63.90	68.60	61.74	65.54	100.50	26.36	25.61	29.46	29.07	28.92	28.80	30.15	28.67	30.01	26.79	29.28	28.94	27.07	34.07	32.81
TiO ₂	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.02	0.14	0.49	0.21	0.28	0.27	0.43	0.46	0.42	0.01	1.03	0.70	0.05	2.21	2.10
Al ₂ O ₃	20.22	20.43	20.06	20.52	19.97	24.00	22.58	25.20	23.86	0.02	20.02	20.77	17.35	17.73	17.84	18.68	18.18	17.59	17.45	18.75	16.62	17.48	18.98	16.43	17.34
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.04	0.01
FeO	0.10	0.11	0.18	0.18	0.08	0.25	0.16	0.32	0.12	0.50	24.91	24.20	23.68	23.59	23.52	23.33	23.24	24.53	22.52	27.04	23.96	24.45	24.01	20.80	22.16
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.35	0.21	0.20	0.16	0.14	0.28	0.24	0.27	0.20	0.31	0.20	0.17	0.44	0.06	0.11
MgO	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	15.20	15.81	14.19	14.71	14.58	14.75	14.76	13.88	15.08	14.63	14.87	14.30	14.90	11.59	11.98
CaO	0.14	0.12	0.04	0.49	0.05	4.59	2.31	6.29	3.34	0.05	0.15	0.16	1.14	1.01	1.13	0.74	0.73	0.96	0.92	0.09	1.00	1.00	0.20	0.31	0.11
Na ₂ O	11.84	11.81	12.10	11.57	11.86	9.05	9.82	7.63	9.47	0.00	0.02	0.05	0.04	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.10	0.25	0.19
K ₂ O	0.05	0.05	0.00	0.03	0.01	0.07	0.07	0.08	0.35	0.01	0.09	0.08	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.10	0.03	0.03	0.04	0.05	5.96
Toplam	101.86	103.21	102.15	101.98	101.42	101.89	103.77	101.30	102.70	101.14	87.05	87.04	86.64	86.52	86.47	86.88	87.82	86.48	86.76	87.71	87.01	87.09	85.81	91.71	91.90
Mg Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.1	53.8	51.6	52.6	52.5	53.0	53.1	50.2	54.4	49.1	52.5	51.0	52.5	49.8	49.1
Mg#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.1	53.8	51.6	52.6	52.5	53.0	53.1	50.2	54.4	49.1	52.5	51.0	52.5	49.8	49.1
Px Al6/Al4	0.6	0.5	0.2	2.3	0.2	21.9	12.4	31.3	16.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/(Cr+Al)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.4: Meta-plajiyogranit ve klinopiroksenite ait minerallerin mineral kimyası sonuçları (Devamı).

Ornek	96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		
	PL	Chl	PL	Chl	PL	Chl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	
Kayaç	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	96A	
Mineral	Chl	Chl	Chl	Chl	Chl	Chl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	Hbl	
SiO ₂	29.71	26.80	32.29	26.39	29.12	29.83	25.84	48.32	50.22	46.51	45.24	53.73	45.70	53.31	45.40	46.33	53.50	50.74	50.29	48.38	50.03	48.62	46.45	45.28	47.16
TiO ₂	0.73	0.04	0.35	0.10	0.70	0.72	0.03	0.04	0.07	0.41	0.08	0.06	0.13	0.02	0.06	0.08	0.14	0.14	0.05	0.20	0.06	0.08	0.09	0.09	0.34
Al ₂ O ₃	17.18	19.52	16.12	20.59	17.32	17.15	20.25	7.50	5.62	8.70	10.08	0.50	10.46	0.28	10.42	9.60	1.55	4.91	5.03	7.13	5.50	7.34	9.36	10.30	8.67
Cr ₂ O ₃	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03
FeO	24.22	26.72	22.65	23.37	23.40	22.93	25.38	17.60	16.17	17.65	18.37	18.53	17.93	20.33	18.11	18.16	15.12	15.62	16.21	17.01	16.50	17.12	18.30	18.64	17.37
MnO	0.21	0.42	0.19	0.31	0.19	0.18	0.34	0.25	0.26	0.25	0.32	0.17	0.25	0.24	0.31	0.28	0.40	0.32	0.29	0.30	0.42	0.29	0.34	0.27	0.19
MgO	14.39	14.80	14.78	17.00	14.76	14.42	15.14	12.05	13.29	11.30	10.75	12.14	10.19	10.80	10.22	10.60	14.58	13.52	13.38	12.08	12.76	12.10	10.61	10.02	11.22
CaO	1.30	0.13	2.18	1.01	1.01	1.02	1.12	11.28	11.15	10.93	10.56	12.11	11.39	12.36	11.53	11.33	12.11	11.59	11.61	11.21	11.43	11.31	11.25	11.49	11.63
Na ₂ O	0.04	0.04	0.06	0.02	0.01	0.00	0.02	0.81	0.62	0.91	0.86	1.13	1.05	0.05	0.94	0.93	0.12	0.45	0.53	0.80	0.57	0.74	0.90	1.05	0.83
K ₂ O	0.04	0.04	0.06	0.00	0.04	0.04	0.01	0.16	0.10	0.25	0.20	0.03	0.23	0.01	0.22	0.25	0.03	0.08	0.09	0.15	0.11	0.13	0.21	0.21	0.20
Toplam	87.84	88.51	88.65	87.88	86.56	86.30	87.12	98.05	97.30	96.91	96.46	97.42	97.33	97.40	97.20	97.55	97.58	97.39	97.48	97.46	97.39	97.72	97.51	97.36	97.63
Mg Değeri	51.4	49.7	53.8	56.5	52.9	52.8	51.5	55.0	59.4	53.3	51.0	53.9	50.3	48.6	50.1	51.0	63.2	60.7	59.5	55.9	58.0	55.7	50.8	48.9	53.5
Mg#	51.4	49.7	53.8	56.5	52.9	52.8	51.5	68.6	68.5	67.8	67.2	54.1	66.8	48.7	67.2	66.2	65.9	68.1	69.2	67.6	66.6	67.5	65.7	67.4	67.0
Px Al ⁶ /Al ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.4: Meta-plajiyogranit ve klinopiroksenite ait minerallerin mineral kimyası sonuçları (Devamı).

Ornek	96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A		96A					
	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl				
Kayaç	47.96	48.09	47.53	47.72	52.85	53.07	52.61	52.96	52.78	52.90	52.90	52.84	52.62	53.30	53.32	52.88	52.72	52.75	52.77	52.68	53.05	52.91	53.00	53.19																		
Mineral	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl	PL	Hbl		
SiO ₂	0.32	0.14	0.07	0.03	0.08	0.16	0.04	0.09	0.17	0.11	0.11	0.12	0.17	0.08	0.05	0.16	0.13	0.13	0.14	0.17	0.09	0.05	0.13	0.14																		
TiO ₂	7.54	8.03	7.22	8.01	7.98	1.61	1.00	1.29	1.51	1.46	1.34	1.11	1.49	1.54	1.01	1.06	1.45	1.27	1.09	1.45	1.48	1.22	0.93	1.33	1.46																	
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00																	
FeO	17.35	16.83	17.77	17.59	17.32	25.03	24.87	25.55	24.95	24.46	25.27	24.52	24.30	25.01	25.62	25.43	24.73	25.49	24.44	24.53	25.61	25.26	23.77	25.30	24.85																	
MnO	0.25	0.24	0.33	0.26	0.58	0.75	0.90	0.66	0.78	0.81	0.70	0.69	0.65	0.90	0.68	0.60	0.73	0.69	0.82	0.75	0.64	0.96	0.64	0.62																		
MgO	11.79	11.41	11.22	11.63	11.44	15.85	16.14	15.86	15.98	15.63	16.01	16.04	15.78	16.12	15.52	15.83	16.04	15.74	14.77	15.39	15.91	15.84	14.84	15.62	15.26																	
CaO	11.15	11.53	11.33	11.31	11.47	1.25	0.88	0.82	1.26	2.12	1.11	1.32	1.67	1.03	0.89	0.71	1.00	0.96	2.89	1.73	1.04	0.83	2.39	0.94	2.77																	
Na ₂ O	0.84	0.82	0.71	0.83	0.77	0.15	0.21	0.16	0.23	0.19	0.15	0.25	0.24	0.18	0.13	0.18	0.13	0.14	0.12	0.24	0.21	0.17	0.19	0.22	0.19																	
K ₂ O	0.18	0.17	0.17	0.18	0.19	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00																		
Toplam	97.38	97.25	97.11	97.36	97.23	97.52	96.96	97.33	97.75	97.63	97.77	96.86	97.15	97.39	97.50	97.29	97.00	97.20	96.89	97.10	97.85	97.14	96.10	97.17	98.49																	
Mg Değeri	54.8	54.7	53.0	54.1	53.0	53.6	52.5	53.3	53.3	53.0	53.8	53.7	53.5	51.9	52.6	53.6	52.4	51.9	52.8	52.5	52.8	52.7	52.4	52.3																		
Mg#	67.2	65.9	62.9	68.3	66.5	54.0	54.7	54.1	54.8	54.8	54.8	54.9	55.4	52.3	52.9	54.1	53.5	52.4	52.4	53.8	54.6	53.3	53.0	53.9																		
Px Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																	
Cr/(Cr+Al)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																	

Tablo 3.4: Meta-plajiyogranit ve klinopiroksenite ait minerallerin mineral kimyası sonuçları
(Devamı).

Ornek Kayaç Mineral	96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D		96D	
	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Cpx	KP	Sp	KP	Sp	KP	Sp	KP	Hbl
SiO ₂	53.52	53.72	53.53	53.47	53.91	53.94	53.36	53.65	53.68	53.96	53.12	53.75	53.30	53.88	53.60	53.72	54.91	0.62	0.06	0.44	0.01	7.45	0.05	0.09	0.09	52.03
TiO ₂	0.08	0.11	0.11	0.10	0.11	0.08	0.09	0.10	0.06	0.02	0.07	0.10	0.06	0.11	0.08	0.05	0.26	0.33	0.25	0.34	0.48	0.29	0.82	0.29	0.82	0.19
Al ₂ O ₃	1.63	1.77	1.70	1.88	1.70	1.80	1.61	1.77	1.72	1.73	2.20	1.75	1.76	1.15	1.64	1.80	0.35	18.32	19.47	23.43	23.49	12.74	23.60	14.89	6.17	6.17
Cr ₂ O ₃	0.63	0.60	0.65	0.63	0.61	0.60	0.56	0.63	0.58	0.63	0.21	0.57	0.60	0.35	0.63	0.58	0.06	39.51	35.67	32.81	35.28	30.15	32.24	35.13	1.11	1.11
FeO	3.23	3.30	3.52	3.28	3.59	3.37	3.23	3.20	3.26	3.28	9.08	3.22	3.21	3.09	3.26	3.21	2.99	31.98	36.16	32.50	33.06	40.08	35.12	41.13	4.21	4.21
MnO	0.14	0.08	0.12	0.09	0.11	0.08	0.12	0.19	0.12	0.16	0.44	0.10	0.07	0.12	0.09	0.16	0.18	0.34	0.39	0.41	0.38	0.53	0.43	0.42	0.05	0.05
MgO	17.24	16.89	17.65	17.03	17.41	17.03	16.92	16.86	16.94	17.05	12.64	16.94	16.86	16.86	17.05	16.80	17.53	6.25	4.17	6.22	5.84	5.75	5.29	3.47	20.29	20.29
CaO	23.70	23.74	22.97	23.65	22.75	23.29	23.64	23.68	23.97	23.62	24.55	23.57	23.85	24.39	23.31	23.77	24.81	0.49	0.48	0.77	0.18	3.98	0.37	0.53	12.61	12.61
Na ₂ O	0.13	0.15	0.12	0.17	0.16	0.18	0.12	0.19	0.15	0.18	0.01	0.16	0.17	0.09	0.11	0.13	0.01	0.04	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02	1.08	1.08	
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	
Toplam	100.29	100.37	100.36	100.30	100.34	100.41	99.65	100.27	100.54	100.67	100.27	100.14	99.91	99.97	99.80	100.24	100.89	97.81	96.78	96.83	98.61	101.16	97.41	96.51	97.74	97.74
Mg Değeri	90.49	90.13	89.93	90.25	89.63	90.01	90.32	90.37	90.25	90.26	71.29	90.35	90.36	90.68	90.30	90.31	91.28	25.83	17.06	25.44	23.93	20.36	21.17	13.06	89.57	89.57
Mg#	93.19	90.94	92.56	92.42	89.92	90.01	91.67	91.62	92.23	91.37	71.37	90.74	92.73	91.86	90.30	90.44	92.90	31.01	21.53	30.90	28.50	25.04	26.31	18.09	100.00	100.00
Px Al ₆ /Al ₄	0.24	0.56	0.22	0.38	0.67	0.81	0.44	0.53	0.38	0.58	0.06	0.71	0.35	0.42	0.65	0.71	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/Cr+Al	0.20	0.19	0.20	0.18	0.19	0.18	0.19	0.19	0.18	0.20	0.42	0.18	0.19	0.17	0.20	0.18	0.10	0.59	0.55	0.48	0.50	0.61	0.48	0.61	-	-

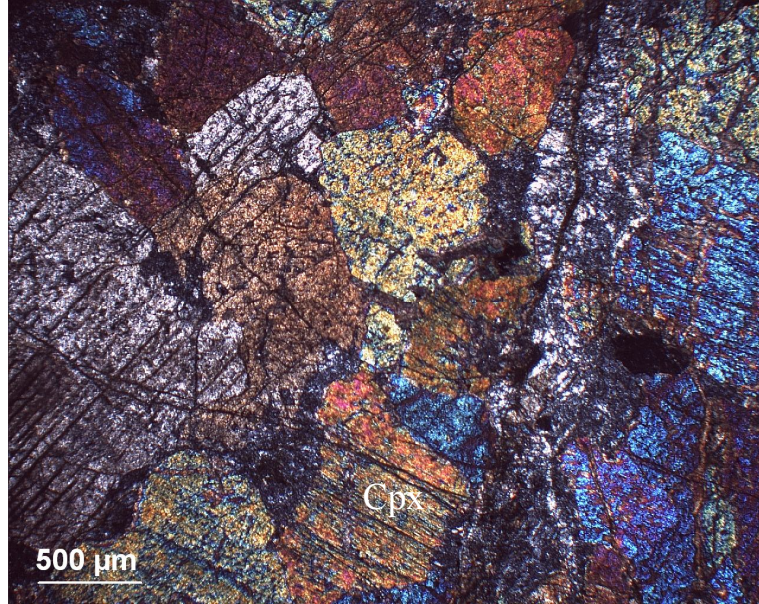
Tablo 3.4: Meta-plajiyogranit ve klinopiroksenite ait minerallerin mineral kimyası sonuçları (Devamı).

Örnek Kayaç Mineral	96D			96D			96D			96D			96D			96D			96D			96D			96D		
	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp	KP	Hbl	Srp			
SiO ₂	54.45	48.26	49.60	55.01	51.65	50.90	52.65	56.19	55.34	51.23	54.11	50.00	51.84	53.10	51.04	49.55	51.35	54.91	55.84	53.95	51.22	55.23	56.67	48.13	37.07		
TiO ₂	0.15	0.48	0.43	0.13	0.21	0.29	0.21	0.06	0.08	0.26	0.13	0.37	0.23	0.20	0.27	0.28	0.22	0.14	0.09	0.17	0.29	0.10	0.10	0.44	0.02		
Al ₂ O ₃	3.78	9.27	8.54	3.94	5.89	6.72	5.17	2.30	2.88	6.48	3.84	7.98	6.10	5.17	6.72	7.60	5.99	3.50	2.35	4.87	6.63	3.41	2.08	9.97	0.87		
Cr ₂ O ₃	0.61	1.24	1.42	0.54	1.11	1.23	0.64	0.46	0.42	1.00	0.54	1.42	0.78	0.50	0.86	1.40	0.75	0.62	0.47	0.66	0.96	0.28	0.30	1.61	0.00		
FeO	3.80	4.82	4.62	3.79	4.29	4.37	4.06	3.56	3.52	4.60	3.80	4.86	4.72	4.55	4.28	5.19	4.63	3.96	3.90	4.35	4.73	3.76	3.67	5.25	32.21		
MnO	0.09	0.11	0.07	0.10	0.14	0.08	0.08	0.06	0.04	0.07	0.01	0.12	0.08	0.06	0.09	0.14	0.11	0.13	0.07	0.07	0.04	0.05	0.09	0.07	1.02		
MgO	21.43	18.96	19.02	21.34	20.34	19.91	20.66	22.26	21.87	19.97	21.24	18.96	19.94	20.80	19.22	18.86	20.15	21.41	21.89	20.79	19.46	21.55	22.13	18.40	15.47		
CaO	12.34	12.46	12.31	12.40	12.64	12.57	12.95	12.71	12.92	12.44	12.77	12.70	12.52	12.73	14.05	12.54	12.93	12.73	12.68	12.64	12.57	12.88	12.60	12.34	0.14		
Na ₂ O	0.70	1.65	1.51	0.65	0.85	1.11	0.79	0.34	0.55	1.07	0.74	1.17	1.05	0.75	1.00	1.19	0.97	0.45	0.33	0.71	1.08	0.43	0.29	1.67	0.04		
K ₂ O	0.01	0.01	0.03	0.01	0.07	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00		
Toplam	97.55	97.24	97.54	97.91	97.19	97.15	97.22	97.94	97.63	97.12	97.21	97.57	97.27	97.85	97.52	96.76	97.09	97.87	97.65	98.20	97.00	97.69	97.92	97.87	86.84		
Mg Değeri	90.95	87.52	88.02	90.93	89.42	89.04	90.08	91.77	91.72	88.57	90.88	87.43	88.27	89.06	88.88	86.62	88.57	90.60	90.91	89.50	88.01	91.08	91.49	86.21	46.13		
Mg#	100.00	100.00	100.00	99.68	100.00	100.00	100.00	97.77	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.97	96.65	100.00	100.00	98.84	94.96	100.00		
Px Al ⁶ /Al ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

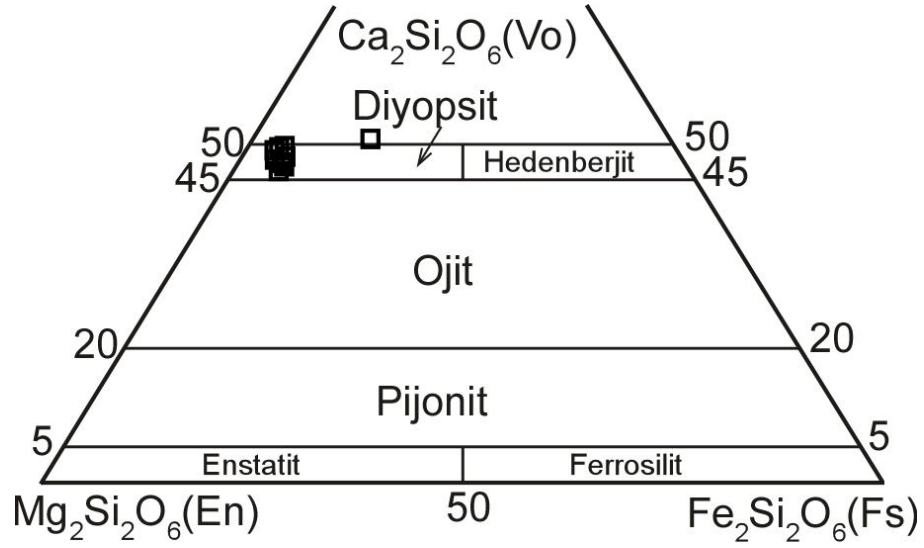
Tablo 3.4: Meta-plajiyogranit ve klinopiroksenite ait minerallerin mineral kimyası sonuçları (Devamı).

Örnek	96D	96D	96D	96D	96D	96D	96D	96D	96D	96D
Kayaç	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP	KP
Mineral	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp	Srp
SiO ₂	40.30	39.89	42.71	42.72	42.22	42.85	39.88	39.28	40.08	42.40
TiO ₂	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05	0.22	0.05	0.06	0.04
Al ₂ O ₃	2.36	2.29	1.58	1.48	1.76	1.77	3.81	2.08	2.93	2.00
Cr ₂ O ₃	1.74	0.17	0.57	0.75	0.59	0.41	0.79	1.79	0.58	0.60
FeO	12.74	15.75	12.39	11.80	11.86	11.08	9.22	14.69	10.37	12.94
MnO	0.22	0.45	0.30	0.33	0.25	0.20	0.25	0.31	0.38	0.22
MgO	29.48	27.91	27.49	28.86	29.72	30.75	4.66	27.53	32.18	27.48
CaO	0.22	0.09	0.38	0.81	0.40	0.26	6.56	0.17	0.08	0.39
Na ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.04	0.11	0.00	0.02	0.02
Toplam	87.11	86.60	85.49	86.84	86.87	87.43	65.61	85.90	86.68	86.08
Mg Değeri	80.48	75.95	79.82	81.34	81.71	83.18	47.40	76.96	84.69	79.11
Mg#	80.48	75.95	79.82	81.34	81.71	83.18	47.40	76.96	84.69	79.11
Px Al6/Al4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(PL: Meta-plajiyogranit, KP: Klinopiroksenit, Chl: Klorit, Cpx: Klinopirokse, Cum: Kümmingtonit, Hbl: Hornblend, Pl: Plajiyoklas, Prh: Prehnit, Sp:Cr-Al Spinel, Srp: Serpantin, Qtz: Kuvars).



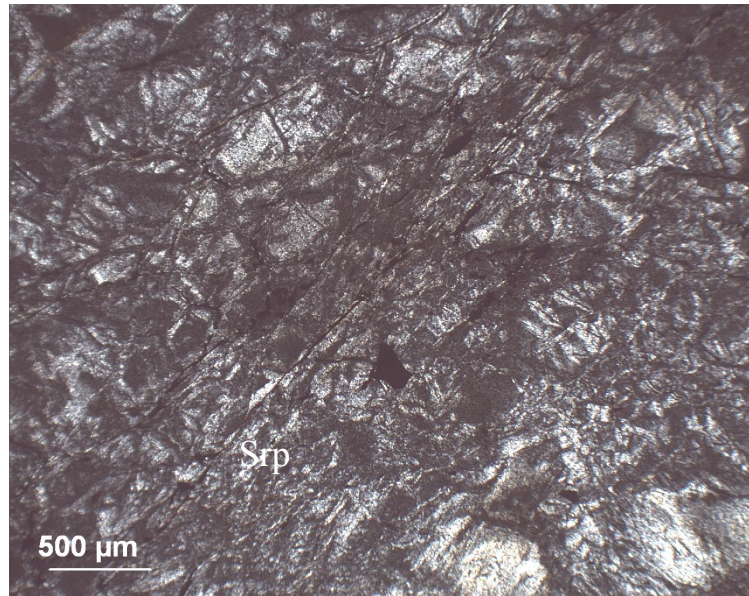
Şekil 3.11: Serpantin tarafından ornatılmış klinopiroksen (Cpx) (Kutuplanmış ışık) (Örnek 96D).



Şekil 3.12: Klinopiroksenite ait piroksenlerin Hess (1941)'e göre isimlendirilmesi.

3.1.7. Serpantinit

Serpantinit, % 78 ile 92 arasında değişen oranlarda serpantin minerali içerir. Serpantinleşmenin yoğunluğuna rağmen, çapları 0.25 ile 1.5 mm arasında değişen

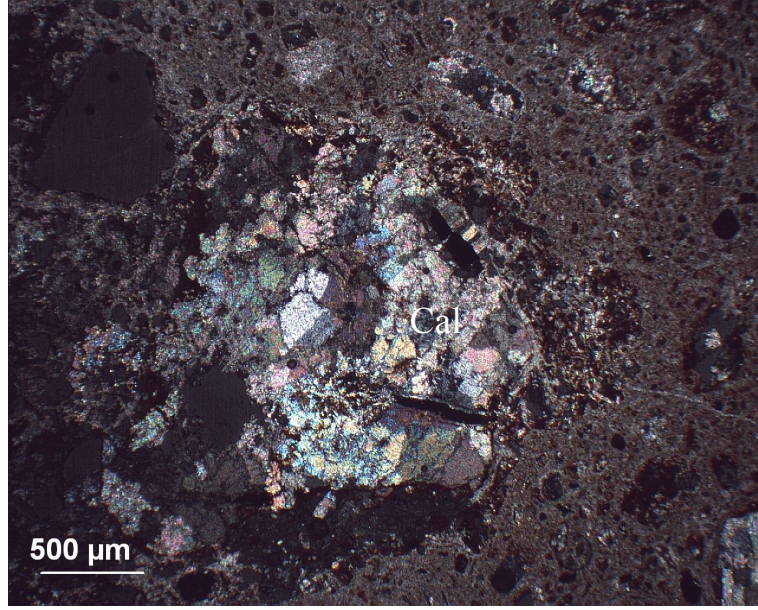


Şekil 3.13: Serpantinleşmenin yoğunluğuna bağlı olarak tanınamayacak kadar bozulmuş olan mineraller ve serpantin (Srp) minerallerinin arasında gelişen ikincil elek dokusu (Kutulanmış ışık) (Örnek 366B).

ortopiroksen, olivin, klinopiroksen ve Cr-Al spinel tanınabilmektedir. Cr-Al spinelin bozuşma ürünü olarak manyetit, klorit ve brusit gelişmiştir. Kayaçlarda ilksel doku tanınmаса da, ikincil olarak gelişen elek doku oldukça belirgindir (Şekil 3.13).

3.1.8. Listvenit

Listvenit tümüyle karbonatlaşmış bir ultramafik kayadır. Kayaç tümüyle kalsit ve kuvars minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 3.14). % 1 kadar opak mineral de mevcuttur. Kayaçta belirgin herhangi bir doku gözlenmemektedir.



Şekil 3.14: Listvenit içerisinde yaklaşık 1 mm çapındaki kalsit (Cal) minerali (Kutuplanmış ışık) (Örnek 258).

3.2.Kurtlutepe Metamorfileri

Kurtlutepe Metamorfileri hakim olarak yeşilşist ve mermerden oluşmaktadır. Birim içinde yer yer kalkfillat, meta-gabro, meta-marn, meta-volkanoklastit ve meta-kumtaşı da bulunmaktadır. Bu kayaç türlerini içeren 20 adet örnekten ince kesit yapılarak incelenmiştir. İçerdikleri minerallerin yaklaşık modal bollukları Tablo 3.5'te verilmektedir. Kayaçların petrografik nitelikleri ise ayrıca özetlenmiştir.

Tablo 3.5: Kurtlutepe Metamorfileri'nde bulunan değişik kayaç türlerinin içerdikleri minerallerin yaklaşık modal bollukları.

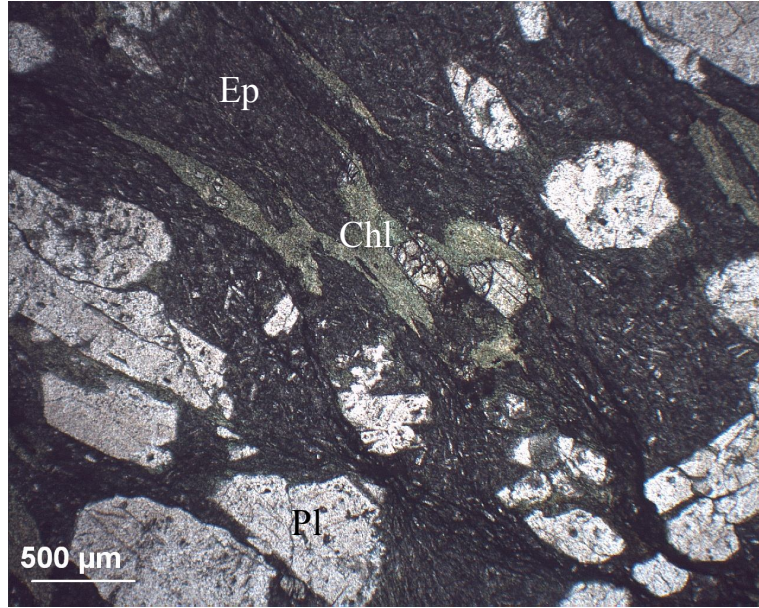
Örnekler	Plg	Ep	Chl	Qtz	Opq	Cal	Ser	Ms	Stp	Hbl	Leu	Tr	Cpx
Yeşilşist													
99A	48	7	30	10	3	2	-	-	-	-	-	-	-
99B	53	7	35	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
101A	40	10	35	-	5	-	10	-	-	-	-	-	-
104A	50	5	32	-	5	-	5	3	-	-	-	-	-
104B	55	7	30	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
105	52	10	35	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
347B	20	-	20	-	10	50	-	-	-	-	-	-	-
351B	50	15	16	-	7	-	-	-	12	-	-	-	-
354	51	15	17	-	2	-	-	-	15	-	-	-	-
387	35	10	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
391	40	17	39	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
392	39	8	50	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Mermer													
100C	5	-	-	-	-	95	-	-	-	-	-	-	-
365A	10	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-
393A	15	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-	-	-
Kalkfillat													
332C	45	-	-	10	5	40	-	-	-	-	-	-	-
Meta-gabro													
363	30	-	20	-	-	10	-	-	-	15	10	3	12
Meta-marn													
334	-	-	45	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-
Meta-volkanoklastit													
335A	17	24	46	-	3	10	-	-	-	-	-	-	-
Meta-kumtaşı													
355B	40	-	-	55	5	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2.1. Yeşilşist

Yeşilşistler genellikle lepidogranoblastik doku göstermektedir. Plajiyoklasların çapları 0.2'den 1.3 mm'ye kadar değişmektedir. Epidotların çapları ise 0.1 ile 0.2 mm arasında değişmektedir. Ortalama çapı 0.25 mm olan klorit kristallerinde yönlenme belirgindir (Şekil 3.15).

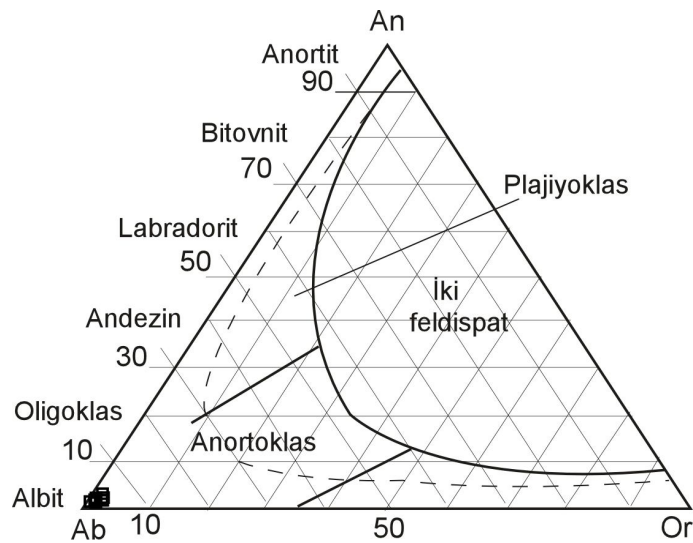
Bu üç hakim mineralin yanında kuvars, muskovit, stilpnomelan, kalsit, serisit ve opak mineraller de farklı örneklerde gözlenmektedir. Plajiyoklaslar çoğunlukla

bozuşmuş olsa da, ikizlenmeleri belirgin, çapları yaklaşık 1 mm olanları da mevcuttur. Epidot mineralleri, birkaç örnek haricinde tamamen birçok küçük tanenin



Şekil 3.15: Plajiyoklas (Pl), epidot (Ep) ve klorit (Chl) kristallerinin oluşturduğu lepidogranoblastik doku (Normal ışık) (Örnek 105).

bir araya gelmesiyle oluşmuş olarak görülür. Bazı durumlarda plajiyoklas içinde kapanım olarak görülen epidotlar da vardır. Klorit uzunlamasına gelişmiş prizmatik kristaller halindedir ve yapraklanmayı belirgin kılan bantlar oluşturur. Bazı



Şekil 3.16: Yeşilşiste ait feldispatların Barth (1962)'ye göre isimlendirilmesi.

örneklerde kloritle beraber gelişmiş stiplomelan görülmektedir. Opak mineraller de çoğunlukla uzunlamasına gelişmiştir.

Tablo 3.6: : Yeşiliste ait minerallerin bileşim aralığı.

Ornek	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A	104A							
Mineral	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds	Fds							
SiO ₂	67.37	68.63	68.33	68.36	70.03	69.15	68.72	69.30	69.44	27.23	26.61	26.33	26.99	26.79	27.12	27.25	26.34	26.81	26.43	51.14	50.17	50.55	51.73	51.31	52.44
TiO ₂	2.44	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.07	0.02	0.03	0.02	0.07	0.08	0.04	0.05	0.02	0.07
Al ₂ O ₃	19.77	19.94	20.10	20.01	20.09	20.15	20.02	20.01	19.91	18.42	18.35	18.82	18.62	18.18	18.24	18.67	18.47	18.64	18.70	24.83	24.45	23.90	23.73	25.27	24.91
Cr ₂ O ₃	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01
FeO	0.77	0.22	0.22	0.38	0.21	0.29	0.25	0.25	0.22	24.90	25.08	25.14	25.17	25.41	24.99	25.01	25.67	24.81	25.32	7.47	7.74	7.81	7.05	5.92	6.75
MnO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.47	0.54	0.59	0.59	0.46	0.60	0.54	0.59	0.49	0.63	0.03	0.10	0.06	0.07	0.00	0.04
MgO	0.17	0.01	0.04	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.02	15.77	16.23	16.07	15.97	15.87	16.29	15.57	16.21	16.19	15.93	3.14	3.03	3.42	3.36	3.41	3.27
CaO	0.11	0.03	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.29	0.22	0.02	0.11	0.10	0.06	0.22	0.19	0.04	0.16	0.14	0.21	0.01	0.04	0.00	0.02
Na ₂ O	10.92	12.04	11.68	11.59	11.72	11.68	11.93	11.80	11.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.77	0.09	0.04	0.04	0.04
K ₂ O	0.52	0.07	0.15	0.04	0.08	0.24	0.08	0.06	0.06	0.18	0.01	0.04	0.06	0.02	0.08	0.11	0.00	0.05	0.00	9.77	10.58	10.76	10.48	10.26	10.22
Toplam	102.10100	94.100	56.100	46.100	61.00	60.101	60.101	60.101	52.101	51.87	30	87.02	87.52	86.85	87.44	87.44	87.48	87.07	87.23	96.65	97.13	96.65	96.57	96.24	97.76
Mg-Value	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.03	53.58	53.25	53.07	52.68	53.75	52.60	52.95	53.77	52.86	42.84	41.08	43.85	45.90	50.64	46.30
Mg#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.03	53.58	53.25	53.07	52.68	53.75	52.60	52.95	53.77	52.86	42.84	41.08	43.85	45.90	50.64	46.30
An (Fsp)	0.53	0.15	0.21	0.27	0.19	0.17	0.14	0.17	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.6: : Yeşiliste ait minerallerin bileşim aralığı (Devam).

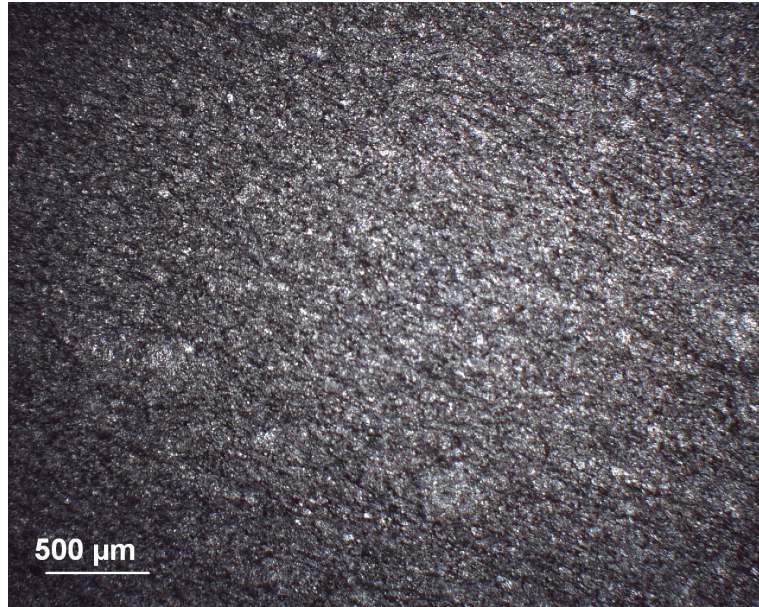
Ornek Mineral	104A		104A		104A		104A		104A		104A		104A		104A		104A		104A			
	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe	Phe		
SiO ₂	50.60	53.01	51.05	52.65	51.88	50.67	51.36	52.04	51.56	50.60	51.51	52.49	8.10	0.05	1.11	0.60	1.95	0.99	0.02	0.04	0.01	0.07
TiO ₂	0.07	0.05	0.08	0.16	0.12	0.09	0.06	0.07	0.02	0.10	0.07	0.05	0.80	0.02	0.27	0.62	0.84	94.27	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	23.93	24.50	23.75	25.35	25.01	23.81	24.20	23.88	23.87	23.95	24.15	24.09	2.60	0.01	0.15	0.06	0.46	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.03	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	8.02	6.52	7.35	6.91	6.76	7.22	7.32	7.22	7.25	8.05	7.45	6.89	81.09	0.32	90.07	87.68	85.30	1.28	0.20	0.16	0.08	0.35
MnO	0.03	0.02	0.07	0.02	0.06	0.02	0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.51	0.07	0.01	0.03	0.04	0.51	0.58	0.10	0.53
MgO	3.18	3.50	3.34	3.26	3.17	3.15	3.20	3.44	3.74	3.10	3.34	3.49	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.05	0.07	0.05	0.00	0.09
CaO	0.02	0.04	0.00	0.02	0.00	0.05	0.16	0.02	0.03	0.02	0.07	0.00	0.33	53.76	0.11	0.18	0.03	1.72	51.62	53.89	54.30	54.49
Na ₂ O	0.00	0.07	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.08	0.03	0.04	0.07	2.24	0.00	0.08	0.09	0.09	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
K ₂ O	10.00	9.99	10.20	9.65	10.65	10.10	10.56	10.35	10.32	10.35	9.95	10.50	0.09	0.00	0.02	0.05	0.05	0.13	0.01	0.00	0.02	0.04
Toplam	95.85	97.68	95.87	98.04	97.70	95.14	96.92	97.10	96.90	96.25	96.57	97.64	95.30	54.77	91.97	89.29	88.75	98.61	52.44	54.74	54.53	55.58
Mg-Value	41.39	48.88	44.75	45.68	45.51	43.72	43.83	45.91	47.92	40.74	44.39	47.41	0.00	34.47	0.11	0.00	0.00	5.90	38.88	34.70	0.00	32.20
Mg#	41.39	48.88	44.75	45.68	45.51	43.72	43.83	45.91	47.92	40.74	44.39	47.41	0.00	100.000031	0.00	0.00	0.00	100.00100.00100.00?	100.00			
An (Fsp)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr/Cr+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-

(Cal: Kalsit, Chl: Klorit, Fds: Feldispat, Mgt: Manyetit, Phe: Fengit, Rt: Rutil, Sp: Cr-Al Spinel).

104A numaralı yeşilistten yapılan analiz sonucu elde edilen mineral kimyası sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir. Yeşilistte bulunan feldspatların anortit oranı 0.14 ile 0.53 arasında değişmektedir ve hepsi albit bileşimindedir (Şekil 3.16). Kloritlerin $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı ise 52 ile 54 arasında değişmektedir.

3.2.2. Mermer

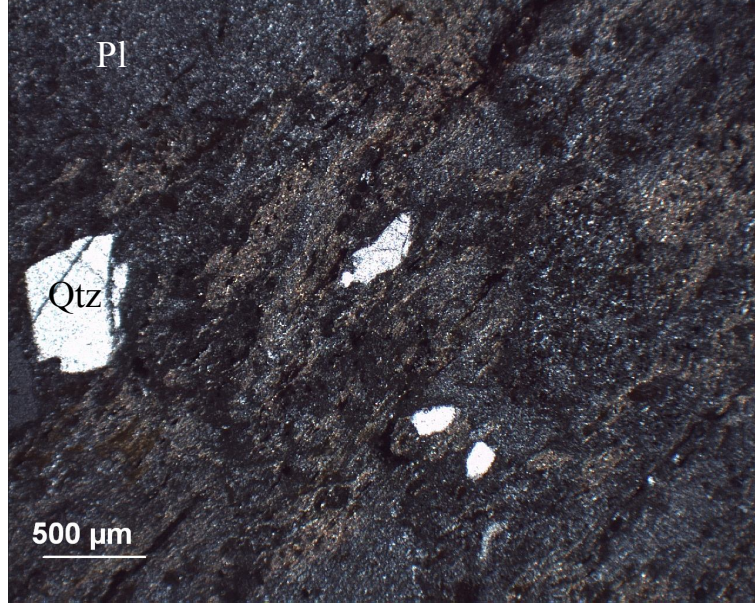
Mermer tamamen kalsitten oluşan mikrogranoblastik doku göstermektedir (Şekil 3.17). Fakat plajiyoklas seviyeleri ile kalsitler arasında bantlar vardır.



Şekil 3.17: Oldukça küçük tanelerden oluşan mermer (Normal ışık) (Örnek 100C).

3.2.3. Kalkfillat

Kalkfillat yönlü doku göstermektedir. Hakim olarak plajiyoklas, kalsit ve kuvars minerallerinden meydana gelen kalkfillat'ta tali oranda opak mineral de bulunmaktadır. Kuvars'ta dalgali sönme görülmektedir (Şekil 3.18). Bu da kayanın gerilme etkisinde olduğunu gösterir. Yönlü basıncın etkisi altında kalsit mineralleri ve opak mineraller uzamışlardır.



Şekil 3.18: Tamamen bozuşmuş plajiyoklasların (Pl) etrafını sardığı kuvarslar (Qtz) (Kutuplanmış ışık) (Örnek 332C).

3.2.4. Meta-gabro

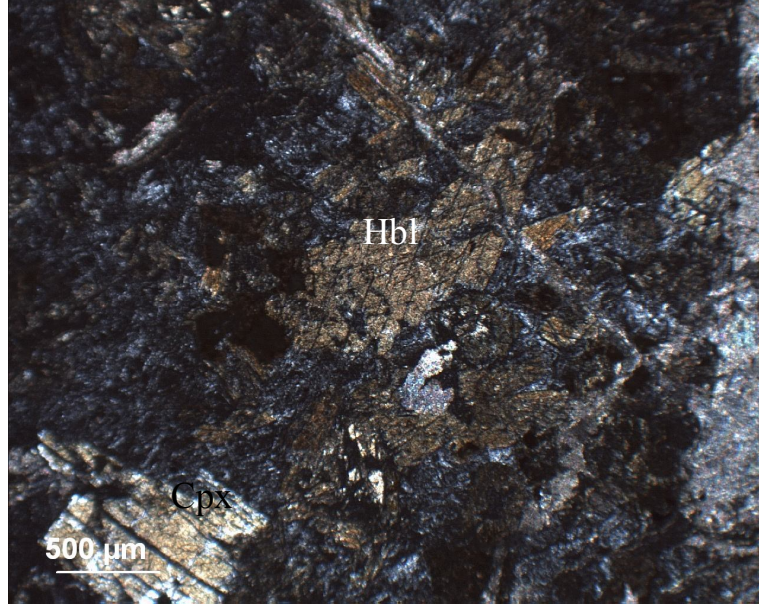
Meta-gabro yönsüz porfirogranoblastik doku göstermektedir. Başlıca plajiyoklas, klorit, hornblend ve klinopiroksen minerallerinin görüldüğü meta-gabro içinde ikincil olarak lökoksen, tremolit ve kalsit de gelişmiştir (Şekil 3.19). İlksel kayaca ait mağmatik doku korunmuştur. Plajiyoklas bozuşmuş olarak gözükmektedir. Alterasyon sonucu lökoksen ve kalsit oluşmuştur. Hornblend üzerinde oluşan çatlaklar tremolit tarafından işgal edilmiştir.

3.2.5. Meta-marn

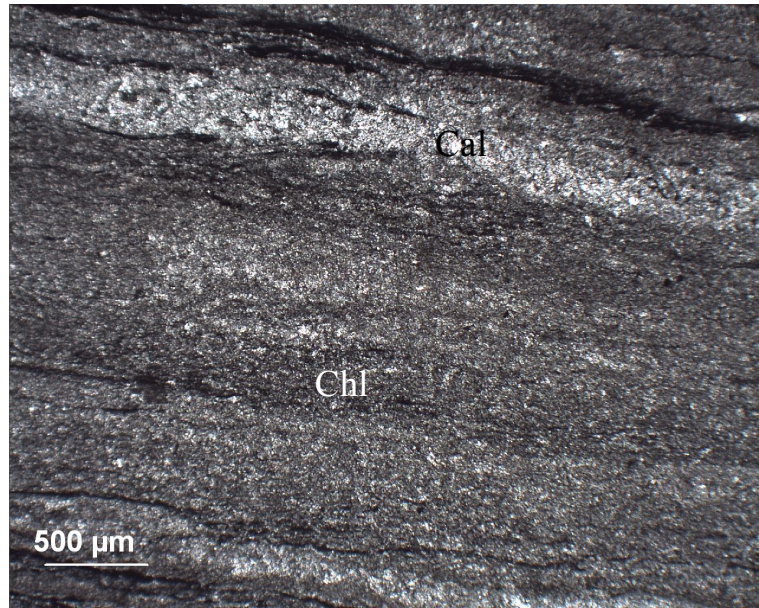
Meta-marn belirgin yapraklanmalıdır. Dokusal olarak, lepidoblastik bir dokuya sahiptir. Uzunlamasına kristallenmiş klorit bantları ile kalsit bantları ardalanmalıdır (Şekil 3.20).

3.2.6. Meta-volkanoklastit

Meta-volkanoklastitler yönlü porfiroblastik doku göstermektedir. Bu doku

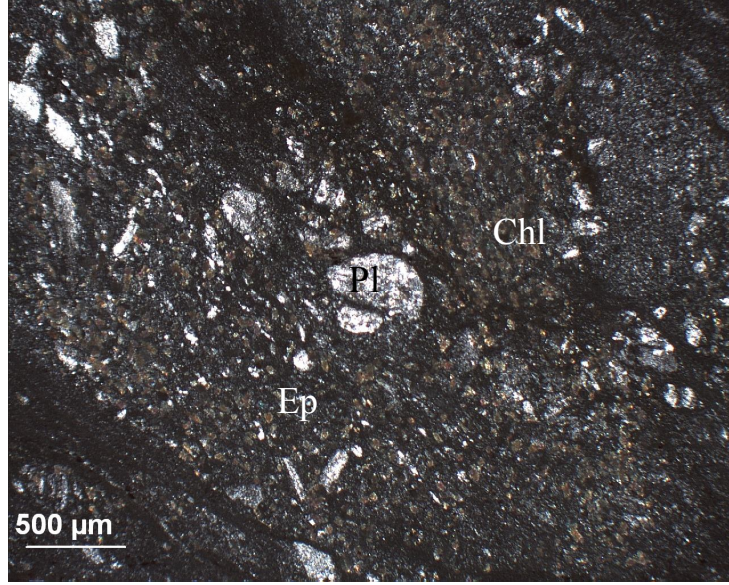


Şekil 3.19: Meta-gabro içinde hornblend (Hbl) ve klinopiroksen (Cpx) mineralleri (Kutuplanmış ışık) (Örnek 363).



Şekil 3.20: Meta-marn içinde ardışık olarak gelişmiş klorit (Chl) ve kalsit (Cal) bantları (Normal ışık) (Örnek 334).

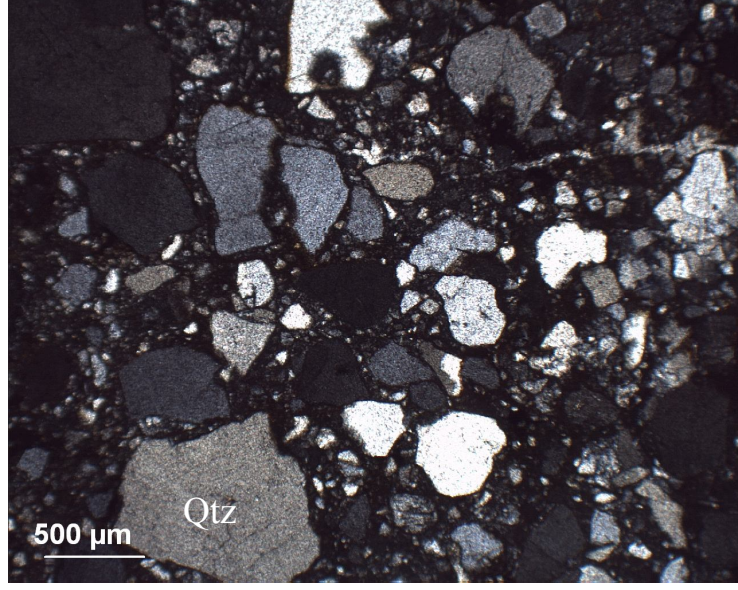
uzunlamasına klorit mineralleri arasında bulunan plajiyoklas ve epidot mineralleri arasında oluşmuştur (Şekil 3.21). Bu üç mineralin dışında opak mineraller ve kalsitleşme sonucu gelişmiş kalsit mineralleri de kayaç içinde mevcuttur. İnce taneli birçok epidot minerali olduğu gibi, plajiyoklas ve kloritten oluşan bir hamur içinde görülen epidotlar da vardır.



Şekil 3.21: Uzunlamasına gelişmiş klorit (Chl) mineralleri arasında görülen plajiyoklas (Pl) ve epidot (Ep) minerallerinin oluşturduğu porfiroblastik doku (Kutuplanmış ışık) (Örnek 335A).

3.2.7. Meta-kumtaşı

Meta-kumtaşı, kuvars ve plajiyoklas mineralleri tarafından temsil edilen yönsüz porfiroblastik doku gösterir. Kuvars minerallerinin çapları yaklaşık 0.5 ile 1.5 mm arasındadır (Şekil 3.22). Kuvars içinde alt tane gelişimi ve tane sınırı ihlali görülmektedir.



Şekil 3.22: Meta-kumtaşı içindeki kuvars (Qtz) mineralleri (Kutuplanmış ışık) (Örnek 355B).

BÖLÜM 4. JEOKİMYA

Çalışma alanında bulunan farklı türdeki kayaçların jeokimyasal karakterlerini belirlemek amacıyla, 33 tane örnekten toplam kayaç analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, örneklerin ana ve iz element içerikleri belirlenmiştir. Örneklerin ana ve iz element verileri incelenerek ve bu veriler çeşitli diyagramlara yansıtılarak, örneklerin oluşum yerleri ve jeokimyasal karakterleri belirlenmiştir. Örneklere ait ana ve iz element içeriklerinin sunulduğu Tablolar, ilgili konu başlıklarının altında verilmiştir.

4.1. Refahiye Meta-ofiyoliti

Refahiye Meta-ofiyoliti'ne ait 20 örneğin ve Onarı Formasyonu'na ait bir örneğin ana ve iz element içerikleri Tablo 4.1'de sunulmaktadır. Refahiye Meta-ofiyoliti'ne ait örnekler, polarizan mikroskop altında incelenerek serpantinize peridotit, meta-gabro, gabro pegmatit, meta-plajiyogranit ve klinopiroksenit olmak üzere beş farklı kayaç tipi olarak gruplandırılmış ve toplam kayaç analizine gönderilmiştir. Toplam kayaç analizinden gelen meta-gabroların ana ve iz analiz sonuçları incelendikten sonra, meta-gabroların magnezyum numaraları hesaplanmış ve magnezyum değerleri % 85'in üzerinde değerler gösteren iki meta-gabro, Tip II Gabro olarak diğer meta-gabrolardan ayrılmıştır.

4.1.1. Serpantinleşmiş peridotitler ve klinopriksenit

Serpantinleşmiş peridotitler ve klinopiroksenit, manto kökenli kayaçlar olmaları nedeniyle birlikte yorumlanmıştır.

Serpantinleşmiş peridotitlerin ateşte kayıp oranları % 8 ile 11 arasında değişmektedir. Bu serpantinleşmenin önemli ölçüde olduğuna işaret etmektedir. Serpantinleşmiş peridotitlerin SiO₂ içeriği % 36 ile 40 arasında, Fe₂O₃ içeriği % 8 ile 9 arasında, MgO içeriği % 39 ile 43 arasında, Al₂O₃ içeriği % 0.5 ile 0.7 arasında ve Cr içeriği 66200 ppm ile 83500 ppm arasında değişmektedir.

Tablo 4.1: Refahiye Meta-ofiyoliti'ne ait 20 örneğin ve Onarı Formasyonu'na ait 1 örneğin ana ve iz element içerikleri.

Örnek Kaya tipi	219 SP	91 SP	93 SP	96D KP	96B GI	252 GI	270 GI	272 GI	343A GI	358A GI	358B GI
SiO ₂	37.30	39.90	35.59	49.03	50.74	51.58	49.77	51.73	48.04	49.63	50.89
TiO ₂	<0.01	<0.01	<0.01	0.08	1.65	1.55	1.26	1.59	1.87	1.96	2.03
Al ₂ O ₃	0.68	0.60	0.53	1.68	15.11	14.88	15.77	16.48	15.19	15.10	13.87
Fe ₂ O ₃	8.87	7.92	8.51	4.94	12.09	12.4	11.01	11.55	15.13	13.41	13.81
MnO	0.12	0.12	0.12	0.14	0.2	0.2	0.18	0.18	0.23	0.19	0.21
MgO	42.83	39.49	41.87	20.99	5.56	5.46	6.15	4.47	5.37	4.45	4.4
CaO	0.28	0.70	0.20	18.25	8.90	9.53	9.95	8.50	9.06	9.06	8.55
Na ₂ O	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	3.92	3.14	3.18	3.83	3.87	4.20	4.54
K ₂ O	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.54	0.26	0.58	0.67	0.18	0.31	0.21
P ₂ O ₅	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.16	0.13	0.11	0.14	0.16	0.12	0.17
Cr ₂ O ₃ (ppm)	83500	40300	66200	51400	2100	600	1600	300	<200	<200	300
LOI	8.00	9.90	11.40	3.80	0.90	0.70	1.80	0.70	0.70	1.20	1.10
TOP/C	0.25	0.1	0.33	0.05	0.03	0.04	0.07	0.03	<0.02	<0.02	<0.02
TOP/S	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.07	0.05	<0.02
Toplam	99.29	99.35	99.31	99.62	99.8	99.82	99.8	99.83	99.79	99.63	99.82
Sc	5	9	4	52	35	37	38	31	42	42	36
Ni	3003	2278	2965	270.2	24.7	28.3	23.6	13.3	8.3	4.3	8.6
Co	122.7	102.8	110.5	36.9	34.4	33.1	33.7	30.6	42.4	40.5	34.4
V	25	30	20	167	313	366	326	343	519	541	433
Cu	0.4	2.7	0.6	200.7	54.4	22.8	46	39.8	96.9	1394	66.1
Zn	20	22	25	11	23	16	9	19	30	26	22
Cs	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
Rb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	7.5	2.2	7	8.6	2.3	2.8	1.6
Ba	<1	<1	<1	5	106	54	73	80	48	101	43
U	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	0.2
Th	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.6	0.6	0.5	0.8	<0.2	0.2	0.5
Pb	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.6	0.3	0.4	0.3	0.3	1.1	0.5
Sr	0.6	2.8	<0.5	5.2	234.3	143.1	226.7	220.4	206	308.7	170.1
Nb	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	2.7	2.2	2	2.2	2.3	2	3
Ta	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
Zr	3.2	0.8	1	2.6	118.2	107	78.4	96.5	87.7	80.3	116.2
Hf	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.1	3.1	2.2	2.8	2.5	2.4	3.4
Ga	1.2	0.6	0.8	1.6	18.4	17.8	17.5	19.2	17.6	17.1	17.8
La	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.6	5.6	4.2	4.6	4	3.9	5.5
Ce	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	15.6	14.6	11.6	13.2	12.3	10.4	16.4
Pr	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2.43	2.26	1.83	2	2.09	1.67	2.48
Nd	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	12.5	11.2	9.4	11.1	10.7	8.6	13.4
Sm	<0.05	<0.05	<0.05	0.17	3.88	3.44	2.82	3.42	3.7	2.92	4.28
Eu	<0.02	<0.02	<0.02	0.06	1.36	1.26	1.06	1.23	1.31	1.2	1.5
Gd	<0.05	<0.05	<0.05	0.32	5.13	4.88	3.94	4.61	5.38	4.24	6.17
Tb	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	1.02	0.95	0.77	0.89	0.99	0.79	1.14
Dy	<0.05	<0.05	<0.05	0.49	6	5.79	4.43	5.4	6.58	4.98	7
Ho	<0.02	<0.02	<0.02	0.11	1.34	1.22	0.97	1.2	1.36	1.1	1.57
Er	<0.03	<0.03	<0.03	0.35	4.15	3.66	3.17	3.6	4.05	3.21	4.72
Tm	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.6	0.57	0.47	0.54	0.62	0.51	0.7
Yb	<0.05	<0.05	<0.05	0.28	3.88	3.52	2.85	3.63	3.94	3.12	4.44
Lu	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.59	0.54	0.43	0.52	0.59	0.48	0.68
Y	<0.1	<0.1	<0.1	2.9	37.6	34.4	28.3	33.8	37.9	29.5	40.9
Eu/Eu*	?	?	?	0.63	0.93	0.94	0.97	0.95	0.90	1.04	0.89
La/Yb	?	?	?	?	0.97	1.07	0.99	0.85	0.68	0.84	0.84
X _{Mg}	0.91	0.91	0.91	0.89	0.48	0.47	0.53	0.43	0.41	0.40	0.39
ASI	-	-	-	-	0.65	0.65	0.66	0.73	0.66	0.64	0.60

Tablo 4.1: Refahiye Meta-ofiyoliti'ne ait 20 örneğin ve Onarı Formasyonu'na ait 1 örneğin ana ve iz element içerikleri (Devam).

Örnek Kaya tipi	618 GI	317C GII	322 GII	348B GP	350 GP	358E GP	96A PL	342 PL	343B PL	375 B
SiO ₂	46.03	45.59	43.4	45.34	45.31	53.97	75.61	54.83	51.19	46.69
TiO ₂	1.63	0.08	0.07	0.13	0.63	0.27	0.1	0.17	0.26	1.5
Al ₂ O ₃	14.49	16.26	17.99	22.73	18.77	19.27	14.13	26.54	23.86	15.9
Fe ₂ O ₃	14.74	4.35	3.68	4.17	6.34	3.11	0.93	1	2.14	8.73
MnO	0.23	0.09	0.07	0.08	0.12	0.09	0.02	0.02	0.03	0.14
MgO	7.58	12.05	13.24	8.04	10.1	5.82	0.54	0.55	1.53	8.45
CaO	11.64	16.28	14.68	15.17	14.57	9.93	3.49	9.71	11.69	10.16
Na ₂ O	2.48	1.32	1.23	1.19	1.3	4.92	4.54	6.05	5.39	3.11
K ₂ O	0.08	0.06	0.06	0.12	0.13	0.11	0.1	0.13	0.06	1.53
P ₂ O ₅	0.16	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.07	0.02	<0.01	0.05	0.42
Cr ₂ O ₃ (ppm)	1600	9400	26100	<200	8500	1300	<200	<200	<200	400
LOI	0.70	3.60	5.00	2.80	2.30	2.30	0.50	1.00	3.80	3.00
TOP/C	<0.02	0.04	0.04	<0.02	0.02	<0.02	0.03	<0.02	0.04	0.12
TOP/S	0.09	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Toplam	99.77	99.76	99.72	99.82	99.72	99.85	99.99	99.96	99.95	99.68
Sc	50	43	24	23	29	13	2	2	3	25
Ni	20.2	126.9	245.3	4	59.1	10.6	25.9	3.7	4.9	115.2
Co	46.9	37.6	36.3	31.9	33.3	15.2	2.6	3	6.2	37.8
V	447	112	64	86	247	92	24	26	51	204
Cu	99.8	156	108.6	1.9	3.1	2.1	3.4	0.4	2.6	52.9
Zn	23	7	6	6	4	2	4	4	6	50
Cs	0.1	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	1
Rb	0.6	0.7	2	1.3	0.9	0.9	0.8	1.2	1.7	22.9
Ba	19	10	44	61	55	98	124	27	27	246
U	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.9	<0.1	<0.1	1.2
Th	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.6	1.4	<0.2	<0.2	3.8
Pb	0.2	<0.1	0.1	0.6	1.1	1.1	1.6	0.4	0.3	1.2
Sr	127.8	106.4	439	571	758.3	478.5	190.1	387.3	313.5	858.6
Nb	2.2	0.4	<0.1	0.3	6.7	2.8	1.8	0.3	0.5	21.9
Ta	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.2
Zr	66.3	5.1	1.3	5.3	29.8	93.7	127.7	145.8	73.2	151.2
Hf	2.3	<0.1	<0.1	0.2	1.4	2.3	3.4	3.1	1.9	3.3
Ga	16.8	8.6	8	14.1	14.9	13.8	11.7	20.5	18.6	15.4
La	3.3	0.3	<0.1	1.5	6.1	7.6	4.9	1.5	1.7	23
Ce	12.3	0.8	0.2	2.6	16.4	14.9	6.8	2.1	3.1	47.6
Pr	2.19	0.09	<0.02	0.36	2.32	1.63	0.64	0.23	0.4	5.42
Nd	13.3	0.5	<0.3	1.5	11.2	6.3	1.6	1	1.6	21.7
Sm	4.22	0.18	0.11	0.42	2.68	1.53	0.23	0.22	0.41	4.2
Eu	1.45	0.12	0.1	0.34	0.96	0.64	0.63	0.77	0.78	1.4
Gd	6.25	0.29	0.25	0.51	3.32	1.8	0.22	0.23	0.51	4.3
Tb	1.15	0.06	0.05	0.1	0.57	0.31	0.07	0.05	0.1	0.68
Dy	7.24	0.37	0.33	0.62	3.45	1.97	0.28	0.34	0.56	3.79
Ho	1.57	0.09	0.06	0.12	0.73	0.4	0.1	0.08	0.14	0.72
Er	4.56	0.23	0.17	0.4	2.11	1.23	0.32	0.29	0.42	2.02
Tm	0.7	0.03	0.02	0.06	0.31	0.2	0.08	0.05	0.08	0.3
Yb	4.33	0.17	0.15	0.39	1.94	1.28	0.44	0.39	0.53	1.75
Lu	0.65	0.03	0.02	0.06	0.28	0.21	0.12	0.08	0.1	0.28
Y	44.2	2.3	1.8	3.7	20.9	11.7	2.5	2.5	4.1	20.7
Eu/Eu*	0.86	1.61	1.84	2.25	0.98	1.18	8.56	10.47	5.22	1.62
La/Yb	0.51	1.19	?	2.59	2.12	4.00	7.51	2.59	2.16	3.44
X _{Mg}	0.50	0.85	0.88	0.79	0.76	0.79	0.53	0.52	0.59	0.66
ASI	0.57	0.51	0.63	0.77	0.65	0.73	1.01	0.96	0.79	0.63

(SP: Serpantinleşmiş peridotit, GI: Tip I Gabro, GII: Tip II Gabro, GP: Gabroik pegmatit, PL: Meta-plajiyogranit, KP: Klinopiroksenit, B: Bazalt).

Serpantinleşmiş peridotitlere ait TiO_2 ve K_2O içerikleri ölçüm sınırlarının altında kalmıştır. Serpantinleşmiş peridotitlerin SiO_2 oranlarındaki düşüklük kayalarındaki serpantin mineralinin varlığıyla açıklanmaktadır. Serpantinleşmiş peridotit örneklerinin hepsinin magnezyum numarası 91'dir.

Klinopiroksenitin ateşte kayıp oranı % 4'tür. Klinopiroksenitin SiO_2 içeriği % 49, TiO_2 içeriği % 0.1, Fe_2O_3 içeriği % 5, MgO içeriği % 21, Al_2O_3 içeriği % 2 ve Cr içeriği 51400 ppm'dir. Klinopiroksenitin magnezyum numarası 89'dur.

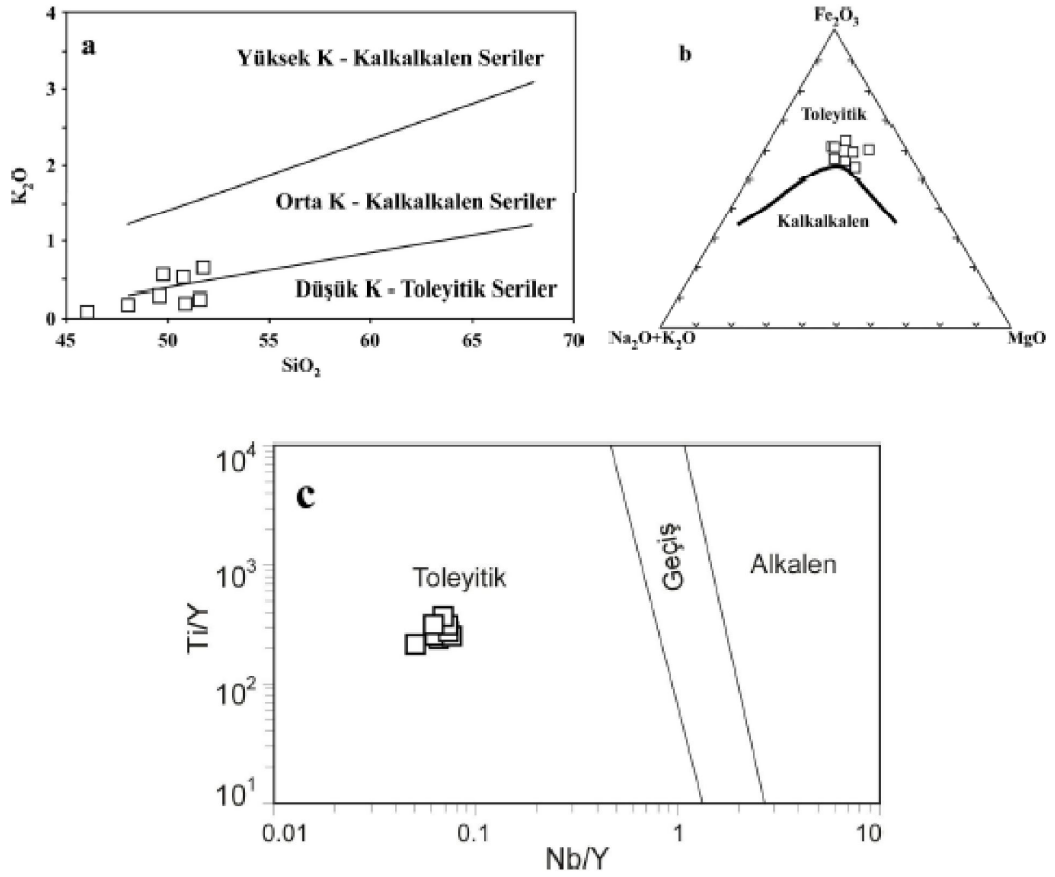
4.1.2. Tip I gabro, gabroik pegmatit ve meta-plajiyogranit

Tip I Gabro, gabroik pegmatit ve meta-plajiyogranit grubuna ait örnekler bir arada yorumlanmıştır. Bu üç tipe ait örnekler arazi çalışmaları sırasında da birbirleriyle ilişkili olarak gözlenmiştir.

Tip I Gabro grubuna ait 8 adet meta-gabronun SiO_2 içeriği % 46 ile 52 arasında, TiO_2 içeriği % 1 ile 2 arasında, Fe_2O_3 içeriği % 11 ile 15 arasında, MgO içeriği % 5 ile 8 arasında, Al_2O_3 içeriği % 14 ile 16 arasında, Na_2O içeriği % 2 ile 4 arasında, K_2O içeriği % 0.1 ile 0.7 arasında ve CaO içeriği % 8.5 ile 12 arasında değişmektedir. Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların magnezyum numaraları 39 ile 53 arasındadır. Ateşte kayıp oranları ise % 1 ile 2 arasında değişmektedir.

Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların kimyasal kökenini belirlemek için kullanılan diyagramlar Şekil 4.1'dedir. Üç diyagramdan da çıkan ortak sonuç Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların toleyitik olduklarıdır.

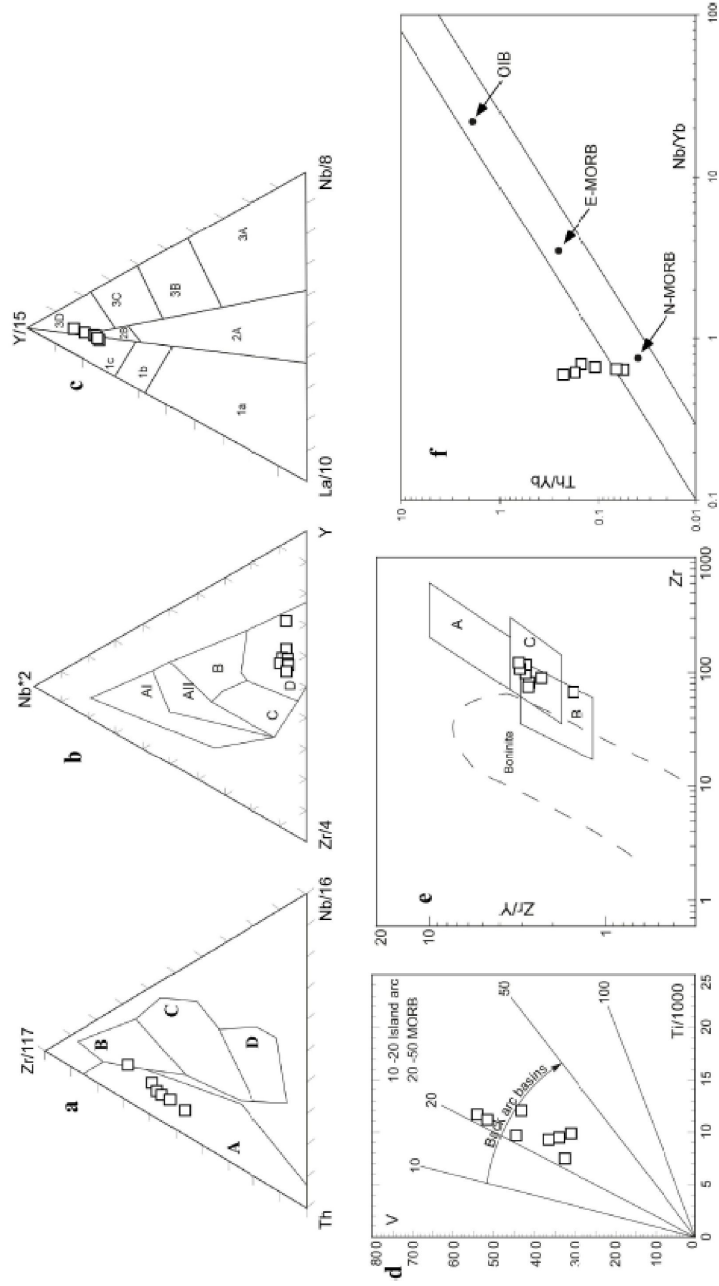
Tip I Gabro grubuna ait meta-gabrolar 6 farklı tektonomagmatik diyagrama iz düşürülerek, meta-gabroların oluşum alanları belirlenmiştir (Şekil 4.2). Buna göre, Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların yitim bileşeninden etkilendikleri dolayısıyla yitim ile ilgili oldukları söylenebilir.



Şekil 4.1: Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların 3 farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) SiO₂'e karşılık K₂O diyagramı (LeMaitre ve diğ., 1989; Rickwood, 1989); b) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); c) Nb/Y'a karşılık Ti/Y diyagramı (Pearce, 1982).

Gabro pegmatit grubuna ait üç adet gabronun SiO₂ içeriği % 45 ile 54 arasında, TiO₂ içeriği % 0.1 ile 0.6 arasında, Fe₂O₃ içeriği % 3 ile 6 arasında, MgO içeriği % 6 ile 10 arasında, Al₂O₃ içeriği % 19 ile 23 arasında, Na₂O içeriği % 1 ile 5 arasında, K₂O içeriği % 0.11 ile 0.13 arasında ve CaO içeriği % 10 ile 15 arasında değişmektedir. Gabro pegmatit grubuna ait gabroların magnezyum numaraları % 76 ile 79 arasındadır. Ateşte kayıp oranları ise % 2 ile 3 arasında değişmektedir.

Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların kimyasal kökenini ve oluştuğu ortamı belirlemek için kullanılan diyagramlar, gabro pegmatit grubuna ait gabrolar ile güvenilir sonuçlar vermemektedir. Bunun nedeni, gabro pegmatit grubuna ait gabroların pegmatitik minerolojik yapısıdır.



Şekil 4.2: Tip I Gabro grubuna ait meta-gabrolar için tektonomagmatik diyagramlar: a) Zr-Nb-Th üçgen diyagramı (Wood, 1980), A: Yay ile ilişkili bazalt, B: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, D: Okyanus adası bazaltı; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabaniş ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayırdı bazalt, 2C: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; d) Ti'ye karşılık V diyagramı (Shervais, 1982); e) Zr/Y'a karşılık Zr ayırım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt; f) Th/Yb'a karşılık Nb/Yb diyagramı (Pearce, 2008).

Meta-plajiyogranit grubuna ait üç adet örneğin SiO₂ içeriği % 51 ile 76 arasında, TiO₂ içeriği % 0.1 ile 0.3 arasında, Fe₂O₃ içeriği % 1 ile 2 arasında, MgO içeriği % 0.5 ile 1.5 arasında, Al₂O₃ içeriği % 14 ile 27 arasında, Na₂O içeriği % 4.5 ile 5 arasında, K₂O içeriği % 0.05 ile 0.15 arasında ve CaO içeriği % 3 ile 12 arasında değişmektedir. Meta-plajiyogranit grubuna ait örneklerin magnezyum numaraları % 52 ile 59 arasındadır. Ateşte kayıp oranları ise % 0.5 ile 3.8 arasında değişmektedir.

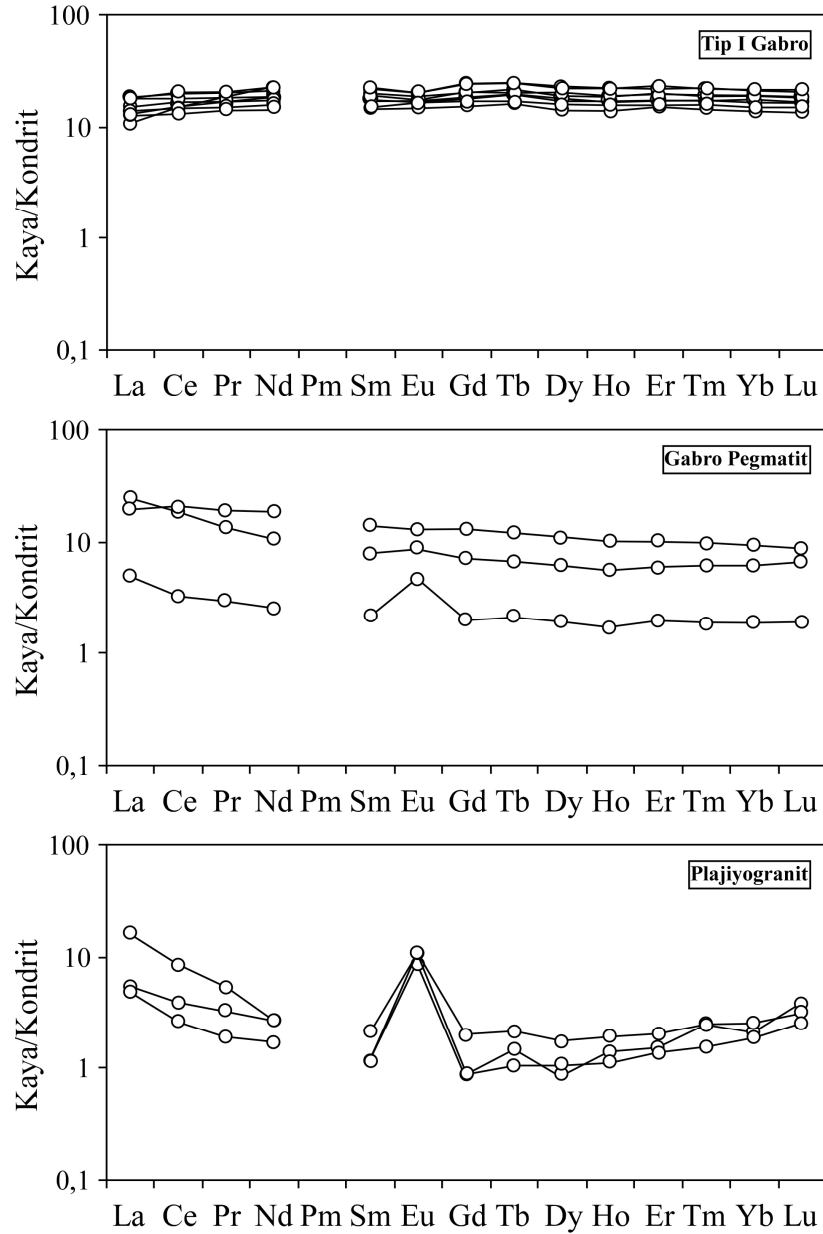
Plajiyogranitler, oluşurken içlerinde bulunan silisyumca zengin sıvı kayacı terk ederek, geride plajiyoklasca yoğun ve silisyumca fakir bir bileşik bırakmıştır. Bu yüzden Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların kimyasal kökenini ve oluştuğu ortamı belirlemek için kullanılan diyagramlar, meta-plajiyogranitler için güvenilir sonuçlar vermemektedir.

Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların, gabro pegmatitlerin ve meta-plajiyogranitlerin nadir toprak element analiz sonuçları kondrit'e göre normalleştirilmiş ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Tip I Gabroya ait olan nadir toprak element grafiklerinde her hangi bir kesirlenme görülmemektedir fakat değerler normal okyanus ortası sırt bazalt değerlerinden 10 kat fazladır. Normalleştirilmiş La/Yb oranı bire yakındır.

Gabro pegmatite ait nadir toprak element grafiklerinde, ağır toprak elementlerinde bir örnekte belirgin diğer örneklerde hafif pozitif anomali görülmektedir. Bunun yanı sıra, 348B örneğinde pozitif Eu anomali dikkat çekmektedir.

Meta-plajiyogranite ait nadir toprak element grafiklerinde, hafif nadir toprak elementlerinde zenginleşme görülmektedir. Pozitif Eu anomali tüm örnekler için belirgindir ve Eu/Eu* oranı ortalama 8.08'dir.

Tip I Gabro grubuna ait meta-gabroların normal MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları Şekil 4.4'te verilmiştir. Genel olarak Nb, Ta ve Pb elementlerinde negatif anomali görülürken, K elementinde pozitif anomali vardır. Th'un Nb ve Ta'a göre zenginleşmesi yitim ile alakalıdır.

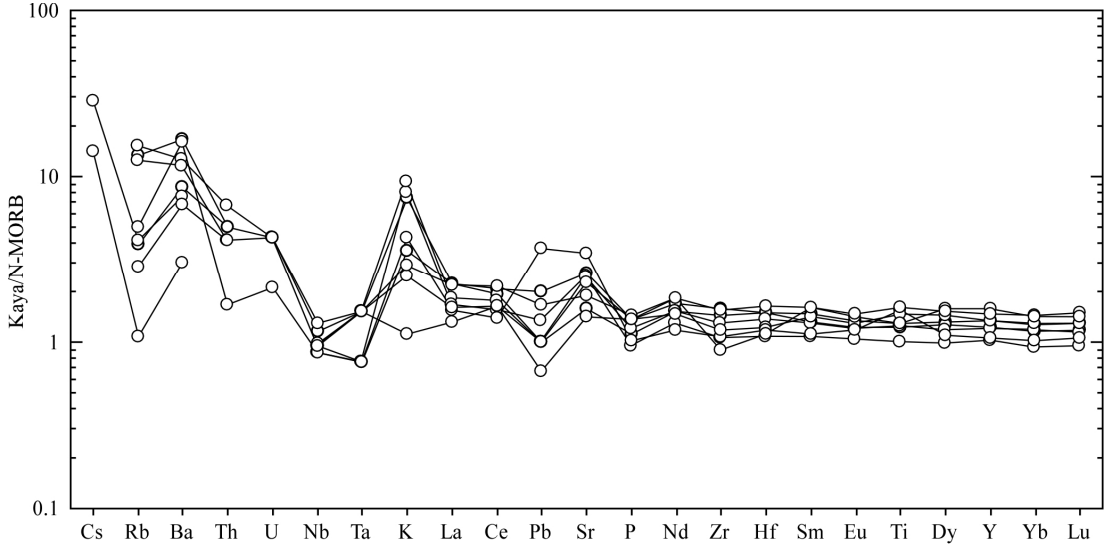


Şekil 4.3: Refahiye Meta-ofiyolitine ait Tip I Gabro, gabro pegmatit ve meta-plajiyogranitlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir).

4.1.3. Tip II gabro

Tip II Gabro grubuna ait meta-gabrolar, kümülatif karakterde olmaları nedeniyle diyagramlara aktarıldıklarında yanıltıcı sonuçlar vermektedirler. Bu bakımdan Tip II Gabro grubuna ait kümülat meta-gabrolar, sadece kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element diyagramlarına aktarılabilmiştir (Şekil 4.5). Tip II Gabroya ait

olan nadir toprak element grafiklerinde her hangi bir kesirlenme görülmemektedir. La/Yb oranları ve Eu/Eu* oranları bire yakındır. Tip II Gabroya ait olan kayaçların



Şekil 4.4: Refahiye Meta-ofiyolitine ait Tip I Gabro grubunda bulunan kayaçların normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

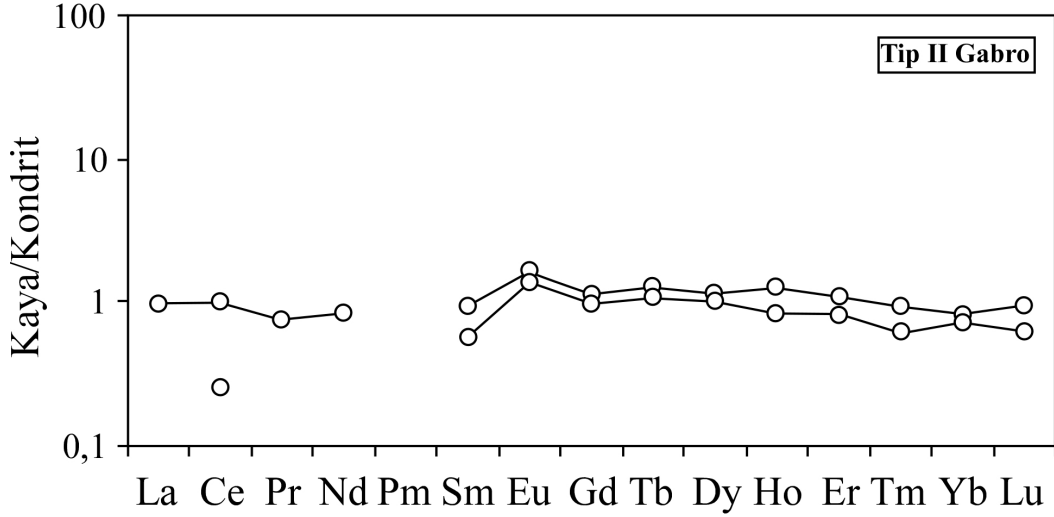
magnezyum numaraları (%85 ve 88) Tip I Gabroya ait olan kayaçların magnezyum numaralarından (%39 ile 53 arasında) oldukça yüksektir.

Tip II Gabro, 2 adet kümülat meta-gabro ile temsil edilmektedir. Tip II Gabro grubuna ait 2 adet kümülat meta-gabronun SiO₂ içerikleri % 43 ve 45, TiO₂ içerikleri % 0.07 ve 0.08, Fe₂O₃ içerikleri % 4 ve 5, MgO içerikleri % 12 ve 13, Al₂O₃ içerikleri % 16 ve 18, Na₂O içerikleri %1.2 ve 1.3, CaO içerikleri % 15 ve 16, K₂O içerikleri % 0.06'dır. Ateşte kayıp oranları ise % 4 ve 5'tir.

4.1.4. Bazalt

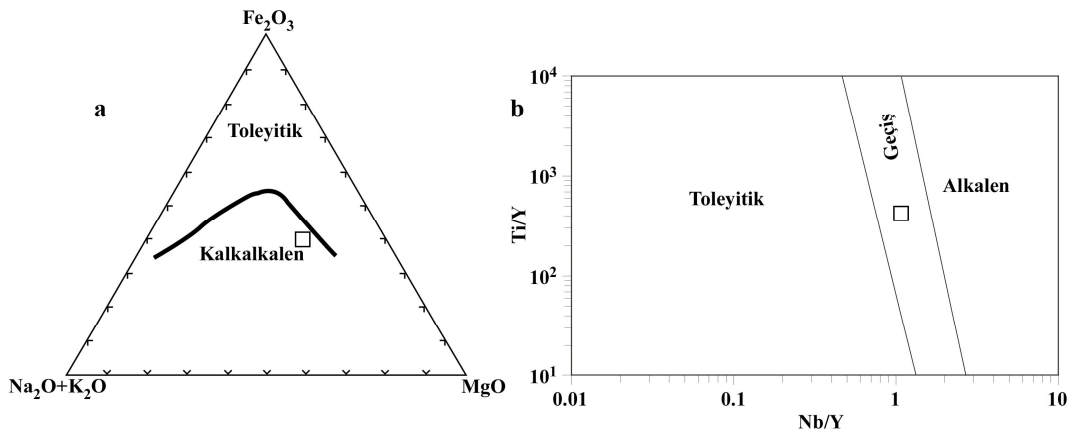
Onarı formasyonu içinde yüzeyleyen bir bazalt örneğinin jeokimyasal analizi yapılmıştır. Bazaltın SiO₂ içeriği % 47, TiO₂ içeriği % 1.5, Fe₂O₃ içeriği % 9, MgO içeriği % 9, Al₂O₃ içeriği % 16, Na₂O içeriği % 3 ve CaO içeriği % 10'dur. Bazaltın magnezyum numarası % 66, ateşte kayıp oranı ise % 3'tür.

Bazalta ait jeokimyasal analiz sonuçları, kayacın kimyasal kökenini belirlemek için kullanılan AFM ve Nb/Y'a karşılık Ti/Y diyagramlarına iz düşürülmüştür (Şekil 4.6). AFM diyagramından bazaltın kalkalkalen nitelikli olduğu görülebilmektedir.



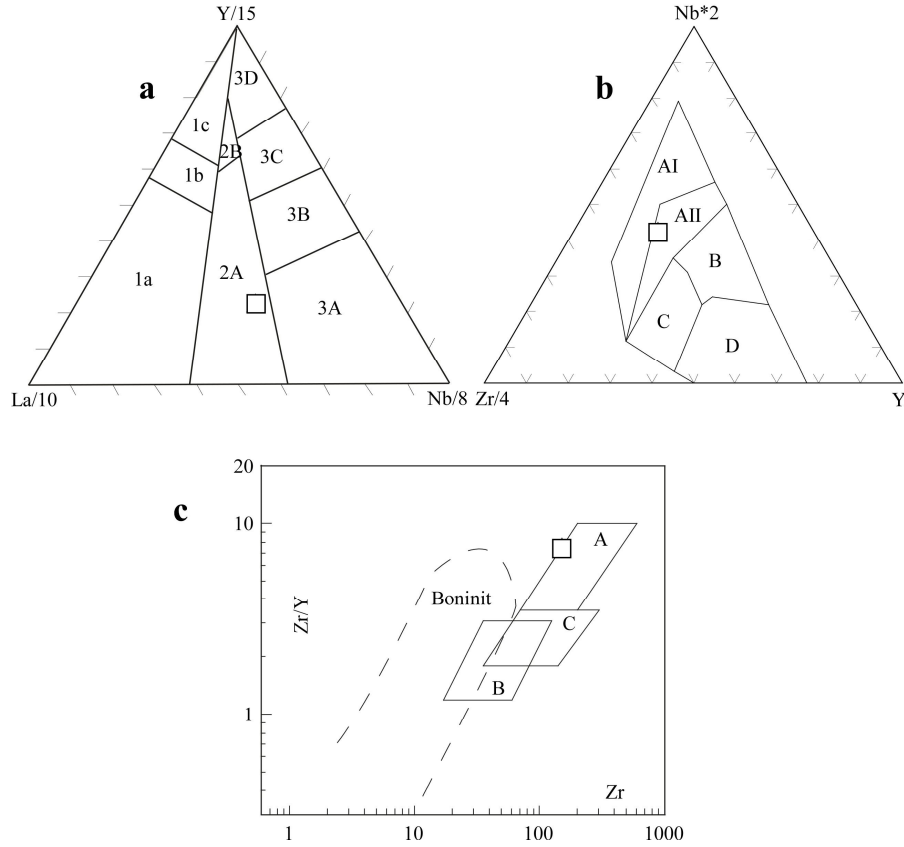
Şekil 4.5: Refahiye Meta-ofiyolitine ait Tip II kümülat meta-gabrolarının kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir).

ancak Nb/Y'a karşılık Ti/Y diyagramında bazalt örneği toleyitik ile alkalen arasındaki geçiş alanına karşılık gelmektedir.



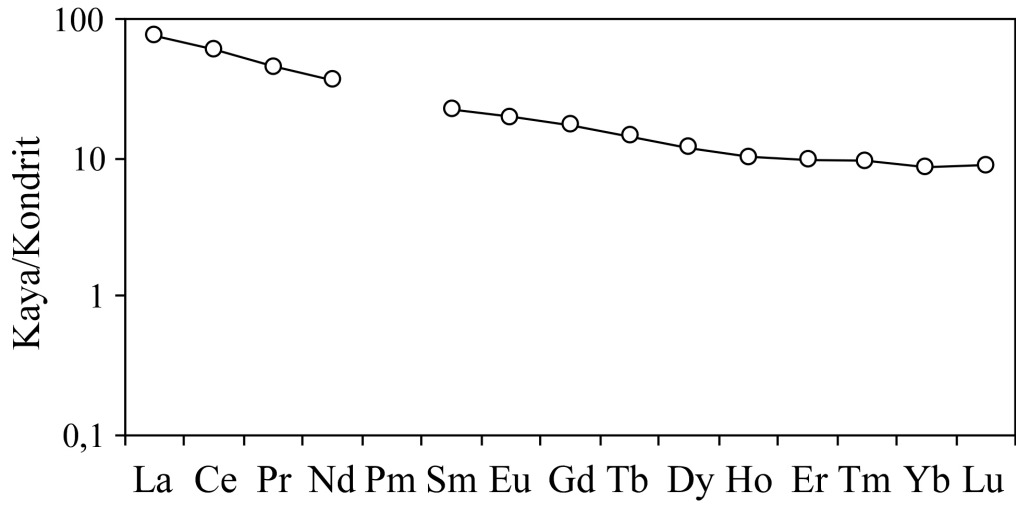
Şekil 4.6: Onarı formasyonuna ait bazaltın 2 farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); b) Nb/Y'a karşılık Ti/Y diyagramı (Pearce, 1982).

Bazalta ait jeokimyasal analiz sonuçları üç farklı tektonomagmatik ayırım diyagramına iz düşürülerek, bazaltın oluşum alanı belirlenmiştir (Şekil 4.7). Buna göre, Onarı formasyonuna ait bazalt kıtasal kökenli alkali bazalttır.

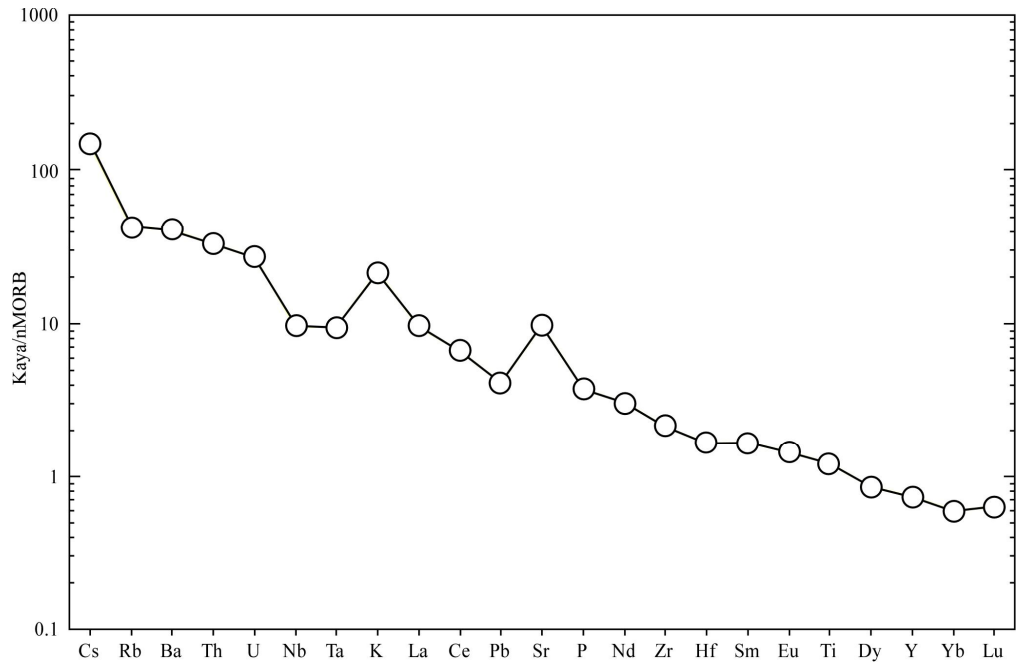


Şekil 4.7: Onarı formasyonuna ait bazalt için tektonomagmatik diyagramlar: a) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabaniş ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayırdı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt; 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Zr/Y'ya karşılık Zr ayırım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt.

Bazaltın, kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element diyagramları Şekil 4.8'de verilmiştir. Bazaltta genel olarak ağır nadir toprak elementlerden, hafif nadir toprak elementlere doğru bir kesirlenme görülürken, K ve Sr elementlerine pozitif anomali vardır (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Onarı formasyonuna ait bazaltın normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş nadir toprak element diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).



Şekil 4.9: Onarı formasyonuna ait bazaltın normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

4.2. Kurtlutepe Metamorfitleri ve Ofiyolitik Melanj

Kurtlutepe Metamorfitlerine ait 10 adet kayaçtan ve Ofiyolitik Melanja ait 2 adet kayaçtan yapılan toplam kayaç analizlerine ait sonuçlar Tablo 4.2'de sunulmaktadır.

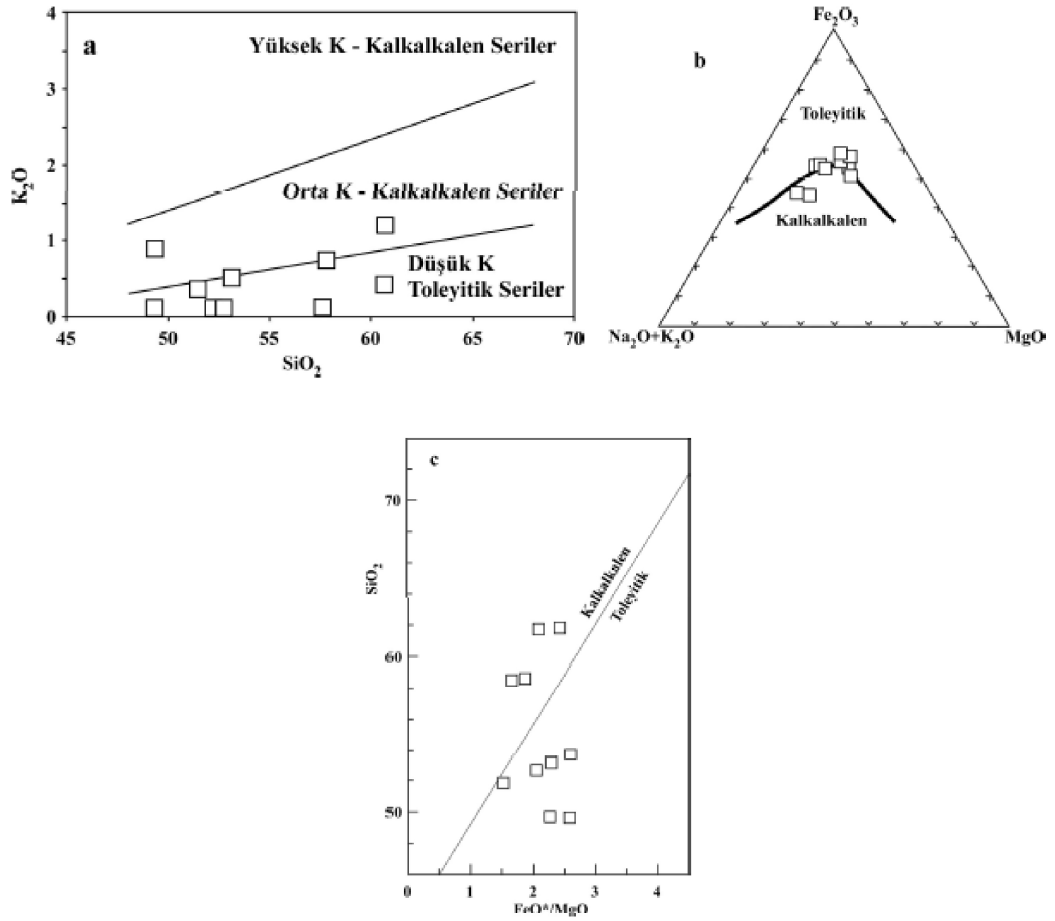
Tablo 4.2: Kurtlutepede Metamorfitleleri'ne ait 10 adet kayacın ve Ofiyolitik Melanja ait 2 adet kayacın toplam kayaç analiz sonuçları.

Örnek Kaya tipi	99A KM	99B KM	101A KM	104B KM	105 KM	351A KM	354 KM	387 KM	391 KM	392 KM	640A MM	640B MM
SiO ₂	51.41	57.73	57.60	49.36	49.30	52.61	53.08	60.62	52.15	60.55	47.52	47.61
TiO ₂	0.63	0.80	0.63	1.27	1.02	1.09	1.14	0.62	0.62	0.83	0.93	1.65
Al ₂ O ₃	17.87	17.73	15.65	17.85	19.00	16.18	14.22	16.59	17.63	14.18	15.72	12.03
Fe ₂ O ₃	10.33	8.47	8.29	13.83	11.88	11.72	12.46	6.72	9.02	8.83	11.20	10.97
MnO	0.10	0.13	0.12	0.18	0.22	0.15	0.21	0.11	0.16	0.13	0.19	0.19
MgO	6.05	4.06	4.45	5.46	4.11	4.58	4.27	2.50	3.94	3.78	8.12	9.51
CaO	4.58	1.19	6.54	1.73	4.90	6.32	5.60	4.42	9.06	4.87	6.14	10.06
Na ₂ O	3.72	6.08	2.79	5.68	5.85	4.00	5.88	4.43	2.80	2.86	3.44	3.45
K ₂ O	0.37	0.75	0.11	0.89	0.10	0.04	0.53	1.22	0.12	0.42	0.93	0.20
P ₂ O ₅	0.03	0.13	0.14	0.10	0.15	0.13	0.10	0.13	0.12	0.12	0.08	0.29
Cr ₂ O ₃ (ppm)	<200	<200	400	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	4200	7200
TOP/C	0.060	0.040	0.030	<0.02	0.090	<0.02	0.100	0.040	0.130	<0.02	0.020	0.140
TOP/S	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
LOI	4.70	2.80	3.50	3.50	3.30	3.00	2.30	2.50	4.20	3.30	5.50	3.70
Toplam	99.80	99.86	99.84	99.82	99.85	99.83	99.79	99.85	99.84	99.86	99.78	99.73
Sc	39	34	26	41	39	38	41	25	36	34	47	31
Ni	7.40	3.40	12.80	8.50	5.50	7.40	22.50	2.60	6.30	2.50	61.10	177.60
Co	27.60	18.60	22.60	26.20	27.60	27.10	35.60	11.40	19.30	15.40	41.40	46.90
V	364	192	238	277	356	333	428	120	202	177	260	222
Cu	158.3	43.4	108.2	52.9	59.1	74.9	128.9	24.8	80.7	44.5	88.7	79.9
Zn	70	88	67	105	103	97	75	76	78	93	47	58
Cs	0.50	0.50	<0.10	0.30	<0.10	0.10	3.10	0.80	<0.10	0.40	0.30	0.50
Rb	5.70	10.70	1.90	17.40	1.10	2.30	9.40	18.00	1.60	7.20	18.90	6.40
Ba	104	192	79	128	63	34	335	286	157	116	77	58
U	0.20	0.10	0.90	0.30	0.20	0.40	0.80	0.70	0.30	0.40	0.10	1.10
Th	0.70	0.40	3.30	1.00	0.30	1.40	0.50	2.40	1.00	0.90	<0.20	2.90
Pb	1.10	0.50	1.40	1.80	0.20	0.60	4.40	1.80	0.80	1.40	0.70	3.10
Sr	69.1	150.0	224.7	93.5	99.4	119.3	85.0	435.4	280.2	204.9	103.8	219.7
Nb	0.80	0.50	2.40	2.20	0.40	1.30	1.40	1.40	0.60	1.10	2.20	30.20
Ta	0.30	<0.10	0.20	0.20	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	2.00
Zr	23.20	25.50	62.30	54.10	19.80	55.20	52.30	58.40	29.80	48.90	48.90	123.40
Hf	0.70	0.90	2.40	1.80	0.80	2.10	1.50	2.20	1.10	1.60	1.30	3.20
Ga	17.10	13.90	16.40	19.20	15.80	17.50	15.80	15.20	17.10	12.90	16.90	14.70
La	3.50	3.60	11.70	3.60	1.90	5.90	3.40	9.30	4.30	4.90	3.40	23.40
Ce	6.80	8.80	23.40	9.10	4.90	14.10	9.30	20.60	10.30	12.30	7.40	49.50
Pr	1.09	1.43	3.01	1.34	0.77	2.02	1.41	2.54	1.43	1.72	1.19	5.38
Nd	5.40	7.00	12.80	6.40	4.10	10.10	7.60	11.60	7.60	8.00	5.90	22.50
Sm	1.68	2.49	2.85	2.09	1.42	2.87	2.36	3.03	2.28	2.78	2.02	4.13
Eu	0.60	0.71	0.90	0.82	0.64	1.03	0.91	1.04	0.78	0.90	0.92	1.21
Gd	2.04	2.99	2.99	2.77	2.20	3.99	2.95	3.47	3.15	3.79	3.21	4.17
Tb	0.39	0.59	0.49	0.53	0.43	0.74	0.60	0.66	0.55	0.73	0.61	0.67
Dy	2.31	3.40	2.82	3.17	2.61	4.49	3.77	4.16	3.53	4.32	4.07	3.75
Ho	0.56	0.70	0.62	0.72	0.60	1.03	0.83	0.84	0.78	0.96	0.81	0.70
Er	1.67	2.35	1.91	2.17	1.84	2.97	2.57	2.68	2.53	3.12	2.64	2.03
Tm	0.24	0.32	0.29	0.36	0.26	0.44	0.38	0.42	0.39	0.45	0.37	0.30
Yb	1.66	2.12	1.93	2.15	1.70	2.94	2.46	2.77	2.42	3.18	2.25	1.67
Lu	0.25	0.33	0.30	0.36	0.26	0.45	0.39	0.42	0.40	0.47	0.36	0.26
Y	15.50	20.50	18.10	19.00	16.90	28.20	22.90	25.70	23.30	27.80	24.10	19.90
Eu/Eu*	1.03	0.89	1.19	1.06	1.05	0.95	1.07	1.06	0.89	0.82	1.08	1.45
La/Yb	1.31	0.91	2.58	1.08	0.84	1.29	0.91	1.93	1.19	1.11	1.06	3.56
X _{Mg}	0.72	0.68	0.70	0.63	0.60	0.63	0.60	0.62	0.66	0.65	0.76	0.79
ASI	1.20	1.37	0.94	1.33	1.02	0.89	0.70	1.00	0.83	1.01	0.88	0.50

(KM: Kurtlutepede Metamorfilerine ait yeşilistler, MM: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistler).

4.2.1. Kurtlutepe metamorfileri

Kurtlutepe Metamorfilerine ait 10 adet yeşilistinin SiO_2 içeriği % 49 ile 61 arasında, TiO_2 içeriği % 0.6 ile 1.2 arasında, Fe_2O_3 içeriği % 7 ile 14 arasında, MgO içeriği % 2.5 ile 6 arasında, Al_2O_3 içeriği %14 ile 19 arasında, Na_2O içeriği % 3 ile 6 arasında ve CaO içeriği % 1 ile 9 arasında değişmektedir. Kurtlutepe



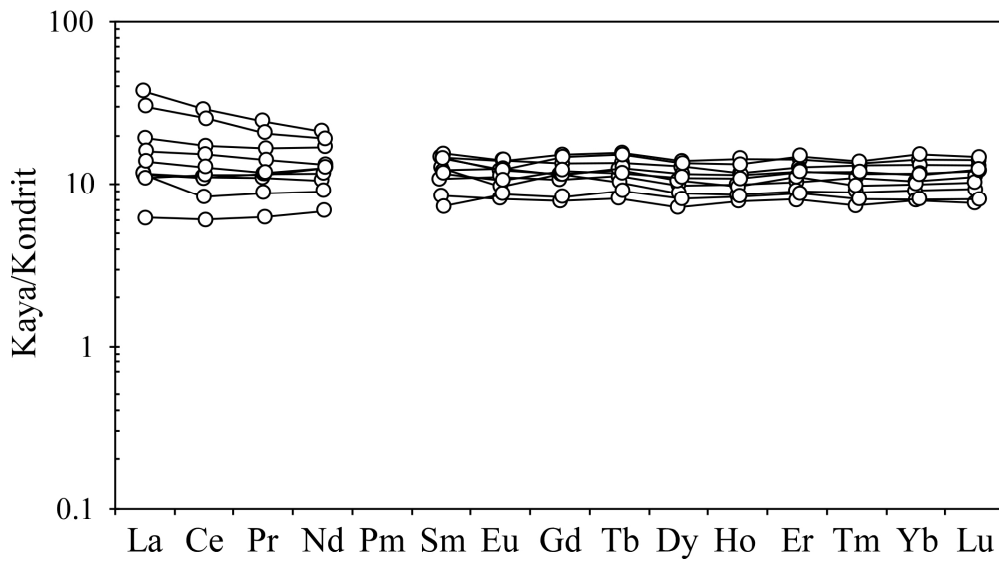
Şekil 4.10: Kurtlutepe Metamorfilerine ait yeşilistlerin 3 farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) SiO_2 'e karşılık K_2O diyagramı (LeMaitre ve diğ., 1989; Rickwood, 1989); b) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); c) FeO^*/MgO 'e karşılık SiO_2 diyagramı (Miyashiro, 1974).

Metamorfilerine ait yeşilistlerin magnezyum numaraları % 60 ile 72 arasındadır. Ateşte kayıp oranları ise % 2 ile 5 arasında değişmektedir. Kurtlutepe Metamorfilerine ait yeşilistlerin bir kısmı toleyitik, bir kısmı da kalkalkalen kökenlidir.

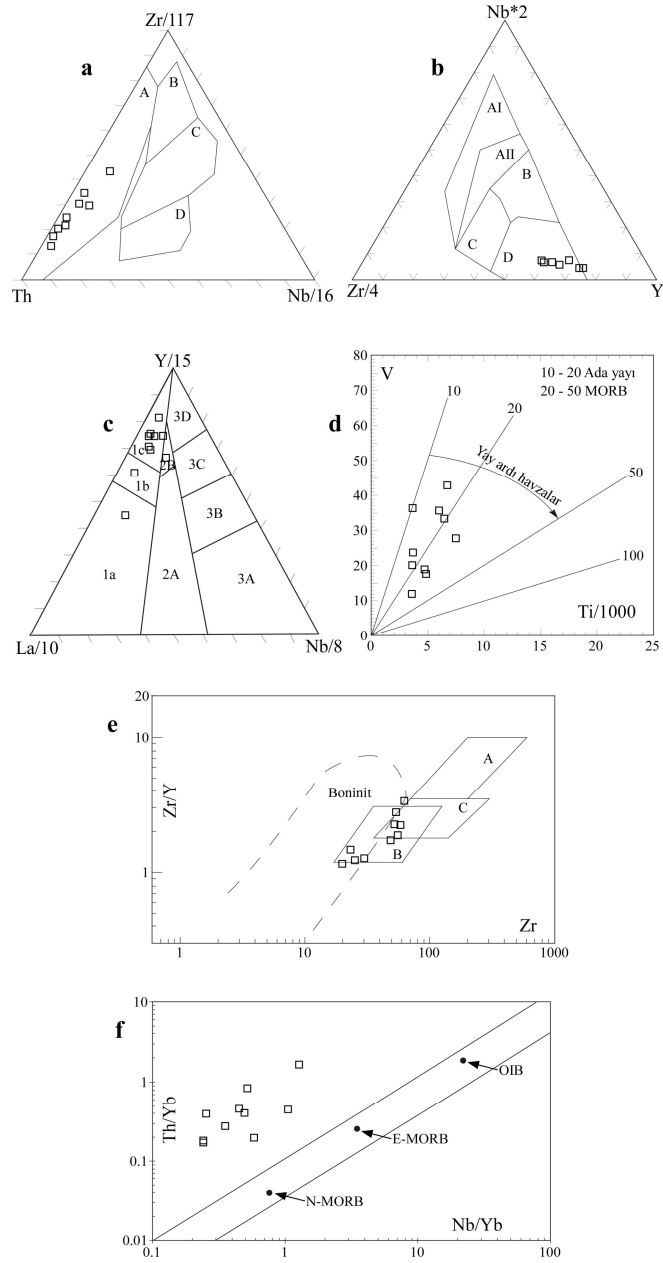
Kurtlutepe Metamorfitlerine ait 10 adet yeşilşistin kimyasal kökenini belirlemek için üç farklı diyagram kullanıldı (Şekil 4.10). Üç diyagramda da görüldüğü gibi Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilşistlerin bir kısmı toleyitik, bir kısmı da kalkalkalen karakterlidir.

Kurtlutepe Metamorfitlerine ait 10 adet yeşilşist 6 farklı tektonomagmatik diyagrama iz düşürülerek, yeşilşistlerin köken kayaçlarının oluşum ortamları belirlenmiştir (Şekil 4.12). Buna göre, Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilşistler yay ile ilişkili volkaniklerden türemiştir. Ayrıca, Şekil 4.12.f'ye bakıldığında, yeşilşistlerin Th/Yb oranlarının yüksek olması yitim etkisini göstermektedir.

Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilşistlerin, kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramları Şekil 4.11'de verilmiştir. Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilşistlerin nadir toprak element grafiklerinde 3 farklı desen vardır. Bu desenlerden birinde La'dan Yb'a doğru pozitif kesirlenme görülürken, bir başkasında La'dan Yb'a doğru negatif kesirlenme görülmektedir. Bu iki desenden başka, bir üçüncü desen de ise hiç kesirlenme görülmemektedir. La/Yb oranları 0.8 ile 2.6 arasında değişmektedir. Ayrıca Eu/Eu* oranı da 0.8 ile 1.2 arasında değişmektedir. Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilşistlerin kesirlenmeli veya kesirlenmesiz tüm desenleri, kondrite göre 10 kat zenginleşmiştir.

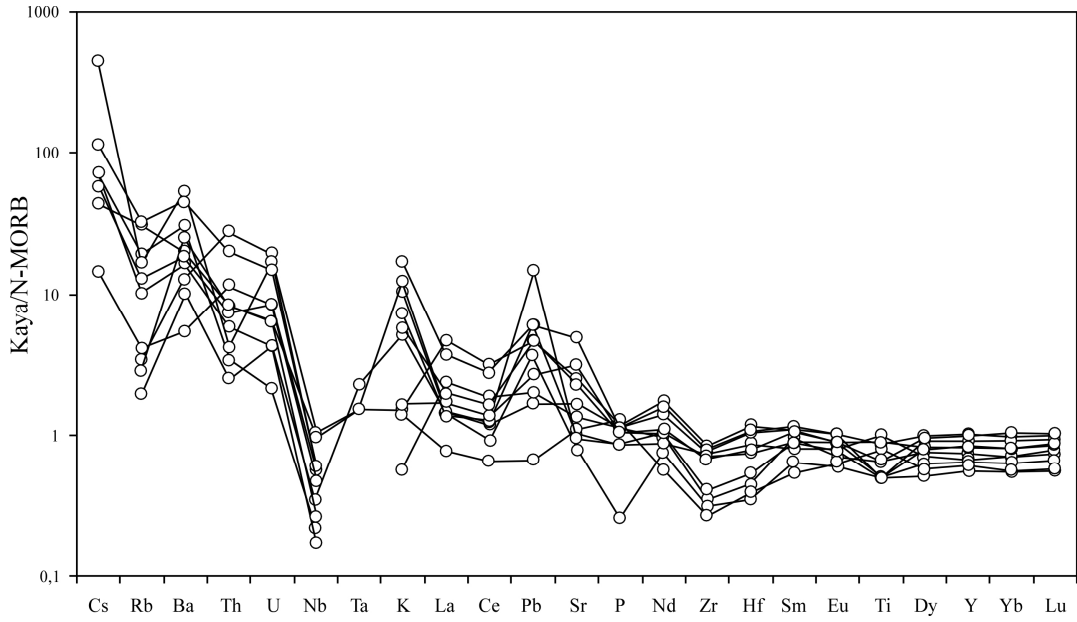


Şekil 4.11: Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilşistlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir).



Şekil 4.12: Kurtlutepe Metamorfitlelerine ait yeşilşistlerin için tektonomagmatik diyagramlar: a) Zr-Nb-Th üçgen diyagramı (Wood, 1980), A: Yay ile ilişkili bazalt, B: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, D: Okyanus adası bazaltı; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıtaiçi alkali bazalt, AII: Kıtaiçi alkali bazalt ve kıtaiçi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıtaiçi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayardı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; d) Ti'ye karşılık V diyagramı (Shervais, 1982); e) Zr/Y'a karşılık Zr ayırım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıtaiçi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt; f) Th/Yb'a karşılık Nb/Yb diyagramı (Pearce, 2008).

Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilistlerin normal okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları Şekil 4.13'te verilmiştir. Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilistlerde K ve Y tüketilmiştir, Nb'un, Th'a göre tüketilmiş olması ise yitimi işaret etmektedir.

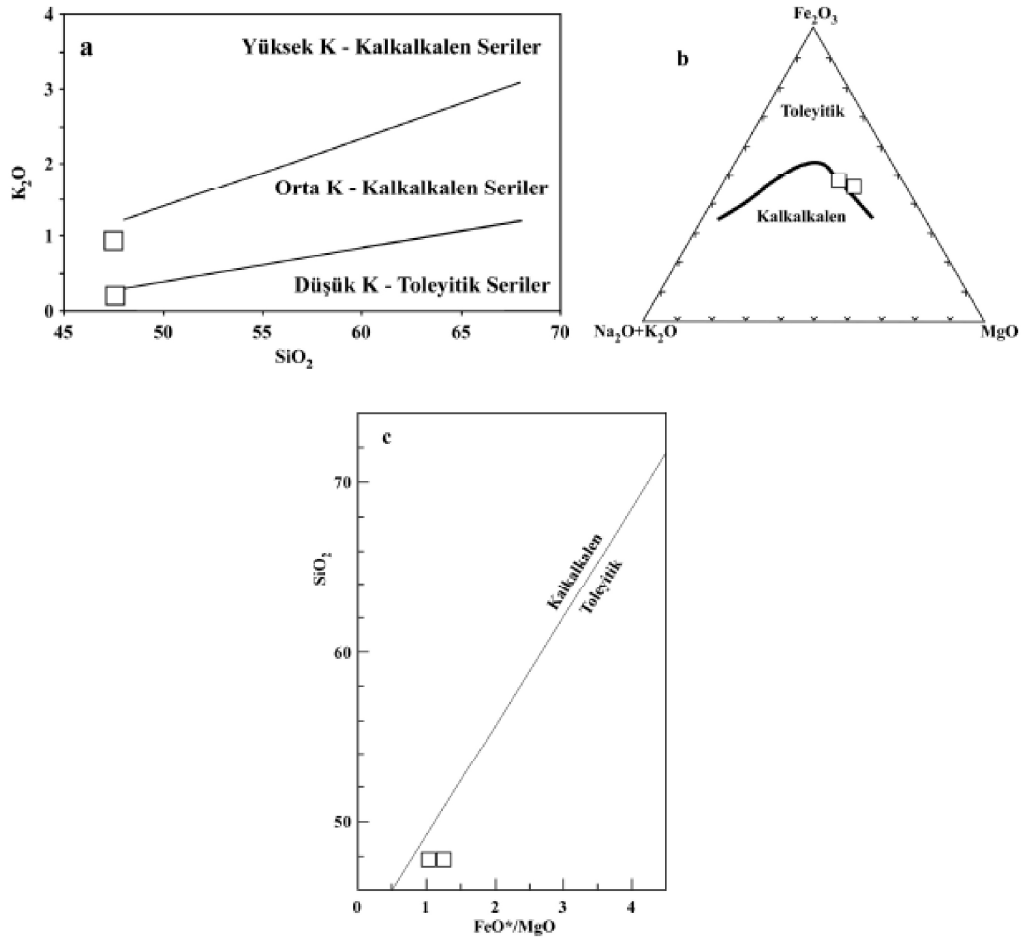


Şekil 4.13: Kurtlutepe Metamorfitlerine ait yeşilistlerin normal tip okyanus ortası sırtı bazalta göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

4.2.2. Ofiyolitik melanj

Ofiyolitik Melanj'a ait iki adet yeşilistin SiO_2 içerikleri % 47.5 ve 47.6, TiO_2 içerikleri % 0.9 ve 1.7, Fe_2O_3 içerikleri % 11 ve 11.2, MgO içerikleri % 8 ve 9.5, Al_2O_3 içerikleri % 12 ve 16, Na_2O içerikleri % 3.44 ve 3.45, CaO içerikleri % 6 ve 10'dur. Ofiyolitik Melanj'a ait iki adet yeşilistin magnezyum numaraları % 60 ve 72'dir. Ateşte kayıp oranları ise % 4 ve 5'tir.

Ofiyolitik Melanj'a ait iki adet yeşilistin kimyasal kökenini belirlemek için üç farklı diyagram kullanıldı (Şekil 4.14). Üç diyagramda da görüldüğü gibi Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistler toleyitiktir.

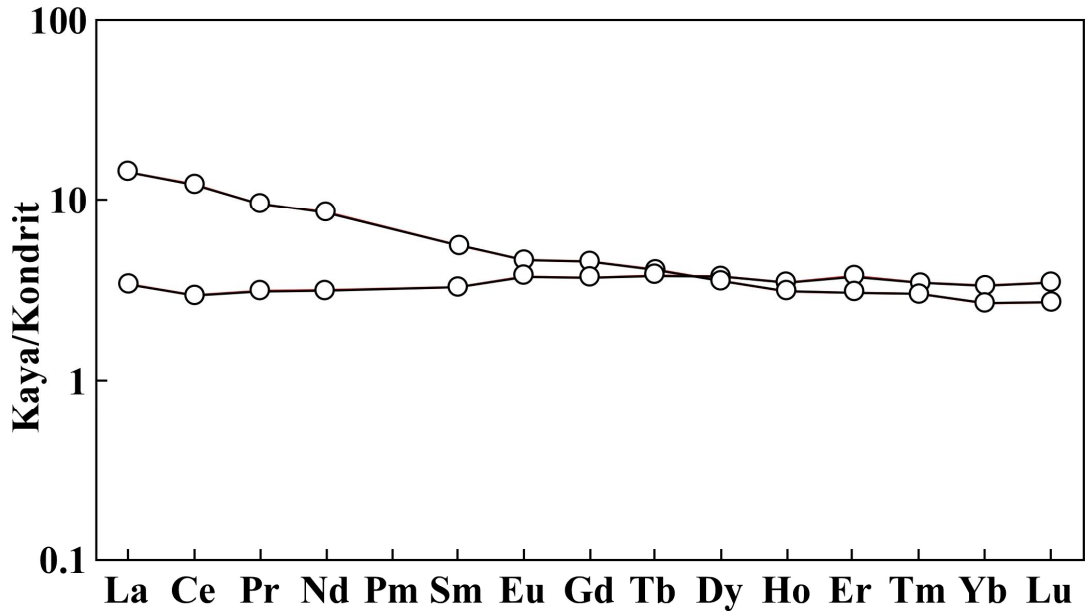


Şekil 4.14: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilşistlerin üç farklı diyagrama iz düşürülmesi sonucu elde edilen kimyasal köken ayrımı: a) SiO₂'e karşılık K₂O diyagramı (LeMaitre ve diğ., 1989; Rickwood, 1989); b) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971); c) FeO*/MgO'e karşılık SiO₂ diyagramı (Miyashiro, 1974).

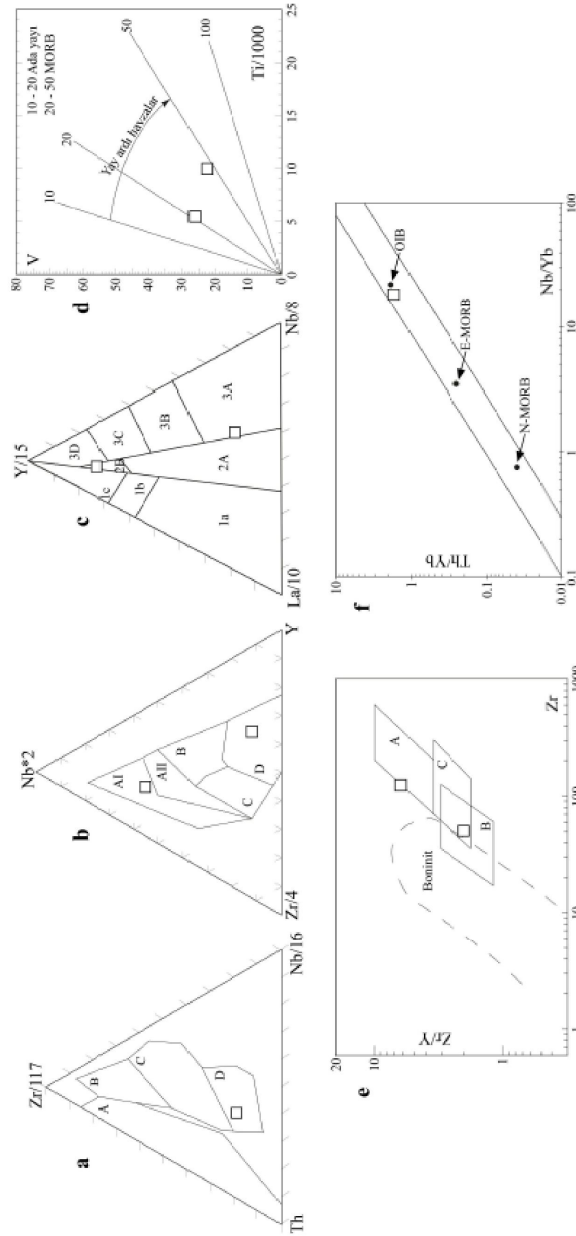
Ofiyolitik Melanj'a ait iki adet yeşilşist 6 farklı tektonomagmatik ortam ayrımı diyagramına iz düşürülerek, yeşilşistlerin oluşum alanları belirlendi (Şekil 4.16). Ofiyolitik Melanj'a ait iki yeşilşistten, 640A numaralı örneğin Th oranı hesaplanabilme sınırının altında olduğundan, bu nedenle Şekil 4.16.a'daki ve Şekil 4.15.f'deki 2 diyagramda 640A numaralı örnek görülmemektedir. Bu iki diyagramda görülen desenler yalnızca 640B numaralı örneğe aittir. Tüm diyagramlar değerlendirildiğinde 640A numaralı örneğin yay ile ilişkili volkanik, 640B numaralı örneğin ise okyanus adası bazaltı kökenlidir.

Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin, kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramları Şekil 4.15'de verilmiştir. Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin nadir toprak element grafiklerinde iki farklı desen vardır. 640A numaralı örneğe ait desende La'dan Yb'a doğru negatif kesirlenme görülürken, 640B numaralı örneğe ait desende La'dan Yb'a kesirlenme görülmemektedir. La/Yb oranları, 640A numaralı örnek için 1.06 iken, 640B numaralı örnek için 3.56'dır. Ayrıca Eu/Eu* 640A numaralı örnek için 1.08 iken, 640B numaralı örnek için 1.45'tir. Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin her ikisi de, normal tip okyanus ortası bazaltlarına göre zenginleşmiştir.

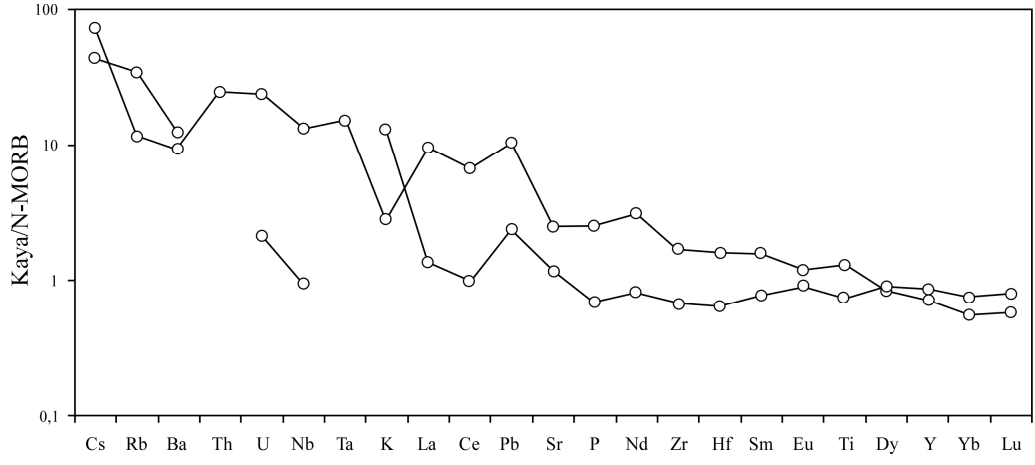
Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin normal okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramları Şekil 4.17'de verilmiştir. Genel olarak ağır nadir toprak elementlerine doğru negatif bir kesirlenme görülmektedir ve K elementinde belirgin bir negatif anomali vardır.



Şekil 4.15: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri diyagramı (Normalleştirilmiş değerler Boynton 1984'e göredir).



Şekil 4.16: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin için tektonomagmatik diyagramlar: a) Zr-Nb-Th üçgen diyagramı (Wood, 1980), A: Yay ile ilişkili bazalt, B: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, D: Okyanus adası bazaltı; b) Nb-Y-Zr üçgen diyagramı (Meschede, 1986), AI: Kıta içi alkali bazalt, AII: Kıta içi alkali bazalt ve kıta içi toleyit, B: Zenginleşmiş tip okyanus ortası sırt bazalt, C: Kıta içi toleyit ve volkanik yay bazaltı, D: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt ve volkanik yay bazaltı; c) Y-Nb-La üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989), 1a: Volkanik yay (kalkalkalen), 1b: Volkanik yay (geçiş), 1c: Volkanik yay (toleyit), 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yayırdı bazalt, 3A: Kıtasal rift ve okyanus adası bazaltı, 3B ve 3C: Zenginleşmiş tip okyanus ortası bazalt, 3D: Normal tip okyanus ortası bazalt; d) Ti'ye karşılık V diyagramı (Shervais, 1982); e) Zr/Y'a karşılık Zr ayrım diyagramı (Pearce ve Norry, 1979), A: Kıta içi bazalt, B: Adayayı bazaltı, C: Normal tip okyanus ortası sırt bazalt; f) Th/Yb'a karşılık Nb/Yb diyagramı (Pearce, 2008).



Şekil 4.17: Ofiyolitik Melanj'a ait yeşilistlerin normal tip okyanus ortası sırt bazalta göre normalleştirilmiş iz element diyagramları (Normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

BÖLÜM 5. JEOKRONOLOJİ

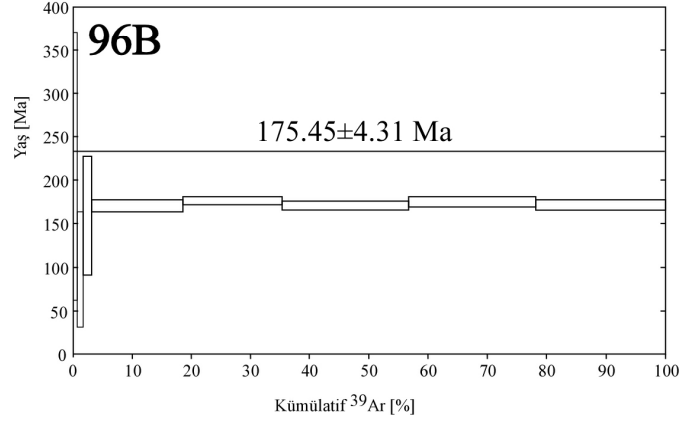
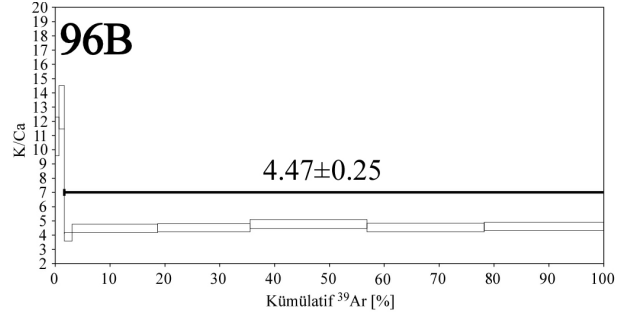
Refahiye Meta-ofiyolitine ait bir meta-plajiyogranitten (96A) ve iki amfibolitten (96B ve 252) yaş tayini yapılarak, Refahiye Meta-ofiyolitinin hem oluşum hem de soğuma yaşı tespit edilmiştir.

96B numaralı amfibolit örneğinin hornblend minerallerinden yapılan yaş tayininin plato yaşı 175.5 ± 4.3 My, toplam füzyon yaşı 174.3 ± 4.4 My, normal izokron yaşı 179.7 ± 6.0 My, ters izokron yaşı 179.1 ± 4.1 My. Hesaplamalarda kullanılan ağırlıklı standart sapmanın karesi (MSWD: Mean Square Weighted Deviate) 1.27, J değeri ise $0.00411220 \pm 0.00004112$ 'dir (Şekil 5.1).

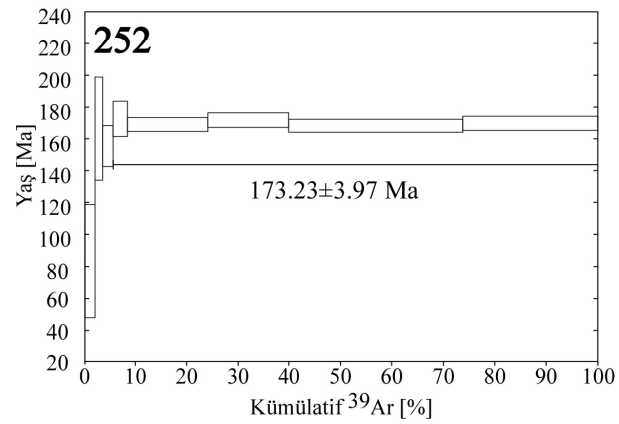
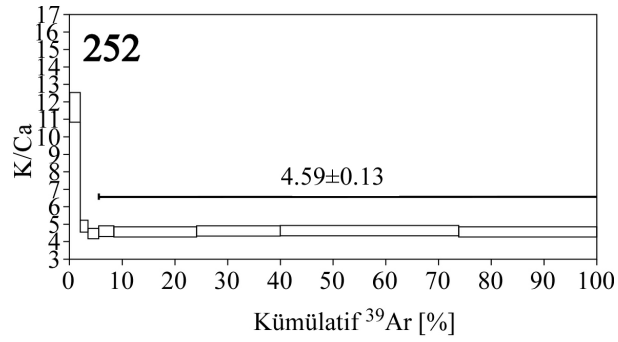
252 numaralı amfibolit örneğinin hornblend minerallerinden yapılan yaş tayininin plato yaşı 173.2 ± 4.0 My, toplam füzyon yaşı 170.9 ± 4.0 My, normal izokron yaşı 176.5 ± 19.5 My, ters izokron yaşı 174.3 ± 10.3 My. Hesaplamalarda kullanılan ağırlıklı standart sapmanın karesi (MSWD: Mean Square Weighted Deviate) 0.46, J değeri ise $0.00411310 \pm 0.00004113$ 'tür (Şekil 5.2).

Tablo 5.1: Detaylı $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analiz verileri.

Adım No	Atm. Kirlenme (%)	^{39}Ar (%)	$^{40}\text{Ar}^f/^{39}\text{Ar}^k$	Age (Ma) $\pm 2\sigma$	
96B (Hornblend)					
1	450.00 W	7.283	1.800	158.835	213.28 \pm 159.42
2	550.00 W	3.999	2.618	232.183	96.27 \pm 68.09
3	650.00 W	1.912	3.734	157.648	162.29 \pm 69.90
4	764.00 W	6.818	41.474	9.736	173.51 \pm 6.91
5	810.00 W	3.928	44.875	9.061	179.54 \pm 4.47
7	915.00 W	6.185	56.716	7.761	172.48 \pm 4.85
8	1000.00 W	5.989	56.888	8.872	176.90 \pm 5.87
9	1200.00 W	8.406	57.996	7.067	172.87 \pm 5.82
252 (Hornblend)					
1	650.00 W	1.355	9.476	10.800	85.24 \pm 36.13
2	760.00 W	0.251	6.869	49.144	170.03 \pm 33.08
3	816.00 W	0.251	9.647	38.261	158.81 \pm 13.16
4	860.00 W	0.156	13.402	32.662	176.28 \pm 11.35
5	923.00 W	0.809	73.842	5.971	172.57 \pm 4.42
6	1021.00 W	0.827	74.698	5.897	175.45 \pm 4.71
7	1193.00 W	1.983	159.257	2.718	171.66 \pm 4.21
8	1500.00 W	1.490	123.336	3.530	173.18 \pm 4.70



Şekil 5.1: 96B numaralı amfibolit örneğine ait hornblendlerden yapılan ⁴⁰Ar/³⁹Ar yaşları.

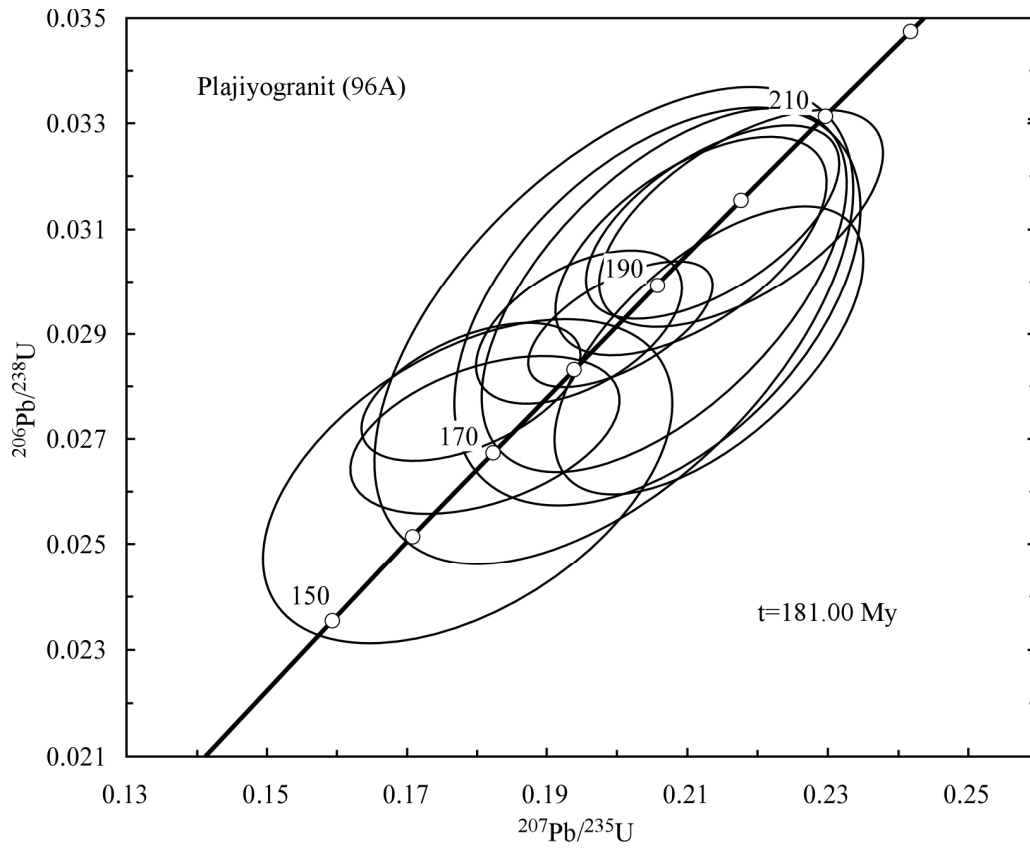


Şekil 5.2: 252 numaralı amfibolit örneğine ait hornblendlerden yapılan ⁴⁰Ar/³⁹Ar yaşları.

Tablo 5.2: Meta-plajiyogranitten elde edilen zirkonlardan hesaplanan yaşlar ve LA-ICP-MS U-Th-Pb izotopik verileri.

Analysis U	Th	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	rho	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Yaş (My)	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	Yaş (My)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Yaş (My)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Yaş (My)
1#	1005	0.65	384	0.0152(12)	0.406(32)	0.0307(17)	0.45	0.0958(71)	305 ± 23	346 ± 24	195 ± 11				
2#	446	0.37	589	0.0087(03)	0.181(08)	0.0271(06)	0.45	0.0485(19)	1760 ± 6	169 ± 7	1721 ± 4				
3#	1465	0.83	1163	0.0091(02)	0.214(07)	0.0311(07)	0.61	0.0498(14)	183 ± 4	197 ± 6	198 ± 5				
4#	805	0.27	1371	0.0089(03)	0.206(12)	0.0295(16)	0.48	0.0506(28)	180 ± 7	190 ± 10	187 ± 10				
5#	1891	0.66	1515	0.0094(08)	0.207(11)	0.0298(14)	0.58	0.0508(23)	190 ± 15	191 ± 9	189 ± 9				
6#	1160	0.50	3097	0.0091(08)	0.213(09)	0.0287(11)	0.61	0.0545(20)	184 ± 17	196 ± 8	182 ± 7				
7#	1960	1.08	3897	0.0096(04)	0.218(08)	0.0312(08)	0.62	0.0507(15)	192 ± 8	200 ± 7	198 ± 5				
8#	990	0.23	>1500	0.0170(20)	0.281(21)	0.0290(19)	0.54	0.0703(47)	341 ± 39	251 ± 17	184 ± 12				
9#	1024	0.54	>1481	0.0086(06)	0.199(14)	0.0291(19)	0.57	0.0496(31)	173 ± 12	185 ± 12	185 ± 12				
10#	1286	0.76	>1753	0.0089(06)	0.201(05)	0.0292(05)	0.61	0.0504(11)	178 ± 12	186 ± 5	185 ± 3				
11#	1468	0.78	>1810	0.0089(03)	0.211(08)	0.0306(08)	0.57	0.0499(16)	179 ± 5	194 ± 7	195 ± 5				
12#	1360	0.82	>1998	0.0086(06)	0.195(06)	0.0291(06)	0.50	0.0491(13)	173 ± 12	181 ± 5	185 ± 4				
13#	443	0.40	>572	0.0093(06)	0.179(06)	0.0279(05)	0.53	0.0471(14)	186 ± 13	167 ± 6	177 ± 3				
14#	722	0.45	>739	0.0096(08)	0.179(12)	0.0262(13)	0.48	0.0500(30)	194 ± 17	167 ± 10	167 ± 8				

Meta-plajiyogranitten elde edilen zirkonlardan hesaplanan yaşlar ve LA-ICP-MS U-Th-Pb izotopik verileri Tablo 5.2’de verildi. U ve Th konsantrasyonları, GJ zirkondan hesaplanan duyarlılık faktörlerinden tahmin edilmektedir (Mainz kristalinde 322 ppm U ve 10.7 ppm Th vardır). ^{204}Pb üzerinde ^{204}Hg etkileşimleri, 1.918’lik $^{201}\text{Hg}/^{204}\text{Hg}$ oranı kullanılarak azaltıldı. ^{235}U , ^{238}U ’dan, 137.88’lik $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ oranı kullanılarak hesaplandı. 96A numaralı meta-plajiyogranite ait yaş tayini diyagramı Şekil 5.3’te sunulmaktadır.



Şekil 5.3: 96A numaralı meta-plajiyogranite ait yaş tayini diyagramı.

96A numaralı meta-plajiyogranitten yapılan yaş tayini sonucunda Refahiye Meta-ofiyolitinin oluşum yaşı 181 My olarak tespit edilmiştir. 96B ve 252 numaralı amfibolitlerden yapılan yaş tayinleri ise, Refahiye Meta-ofiyolitinin soğuma yaşının yaklaşık 174 My olduğunu göstermiştir.

BÖLÜM 6. JEOLojİK EVRİM

Eski okyanusal litosferik parça/parçaların kıtasal levhalar arasında, orojenik süreçlerde, bir kısmının tüketilmesi ve bir kısmının da yüzeylemesiyle kenet kuşakları meydana gelir (ör. Moores, 1981). Dolayısıyla kenet kuşakları, bir zamanlar var olan okyanusal havzaların evrim süreçlerini anlamamızı sağlayan ve geçmişin jeolojik kayıtlarını bünyelerinde barındıran en önemli hedef alanlardır. Türkiye, ofiyolitik kayaçların yaygın olarak gözlemlenebildiği en önemli coğrafik alanlardan birisidir. Bu nedenle Türkiye, ofiyolitler ve global tektonik konularında çalışan yerli ve yabancı bilim insanlarının her zaman ilgi odağında olmuştur. Juteau (1980) ‘Türkiye ofiyolit kuşakları’ başlığını verdiği makalesiyle, Türkiye ofiyolitlerini Mesozoyik yaşlı Neo-Tetis okyanusunun kalıntıları olarak değerlendirip, Kuzey Kuşak, Orta Kuşak ve Güney Kuşak olarak kabaca üç bölüme ayırmıştır. Bu ofiyolitik kuşaklardan Kuzey kuşak ofiyolitleri, İzmir-Ankara-Erzincan kenedine de karşılık gelmekte olup bu kenet Gondwana ve Lavrasya süper kıtaları arasında uzanan ve Paleo-Tetis / Neo-Tetis okyanusal alanlarının kalıntılarını bünyesinde barındıran bir zondur (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999). Paleo-Tetis, Karakaya Karmaşığı ile tanımlanmaktadır (Okay, 2008). Karakaya Karmaşığı, Pontidler’in deformasyon ve kısmi başkalaşım geçirmiş bir kayaç topluluğu olup Paleozoyik’ten Triyas’a kadar aktif olan Paleo-Tetis Okyanusu’nun yığışım karmaşığı olarak yorumlanmıştır (Tekeli, 1981, Pickett ve Robertson, 1996, Okay, 2000). Karakaya Karmaşığı, Karbonifer ve Permien yaşlı radyolaritler, yaşlandırılmamış ofiyolit dilimleri ve Triyas yaşlı eklojitler ve mavişistlerden oluşmaktadır (Okay ve Göncüoğlu, 2004). Neo-Tetis okyanusu, Paleo-Tetis okyanusu’nun kapanma sürecinde Geç Triyas’ta riftleşmeye başlamış ve Geç Kretase sürecinde Afro-Arab ve Avrasya plakaları arasında okyanus içi yitim ve devamında ofiyolit yerleşmeleriyle kapanmıştır (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Dilek ve Moores, 1990; Çelik ve diğ. 2006; Marcoux, 1976; Robertson ve Woodcock, 1981). Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı ve Kretase yaşlı ofiyolitik karmaşığın ardalımalı dilimler halinde İzmir-Ankara-

Erzincan Kenet'i boyunca gözleendiği farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (örn: Okay ve diğ., 2002). İzmir-Ankara-Erzincan zonunun hem Paleo-Tetis'e hem de Neo-Tetis'e ait kalıntılara sahip olması, Paleo-Tetis ve Neo-Tetis arasında herhangi bir kıtasal dilim olmadığı şeklinde yorumlanmıştır (Konak ve diğ., 2009).

İzmir-Ankara-Erzincan kenedi dışında tespit edilmiş diğerk kenet kuşakları; İstanbul ve Sakarya zonları arasında olduğu düşünölen İç Pontid Keneti, Orta Anadolu Kristalin Masifinin batısından (Tavşanlı Zonu) başlayarak güneye, Bolkardağları'na kadar inen ve oradan da yaklaşık Kuzey'e Munzur Dağları'na uzanan İç Toros Keneti ve Güney-Doğu Anadolu bölgesinde yaklaşık Hatay'dan başlayarak Doğu'ya uzanan Güney-Doğu Türkiye Keneti veya Bitlis Zagros Keneti olarak sayılabilir (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Okay, 2002; Okay ve diğ. 2006; Sherlock ve diğ. 1999; Robertson ve diğ. 2007). Bahsi geçen bu kenet kuşakları ve bu kuşaklarla ilgili okyanusal ve kıtasal kökenli kayaç topluluklarının ait olduğu okyanusal havzalar günümüzde de araştırılıyor olsa da jeolojik evrim konusunda fikir birliği tam olarak sağlanamamıştır (ör. Şengör ve Yılmaz 1981; Okay and Tüysüz, 1999; Moix ve diğ. 2008; Stampfli ve Borel, 2002; Çelik et al. 2011). Türkiye Jeolojisinin evrimi konusunda farklı yorumlamaların, dolayısıyla karmaşıklıkların oluşmasındaki en önemli nedenlerden birisi jeolojik yaşlandırmaların yetersizliği olarak düşünülebilir. Bununla birlikte Güney'de Toros kuşağı üzerinde yer alan ofiyolitik kayaçlar doğrudan ve dolaylı olarak yaşlandırılabilmiştir. Mesozoyik Toros platform karbonatları üzerinde yer alan ve batıda Marmaris'ten başlayarak kabaca Munzur Dağları'na kadar olan bölümdeki ofiyolitler (ör. Likya, Antalya, Beyşehir, Mersin, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı) Neo-Tetis Kretase ofiyolitleri (91-93 My) olarak değerlendirilmiştir (ör. Parlak and Delaloye, 1999; Dilek et al. 1999; Çelik et al. 2006). Güney Kuşak'a (Peri-Arabik Kuşak) ait olan Hatay ya da Kızıldağ ofiyolitinden elde edilen yaş verisi de Kretase olarak tespit edilmiştir (Dilek and Thy, 2009). Kuzey'de İzmir-Ankara-Erzincan Kenet'i boyunca yer alan okyanusal yığışım karmaşaları Triyas, Jura ve Kretase yaşlı radyolaryalı çörtlerle beraber (Bragin ve Tekin, 1996, Tekin ve diğ., 2002; Tüysüz ve Tekin, 2007), Jura ve Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlardan (ör. Önen, 2003; Dilek ve Thy, 2006) oluşmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'deki ofiyolitler ve yığışım karmaşaları, Triyas ve daha genç yaşlı okyanusların kalıntılarıdır (Okay, 2008).

Önen (2003), İzmir-Ankara-Erzincan zonunun batı bölümünde Kınık ofiyolitinin ofiyolit tabanı metamorfitlelerinden 93 My'a karşılık gelen yaş elde etmiştir. Buna karşılık Dilek ve Thy (2006), İzmir-Ankara-Erzincan zonu içinde yer alan ofiyolitik karmaşığın plajiyogranit örneklerini U-Pb yöntemi ile yaşlandırmış ve Jura yaşı elde edilmiştir. Çelik ve diğ. (2011) aynı zon içerisinde (Eldivan yakınlarında) ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin amfibolitlerinden 40Ar/39Ar yaş tayiniyle Jura yaşları elde etmiş ve Jura sürecinde okyanusal levhanın yitime uğradığını ve dolayısıyla bu süreçte İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal alanının açılma değil, kapanma sürecinde olduğunu vurgulamıştır. Refahiye Meta-Ofiyoliti, Pontidler ile Anatolid-Torid Bloğu'nu birbirinden ayıran Neo-Tetis'in kapanması sonucu gelişen İzmir-Ankara-Erzincan Keneti üzerinde bulunmaktadır. Tez konusu çalışmayla, İzmir-Ankara-Erzincan zonunda yer alan Refahiye Meta-Ofiyoliti doğrudan yaşlandırılmıştır. Refahiye Meta-Ofiyoliti içinde tespit edilen meta-plajiyogranite ait olan zirkonlar U-Pb yaş tayini yöntemiyle yaşlandırılmış ve oluşum yaşına karşılık gelen Jura yaşı elde edilmiştir. Mevcut bilgiler ve elde edilen yeni verilere göre, İzmir-Ankara-Erzincan okyanus alanı Jura sürecinde okyanus içi yitime uğrayarak tüketilmeye başlamış ve bu süreçte Refahiye Ofiyoliti yitim zonu üstü ofiyolitleri karakterinde oluşmuştur. Aynı sürecin devamında ise Jura yaşlı ofiyolitik kayalar Pontid alanına eklenmiş ve devam eden sıkışmalı rejim altında metamorfizmaya maruz kalmıştır.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR

Refahiye Meta-ofiyoliti başlıca dünit ve harzburjitlerden oluşmaktadır. Refahiye Meta-ofiyoliti'ni oluşturan peridotitlerin yaklaşık % 70'i serpantinleşmiştir. Meta-gabro, meta-plajiyogranit, klinopiroksenit ve kökeni gabroik olan amfibolit sokulumları hem peridotitleri hem de birbirlerini kesmektedir. Refahiye Meta-ofiyoliti'ni kesen meta-plajiyogranit sokulumunun mineral kimyası analizlerinde kümingtonit mineraline rastlanılmış olması plajiyogranitin ve dolayısıyla Refahiye Ofiyoliti'nin başkalaşıma uğradığını göstermektedir.

Refahiye Meta-ofiyoliti, çoğunlukla yeşilşistlerden oluşan Kurtlutepe Metamorfikleri ve Ofiyolitik Melanj ile tektonik olarak sınırlandırılmıştır. Refahiye Meta-ofiyoliti ve Kurtlutepe Metamorfikleri'nin sınır ilişkileri incelendiğinde, Kurtlutepe Metamorfikleri'nin Refahiye Meta-ofiyoliti ile birbirine eklenmiş dilimler oldukları gözlemlenmiştir. Eosen ve daha genç yaşlı çökel birimler ise, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Çalışma alanının Güneyinde Ofiyolitik Melanj, Onarı Formasyonu üzerine tektonik olarak gelmektedir, dolayısıyla bölgede sıkışmalı rejim Alt Miyosen'den sonra devam etmektedir.

Tüm kaya jeokimyasal analiz sonuçlarına göre, Refahiye Meta-ofiyoliti'ni oluşturan amfibolitlerin ilksel kayaçlarının toleyitik bazalt kökenli oldukları belirlenmiştir. Aynı amfibolitlerdeki yüksek Th oranlarına karşılık Nb ve Ta elementlerindeki tüketilme, yitim etkisini işaret ederek, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin yitim üstü zonu ofiyoliti özelliğinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca bölgede Refahiye Meta-ofiyolitiyle tektonik ilişkili olan Kurtlutepe Metamorfikleri'nin jeokimyasal özellikleri, Kurtlutepe Metamorfikleri'nin köken kayaçlarının yitim ile ilgili olduklarını göstermiştir.

Türkiye geneline bakıldığında, Toros kuşağı üzerinde bulunan (Ör. Likya, Pozantı-Karsantı Ofiyolitleri) ve Neo-Tetis'in Güney koluna ait ofiyolitler (Ör. Kızıldağ

Ofiyoliti) yaklaşık 90 ile 93 milyon yıl arasında soğuma/oluşum yaşları vermektedir (Dilek ve diğ., 1999, Çelik ve diğ., 2006, Dilek ve Thy, 2009). Buna karşılık, son yapılan çalışmalarda İzmir-Ankara-Erzincan Zonu'nda Kretase yaşlarından farklı oluşum/başkalaşım yaşları elde edilmiştir. Örneğin; Dilek ve Thy (2006), ofiyolitik melanj içerisindeki meta-plajiyogranit örneklerinden U-Pb zirkon yaşlandırmasıyla 179 ± 15 milyon yıllık Jura yaşı elde etmiştir. Bu tez çalışmasında, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin peridotitlerini kesen meta-plajiyogranitten U-Pb zirkon yaş tayiniyle 181 milyon yıllık oluşum yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi, İzmir-Ankara-Erzincan Zonu içerisinde, ofiyolitlerden elde edilmiş ilk Jura yaş verisidir.

Refahiye Meta-ofiyoliti'nde bulunan iki adet amfibolit örneğinden ayıklanan hornblendlerden $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analizi yapılarak, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin başkalaşımıyla ilgili soğuma yaşı yaklaşık 174 milyon yıl olarak bulunmuştur. 109Y059 numaralı Tübitak projesi kapsamında, Kurtlutepe Metamorfitleri'nin fillatlarında elde edilen fengit minerallerinden de radyometrik yaş tayiniyle ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) yaklaşık 170 milyon yıllık yaş elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Refahiye Meta-ofiyoliti'nin ve Kurtlutepe Metamorfitleri'nin birlikte başkalaşım geçirdiklerini düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

Akıncı, Ö.,T., “The Eastern Pontide volcano-sedimentary belt and associated massive sulphide deposits”, in: Dixon, J.,E., Robertson, A.,H.,F., (eds.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Geological Society Special Publication, 17, 415-428, (1984).

Barth, T.,F.,W., “Theoretical Petrology”, *John Wiley and Sons*, New York, 416 (1962).

Black, L.,P., Gulson, B.,L., “The age of the Mud Tank carbonatite, Strangways Range, Northern Territory”, *BMR Journal of Australian Geology and Geophysics*, 3, 227–232, (1978).

Boynnton, W.,V., “Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies”, In: Henderson, P., (ed.), *Rare earth element geochemistry*, 63-114, (1984).

Bragin, N.,Y., Tekin, U.,K., Age of radiolarian chert from the Senonian ophiolitic mélange (Ankara, Turkey), *The Island Arc*, 5, 114-122, (1996).

Buisson, G., Leblanc, M., “Gold in carbonatized ultramafic rocks from ophiolite complexes”, *Economic Geology*, 80, 2026–2029. (1985).

Cabanis, B., Lecolle, M., “Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale”, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Série 2, 309/20, 2023-2029, (1989).

Çelik, Ö.,F., Delaloye, M., Feraud, G., “Precise ^{40}Ar - ^{39}Ar ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history”, *Geological Magazine*, 143 (2), 213-227, (2006).

Çelik, Ö.,F., Marzoli, A., Marschik, R., Chiaradia, M., Neubauer, F., Öz, İ., “Early–Middle Jurassic intra-oceanic subduction in the İzmir-Ankara-Erzincan Ocean, Northern Turkey”, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2011.06.007, (2011).

Dilek, Y., Moore, E., M., “Regional tectonics of the Eastern Mediterranean ophiolites”, In: Malpas, J., Moores, E., M., Panayiotou, A., Xenophontos, C., (eds.), *Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues, Proceedings of the Symposium "Troodos 1987"*, *Geological Survey Department*, Nicosia, 295-309, (1990).

Dilek, Y., Thy, P., “Age and petrogenesis of plagiogranite intrusions in the Ankara, mélange, central Turkey”, *Island Arc*, 15, 44–57 (2006).

Dilek, Y., Thy, P., “Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Cretaceous Kızıldağ (Turkey) Ophiolite: Model for multi-stage early arc-forearc magmatism in Tethyan subduction factories”, *Lithos*, 113, 68-87, (2009).

Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., Grundvig, S., “Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dyke intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan ocean”, *Geological Society of America Bulletin*, 111, 1192–1216, (1999).

Gedikoğlu, A., Pelin, S., Özsayar, T., “The main lines of geotectonic development of the east Pontides in the Mesozoic era”, *Proceedings of the first Geological Congress of the Middle East (GEOCOME)*, 555-580, (1979).

Hess, H.,H., “Pyroxenes of common mafic magmas”, *American Mineralogy*, 26, 515-535, (1962).

Irvine, T.,N., Baragar, W.,R.,A., “A guide to the chemical classification of common volcanic rocks”, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8: 523–548, (1971).

Jackson, S.,E., Pearson, N.,J., Griffin, W.,L., Belousova, E.,A., “The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology”, *Chemical Geology*, 211, 47–69, (2004).

Jourdan, F., Féraud, G., Bertrand, H., Kampunzu, A.,B., Tshoso, G., Le Gall, B., Tiercelin, J.,J., Capiez, P., “The Karoo triple junction questioned: evidence for Jurassic and Proterozoic $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages and geochemistry of the giant Okavango dyke swarn (Botswana)”, *Earth Planetary Science Letters*, 222, 989–2006, (2004).

Juteau, T., “Ophiolites of Turkey”, *Ofioliti*, 2, 199–238, (1980).

Ketin, İ., “Tectonic units of Anatolia”, *Maden Tetkik ve Arama Bulletin*, 66, 23-24, (1966).

Khain, V.,E., “Structure and main stages in the tectono-magmatic development of the Caucasus: An attempt at geodynamic interpretation”, *American Journal of Science*, 275-A, 131-156, (1975).

Konak, N., Hakyemez, H.,Y., “Tectonic units of the easternmost part of the Pontides: Stratigraphical and structural implications”, *Proceedings of the second International Symposium on the Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea*, Turkish Association of Petroleum Geogists, Special Publication, 4, 93-103, (2001).

Konak, N., Okay, A.,I., Hakyemez, Y., “Tectonics and stratigraphy of Eastern Pontides”, *2nd International Symposium on the GEology of The Black Sea Region*, MTA, (2009).

Kretz, R., “Symbols for rock-forming minerals”, *American Mineralogist*, 68, 277-279, (1983).

- Leake, B.,E., Woolley, A.,R., Arps, C.,E.,S., Birch, W.,D., Gilbert, M.,C., Grice, J.,D., Hawthorne, F.,C., Kato, A., Kisch, H.,J., Kricvovichev, V.,G., Linthout, K., Laird, J., Mandarina, J.,A., Maresh, W., V., Nickel, E., H., Rock, N.,M.,S., Schumacher, J.,C., Smith, D.,C., Stephenson, N.,C.,N., Ungaretti, L., Whittaker, E.,J.,W., Youzhi, G., “Nomenclature of amphibolites: Report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names”, *The Canadian Mineralogist*, 35, 219-246, (1997).
- LeMaitre, R.,W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.,J., Sabine, P.,A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.,R., Zanettin, B., “A classification of igneous rocks and glossary of terms”, *Blackwell*, Oxford, (1989).
- Marcoux, J., “Les series triasiques des nappes a radiolarites et ophiolites d'Antalya (Turquie): homologues et signification probable”, *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 18, 511-512, (1976).
- Meschede, M., “A method of discriminating between different types of mid-oceanic ridge basalts and continental tholeiites with the Nb–Zr–Y diagram”, *Chemical Geology*, 56, 207–218, (1986).
- Miyashiro, A., “Volcanic rock series in island arcs and active continental margins”, *American Journal of Science*, 274, 321-355, (1974).
- Moix, P., Beccaletto, L., Kozur, H., W., Hochard, C., Rosselet, F., Stampfli, G., M., “A new classification of the Turkish terranes and sutures and its implication for the paleotectonic history of the region”, *Tectonophysics*, 451, 7-39, (2008).
- Moores, E.M., “Ancient suture zones within continents”, *Science*, 213, 41–46, (1981).
- Okay, A.,I., “Tectonic units and structures in the Pontides, northern Turkey”, in Şengör, A.,M.,C., ed., *Tectonic evolution of the Tethyan region: NATO ASI Series C259*, Kluwer, Dordrecht, 109-116, (1989).
- Okay, A.,I., “Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau?”, In: Bozkurt, E., Winchester, J.,A., Piper, J.,A.,D., (eds.), *Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area*, Geological Society, London, Special Publication, 173, 25-41, (2000).
- Okay, A.,I., “Geology of Turkey: A synopsis”, *Anschmitt*, 21, 19-42, (2008).
- Okay, A.,I., Göncüoğlu, M.,C., “Karakaya Complex: a review of data and concepts”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 77-95, (2004).
- Okay, A.,I., Monod, O., Moiné, P., “Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction”, *Lithos*, 64, 155-178, (2002).

Okay, A., I., Satir, M., Siebel, W., “Pre-Alpide Palaeozoic and Mesozoic orogenic events in the Eastern Mediterranean region”, *Geological Society*, London, Memoirs, 32, 389-405, (2006).

Okay, A.,I., Satir, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R., Akyüz, S., “Paleo- nad Neo-Tethyan events in northwest Turkey”, in: Yin, A., Harrison, M., eds., *Tectonics of Asia*, Cambridge Universtiy Press, 420-441, (1996).

Okay, A.,I., Tüysüz, O., “Tethyan sutures of northern Turkey”, In Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., And Séranne, M. (eds.), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extesion Within the Alpine Orogen*, Geological Society of London Special Publication, 156, 475-515, (1999).

Önen, P., “Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites”, *Journal of the Geological Society*, 160, 947-962, (2003).

Özsayar, T., Pelin, S., Gedikoğlu, A., “Cretaceous in the eastern Pontides (in Turkish)”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi Jeoloji*, 1, 65-114, (1981).

Parlak, O., Delaloye, M., “Precise ^{40}Ar – ^{39}Ar ages from the metamorphic sole of the Mersin ophiolite (Southern Turkey)”, *Tectonophysics*, 301, 145–158, (1999).

Pearce, J.,A., “Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust”, *Lithos*, 100, 14-48, (2008).

Pearce, J.,A., “Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries”, *Orogenic Andesites and Related Rocks*, Chichester: Wiley, 525-548, (1982).

Pearce, J.,A., Norry, M.,J., “Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 33–47, (1979).

Pickett, E.,A., Robertson, A.,H.,F., “Formation of the Late Paleozoic-Early Mesozoic Karakaya Complex and related ophiolites in NW Turkey by Paleotethyan subduction accretion”, *Journal of the Geological Society London*, 153, 995-1009, (1996).

Pouchou, J.,L., Pichoir, F., “A new model for quantitative analyses. I. Application to the analysis of homogenous samples”, *La Recherche Aérospatiale*, 3, 13–38, (1984).

Pouchou, J.,L., Pichoir, F., “PAP (ϕ – ρ –Z) correction procedure for improved quantitative microanalysis”, In: Armstrong, J.,T. (Ed.), *Microbeam Analysis*, *San Francisco Pres*, 104–106, (1985).

Rickwood, P.,C., “Boundry lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements”, *Lithos*, 22, 247-263, (1989).

Robertson, A., H., F., Dixon, J., E., “Introduction: aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean”, *Geological Society*, London, 17, 1-74, (1984).

Robertson, A., H., F., Parlak, O., Rızaoğlu, Ü., Ünlügenç, Ü., İnan, N., Taşlı, K., Ustaömer, T., “Tectonic evolution of the South Tethyan ocean: evidence from the Eastern Taurus Mountains (Elazığ region, SE Turkey)”, *Geological Society*, London, Special Publications, 272, 231-270, (2007).

Robertson, A., H., F., Woodcock, N., H., “Alakır Çay Group, Antalya Complex, SW Turkey: A deformed Mesozoic carbonate margin”, *Sedimentary Geology*, 30, 95-131, (1981).

Sherlock, S., Kelley, S., Harris, S., I., N., Okay, A., I., “⁴⁰Ar-³⁹Ar and Rb-Sr geochronology of high-pressure metamorphism and exhumation history of the Tavşanlı Zone, NW Turkey”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 137, 46-58, (1999).

Shervais, J., W., “Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas”, *Earth Planetary Science Letters*, 59, 101-118, (1982).

Sláma, J., Koşler, J., Condon, D., J., Crowley, J., L., Gerdes, A., Hanchar, J., M., Horstwood, M., S., A., Morris, G., A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M., N., Whitehouse, M., J., “Plešovice zircon - a new natural referencematerial for U-Pb and Hf isotopic microanalysis”, *Chemical Geology*, 249, 1-35, (2008).

Stampfli, G., M., Borel, G., D., “A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons”, *Earth and Planetary Science Letters*, 196, 17-33, (2002).

Sun, S., S., McDonough, W., F., “Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes”, In: Saunders A., D., and Norry M., J., (ed.), *Magmatism in ocean basins*, Geological Society of London Special Publications, 42, 313-345, (1989).

Steiger, R., H., Jäger, E., “Subcommission on Geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology”, *Earth and Planetary Science Letters*, 36, 359-362, (1977).

Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., “Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach”, *Tectonophysics*, 75, 181-241, (1981).

Tekeli, O., “Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey”, *Geology*, 9, 68-72, (1981).

Tekin, U., K., Göncüoğlu, M., C., Turhan, N., “First evidence of Late Carnian radiolarians from the Izmir-Ankara suture complex, central Sakarya, Turkey: implications for the opening age of the Izmir-Ankara branch of Neo-Tethys”, *Geobios*, 35, 127-135, (2002).

Turner, G., Huneke, J.C., Podose, F.A., Wasserburg, G.J., “ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages and cosmic ray exposure ages of Apollo 14 samples”, *Earth Planetary Science Letters*, 12, 15–19, (1971).

Tüysüz, O., Tekin, U., K., “Timing of imbrication of an active continental margin facing the northern branch of Neotethys, Kargı Massif, Northern Turkey”, *Cretaceous Research*, 28, 754-764, (2007).

Yılmaz, A., Okay, A.I., Bilgiç, T., “Yukarı Kelkit Çayı ve Güneyinin temel jeoloji özellikleri ve sonuçları”, *MTA Genel Müdürlüğü Rapor no. 7777*, Ankara, 207, (1985).

Yılmaz, A., Adamia, S., Chabukiani, A., Chkhotua, T., Erdoğan, K., Tuzcu, S., Karabıyıkoglu, M., “Structural correlation of the southern Transcaucasus (Georgia)-eastern Pontides (Turkey)”, Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.A.D., *Tectonics and magmatism in Turkey and Surrounding Area*, Geological Society, London, Special Publication, 173, 171-182, (1999).

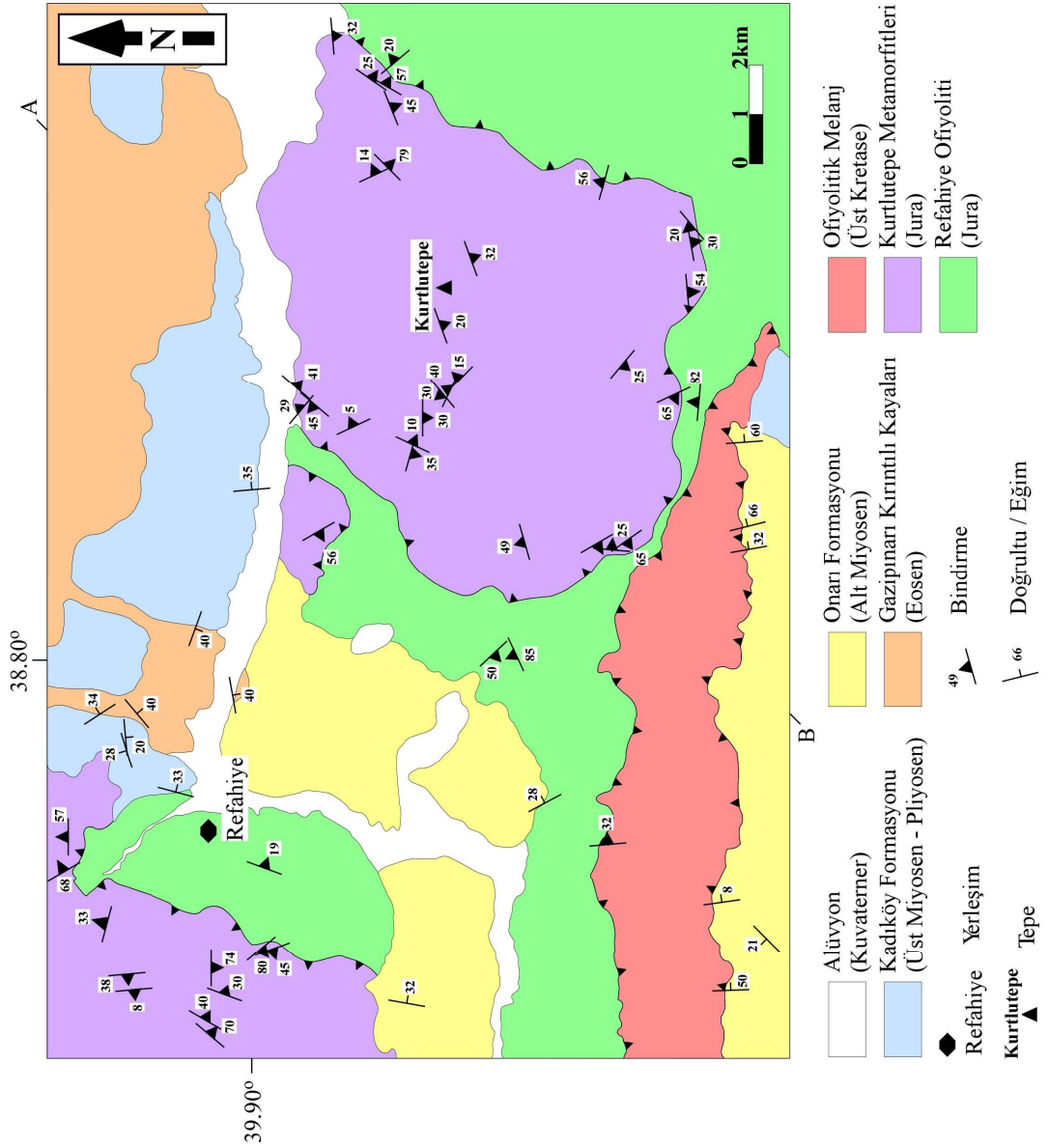
Wiedenbeck, M., Alle, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., von Quadt, A., Roddick, J.C., Spiegel, W., “Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analyses”, *Geostandards Newsletter*, 19, 1–23, (1995).

Winter, J.D., “An introduction to igneous and metamorphic petrology”, *Prentice Hall*, (2001)

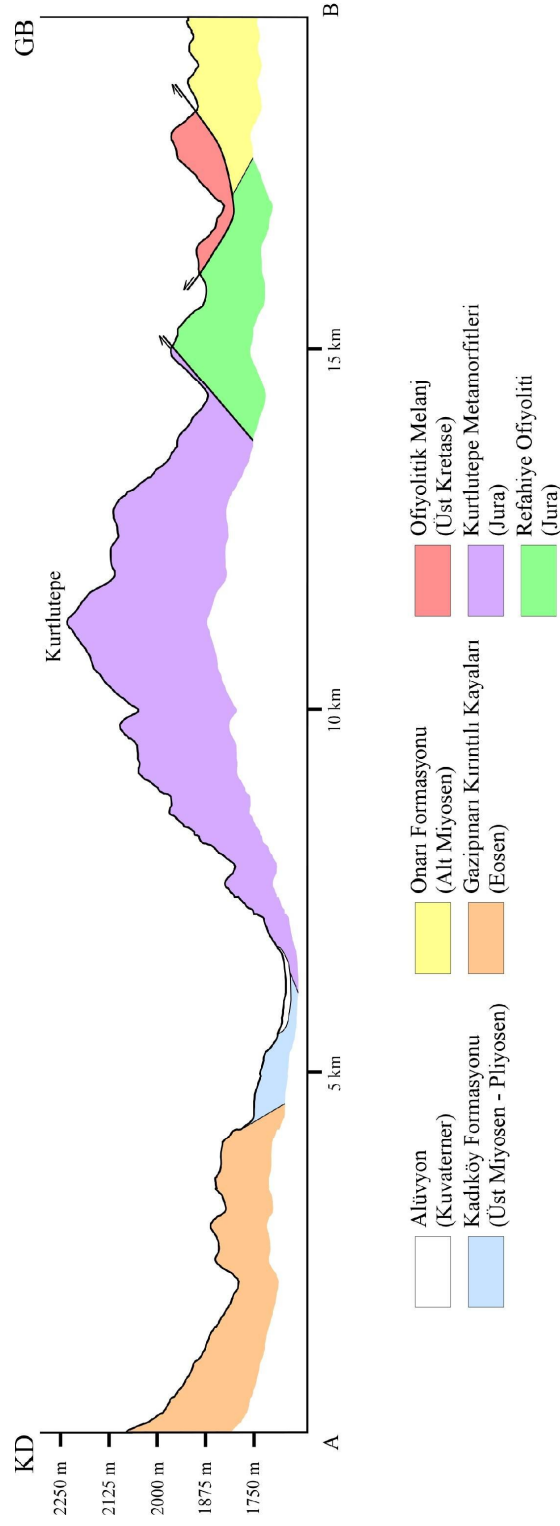
Wood, D.A., “The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province”, *Earth Planetary Science Letters*, 42, 77-97, (1980).

EKLER

EK 1: Refahiye (Erzincan) ve çevresinin jeoloji haritası (Altıntaş, 2011)



EK 3: Refahiye (Erzincan) ve çevresinin jeoloji haritası üzerinden alınmış AB kesidi



ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında İstanbul’da doğdu. İlköğrenimini Öğretmen Harun Reşit İlkokulu’nda, orta ve lise öğrenimini Özel Saint-Michel Fransız Lisesi’nde tamamladı. 2003 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nden 2009 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2009 yılının Ağustos ayında “Doğu Pontidlerin Lias Öncesi Jeolojik Evriminin Sınırlandırılması: Ağvanis, Dereli ve Refahiye Metamorfitlerinin Basınç-Sıcaklık-Zaman Gelişimi” isimli, 109Y059 numaralı TÜBİTAK projesinde bursiyer öğrenci olarak çalışmaya başladı. Aynı yılın Eylül ayında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı.