

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

İÇ TOROS OKYANUSU SORUNU

RAHMİ MELİH ÇÖRTÜK

KOCAELİ 2021

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

İÇ TOROS OKYANUSU SORUNU

RAHMİ MELİH ÇÖRTÜK

Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Ömer Feyzi GÜRER
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent ORUÇ
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Doç. Dr. Namık AYSAL
Jüri Üyesi, İstanbul Üniversitesi

Doç. Dr. Fuat ERKÜL
Jüri Üyesi, Akdeniz Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 05.02.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmayla Orta Anadolu Kristalen karmaşığı ile Toros kuşağı arasındaki ofiyolitik ve metamorfik kayalardan jeolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik yeni veriler elde edilmiştir. Bu doğrultuda çalışma sahasının içerisinde yer aldığı Kayseri ili ve çevresinde, 2017-2019 yılları yaz aylarında yapılan saha çalışmalarıyla jeokimyasal ve jeokronolojik analizler için örnekler derlenmiş ve jeolojik haritalama çalışmaları yapılmıştır. Buna göre, bahsi geçen ofiyolitik ve metamorfik kayaların bölgesel jeoloji içerisindeki konumu, kökenleri, oluşum zamanları ve koşullarına dair veriler aktarılmıştır. Ayrıca, İç Toros okyanusal alanının evrimiyle yakından ilgili bu kayaç topluluklarından elde edilen yeni verilerle, varlığı tartışmalı olan İç Toros Okyanusu'na ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim süresince bilgi ve birikimlerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, fikir ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, yol gösteren, motive eden ve tüm bu süre zarfında sadece iş veya eğitim süreçleriyle ilgili değil, aynı zamanda hayata dair tüm sorunlarımda da yanımda olan çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'e sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Üniversitemiz bünyesinde lisansüstü öğrencilere oda temin ederek bizlere rahat çalışma ortamı sağlayan Jeoloji Mühendisliği bölümüne ve bölüm başkanımız Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Doktora tez çalışmasının bir bölümünü oluşturan "Uzaktan Algılama" çalışmalarında bilgi ve tecrübesiyle desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Aziz ÖZYAVAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Mineral kimyası analizlerinin yapılmasını sağlayan Padova Üniversitesi'nden (İtalya) Prof. Dr. Andrea MARZOLİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Hacettepe Üniversite'sinde zirkon minerallerinin katodoluminesans görüntüleri elde edilmesinde destek sağlayan Doç. Dr. Evren ÇUBUKÇU'ya teşekkür ederim.

Bu çalışma Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK'in yürütücülüğünde TÜBİTAK 117Y392 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Bu doktora çalışmasını maddi açıdan

destekleyen ve bu çalışmanın yapılmasına imkân tanıyarak doktora tezinde sunulan verilerin elde edilmesini sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Gerek iş hayatımda gerekse sosyal yaşantımızda daima beraber olduğumuz ve her zaman bana desteklerini sağlayan çalışma arkadaşlarım ve dostlarım Dr. Mutlu ÖZKAN'a, Jeoloji Yük. Mühendisi Anıl ALKAN'a ve Jeoloji Yük. Mühendisi İsmail Emir ALTINTAŞ'a teşekkür ederim.

Hayatıma dahil olduğum andan itibaren bana daima huzur, mutluluk, sevgi ve hoşgörü veren, aldığım kararların tümünde benim yanımda olan ve tez çalışmam boyunca beni her zaman motive eden sevgili eşim Elgiz Çiftci ÇÖRTÜK'e sonsuz teşekkür ederim.

Hayata gözlerimi açtığım günden bugüne kadarki süre zarfında her zaman beni destekleyen, aldığım tüm kararlarda yanımda olan, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme; babam Mustafa ÇÖRTÜK'e, annem Ayşe ÇÖRTÜK'e ve kardeşim Ebrar ÇÖRTÜK'e sonsuz teşekkür ederim.

Saha çalışmaları esnasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen bölgenin değerli halkına ve özellikle Kayseri şeker taş ocağı çalışanlarından Maden Mühendisi Ahmet Sevinç'e teşekkür ederim.

Rahmi Melih ÇÖRTÜK

Şubat-2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLolar DİZİNİ	xxxı
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	xxxii
ÖZET	xxxiv
ABSTRACT	xxxv
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Çalışmanın Amacı	3
1.2. Materyal ve Yöntem	5
1.2.1. Büro çalışmaları	5
1.2.2. Saha çalışmaları	6
1.2.3. Laboratuvar çalışmaları	6
1.2.3.1. Mineralojik ve petrografik çalışmalar	6
1.2.3.2. Tüm kayaç jeokimyası	7
1.2.3.3. Jeokronolojik analizler	8
1.3. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu	12
1.4. Bölgesel Jeoloji	14
1.4.1. Tavşanlı Zonu	16
1.4.2. Afyon Zonu	18
1.4.3. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı	20
1.4.4. Toros Birlikleri	22
1.4.5. İç Toros Okyanusu	24
1.5. Önceki Çalışmalar	26
2. UZAKTAN ALGILAMA	31
2.1. ASTER L1T ve LANDSAT-8 Uydu Görüntüleri	32
2.2. Haritaların Hazırlanması Aşamasında Uygulanan Teknikler	33
2.2.1. Bant Oranlama Tekniği	33
2.2.2. Temel Bileşen Analizi (PCA)	34
2.2.3. Minimum Parazit Bölümlenmesi (MNF)	34
2.2.4. Termal Bantlarla Oluşturulan Spektral İndisler	34
2.3. Bölgelere Göre Sınıflanan Sonuç Görüntüleri	35
2.3.1. Felahiye Bölgesi	36
2.3.2. Tuzla Gölü Bölgesi	40
2.3.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi	43
2.3.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi	49
3. GENEL JEOLojİ	54
3.1. Felahiye Bölgesi	55
3.2. Tuzla Gölü Bölgesi	70
3.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi	79
3.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi	96
4. PETROGRAfİK ÖZELLİKLER VE MİNERAL KİMYASI	115

4.1. Felahiye Bölgesi.....	115
4.2. Tuzla Gölü Bölgesi	140
4.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi	154
4.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi.....	173
5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI.....	193
5.1. Felahiye Bölgesi.....	193
5.2. Tuzla Gölü Bölgesi	203
5.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi	208
5.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi.....	211
6. BASINÇ SICAKLIK KOŞULLARI.....	220
6.1. Felahiye Bölgesi.....	220
6.2. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi	227
6.3. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi.....	230
7. JEOKRONOLOJİ	234
7.1. ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar Tarihlendirmesi	234
7.2. LA-ICPMS U-Pb Tarihlendirmesi	238
8. BULGULAR VE TARTIŞMA	242
8.1. Toros Kuşağı Ofiyolitleri	243
8.2. Afyon ve Tavşanlı Zonları	256
8.2.1 Kırıntılı zirkonların kaynak alanına ilişkin çıkarımlar.....	267
8.3. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı.....	268
8.4. İç Toros Okyanusu	285
9. SONUÇLAR	292
KAYNAKLAR	298
EKLER.....	326
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	387
ÖZGEÇMİŞ.	390

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Türkiye'nin Metamorfik ve Ofiyolitik kayaçlar haritası (Kısaltmalar: AHO, Alihoca Ofiyoliti; BO, Beyşehir Ofiyoliti; DO; Divriği Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti).....	3
Şekil 1.2.	Doktora çalışma sahasını ve çevresini gösterir sadeleştirilmiş jeoloji haritası.....	4
Şekil 1.3.	(a) Kül fırında numune ergitme aşamasını gösteren fotoğraf. (b) XRF Tüm Kayaç Ana Element analizleri öncesi hazırlanan cam disklerin görüntüsü.....	7
Şekil 1.4.	KOU analitik jeokimya laboratuvarında tüm kayaç jeokimyası analizlerinin gerçekleştirildiği (a) Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS cihazları, (b) Skyray EDX3600B model ED-XRF.....	8
Şekil 1.5.	(a) Eleme ve yıkama işleminden sonra numune içerisindeki manyetik minerallerin el mıknatısı ile ayrılması. (b) Frantz manyetik ayırıcı cihazıyla felsik ve mafik minerallerin ayrılması. (c) Frantz manyetik ayırıcı cihazı kullanılarak felsik (ör. plajiyoklaz) ve mafik (ör. amfibol) minerallerine ayrılmış numunenin görünümü.....	9
Şekil 1.6.	(a) Mika minerallerinin aseton eklenerek yapılan öğütme işlemi, (b) ayıklanan minerallerin binoküler mikroskopla saflaştırılması (c) İçerisinde ağır sıvı (sodyum politungstat) bulunan ayırma hunisinde zirkon minerallerinin ayırma işlemi.....	10
Şekil 1.7.	Zirkon minerallerinin içine gömüldüğü epoksi halkalar.....	11
Şekil 1.8.	Çalışma sahası ve çevresinde bulunan yerleşim yerlerinin konumunu gösterir görüntü.....	13
Şekil 1.9.	Türkiye kenet kuşakları ve ana tektonik birlikler (Kısaltmalar: BFZ: Bornova Filiş Zonu; İAEK: İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi, İTK: İç Toros Kenedi).....	15
Şekil 1.10.	Batı ve Orta Anadolu'daki Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu'nun tektonik konumunu gösteren harita.....	16
Şekil 1.11.	Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı'na ait kayaç gruplarını gösterir harita.....	21
Şekil 1.12.	Türkiye ofiyolit ve kenet kuşakları haritası.....	25
Şekil 1.13.	Doktora çalışma sahasının sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve yer bulduru haritası.....	27
Şekil 2.1.	Landsat-8 R:B7 G:B5 B:B2 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş ve çalışma sahası içerisindeki haritalama alanlarını gösteren yalancı renk kompozit görüntüsü.....	36

Şekil 2.2.	ASTER R:B4 G:B2 B:PC6 bant kombinasyonu ile oluşturulan yalancı renk hibrit görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, gr; granit, m; metamorfik kayalar, y; yığışım karmaşığı.....	37
Şekil 2.3.	ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulan yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, gr; granit, m; metamorfik kayalar, y; yığışım karmaşığı.....	38
Şekil 2.4.	ASTER spektral indeksler yardımı ile oluşturulan termal görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, gr; granit, m; metamorfik kayalar, y; yığışım karmaşığı.....	39
Şekil 2.5.	ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile hazırlanmış olan yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt-çamurtaşı, o; olistostromal birim m; metamorfik kayalar, f; filiş istifi.....	40
Şekil 2.6.	ASTER R:BR3/4 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonu ile hazırlanmış olan yalancı renk kompozit hibrit görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt-çamurtaşı, o; olistostromal birim m; metamorfik kayalar, f; filiş istifi.....	42
Şekil 2.7.	ASTER termal bantları üzerinde uygulanan indeksler sonucunda hazırlanmış olan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt-çamurtaşı, o; olistostromal birim m; metamorfik kayalar, f; filiş istifi.....	42
Şekil 2.8.	ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, k; kırıntılı kayalar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler.....	43
Şekil 2.9.	ASTER R:PC1 G:BR4/8 B:BR2/1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, k; kırıntılı kayalar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler.....	44
Şekil 2.10.	ASTER termal bantları üzerinde uygulanan indeksler sonucunda hazırlanmış olan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, k; kırıntılı kayalar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler.....	45
Şekil 2.11.	ASTER R:PC3 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, y; yığışım karmaşığı.....	46
Şekil 2.12.	ASTER R:B6 G:B3 B:B2 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, y; yığışım karmaşığı.....	47
Şekil 2.13.	ASTER termal bantları üzerinde uygulanan indeksler sonucunda hazırlanmış olan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç	

	çökel kayaçlar, ka; karbonatlı kayaçlar, k; kırıntılı kayaçlar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler.....	48
Şekil 2.14.	ASTER R: MNF9 G: MNF6 B: MNF4 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı.	49
Şekil 2.15.	Landsat-8 R: MNF4 G: MNF1 B: MNF6 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı.	50
Şekil 2.16.	ASTER R: BR2/1 G: BR3/4 B: PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt; ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı.	51
Şekil 2.17.	ASTER R: B5 G: B3 B: B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt; ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı.	52
Şekil 2.18.	ASTER termal bantlarına indisler uygulanarak hazırlanmış termal görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt; ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı.	53
Şekil 3.1.	Doktora çalışma alanının sadeleştirilmiş genel jeoloji haritası.....	54
Şekil 3.2.	Felahiye bölgesinde yer alan birimlerin ilişkini gösteren tektono-stratigrafik dikme kesit (Ölçeksizdir).	55
Şekil 3.3.	Felahiye bölgesinin detaylı jeoloji haritası.	56
Şekil 3.4.	(a, b) Özvatan ilçesi doğusundaki Kızılırmak nehrinin derin vadileri boyunca görülen yüksek eğim açalarına sahip ve faylanmış metamorfik kayaçların genel görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD,(b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 733561D 4325510K, (b) 36S 734326D 4327362K.	57
Şekil 3.5.	Büyük Toraman kuzeyindeki Akdağ masifine ait mikaşist-kalkşist ve mermer birlikteliğinin genel görüntüsü. Bakış yönü; GB-KD. Koordinat; 36S 726611D 4342941K.....	58
Şekil 3.6.	(a) Büyükkışla köyü doğusundaki Akdağ masifine ait kalkşist ve mikaşistlerin genel görüntüsü. (b) Mikaşistler içerisinde gözlenen kuvarsit bandının görünümü. (c) Mikaşistleri kesen beyaz renkli kuvars damarının görünümü. (d) Karışeyh köyü doğusunda yüzlek veren kuvarsitlerin görünümü. Bakış yönü; (d) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 721310D 4342041K, (b) 36S 721310D 4342041K, (c) 36S 721310D 4342041K, (d) 36S 721310D 4342041K.	59
Şekil 3.7.	(a) Amarat köyü KD'sunda Akdağ masifine ait amfibolit ve mermerlerin ara katkılı olarak gözleendiği lokasyon ve (b) bu alandaki amfibolitlerin yakın görünümü. Bakış yönü (a) GB-KD. Koordinat; (a, b) 36S 733518D 4326848K.	59
Şekil 3.8.	(a) Büyükkışla köyü kuzeydoğusunda mikaşistlerle birliktelik sunan amfibolitlerin genel görüntüsü, (b) aynı alanda yer alan amfibolitlerin yakından görünümü. Bakış yönü; (a) G-K.	

	Koordinat; (a, b) 36S 721310D 4342041K.	60
Şekil 3.9.	Büyük Toraman ve Karşeyh köyleri arasında yüzeyleyen Akdağ masifi ve ofiyolitik kayaçların ilişkisini gösteren A-A' (B-D yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.3'daki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir.	60
Şekil 3.10	(a, b) Karşeyh ve Büyük Toraman köyleri arasında yer alan Akdağ masifine ait mermer ve şistlerin üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitik kayaçların genel görünüşleri. Bakış yönü; (a) G-K, (b) B-D. Koordinat; (a, b) 36S 725789D 4338093K.	61
Şekil 3.11.	(a) Karşeyh ve Büyük Toraman köyleri arasında yer alan ofiyolitik kayaçları örten kızıl renkli Orta Eosen yaşlı Nummulites'li kumtaşlarının genel görünüşü. (b) Aynı alandaki Orta Eosen istifinin orta-üst bölümünde gözlenen ince orta tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan istifin görünüşü. Bakış yönü; (a, b) KD-GB. Koordinat; (a) 36S 729808D, 4336557K, (b) 36S 730347D 4335589K.	61
Şekil 3.12.	(a) Karşeyh ve Büyük Toraman köyleri arasında yer alan ofiyolite ait kümülat gabrolarda gözlenen magmatik bantlaşmanın görünüşü (b) aynı alanda yer alan kümülat ve pegmatitik gabroların görünüşü. Koordinat; (a, b) 36S 727362D 4337923K.	62
Şekil 3.13.	Yamula barajı civarında gözlenen birimlerin ilişkisini gösteren B-B' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.3'daki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir.	63
Şekil 3.14.	(a, b) Yamula barajı kuzeyinde Akdağ masifi ve ofiyolitik kayaçlar arasındaki tektonik ilişkilerin genel görünüşü. Bakış yönü; (a) GD-KB, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 719268D 4316462K, (b) 36S 714384D 4319934K.	63
Şekil 3.15.	Silahtar köyü ile Felahiye arasındaki Akdağ masifi ve Eosen çökellerinin ilişkilerini gösteren KB-GD yönlü jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı (C-C') şekil 3.3'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir.	64
Şekil 3.16.	(a, b) Yamula barajı civarında yüzlek veren Akdağ masifine ait metamorfitle ve Orta Eosen yaşlı kıvrımlı ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı yatay tabakalı çökellerinin genel görünüşü. (b) Kızılırmak nehri vadisinin güneyindeki Amarat köyü civarında mermerlerin üzerinde yer alan Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı çökel ve volkanik kayaçların görünüşü. Bakış yönü; (a) GD-KB, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 723634D 4321931K, (b) 36S 729638D 4328735K.	64
Şekil 3.17.	(a) Obruk köyü batısındaki Yamula barajı kıyısında gözlenen makaslanmış serpantinitler. (b) Aynı alandaki mikaşist ve serpantinitin tektonik dokanağında gözlenen granit sokulumuna bağlı olarak gelişmiş olan alterasyon zonu. (c) Alabaş köyü güneyindeki gabroları kesen dolerit daykının görüntüsü. (d) Obruk köyü doğusundaki izotropik görünümlü gabroların yakın görünüşü. Bakış yönü (a, b) KD-GB, (c) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 720097D 4319620K (b) 36S 720081D 4319374K,	

	(c) 36S 718331D 4320588K, (d) 36S 718289D 4320545K.....	65
Şekil 3.18.	(a) Yamula barajı güneyindeki serpantinitle tektonik olarak altında yer alan ve granit tarafından kesilen yastık yapılı bazaltların ilişkisini gösterir genel fotoğraf. (b) Aynı alandaki yastık yapılı bazaltların genel görüntüsü. Yamula barajı kuzeyinde serpantinitle ve gabrolarla birlikte gözlenen masif yapılı bazaltların genel görüntüsü. (d) Aynı alandaki gaz boşluklu spilitik özellik sunan bazaltın yakın görüntüsü. Bakış yönü; (a, b) KD-GB, (c) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 720110D 431915K, (b) 36S 720110D 431915K, (c) 36S 720110D 431915K, (d) 36S 720110D 431915K.	66
Şekil 3.19.	(a, b) Obruk köyü ve civarında yüzlek veren ve deformasyona bağlı yönlü doku kazanmış kümülat gabroların görüntüsü. Koordinat; (a, b) 36S 725715D 4321772K..	67
Şekil 3.20.	Alabaş köyü güneyinde yüzlek veren meta-gabrolardaki (a) bantlı ve (b) kıvrımlı yapıları gösterir fotoğraf. Koordinat; (a) 36S 719928D 4320469K (b) 36S 720040D 4320090K.....	67
Şekil 3.21.	(a, b) Alabaş köyü güneyinde yüzlek veren meta-gabrolardaki taneli dokuya sahip olan bölümleri ile makaslanmış ve sünek davranış sergileyen bölümlerinin yakından görünümü. Koordinat; (a, b) 36S 720040D 4320090K.	68
Şekil 3.22.	(a) Meta-gabroları kesen granit daykının görünümü. (b) Granit daykı içerisindeki meta-gabro ksenolitlerinin görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 720037D 4320051K, (b) 36S 719968D 4320157K.	68
Şekil 3.23.	Obruk köyü civarındaki ofiyolitik kayalar kesen granitlerin genel görünümü. (b) Aynı bölgede granit daykı tarafından kesilen serpantinitlelerin görünümü. Obruk köyü batısında Yamula barajı yakın civarındaki ofiyolite ait serpantinitle, bazaltları ve (d) Akdağ masifine ait mikaşistleri kesen granit sokulumunun genel görünümü. Bakış yönü; (a) B-D, (b, c) GB-KD, (d) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 719185D 4318857K, (b) 36S 720104D 4319147K (c) 36S 719185D 4318857K, (d) 36S 720087D 4319130K.	69
Şekil 3.24.	(a) Obruk köyü civarındaki ayrılmış granitler ve bunları kesen aplit dayklarının genel görüntüsü. (b) Aynı bölgedeki granitik kayalar içerisinde çıplak gözle gözlenebilen turmalin mineralleri. Koordinat; (a) 36S 719950D 4319559K, (b) 36S 725187D 4320958K..	70
Şekil 3.25.	Tuzla Gölü bölgesinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesiti. (Ölçeksizdir).	70
Şekil 3.26.	Tuzla Gölü bölgesinin detaylı jeoloji haritası	71
Şekil 3.27.	Karahıdırlı ve Yağmurbeyli köyleri arasındaki ofiyolitik kayaların ve olistostromal birimin ilişkisini gösteren A-A' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.26'daki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir.....	72
Şekil 3.28.	(a) Karahıdırlı köyü civarında yer alan serpantinitle, serpantinize peridotitler ve bunları kesen dolerit dayklarının görüntüsü. (b)	

	Aynı alanda gözlenen makaslanmış dolerit daykının yakından görünümü. Bakış yönü (a) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 740527D 4319091K, (b) 36S 740372D 4319043K.	73
Şekil 3.29.	Karahıdırlı köyü güneyindeki serpantinitle kesen (a) plajiyogranit ve (b) andezit daykının görüntüleri. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) GD-KB. Koordinat; (a, b) 36S 740934D 4317364K.	73
Şekil 3.30.	Şekil 3.30. (a, b) Tuzla Gölü batısındaki ofiyolitik kayaların ve olistostromal birimin genel görünümü. (c) Bazalt-çamurtaşı birlikteliği içerisindeki plajiyogranit daykının görünümü (d) plajiyogranit dayklarında gözlenen epidot sıvamaları. Bakış yönü; (a, b) GB-KD, (c) KD-GB. Koordinat; (a) 36S 738677D 4318630K, (b) 36S 739010D 4318674K, (c, d) 36S 738382D 4319031K.	74
Şekil 3.31.	(a) Ofiyolite ait bazalt-çamurtaşı birlikteliği ve üzerindeki olistostromal birimin genel görünümü. (b) Olistostromal birim ve Üst Miyosen – Pliyosen çökellerinin genel görünümü. (c) Serpantinitle çakılları içeren kırmızı renkli çamurtaşlarının görünümü. (d) Sucuk yapıli kireçtaşı ara seviyeleri içeren çamurtaşlarının görünümü. Bakış yönü; (a) G-K, (b) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 738252D 4319003K, (b) 36S 738120D 431868K, (c) 36S 438430D 4319409K, (d) 36S 738074D 4318847K.	75
Şekil 3.32.	(a, b) Tuzla Gölü batısında yer alan dike yakın konuma sahip çökellerin genel ve yakın görüntüleri. Bakış Yönü; KD-GB. Koordinat; (a, b) 36S 738720D 4321074K.	76
Şekil 3.33.	(a) Ömerhacılı köyü kuzeyinde serpantinitle birlikte gözlenen yastık yapıli bazaltların genel görüntüsü ve (b) söz konusu bazaltları kesen dolerit daykının yakından görünümü. Bakış yönü; GB-KD. Koordinat; (a, b) 36S 740499D 4324573K.	76
Şekil 3.34.	(a) Palas köyü ve civarında yüzlek veren serpantinitle peridotitler ve bunları kesen dolerit dayklarının genel görüntüsü. (b) Aynı alanda yer alan serpantinitle ve bunlarla ilişkili olarak gözlenen çamurtaşları. Bakış Yönü; (a, b) GB-KD. Koordinat; (a, b) 36S 753159D 4324083K.	77
Şekil 3.35.	(a) Tuzla Gölü kuzeyinde yer alan filiş istifli ve bazaltların genel görünümü. Filiş istifinin tabanında tektonik olarak yer alan bazaltların (b) genel ve (c) yakın görünümü. (d) Filiş istifini oluşturan kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanmasının görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 742405D 4325150K, (b) 36S 742243D 4328104K, (c) 36S 741342D 4327741K, (d) 36S 743291D 4327540K.	77
Şekil 3.36.	(a, b) Tuzla Gölü batısında gözlenen olistostromal birim ve Paleosen filişleri ile Akdağ masifi arasındaki örtü çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; (a, b) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 736387D 4320981K, (b) 36S 743881D 4328070K.	78
Şekil 3.37.	Hınzır ve Korumaz Dağlarının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesitleri (Ölçeksizdir).	79
Şekil 3.38.	Korumaz Dağ bölgesinin jeoloji hartası	80

- Şekil 3.39. (a) Korumaz Dağının güneydoğusunda yüzeyleyen Karbonifer yaşlı orta-kalın tabakalı mermerlerin genel görünümü. (b) Permiyen yaşlı mermerleri uyumsuz olarak örten Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görünümü. (c) Permiyen yaşlı mermerler içerisinde gözlenen füssilina fosilleri. (d) Alt-Orta Triyas yaşlı fillit, kalk-fillit ve mermerleri açılı uyumsuzlukla örten Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görüntüsü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) B-D, (d) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 757127D 4286315K, (c) 36S 754251D 4286681K, (d) 36S 750617D 4290331K. 81
- Şekil 3.40. Korumaz Dağı güney batısındaki Karbonifer-Kretase istifinin dokanak ilişkilerini gösteren A-A' (GD-KB yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.38'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. 81
- Şekil 3.41. (a) Korumaz Dağı bölgesindeki Alt-Orta Triyas yaşlı kırıntılı kökenli metamorfik kayaçların genel görünümü ve (b) bu metamorfik kayaçların sahip olduğu foliasyonlu yapıların görünümü. Bakış yönü; GB-KD, Koordinat; (a, b) 36S 750612D 4289978K. 82
- Şekil 3.42. Dağardı köyü güneyindeki Permiyen-Kretase istifinin dokanak ilişkilerini gösteren B-B' (B-D yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.38'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. 82
- Şekil 3.43. Dağardı köyü (a) güneyi ve (b) kuzeyinde yer alan Alt-Orta Triyas yaşlı istifi uyumsuz olarak örten Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görünümü. (c) Alt-Orta Triyas istifine ait deforme olmuş bol fosil kavkılı mermerin görünümü. (d) Alt-Orta Triyas yaşlı killi karbonatlı kökenli kayaçlarda gözlenen makaslama yapılarının görünümü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) G-K. Koordinat; (a) 36S 743247D 4285812K, (b) 36S 743219D 4285866K, (c) 36S 743693D 4285794K, (d) 36S 744396D 4285817K. 83
- Şekil 3.44. (a) Korumaz Dağında yüzlek veren Jura-Kretase yaşlı mermer ve dolomitik mermerlerin (koyu renkli alan) genel görüntüsü. (b) Dolomitik mermerlerde gözlenen breşik yapıların yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 744871D 4286047K (b) 36S 749406D 4287523K. 83
- Şekil 3.45. Korumaz Dağı bölgesinde metamorfik yığışım karmaşıklarının ve Eosen çökellerinin Jura-Kretase yaşlı mermerler olan dokanak ilişkilerini gösteren C-C' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.38'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. 84
- Şekil 3.46. (a) Yenisüksün köyü civarında serpantin hamuru içerisinde yer alan mermer ve meta-bazit bloklarının genel görünümü. (b) Yenisüksün köyü güneydoğusundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde yer alan metabazit bloğunun görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 751819D 4292940K, (b) 36S 755083D 4291333K. 84

- Şekil 3.47. (a) Korumaz Dağının orta bölümünde Jura-Kretase yaşlı mermerleri örten Eosen çökellerinin genel görünümü. (b) Korumaz Dağı batısında Jura-Kretase yaşlı mermerlerin tektonik olarak altında yer alan Eosen çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 746113D 4299352K, (b) 36S 738340D 4298834K. 85
- Şekil 3.48. Hınzır Dağ bölgesi jeoloji haritası 86
- Şekil 3.49. (a) Hınzır Dağı güneydoğusunda yer alan orta-kalın tabaklı Permian yaşlı dolomitik mermerlerin genel görünümü. (b) Alt-Orta Triyas yaşlı açık gri ve sarımsı renkli mermerlerin genel görüntüsü. (c) Hınzır Dağı güneydoğusundaki Jura-Kretase yaşlı yoğun kıvrımlı yapıya sahip mermerlerin genel görünümü. (d) Aynı alandaki Jura-Kretase istifinin tabanında gözlenen koyu gri renkli bol fosil kavkılı dolomitik mermerlerin görünümü. Bakış yönü; (a) B-D, (b, c) GB-KD. Koordinat; (a) 37S 272238D 4309130K, (b) 37S 268367D 4306143K, (c) 37S 268613D 4306269K, (d) 37S 269388D 4306970K..... 87
- Şekil 3.50. (a) Hınzır Dağı Kuştepe ve (b) Yeşiltaş yayla mevkiinde yer alan metamorfik yığışım karmaşığının genel görünümü. (c) Yoğun şekilde makaslanmış ve şistozite kazanmış serpantinlerin ve (b) kalk-fillitlerin görünümü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) GB-KD. (c) KD-GB. Koordinat; (a) 37S 267072D 4321292K, (b) 37S 254476D 4311469K, (c) 37S 253559D 4308278K, (d) 37S269576D 4325796K.. 88
- Şekil 3.51. (a, b) Hınzır Dağı kuzey ucunda yer alan metabazit ve meta-plajiyogranit ilişkisini gösterir fotoğraf, metabazit meta-plajiyogranit tarafından kesiliyor. Hınzır Dağı kuzeyindeki Kuştepe mevkiinde fillit ve kalk-fillit hamuru içerisinde gözlenen meta-plajiyogranit bloğunun (c) genel ve yakından görüntüsü. Bakış yönü; (c) GB-KD. Koordinat; (a, b) 37S 269101D 4326289, (b, c) 37S 267072D 4321292K..... 89
- Şekil 3.52. (a, b) Hınzır Dağ kuzeyindeki Yılanlı yayla mevkiinde metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde gözlenen sarı renkli ve foliasyonlu lisvenitlerin görünüşleri. Koordinat; (a, b) 37S 253574D 4308531K. 89
- Şekil 3.53. Hınzır Dağı kuzeydoğu ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı ile Jura-Kretase yaşlı mermerler arasındaki tektonik ilişkiyi gösteren D-D' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.48'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. 90
- Şekil 3.54. Hınzır Dağı kuzeydoğu ucunda yer alan Jura-Kretase yaşlı mermerler, metamorfik yığışım karmaşıkları ve örtü çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; GD-KB. Koordinat; 37S 272338D 4325277K..... 91
- Şekil 3.55. Hınzır Dağı kuzeydoğusunda kalk-fillit hamuru içerisinde yer alan metabazit bloğunun ve kalk-fillitlerde gözlenen iyi gelişmiş kıvrımlı yapıların (a) genel ve (b) yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GD-KB. Koordinat; (a, b) 37S 267452D 4321832K..... 91
- Şekil 3.56. (a, b) Çukuryurt köyü batısında gözlenen metamorfik yığışım karmaşığının genel görünümü. (c) Aynı alanda, uzun ekseni

- yığışım karmaşığının gidiş doğrultusuna (yaklaşık doğu-batı) paralellik sunan serpantin hamuru içerisindeki mermer bloğunun görünümü. (d) Metamorfik yığışım karmaşığının hamurunu oluşturan ileri derecede serpantinleşmeye uğramış olan ultramafik kayacın görünümü. Bakış yönü; (a) D-B, (b) K-G. Koordinat; (a, c) 37S 271255D 4314756K, (b) 37S 269764D 4314077K, (d) 37S 271666D 4314959K. 92
- Şekil 3.57. Çukuryut köyü batısındaki vadide yüzlek veren metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki mermer-metabazit bloğunun (a) genel ve (b) yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GD-KB. Koordinat; (a) 37S 270033D 4314022K, (b) 37S 269937D 4314093K. 93
- Şekil 3.58. (a) Yılanlı yayla ve (b) Yeşiltaş yayla civarında yüzeyleyen metamorfik yığışım karmaşıklarının ve Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görünümü. Bakış yönü; (a) D-B, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 37S 254455D 4308438K, (b) 37S 253308D 4310306K. 93
- Şekil 3.59. Yeşiltaş yayla doğusundaki metamorfik yığışım karmaşığının, Jura-Kretase mermerlerinin ve Eosen çökellerinin ilişkisini gösteren E-E' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.48'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. 93
- Şekil 3.60. Yeşiltaş yayla batısındaki metamorfik yığışım karmaşığının, Jura-Kretase mermerlerinin ve Eosen çökellerinin ilişkisini gösteren F-F' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.48'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. 94
- Şekil 3.61. (a) Ağcalı köyü civarında gözlenen Permian, Jura-Kretase mermerlerinin ve metamorfik yığışım karmaşığının genel görüntüsü. (b) Jura-Kretase mermerleriyle metamorfik yığışım karmaşığı arasındaki tektonik dokanağın görünümü. (c) Metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki mermer bloklarının ve (d) karmaşığının hamurunu oluşturan yoğun şekilde serpantinleşmiş ve ağsal yapı kazanmış ultramafik kayaların görünümü. Bakış yönü; (a, b) KD-GB (c) KB-GD. Koordinat; (a) 37S 240967D 4292799K, (b) 37S 240797D 4393035K, (c) (b) 37S 240612D 4292788K, (d) 37S 240716D 4292989K. 94
- Şekil 3.62. Hınzır Dağ ile Akdağ masifi arasındaki alanı dolduran Eosen ve Oligosen yaşlı çökellerin genel görünümü. Bakış yönü; GD-KB. Koordinat; 37S 265880D 4321208K. 95
- Şekil 3.63. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksizdir). 96
- Şekil 3.64. Melikgazi ve Pınarbaşı çevresinin jeoloji haritası 97
- Şekil 3.65. (a) Melikgazi köyü kuzeyinde yüzeyleyen Aladağ birliğinin Paleozoyik yaşlı kırıntılı ve karbonatlı bölümünün genel görünümü. Aladağ birliğine ait Devoniyen ve Karbonifer yaşlı kireçtaşlarında gözlenen (b) mercan ve (c) krinoid fosillerinin görünümü. Bakış yönü; (a) G-K. Koordinat; (a) 37S 258744D 4290919K, (b) 37S 258098D 4291291K, (c) 37S 257743D 4291639K. 98

Şekil 3.66. Aygörmez dağı bölgesinde Aladağ birliği, Bozkır birliği ve ofiyolitik birimlerin genel görünüşleri. Bakış yönü; (a) G-K, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 37S 255724D 4284869K, (b) 37S 257779D 4288228K.	98
Şekil 3.67. Aygörmez dağının güneybatı bölümündeki birimlerin birimlerin ilişkilerini gösteren K-K' yönlü (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.64'deki harita üzerinde gösterilmiştir.....	99
Şekil 3.68. (a) Aygörmez Dağı orta bölümünde, Bozkır birliği üzerinde tektonik olarak yer alan yığılım karmaşığının genel görünümü. (b) Aynı bölgedeki yığılım karmaşığı içerisinde gözlenen masif yapılı bazaltların genel görünümü. Bakış yönü; (a) KD-GB, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 37S 270129D 4301014K (b)37S 273134D 4299009K.	99
Şekil 3.69. Aygörmez Dağı kuzeydoğusundaki birimlerin ilişkilerini Gösteren B-B' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.64'deki harita üzerinde gösterilmiştir.	100
Şekil 3.70. Aygörmez Dağının kuzeydoğusunda Aladağ birliği ile Hınzır dağına ait Jura-Kretase yaşlı mermerler arasındaki tektonik dokanağın ve bu kayaçları uyumsuz olarak örten Eosen çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; (a, b) D-B. Koordinat; (a) 37S 269092D 4302047K, (b) 37S 268606D 4301873K.	100
Şekil 3.71. (a, b). Aygörmez Dağında yüzeyleyen Eosen çökellerinin tabanında gözlenen konglomeratik seviyelerin görünümü. (c) Aygörmez Dağının güneybatısında Aladağ birliğinin tektonik olarak altında yer alan Eosen çökellerinin genel görünümü. (d) Aygörmez Dağının orta bölümünde gözlenen kırmızı renkli Eosen çökelleri ile Bozkır birliğine ait kireçtaşları arasındaki tektonik dokanağın genel görünümü. Bakış yönü; (c) KB-GD, (d) B-D. Koordinat; (a) 37S 253000D 4289593K, (b) 37S 262967D 4288476K, (c) 37S 254455D 4295571K, (d) 37S 262613D 4293919K... ..	101
Şekil 3.72. (a) Taze dünitlerin genel görüntüsü ve (b) dünitler içerisinde yer alan kromların görünümü (Koordinat: (a, b) 37S, 266965D, 4280583K).....	102
Şekil 3.73. Bahçelik barajı civarında yer alan serpantinize peridotitleri kesen piroksenit dayklarının (a) genel ve (b) yakın görünümü. (c) Büyükgürleğen köyü güneyindeki masif yapılı piroksenitlerin genel görüntüsü. (d) Aynı alanda piroksenitler içerisinde tespit edilen göreceli olarak taze olan açık yeşil renkli ve saçınımlı kromit oluşumları içeren dünitin yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD. Koordinat; (a, b) 37S 264289D 4285195K, (c) 37S 266897D 4280581K, (d) 37S 266905D 4280583K.	103
Şekil 3.74. Şekil 3.74. (a) Yukarıbeyçayır civarında gözlenen kümülat gabrolara ait bantlı yapının görünümü, (b) Melikgazi civarında yüzlek veren gabrolardaki karbonatlaşmanın görüntüsü, (c) ayrılmış gabroların genel görüntüsü(d) Melikgazi civarındaki	

	gabrolardaki mafik minerallerin görünümü. (Koordinat: (a) 37S, 276638D, 4278183K, (b) 37S, 257018D, 4287597K, (c, d) 37S, 256941D, 4287807K).....	104
Şekil 3.75.	Ofiyolite ait manto peridotitlerini kesen dolerit daykına dair (a) uzaktan ve (b) yakından görünüm (Koordinat: 37S, 239369D, 4270633K).....	105
Şekil 3.76.	(a, b) Yukarıbeyçayır köyü batısına yer alan ofiyolite ait serpantinite peridotitleri kesen plajiyogranit dayklarının görünümü. Koordinat; (a, b) 37S 276799D 4278263K.....	105
Şekil 3.77.	(a) Kızıldere köyü ile Bahçelik barajı arasında yer alan yığışım karmaşığının genel görünümü. (b) Yoğun şekilde makaslanmış serpantinit hamuru içerisinde yer alan kireçtaşı bloğunun görünümü. (c) Çamurtaşı ve çört ara katkıları içeren yastık yapıli bazaltların görünümü. (d) Kireçtaşı, çört çakıl ve blokları içeren kırmızı renkli ve yoğun kıvrımlı yapıya sahip çökellerin görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) K-G, (d) GD-KB. Koordinat; (a) 37S 263510D 4283389K, (b) 37S 263443D 4283297K, (c) 37S 262452D 4284046K, (d) 37S 262445D 4283795K.....	106
Şekil 3.78.	Serpantinize peridotitler tarafından tektonik olarak üzerlenen ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin görünümü Koordinat: 37S, 269721D, 4281771K.....	107
Şekil 3.79.	(a) Masif yapıli koyu renkli granat-amfibolitlerin görünümü. (b) Büyükgürleğen köyü civarına gözlenen foliyasyonlu ve bantlı yapıli epidot amfibolitlerin görüntüsü Koordinat: (a) 37S, 269604D, 4281474K, (b) 37S, 269858D, 4281803K.....	108
Şekil 3.80.	Doktora tez çalışması kapsamında hazırlanmış olan Soğanlı Dağı ve çevresinin jeoloji haritası.....	108
Şekil 3.81.	(a) Soğanlı Dağında Bozkır birliğine ait karbonatların önünde yer alan yığışım karmaşığının genel görünümü. (b) Aynı bölgede derin vadilerin içerisinde dolduran yığışım karmaşıklarının genel görünümü. (c, d) Soğanlı Dağın topoğrafik olarak yüksek kesimlerinde Bozkır birliğine ait platform karbonatları üzerinde yer alan yığışım karmaşıklarının genel görüntüsü. Bakış yönü, (a) KB-GD, (b,c) G-K, (d) KB-GD. Koordinat; (a) 37S 252563D 4268726K, (b) 37S 268875D 4274103K, (c) 37S 269200D 4266064K, (d) 37S 272543D 4273790K.....	109
Şekil 3.82.	(a) Demircili köyü güneyindeki yığışım karmaşığı içerisinde yer alan amfibolitler ve (b, c) Amfibolitlerle birlikte gözlenen amfibol-kuvars-şistlerin görünümleri Koordinat: 37S, 267466D, 4272877K.....	110
Şekil 3.83.	(a) Demircili köyü civarında yer alan yığışım karmaşığı içinde doleritleri kesen plajiyogranit daykının uzaktan görünümü (b) plajiyogranit daykının yakından görünümü Koordinat: 37S, 267427D, 4272737K.....	110
Şekil 3.84.	(a,b) Demircili köyü doğusundaki yığışım karmaşığında gözlenen makaslanmış gabroların görünümü Koordinat: (a), 37S, 268875D, 4274103K, (b) 37S, 268339D, 4273566K.....	111

- Şekil 3.85. Bozkır Birliğine ait karbonatların önünde yer alan peridotitlerin görünüm (b) Pınarbaşı güneyinde yer alan masif ofiyolit kütlelerinin genel görüntüsü, (c) Güzelce köyü civarında yer alan ultramafik-mafik kümülatların yakından görünümü, (d) ofiyolite ait taze dünitlerin yakından görüntüsü Koordinat: (a) 36S, 753374D, 4254960K, (b) 37S, 241479D, 4251219K (c) 37S, 242228D, 4259027K, (d) 37S, 241287D, 4249280K 112
- Şekil 3.86. Soğanlı Dağı bölgesinde yüzeyleyen ofiyolit, yığışım karmaşığı ve Bozkır birliğinin ilişkisini gösteren A-A' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.80'deki harita üzerinde gösterilmiştir 112
- Şekil 3.87. Dadaloğlu köyü güneydoğusunda yığışım karmaşığı ile Bozkır birliği arasındaki tektonik dokanak boyunca gözlenen makaslama zonunun (a, c) genel ve (b, d) yakın görünümü. Bakış yönü; (a, b) GD-KB. Koordinat; (a, b) 37S 249898D 4261914K, (c, d) 37S 250018D 4261955K..... 113
- Şekil 3.88. (a, b) Aslantaş köyü civarındaki Bozkır birliğine ait karbonatların üzerinde ince dar şeritler halinde uzanan yığışım karmaşığının genel görünümü. Karbonatlar ile yığışım karmaşığı arasındaki tektonik dokanağının (c) genel ve (d) yakın görünümü. Bakış yönü (a, c) GB-KD, (b) GD-KB. Koordinat; (a, b) 37S 349754D 4253101K, (c, d) 37S 249740D 4253240K 114
- Şekil 4.1. (a, b) Karaşeyh köyü kuzeyinden derlenen RA-301 ve RA-302 numaralı lepidoblastik dokulu mikaşist örneklerinin polarize ışık altındaki görünümü. (c) Mika balığı yapıları içeren RA-307 numaralı kuvars-muskovit şist örneğinin polarize ışık altındaki görünümü. (d) Alabaş köyü güneyinden derlenen RA-283 numaralı biyotit-muskovit şist örneğinin polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; cal, kalsit; ms, muskovit; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.. 116
- Şekil 4.2. Silahtar köyü doğusundan derlenen RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğindeki kuvars porfiroblastının ve makaslama yapılarının (a) polarize ve (b) doğal ışık görünümü. Granat minerali içerisindeki kayacın foliasyonuna aykırılık sunan kuvars ve biyotit kapanımlarının ve granat mineralinin basınç gölgesi alanında gelişen klorit minerallerinin (c) polarize ve (d) doğal ışık görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; chl, klorit; grt, granat; opq, opak mineral; qz, kuvars; sil, sillimanit..... 117
- Şekil 4.3. Silahtar köyü doğusundan derlenen RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğine ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Altop değerlerinin kıyaslanması..... 118
- Şekil 4.4. Obruk köyü batısından derlenen RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğinin doğal (a, c, d) ve polarize (d) ışık altındaki görünümü. (a) Granat ve (b) plajiyoklaz porfiroblastları içerisindeki kuvars ve biyotit kapanımlarının görünümü. (c, d) Sillimanit ve biyotit minerallerinin birlikteliğinin görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; grt, granat;

	opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars; sil, sillimanit; zrn, zirkon.....	119
Şekil 4.5.	RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğine ait plajiyoklazların kimyasal bileşimleri.	120
Şekil 4.6.	(a, b) RA-306 numaralı kalkşist örneğinin polarize ışık altındaki görüntüleri. (c) RA-305 numaralı kalkşist örneğindeki lineasyonla uyumluluk gösteren amfibol mineralleri içerisindeki epidot kapanımlarının polarize ışık altındaki görünümü. (d) Aynı kayadaki epidot ve kuvars kapanımları içeren ve ikincil kalsit damarları tarafından kesilen granat mineralinin polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cal; kalsit; chl, klorit; ep, epidot; fsp, feldspat; grt, granat; qz, kuvars; sfen, sfen.	121
Şekil 4.7.	RA-305 numaralı kalkşist örneğinin; (a) amfibollerinin kimyasal bileşimleri, (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri..	122
Şekil 4.8.	Akdağ masifinden derlenen RA-381 numaralı amfibolit örneğine ait (a) kuvars ve plajiyoklaz kapanımı içeren amfibollerin ve (b) kayacın göreceli olarak biyotit ve kuvars minerallerince zengin olduğu bölümünün doğal ışık altındaki görüntüleri. (c, d) RA-321 numaralı amfibolit örneğine ait yeşil renkli pleokroizmaya sahip çubuksu amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; cal, kalsit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars; sfen, sfen.....	123
Şekil 4.9.	RA-321 ve RA-381 numaralı amfibolit örneklerinin; (a) amfibollerinin kimyasal bileşimleri, (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri.	124
Şekil 4.10.	Karaşeyh köyü doğusundan derlenen RA-032 ve RA-035 numaralı gabro örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. (a, b) Plajiyoklaz minerallerinin uzun eksenleri kayacın katmanlı yapısına paralellik göstermektedir. (c, d) Klinopiroksen ve olivin minerallerinden itibaren gelişen klorit minerallerinin görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; cpx, klinopiroksen; opq, opak mineral; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	125
Şekil 4.11.	Karaşeyh doğusundaki katmanlı gabrolardan derlenen RA-285 numaralı gabro örneğindeki polisentetik ikizlenmeli plajiyoklazların ve ince çubuksu amfibol minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz..	126
Şekil 4.12.	RA-284 numaralı olivin gabro örneğindeki plajiyoklaz kapanımları içeren klinopiroksen minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. (c) RA-291 numaralı gabro örneğindeki klinopiroksen minerallerinin çeperlerinde gelişmiş yeşil renkli amfibollerin doğal ışık altındaki görünümü. (d) Aynı örnekteki plajiyoklaz kapanımları kahverengi amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; cpx, klinopiroksen; ol, olivin; opq, opak; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz.	127

Şekil 4.13. RA-284 ve RA-291 numaralı gabro örneklerindeki; (a) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri, (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri.....	128
Şekil 4.14. RA-291 numaralı gabro örneğine ait amfibollerinin kimyasal bileşimleri.....	128
Şekil 4.15. RA-284 ve RA-291 numaralı gabro örneklerine ait (a) plajiyoklazların An (% mol) bileşimleriyle klinopiroksenlerin Mg# değerlerinin kıyaslanması. Kısaltmalar: BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları.....	129
Şekil 4.16. Obruk köyü civarından derlenen RA-269 numaralı meta-gabro örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	130
Şekil 4.17. Obruk köyü doğusundan derlenen RA-271 numaralı meta-gabro örneğine ait farklı dokusal özellikler sunan klinopiroksen ve amfibol minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	131
Şekil 4.18. Obruk köyü doğusundan derlenen RA-257 numaralı meta-gabro örneğine ait plajiyoklaz kapanımı içeren kalıntı klinopiroksen minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Aynı alandan derlenen RA-254 numaralı amfibolitize meta-gabro örneğinin (c) polarize ve doğal ışık (d) altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	132
Şekil 4.19. Obruk köyü doğusundan derlenmiş olan RA-254 ve RA-269 numaralı meta-gabro örneklerine ait (a, b) amfibollerinin kimyasal bileşimleri.	133
Şekil 4.20. Obruk köyü civarından derlenmiş olan RA-254 ve RA-269 numaralı meta-gabro örneklerine ait (a) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri, (b) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	133
Şekil 4.21. (a) RA-276 numaralı meta-gabro örneğine ait ikizlenme sunan iri taneli kalıntı klinopiroksen minerallerinin polarize ışık altındaki görünümü. (b) RA-277 numaralı örneğe ait ince akışkan damarlarının geçtiği alanlardaki bozmuş plajiyoklaz minerallerinin polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	134
Şekil 4.22. (a) RA-280 numaralı meta-gabro örneğindeki kalıntı klinopiroksenlerin çeperlerinde ve iç kısımlarında gelişen amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünümü. (b) Aynı örnekteki özşekilli ve yarı özşekilli amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	134
Şekil 4.23. RA-280 numaralı meta-gabro örneğindeki; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri, (b) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	135
Şekil 4.24. (a, b) Obruk köyü batısındaki Yamula barajı kıyısında yer alan yastık yapılı bazaltlardan derlenen mikrolitik dokulu RA-248 numaralı örneğin doğal ışık altındaki görüntüleri.	136

Şekil 4.25. Biyotit mineralleri büyük oranda klorite dönüşmüş olan RA-268 numaralı granit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. İkincil kalsit damarları tarafından kesilen RA-045 numaralı granit örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; cal, kalsit; K-fsp, K-feldspat; qz, kuvars; pl, plajiyoklaz.	137
Şekil 4.26. Obruk köyü doğusundan derlenen RA-252 numaralı turmalin içeren granit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: K-fsp, K-feldspat; ms, muskovit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars tur, turmalin.....	137
Şekil 4.27. Obruk köyü civarından derlenen RA-043 ve RA-044 numaralı granodiyorit örneklerinin ve polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; qz, kuvars; pl, plajiyoklaz..	138
Şekil 4.28. Alabaş köyü güneyinden derlenen RA-279 numaralı kuvars monzonit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: bt, biyotit; K-fsp, K-feldspat; pl; plajiyoklaz; qz, kuvars.	139
Şekil 4.29. Tuzla gölü bölgesindeki RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğinin (a, c, d) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. (a) Olivin kapanımı içeren ortopiroksen mineralinin genel görüntüsü. (b) Olivin kapanımları içeren kızıl renkli spinel mineralinin görünümü. (c) Serpantin minerallerine dönüşmüş olivinlerin ve elek dokusunun görünümü. (d) Piroksen minerallerinden meydana gelen kink bantlaşmasının ve eksolüyon lamelleri boyunca gelişen klinopiroksen minerallerinin görüntüsü. Kısaltmalar: ol, olivin; opx, ortopiroksen; spn, spinel... ..	140
Şekil 4.30. RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri... ..	141
Şekil 4.31. (a) RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğine ait klinopiroksenlerin Cr_2O_3 içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. (b) Klinopiroksenlerin, TiO_2 ve Al_2O_3 içeriklerinin karşılaştırılması.....	142
Şekil 4.32. (a) RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğine ait spinellerin Cr# değerleri ile TiO_2 içeriklerinin kıyaslanması. (b) Spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması. Kısaltmalar: FMM, Fertil MORB Mantosu; BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları.....	142
Şekil 4.33. Karahıdırlı köyü civarından derlenen sub-ofitik dokulu RA-028 ve RA-030 numaralı dolerit örneklerindeki amfibol ve altere plajiyoklaz minerallerinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görüntüleri.....	144
Şekil 4.34. Karahıdırlı köyü kuzeyinden derlenen RA-029 numaralı dolerit örneğine ait amfibol ve plajiyoklaz minerallerinde gözlenen deformasyonun (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz.	144
Şekil 4.35. Karahıdırlı köyü batı ve kuzeybatı bölümünden derlenen RA-227 ve RA-228 numaralı bazalt örneklerinin (a ve c) polarize ve	

	(b ve d) doğal ışık altındaki görünümleri. Kısaltmalar: amp, amfibol..	145
Şekil 4.36.	(a) Karahıdırlı köyü civarından derlenen RA-231 numaralı bazalt örneğine ait mikrolitler şeklindeki plajiyoklaz minerallerinin polarize ışık altındaki görünümü. (b) Aynı örnekteki epidot minerali tarafından doldurulmuş gaz boşluğunun polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; ep, epidot; pl, plajiyoklaz..	146
Şekil 4.37.	Tuzla gölü batısından derlenen (a, b) RA-230 ve (c, d) RA-225 numaralı plajiyogranit örneklerin de ki mevcut mineral birlikteliğinin polarize (a, c) ve doğal (b, d) ışık altındaki görünümleri. Kısaltmalar: ep, epidot; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.....	148
Şekil 4.38.	Tuzla Gölü batısından derlenen RA-481 numaralı plajiyogranit örneğindeki ince taneli kuvars ve plajiyoklaz minerallerinden oluşan hamur içerisinde yer alan yarı özşekilli kuvars ve epidotlaşma sunan plajiyoklaz fenokristallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: chl, klorit; ep, epidot; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.	148
Şekil 4.39.	(a, b) Karahıdırlı köyü güneyinden derlenen RA-216 numaralı plajiyogranit örneğindeki altere plajiyoklaz ve farklı bileşimlerdeki amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.	149
Şekil 4.40.	Karahıdırlı köyü güneyinden derlenen RA-216 numaralı plajiyogranit örneğindeki amfibollerinin kimyasal bileşimleri.....	150
Şekil 4.41.	RA-217 numaralı andezit örneğinin porfirik dokusunun ve mavi amfibol oluşumlarının (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. (c, d) Aynı örneğin kapanımlar içeren amfibol, biyotit ve plajiyoklaz minerallerinin ve yeşil renkli amfibol minerallerinin çeperlerinde ince ışınal çubuksu taneler halinde gelişen mavi renkli amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; pl, plajiyoklaz.	150
Şekil 4.42.	Karahıdırlı köyü güneyinden derlenen RA-217 numaralı andezit örneğindeki amfibollerinin kimyasal bileşimleri.	151
Şekil 4.43.	RA-243 numaralı bazalt örneğindeki mikrolitik porfirik dokunun ve klorit tarafından ornatılmış zonlu dokulu klinopiroksen fenokristalinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: px, piroksen; chl, klorit..	152
Şekil 4.44.	Tuzla gölü kuzeybatısından derlenen RA-405 numaralı bazalt örneğine ait özşekilli klinopiroksen fenokristallerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görünümleri. Kısaltmalar: px, piroksen; cal, kalsit.....	153
Şekil 4.45.	Korumaz Dağ bölgesindeki Alt – Orta Triyas yaşlı meta-kırıntılı ve meta-karbonatlı istife ait kalk-fillitlerden derlenen RA-211 numaralı örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cal, kalsit; chl, klorit; ms, muskovit.	154
Şekil 4.46.	Korumaz Dağ bölgesinden derlenen RA-211 numaralı kalk-fillit örneğine ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si	

	değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması.....	155
Şekil 4.47.	Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki fillit bloğundan derlenen RA-198 numaralı örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: ms, muskovit; qz, kuvars.....	156
Şekil 4.48.	Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki fillit bloğundan derlenen RA-198 numaralı örneğine ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması.....	156
Şekil 4.49.	Hınzır Dağ kuzey bölümünden derlenen RA-170 numaralı fillit ve RA-168 numaralı kalk-fillit örneklerinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cal, kalsit; qz, kuvars.	157
Şekil 4.50.	Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki fillit bloğundan derlenen RA-170 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması.....	158
Şekil 4.51.	RA-170 numaralı fillit örneğindeki amfibollerinin kimyasal bileşimleri.....	158
Şekil 4.52.	RA-170 numaralı fillit örneğine ait klinopiroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri.....	158
Şekil 4.53.	Hınzır dağı kuzey bölümünden derlenmiş olan RA-183 ve RA-196 numaralı metabazit örneklerinin polarize ve doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Ca-amp, kalsik amfibol; pl, plajiyoklaz; px, piroksen.....	159
Şekil 4.54.	(a, b) RA-183 numaralı metabazit örneğe ait amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri	160
Şekil 4.55.	RA-183 numaralı metabazite ait klinopiroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri.....	160
Şekil 4.56.	Hınzır Dağ kuzey ucundan derlenen RA-054 numaralı metabazit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. (b) Doğal ışık altında sodik amfiboller mavi ve mor renkli görünüme sahiptirler. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol, Na-amp, sodik amfibol.....	161
Şekil 4.57.	Hınzır Dağ kuzey ucundan derlenen RA-378 numaralı metabazit örneğinin (a ve b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol.....	161
Şekil 4.58.	Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki metabazit bloğundan derlenen RA-378 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması.....	162
Şekil 4.59.	RA-378 numaralı metabazit örneğine ait amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri.....	163

Şekil 4.60.	RA-005 numaralı metabazit örneğinde Ca-amfibollerin çeperlerinde gelişen Na-amfibollerin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Aynı kayaçtaki breşik dokunun (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol; Na-amp, sodik amfibol.....	163
Şekil 4.61.	Korumaz ve Hınzır Dağları arasında kalan alandan derlenmiş olan RA-436 numaralı metabazit örneğine ait (a, b) kalsik ve sodik amfibollerin görüntüsü, (c, d) sodik piroksenlerin genel görünümü. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol; Na-amp, sodik amfibol; Na-px, sodik piroksen.....	164
Şekil 4.62.	Hınzır Dağ kuzeydoğu bölümünden derlenen RA-174 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin (a ve b) sodik piroksenlerinin polarize ve doğal ışık altındaki görünümü (c ve d) aynı örneğe ait sodik amfibollerin çubuksu görünüşleri. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Na-px; sodik piroksen... ..	165
Şekil 4.63.	Hınzır Dağ kuzeydoğu bölümünden derlenen RA-174 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait sodik piroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	166
Şekil 4.64.	Göreceli olarak taneli magmatik dokusunu korumuş olan RA-176 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait mineral topluluğunun (a) polarize (b) ve doğal ışık altındaki görünümü. (c) Aynı örnekte gözlenen grafik dokunun polarize ışık altındaki görünümü. (d) Kalıntı piroksen ve çatlaklar boyunca gözlenen sodik piroksenlerin doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: amp, amfibol; qz, kuvars; pl, plajiyoklaz; px; piroksen.....	167
Şekil 4.65.	Hınzır Dağı kuzeybatı bölümünden derlenen RA-181 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.	167
Şekil 4.66.	RA-181 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin; (a) amfibollerinin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri.. ..	168
Şekil 4.67.	Korumaz dağ bölgesinden derlenen (a-c) RA-202 ve (d) RA-203 numaralı meta-plajiyogranit örneklerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. (a) İğnemsiz ve çubuksu şekillerdeki amfibollerin görünümü. (c, d) İri taneli kalsik ve sodik amfibollerin görünümü. (c) Yeşil pleokroizmalı sodik piroksen mineralinin görüntüsü Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Ca-amp, kalsik amfibol; Na-px, sodik piroksen; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.. ..	169
Şekil 4.68.	(a, b) RA-202 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri.....	169
Şekil 4.69.	(a, b) RA-202 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait piroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri.....	170
Şekil 4.70.	Korumaz Dağı doğusundan derlenen RA-206 ve RA-207 numaralı meta-plajiyogranit örneklerinin polarize ve doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Ca-amp, kalsik amfibol; qz, kuvars... ..	171
Şekil 4.71.	RA-207 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait amfibollerinin kimyasal bileşimleri	171

Şekil 4.72. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey tarafındaki Yılanlı yayla civarından derlenen RA-022 ve RA-190 numaralı lisvenit örneklerinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görünümleri.....	172
Şekil 4.73. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey tarafındaki Yılanlı yayla civarından derlenen RA-022 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) Si değerlerine karşı Al _{top} değerlerinin kıyaslanması.....	173
Şekil 4.74. Pınarbaşı civarından derlenen RA-430 numaralı dünit numunesi ve içerisinde özşekilli olarak gözlenen spinelin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü.....	174
Şekil 4.75. Melikgazi civarından derlenen RA-333 numaralı harzburjit örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü. Kısaltmalar: ol, olivin; cpx, klinopiroksen; spn, spinel....	175
Şekil 4.76. RA-416 ve RA-426 numaralı harzburjit örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopiroksen; ol, olivin; srp, serpantin.....	175
Şekil 4.77. Pınarbaşı civarından derlenen RA-451 numaralı dünit örneği ve RA-453 numaralı harzburjitt örneğinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: ol, olivin; spn, spinel..	177
Şekil 4.78. Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	177
Şekil 4.79. (a) Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait klinopiroksenlerin Cr ₂ O ₃ içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması.....	178
Şekil 4.80. (a) Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması. (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO ₂ içeriklerinin kıyaslanması. Kısaltmalar: FMM; Fertil MORB Mantosu.....	179
Şekil 4.81. (a) RA-451 numaralı dünit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması. (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO ₂ içeriklerinin kıyaslanması. Kısaltmalar: FMM; Fertil MORB Mantosu.....	179
Şekil 4.82. Şekil 4.82. Pınarbaşı güneybatısındaki piroksenit dilimi içerisinden RA-433 numaralı ortopiroksenit örneklerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: opx, ortopiroksen.....	180
Şekil 4.83. Pınarbaşı civarından ve Bahçelik barajı civarından derlenen RA-428 ve RA-108 numaralı piroksenit örneklerinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) görüntüleri ve klinopiroksen minerallerinde yoğun olarak gözlenen kapanımlar. Kısaltmalar: opx, ortopiroksen; cpx, klinopiroksen; spn, spinel.	181
Şekil 4.84. RA-428 numaralı piroksenit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri.....	181
Şekil 4.85. (a) Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin	

	karşılaştırılması. (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO ₂ içeriklerinin kıyaslanması. Kısaltmalar: FMM; Fertil MORB Mantosu.....	182
Şekil 4.86.	Yukarıbeyçayır civarından derlenen RA-472 ve RA-473 numaralı plajiyogranit örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: bt, biyotit; chl, klorit; qz, kuvars; prh, prehnit.....	183
Şekil 4.87.	Demircili köyü doğusundaki yığılım karmaşığı içinden derlenen RA-128 numaralı makaslanmış gabro örneğinin polarize ve doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz.....	184
Şekil 4.88.	Güzelce köyü civarından derlenen RA-464 numaralı olivin gabro örneğinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: ol, olivin; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz.....	185
Şekil 4.89.	RA-464 numaralı kümülat gabro örneğine ait (a) piroksenlerin kimyasal bileşimleri, (b) plajiyoklaz minerallerinin kimyasal bileşimi.....	186
Şekil 4.90.	RA-464 numaralı kümülat gabro örneğine ait (a) plajiyoklazların An (% mol) bileşimleriyle klinopiroksenlerin Mg# değerlerinin kıyaslanması, (b) TiO ₂ -Na ₂ O-SiO ₂ üçgen diyagramı. Kısaltmalar: BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları.....	186
Şekil 4.91.	Pınarbaşı güneyindeki alandan derlenen RA-127 numaralı dolerit daykı örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görüntüleri.....	187
Şekil 4.92.	Büyükgürleğen köyü civarından derlenen RA-103 numaralı granat-amfibolit örneğinin doğal ışık (a, b, c, d) altında görüntüsü ve dengesizliğe işaret eden tepkime dokuları. Kısaltmalar: gt, granat; amp, amfibol; opq, opak mineral; rt, rutil.....	188
Şekil 4.93.	Büyükgürleğen köyü civarından derlenen RA-103 numaralı granat-amfibolit numunesine ait (a) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri. (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri (c) amfibollerin kimyasal bileşimleri.....	189
Şekil 4.94.	Ofiyolit tabanı metamorfitlelerinden derlenen RA-095 numaralı epidot-amfibolit örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: px, piroksen; ep, epidot; amp, amfibol.....	189
Şekil 4.95.	Pınarbaşı güneyindeki yığılım karmaşığından derlenen RA-142 numaralı amfibolit örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü.....	190
Şekil 4.96.	Pınarbaşı güneyindeki yığılım karmaşığından derlenen RA-144 numaralı amfibol-kuvarsşist örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; qz, kuvars.....	191
Şekil 4.97	RA-144 numaralı kuvars-amfibol-şist örneğinin amfibollerinin kimyasal bileşimleri.....	191
Şekil 4.98.	Soğanlı Dağı mevkiinden derlenen RA-147 numaralı plajiyogranit örneğinin polarize ışık (a, b) altındaki görüntüsü.	

	(b) plajiyogranit örneğinde gözlenen grafik dokusu. Kısaltmalar: pl, plajiyoklaz;qz, kuvars; chl, klorit.....	192
Şekil 5.1.	Felahiye bölgesinde Akdağ Masifi'nden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.	194
Şekil 5.2.	Felahiye bölgesindeki Akdağ Masifi'nden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	194
Şekil 5.3.	Felahiye bölgesinde Akdağ Masifi'nden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (c) Nb/Yb-Th/Yb tektonomagmatik ayırım diyagramı.....	195
Şekil 5.4.	Felahiye bölgesindeki kümülat gabro ve meta-gabro örneklerine ait Al ₂ O ₃ -MgO-CaO üçgen diyagramı.....	195
Şekil 5.5.	Felahiye bölgesindeki ofiyolite ait kümülat gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO ₂ , (b) MgO, (c) CaO ve (d) Al ₂ O ₃ içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması.....	196
Şekil 5.6.	Felahiye bölgesindeki meta-gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO ₂ , (b) MgO, (c) CaO ve (d) Al ₂ O ₃ içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması.....	197
Şekil 5.7.	Felahiye bölgesinden derlenen kümülat gabro numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	198
Şekil 5.8.	Felahiye bölgesinden derlenen meta-gabro örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	198
Şekil 5.9.	Felahiye bölgesindeki bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması... ..	199
Şekil 5.10.	Felahiye bölgesindeki bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	200
Şekil 5.11.	Felahiye bölgesindeki bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (c) Nb/Yb-Th/Yb tektonomagmatik ayırım diyagramı.....	200
Şekil 5.12.	Felahiye bölgesindeki sokulum kütlelerine ait granitoid kayaç örneklerinin TAS diyagramında sınıflanması... ..	201
Şekil 5.13.	Felahiye bölgesindeki granitoid sokulumlarından derlenen örneklerinin (a) Al doyumluk indeksi diyagramında ve (b) K ₂ O içeriklerinin SiO ₂ içerikleriyle kıyaslandığı diyagram.....	201
Şekil 5.14.	Felahiye bölgesinden derlenen granit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	202

Şekil 5.15. Felahiye bölgesinden derlenen granit örneklerinin (a) Y-Nb içeriklerinin kıyaslandığı diyagram ve (b) Y+Nb içeriklerinin Rb içerikleriyle kıyaslandığı diyagram. Kısaltmalar: WPG; plaka içi granitler, VAG; volkanik yay granitleri, Syn-COLG; çarpışmayla eş zamanlı granitler, ORG; okyanus sırtı granitleri... ..	202
Şekil 5.16. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen bazalt, dolerit ve plajiyogranit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması... ..	204
Şekil 5.17. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (c) Nb/Yb-Th/Yb tektonomagmatik ayırım diyagramı.....	204
Şekil 5.18. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen bazalt örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	205
Şekil 5.19. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen dolerit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	205
Şekil 5.20. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen plajiyogranit ve andezit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	206
Şekil 5.21. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen volkanik kayaç örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması... ..	207
Şekil 5.22. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen volkanik kayaç örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı... ..	207
Şekil 5.23. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen volkanik kayaç örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	208
Şekil 5.24. Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinden derlenen metabazit ve meta-plajiyogranit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.. ..	209
Şekil 5.25. Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinden derlenen metabazit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (c) Nb/Yb-Th/Yb tektonomagmatik ayırım diyagramı.....	210
Şekil 5.26. Korumaz ve Hınzır dağ bölgelerinden derlenen metabazit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	211
Şekil 5.27. Korumaz ve Hınzır dağ bölgelerinden derlenen meta-plajiyogranit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b)	

	Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	211
Şekil 5.28.	Pınarbaşı bölgesinden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması..	212
Şekil 5.29.	Pınarbaşı bölgesinden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (c) Nb/Yb-Th/Yb tektonomagmatik ayırım diyagramı.....	213
Şekil 5.30.	Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarından derlenen amfibolit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	213
Şekil 5.31.	Pınarbaşı ve çevresinden derlenen kümülat gabro örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması	214
Şekil 5.32.	Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesindeki kümülat gabro örneklerine ait Al ₂ O ₃ -MgO-CaO üçgen diyagramı.....	214
Şekil 5.33.	Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesindeki kümülat gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO ₂ , (b) MgO, (c) CaO ve (d) Al ₂ O ₃ içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması.....	215
Şekil 5.34.	Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesinden derlenen kümülat gabro numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	216
Şekil 5.35.	Pınarbaşı ve çevresinden derlenen dolerit ve bazalt örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması.....	216
Şekil 5.36.	Pınarbaşı bölgesinden derlenen dolerit ve bazalt örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı. (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (c) Nb/Yb-Th/Yb tektonomagmatik ayırım diyagramı	217
Şekil 5.37.	Pınarbaşı bölgesinden derlenen dolerit daykı numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	217
Şekil 5.38.	Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinden derlenen bazalt numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	218
Şekil 5.39.	Pınarbaşı ve çevresinden derlenen plajiyogranit dayklarına ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı.....	219
Şekil 6.1.	(a) RA-250 ve (b, c, d) RA-401 numaralı örneklerden yapılan mineral kimyası analiz noktalarındaki granatların X _{alm} ve X _{prp} değerlerinin gösterimi.	221
Şekil 6.2.	(a) RA-250 numaralı granat-sillimanit-biyotit sist örneği için faz denge diyagramında kullanılan fazla oksijen miktarını belirlemek için hazırlanan 4.5 kbar sabit basınç altındaki sıcaklık-molar oksijen değişim diyagramı. (b) RA-401 numaralı	

	granat-sillimanit-biyotitist örneği için denge faz diyagramında kullanılan fazla oksijen miktarını belirlemek için hazırlanan 5.5 kbar sabit basınç altındaki sıcaklık-molar oksijen değişim diyagramı. Fazla oksijen miktarları diyagramlar üzerinde kesikli yeşil çizgi ile gösterilmiştir	224
Şekil 6.3.	RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotitist örneği için THERIAK-DOMINO yazılımı ile hesaplanan faz denge diyagramı. Eş bileşim eğrileri $X_{almandin}$ için kırmızı, X_{pirop} için mavi ve $X_{spessartin}$ için yeşil çizgi ile gösterilmiştir. Gri renkli alan hesaplanan zirve koşulunu göstermektedir.....	225
Şekil 6.4.	RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotitist örneği için THERIAK-DOMINO yazılımı ile hesaplanan denge faz diyagramı. Eş bileşim eğrileri $X_{almandin}$ için kırmızı ve X_{pirop} için yeşil çizgi ile gösterilmiştir. Gri ve mavi renkli alanlar sırasıyla, granatların çekirdek ve çeper bileşimleri kullanılarak hesaplanan başkalaşım koşulunu göstermektedir.	226
Şekil 6.5.	Korumaz ve Hınzır dağlarında yüzlek veren metamorfik blokların P-T koşullarını gösteren diyagram. Gri renkli alan metamorfik bloklar için öngörülen basınç sıcaklık alanına karşılık gelmektedir. Şekil üzerindeki reaksiyon eğrileri: (1) $jd + qz = ab$; (2) $2clc + 4ab = 2gln + ame + 2H_2O$; (3) $5fgl + 3pg + 4H_2O = 3daph + 13ab + q$ ve (4) $lws + ab = pg + qz + czo + H_2O$. Kısaltmalar: LMŞ, lavsonit-mavişist fasiyesi; EMŞ, epidot-mavişist fasiyesi; E, eklojit fasiyesi; YŞ, yeşilsist fasiyesi; PA, pumpelleyit-aktinolit fasiyesi; A, amfibolit fasiyesi; AE, epidot-amfibolit fasiyesi.....	229
Şekil 6.6.	RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneğinin denge faz diyagramında kullanılan fazla oksijen miktarını belirlemek için hazırlanan 13 Kbar sabit basınç koşulundaki sıcaklık-molar oksijen değişim diyagramı. Fazla oksijen miktarları diyagramlar üzerinde kesikli kahverengi çizgi ile gösterilmiştir.....	232
Şekil 6.7.	RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneği için THERIAK-DOMINO yazılımı ile hesaplanan denge faz diyagramı. Eş bileşim eğrileri $X_{almandin}$ için kırmızı, X_{pirop} için mavi ve $X_{Mg_{cpx}}$ için yeşil çizgi ile gösterilmiştir. Gri renkli alan hesaplanan zirve koşulunu göstermektedir.....	233
Şekil 7.1.	Felahiye bölgesi içerisinde yüzlek veren başkalaşım kayalarının amfibol ve mika minerallerinden gerçekleştirilen $^{40}Ar-^{39}Ar$ yaş tayini sonuçları.....	235
Şekil 7.2.	Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinde yüzlek veren başkalaşım kayalarının ak mika minerallerinden gerçekleştirilen $^{40}Ar-^{39}Ar$ yaş tayini sonuçları.....	236
Şekil 7.3.	Hınzır Dağı bölgesinde yüzlek veren kalk-filit kayacının mika minerallerinden gerçekleştirilen $^{40}Ar-^{39}Ar$ yaş tayini sonucu.....	237
Şekil 7.4.	Pınarbaşı bölgesinde yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfite ait kuvar-amfibolistlerin amfibol minerallerinden gerçekleştirilen $^{40}Ar-^{39}Ar$ yaş tayini sonucu.....	237

Şekil 7.5.	Çalışma sahasında yüzeyleyen gabro, granitoyid, fillit ve plajiyogranitlerden ayıklanan zirkonlara ait katodoluminesans görüntüleri.....	238
Şekil 7.6.	Felahiye bölgesinde yüzeyleyen granitoyid ve gabrolardan elde edilen LA-ICPMS U-Pb yaş verileri.....	239
Şekil 7.7.	Tuzla Gölü, Hınzır, Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinden elde edilen plajiyogranit ve meta-plajiyogranit dayklarının LA-ICPMS U-Pb yaş verileri. Diyagramlardaki içi boş gri çizgiler hesaplamalarda kullanılmamıştır.....	240
Şekil 7.8.	RA-198 numaralı fillit örneğine ait kırıntılı zirkonların (a) konkordia yaş verileri, (b) kırıntılı zirkonlardan elde edilen yaşların milyon yıl bazında dağılımını gösteren histogram.....	240
Şekil 8.1.	Toros kuşağına ait ofiyolitlerin yaş verileri.....	246
Şekil 8.2.	Toros kuşağına ait ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin yaş verileri Kısaltmalar: LO, Likya Ofiyolitleri; BO, Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti; AHO, Alihoca Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; DO, Divriği Ofiyoliti; ÇO, Çiçekdağ Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti....	252
Şekil 8.3.	Toros kuşağı ofiyolitlerinin okyanus içi oluşum yaşlarını ve ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin başkalaşım/soğuma yaşlarını gösteren histogram.....	253
Şekil 8.4.	(a, b) Ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin başkalaşım süreçleri için önerilebilecek tektonik model.....	255
Şekil 8.5	Afyon Zonu'na ait metamorfik istiflerin bölgelere göre düzenlenmiş genelleştirilmiş stratigrafik kesitleri (Ölçeksizdir) (Açıklama: Mavi renkli yıldızlar istiflerdeki sodik amfibollerin tespit edildiği alanlardır. Sarı renkli yıldızlar istiflerdeki karfolit minerallerinin tanımlandığı alanlardır. Kırmızı renkli yıldız ise lavsonit minerallerini temsil etmektedir. Mor renkli yıldızlar ise bu çalışmayla tanımlanan sodik amfiboller ve sodik piroksenleri tanımlamaktadır)..	258
Şekil 8.6.	Tavşanlı Zonu'na ait basınç-sıcaklık verilerinin kıyaslandığı diyagram. Kırmızı renkli oklar P-T-t yörüngelerini temsil etmektedir.....	263
Şekil 8.7.	Afyon ve Tavşanlı Zonlarından farklı yöntemlerle elde edilen yaş verileri. Kısaltmalar: LO, Likya Ofiyolitleri; BO, Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti; AHO, Alihoca Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; DO, Divriği Ofiyoliti; ÇO, Çiçekdağ Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti.....	265
Şekil 8.8.	Orta Anadolu Kristalen Karmaşığına ait metamorfik kayaçların başkalaşım/soğuma zamanlarını gösterir yaş haritası.....	269
Şekil 8.9.	Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın farklı alt masiflerinden elde edilen basınç-sıcaklık verileri ve P-T yörüngeleri.....	271
Şekil 8.10.	Akdağ Masifi metamorfitlelerine ait indeks mineral parajenezlerine göre sınıflanmış ve bu masifin başkalaşım derecelerini gösterir harita. (Pembe renkli kutu içinde yer alan mineral parajenezleri bu çalışmaya aittir..	273

Şekil 8.11. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı üzerindeki metamorfik masiflerin başkalaşıma bağı sıcaklık ve zaman ilişkilerini gösterir diyagram (Kısaltmalar; OB, orta basınç, YS, yüksek sıcaklık).....	275
Şekil 8.12. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığına ait granitoid sokulumlarının oluşum zamanlarını gösterir yaş haritası.....	277
Şekil 8.13. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığında yer alan başkalaşım, granitoid sokulumları ve ofiyolitlerin oluşum zamanlarını gösterir grafik.....	283
Şekil 8.14. İç Toros Okyanusal alanının evrimine ilişkin 105-100 My'lar arasındaki süreçleri gösterir tektonik model.....	288
Şekil 8.15. İç Toros Okyanusal alanının evrimine ilişkin 93-90 My'lar arasındaki süreçleri gösterir tektonik model.....	289
Şekil 8.16. İç Toros Okyanusal alanının evrimine ilişkin 85-75 My'lar arasındaki süreçleri gösterir tektonik model.	291

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 6.1. Felahiye bölgesinde sillimanit-granat-biyotitist örneklerinden geleneksel yöntemlerle elde edilen basınç sıcaklık değerlerini özetleyen tablo.....	223
Tablo 6.2. Pınarbaşı civarındaki granat-klinopiroksen-amfibolit örneğinden geleneksel yöntemlerle elde edilen basınç sıcaklık değerlerini özetleyen tablo.....	231
Tablo 8.1. Toros kuşağı ofiyolitlerine ait yaş verileri. (Tablodaki referans numaralı harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir).....	250
Tablo 8.2. Toros kuşağı ofiyolit tabanı metamorfitlelerine ait yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir).	254
Tablo 8.3. Tavşanlı ve Afyon Zonlarına ait yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir).	266
Tablo 8.4. Orta Anadolu Kritstalen Karmaşığına ait başkalaşım yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir).	270
Tablo 8.5. Orta Anadolu Kritstalen Karmaşığına ait granitoidlerin yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir).	280

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat
%	: Yüzde
~	: Yaklaşık
μ	: Mikron
Kv	: Kilovat
nA	: Nano Amper

Kısaltmalar

ANT	: Ağır Nadir Toprak
Ar	: Argon
ağ.	: Ağırlık
CL	: Katodoluminesans
COLG	: Collisional Granites (Çarpışma Granitleri)
E-MORB	: Enriched Mid-Ocean Ridge Basalt (Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı)
gr	: Gram
HFS	: High Field Strength (Yüksek Alan Şiddetli)
HNTE	: Hafif Nadir Toprak Elementleri
IAB	: Island Arc Basalts (Ada Yaylı Bazaltları)
IAT	: Island Arc Tholeiite (Ada Yaylı Toleyiti)
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer (Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi)
İAE	: İzmir-Ankara-Erzincan
İAEK	: İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi
İTK	: İç Toros Kenedi
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
Km	: Kilometre
LIL	: Large-Ion Lithophile (Büyük İyon Yarıçaplı Litofil)
LOI	: Loss On Ignition (Ateşte Kayıp Değeri)
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
My	: Milyon Yıl
MORB	: Mid-Ocean Ridge Basalt (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı)
N	: Mol
N-MORB	: Normal Mid-Ocean Ridge Basalt (Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı)
nm	: Nanometre
OIB	: Ocean Island Basalt (Okyanus Adası Bazaltı)
ppm	: Milyonda Bir
P-T	: Basınç-Sıcaklık
SPT	: Sodyum Politungstat

SSZ	: Supra Subduction Zone (Yitim Zonu Üstü)
U-Pb	: Uranyum-Kurşun
XRF	: X-ray fluorescence (X-Işımı Floresans)
VAG	: Volcanic Arc Granites (Volkanik Yay Granitleri)
WPB	: Within Plate Basalts (Plaka İçi Bazaltlar)
WPG	: Within Plate Granites (Plaka İçi Granitler)



İÇ TOROS OKYANUSU SORUNU

ÖZET

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ile Anatolid-Toridler arasında yer alan İç Toros Okyanusu'nun varlığı ya da yokluğu günümüzde birçok araştırmacı tarafından tartışılmaktadır. Söz konusu okyanusal alanın var olduğunu öne süren bilim insanları bu okyanusu temsil ettiği düşünülen İç Toros Kenet zonu boyunca yüzeyleyen ofiyolitlerin ve yığılım karmaşıklıklarının İç Toros okyanusundan türediğini düşünmektedir. Diğer bir yandan bu okyanusal kolun var olmadığını düşünen bilim insanları ise tüm ofiyolitlerin ve okyanus içinde oluşan metamorfik kayaçların İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal alanından türediğini öne sürmektedir. Bu doktora tezi kapsamında Doğu Toroslar ile Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı arasında yer alan çalışma sahasındaki ofiyolitik ve metamorfik kayaçların oluşum/başkalaşım zamanları ve oluşum koşullarını belirlemek için petrojenetik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahası içerisinde yer alan Korumaz ve Hınzır Dağ bölgesindeki metamorfik kayaçlardan elde edilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş verileri ve basınç sıcaklık koşulları bu kayaçların Tavşanlı ve Afyon Zonlarının Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı doğusuna kadar devam ettiğini ortaya çıkarmıştır. Pınarbaşı ve Hınzır Dağı civarındaki ofiyolitik kayaçlardan elde edilen yeni U-Pb zirkon yaş verileri bu kayaçların Orta Anadolu Ofiyolitlerinden yaklaşık 10 My daha erken dönemde oluşmaya başladıklarını göstermektedir. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde yer alan ofiyolitik, metamorfik ve sokulum kayaçlardan yapılan jeokronolojik çalışmalar bu kayaçların evrimsel süreçlerinin Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın güneyinde yer alan ofiyolitik kayaçların oluşum ve yerleşme zamanlarından farklı olabileceğini düşündürmüştür. Orta Anadolu Kristalen karmaşığı ile Toros Kuşağı arasında yer alan çalışma sahasındaki ofiyolitik ve metamorfik kayaçlardan elde edilen yeni saha ve analitik verilerle İç Toros Okyanusu'nun var olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afyon Zonu, İç Toros Okyanusu, Tavşanlı Zonu, Tetis, Toros Kuşağı Ofiyolitleri.

THE INNER TAURIDE OCEAN ISSUE

ABSTRACT

The presence or absence of the Inner Tauride Ocean, which is assumed to be between the Central Anatolian Crystalline Complex and Anatolide-Taurides, is discussed by many researchers for a long time. Some of the scientists which are for the presence of this oceanic domain argue that the ophiolites cropped out along this suture belt were derived from the inner Tauride Ocean. On the other hand, some of the scientists which are opposite to the presence of this oceanic branch argue that the ophiolites and the metamorphic rocks were derived from the İzmir-Ankara-Erzincan oceanic domain further north. Petrogenetic studies were carried out to determine the timing as well as the physical conditions of the formation and metamorphism of the ophiolitic and the metamorphic rocks from the study area, which are located between the Eastern Taurides and the Central Anatolian Crystalline Complex. ^{40}Ar - ^{39}Ar ages and pressure/temperature data obtained from the metamorphic rocks of the Hınzır and Korumaz mountains have revealed that the Tavşanlı and Afyon Zones extend towards the eastern part of the Central Anatolian Crystalline Complex. New U-Pb zircon age data obtained from ophiolitic rocks of the Pınarbaşı area and Hınzır Mountain show that these ophiolitic rocks have occurred approximately 10 Ma earlier than the Central Anatolian Ophiolites. Geochronological studies on the ophiolitic, metamorphic, and intrusive rocks of the Central Anatolian Crystalline Complex suggest that the evolution of these rocks are inconsistent with those of the ophiolites from south of the Central Anatolian Crystalline Complex. Finally, the field and analytical data, which are currently obtained from the ophiolitic and metamorphic rocks in this study, inferred the existence of the inner Tauride Ocean.

Keywords: Afyon Zone, Inner Tauride Ocean, Tavşanlı Zone, Tethys, Tauride Belt Ophiolites.

GİRİŞ

Türkiye eski okyanus kalıntıları ve yitim zonuna özgü kayaçları bünyesinde barındıran kenet kuşaklarının bir arada bulunduğu önemli coğrafyalardan birini temsil etmektedir. Bu kenet kuşakları arasında, örneğin, İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi'nin varlığına dair fikir birliği mevcuttur. Ancak uzunluğu yaklaşık 700 km olarak gösterilen İç Toros Kenedi'nin var olup olmadığı günümüzde dahi birçok araştırmacı tarafından tartışılmaya devam etmektedir. İç Toros Kenet kuşağının varlığını kabul etmeyen araştırmacılar (ör. Göncüoğlu 1986; Gürer ve Aldanmaz 2002; Hinsbergen ve diğ., 2016) bu kuşak boyunca yüzeyleyen ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın üzerinde yer alan ofiyolit ve yığışım karmaşıklarının İzmir-Ankara-Erzincan okyanusundan türediklerini, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın başkalaşım süreçlerinin ise bu ofiyolit yerleşmelerine bağlı olarak maruz kaldığı gömülmeyle ilişkilendirmektedirler. İç Toros Kenet kuşağının varlığını savunan araştırmacılar ise (ör. Görür ve diğ., 1984; Andrew ve Robertson 2002; Parlak ve diğ., 2013) bu kenet boyunca ve çevresinde yüzeyleyen ofiyolit ve yığışım karmaşıklarının Geç Kretase döneminde İç Toros Okyanusu'nun kuzeye doğru, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı altında yitime uğraması süreçlerinde oluşan okyanusal kabuğun parçaları olarak değerlendirmektedirler. Ayrıca, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde yaygınca yer alan granitoid türü sokulum kayaçlarını ise İç Toros Okyanusu'nun Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın altına dalması sonucu meydana gelen yitim süreçlerindeki yay magmatizmasının ürünü olarak düşünmektedirler.

Çalışma sahası olarak seçilen alanlar içerisinde Orta Anadolu Kristalen karmaşığına ait metamorfik, ofiyolitik ve granitoid sokulum kayaçları, Toros kuşağı ofiyolitlerine ait ofiyolitik kayaçlar, Afyon ve Tavşanlı Zonları'yla deneştirilen metamorfik kayaçlar yüzlek vermektedir. Çalışma sahası içerisindeki bu kayaçların yaş konakları, oluştukları jeodinamik ortam koşulları, uğramış oldukları başkalaşım süreçlerinin basınç-sıcaklık koşulları ile yığışım karmaşıklarının metamorfik olup olmadıkları bilinmemektedir. Bu metamorfitlerin tamamı birçok araştırmacı tarafından kıyaslandığı gibi Afyon ve Tavşanlı zonlarının doğudaki devamını mı temsil

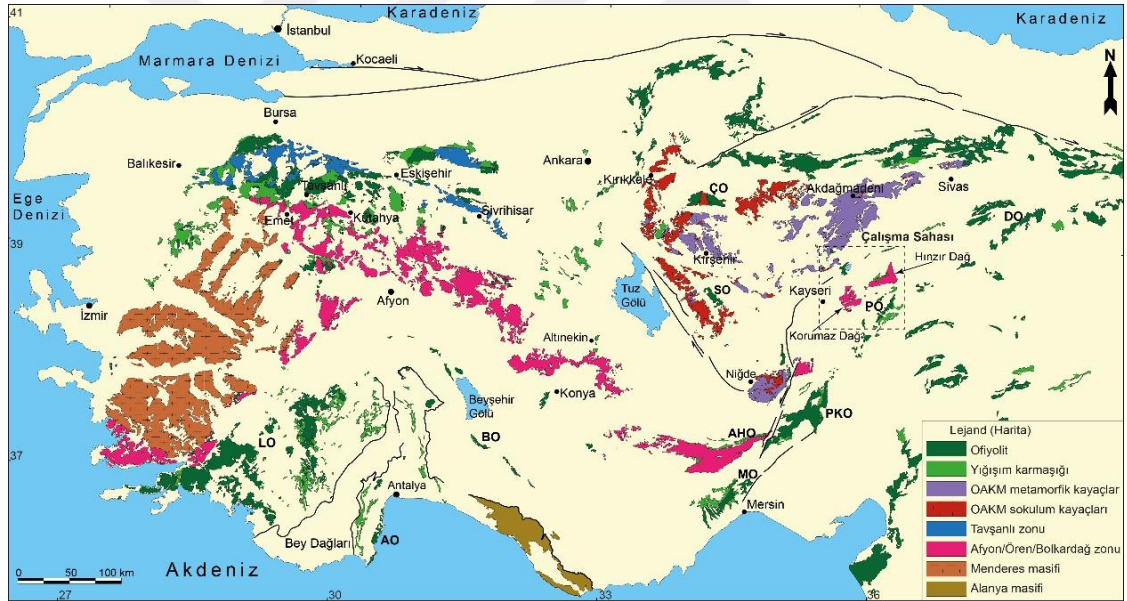
etmektedir? Bu kayaçların yaş konakları ve oluşum kökenleri nelerdir? Çalışma sahası olarak seçilen alanlar içerisinde bu metamorfik kayaçlarla mekânsal beraberlik gösteren ofiyolitik kayaçlar ve yığışım karmaşıklarının türedikleri okyanusal alan aynı mıdır? Yukarıda bahsi geçen jeolojik sorulara, doktora tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen detaylı saha jeolojisi gözlemleriyle beraber modern laboratuvar tekniklerinin kullanılmasıyla cevaplar aranmıştır. Örneğin, Tavşanlı ve Afyon zonlarıyla genel jeolojik özelliklerine göre deneştirilen Korumaz ve Hınzır dağları metamorfitlelerinin ak mikalarından gerçekleştirilmiş olan ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmeleriyle soğuma/başkalaşım yaşları tespit edilmiş ve böylece bu kayaçların Tavşanlı ve Afyon Zonları'yla benzer ve farklı yönleri araştırılmıştır. Çalışma güzergâhı boyunca yüzlek veren metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçların kabuk bölümlerine ait kayaçlardan yapılan radyometrik tarihlendirmeler (U-Pb) ofiyolitlerin oluşum yaşlarının belirlenmesine, bu kayaçların yerleşme zamanlarına ve birbirleriyle olan ilişkilerinin karşılaştırılmasına ve ofiyolitlerin jeodinamik evrimlerine dair çıkarımlar yapma imkânı sağlamıştır. Tüm kayaç jeokimyası çalışmaları yaparak çalışma sahası içerisinde yüzlek veren metamorfik kayaçların ve bu metamorfitlelerle ilişkili ofiyolitik kayaçların kökenleri, oluştukları jeodinamik ortamlar hakkında bilgiler elde edilmiştir. Yapılan tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası çalışmalarıyla metamorfik kayaçların basınç-sıcaklık koşulları belirlenmiş ve buna bağlı olarak başkalaşımın gerçekleştiği ortamın jeodinamik koşullarına dair veriler elde edilmiştir. Ofiyolitlerin manto ve kabuk bölümlerinden gerçekleştirilmiş mineral kimyası analizleriyle bu kayaçların oluştukları jeodinamik ortam/ortamlar belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yapılan doktora tez çalışması kapsamında Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ile Toros kuşağı arasındaki çalışma sahası boyunca yüzlek veren ofiyolitik ve metamorfik kayaçlardan elde edilen jeolojik, jeokronolojik ve jeokimyasal veriler ışığında, İç Toros Okyanusal alanıyla ilgili tartışmaların çözümüne katkılar koymak hedeflenmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çalışmanın Amacı

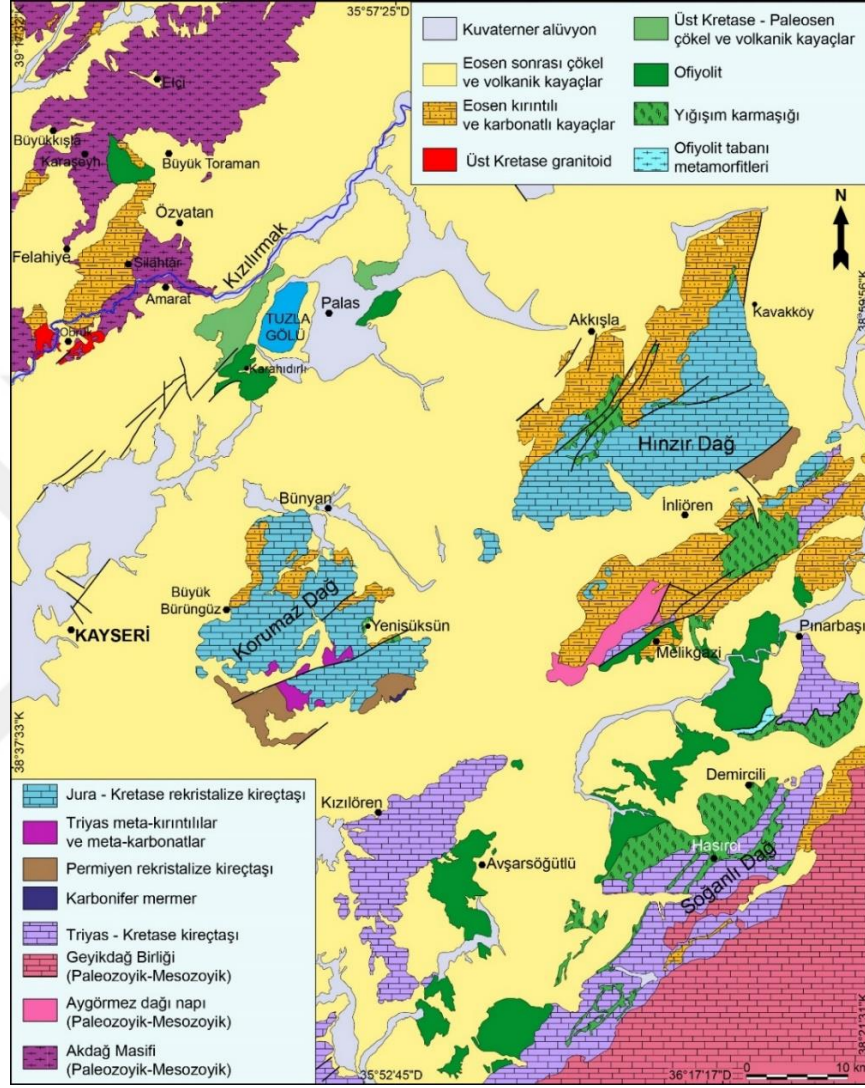
Doktora tez çalışması kapsamında Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı ve Anadolu-Toroslar arasında, varlığı ya da yokluğu tartışılan İç Toros Okyanusu sorununa veriler sunarak katkı koymak hedeflenmiştir. Bu çerçevede söz konusu okyanusal alanın oluşum ve gelişim süreçleriyle ilgili kayaç gruplarını bünyesinde barındıran çalışma sahasının kuzeybatısındaki Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı ile güneydoğusundaki Toros kuşağına dair ofiyolitik kayaçları kapsayan KB-GD yönünde uzanan bir hat boyunca çalışmalar yapılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Türkiye'nin Metamorfik ve Ofiyolitik kayaçlar haritası (MTA, 2002'den değiştirilerek alınmıştır). (Kısaltmalar: AHO, Alihoca Ofiyoliti; BO, Beyşehir Ofiyoliti; DO; Divriği Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti)

Bu güzergâh içerisinde, KB'dan GD'ya doğru (i) Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı'na ait Barroviyen bölgesel metamorfik kayaçlar ve bu kayaçları kesen granitoid sokulum kütleleriyle, ofiyolitler, (ii) Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu ile deneştirilen ve yüksek basınç/düşük sıcaklık başkalaşımına maruz kaldığı belirtilen metamorfik istif, (iii) bu metamorfik istifin tektonik olarak üzerinde yer alan yüksek basınç düşük sıcaklık

koşullarında başkalaşıma maruz kalmış metamorfik yığışım karmaşıkları, (iv) Toros kuşağı ofiyolitleriyle deneştirilen ofiyolitik kayaçlar ve yığışım karmaşıkları yer almaktadır.



Şekil 1.2. Doktora çalışma sahasını ve çevresini gösterir sadeleştirilmiş jeoloji haritası (Metin ve diğ., 1990; Bilgiç ve Terlemez, 2007; Dalkılıç ve diğ., 2007; Dalkılıç, 2009a, b; Keskin, 2010'dan değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma sahası boyunca yüzlek veren gabro, plajiyogranit, fillat, mikaşist, amfibolit türü kayaçların minerallerinden hassas radyometrik yaş tayinleriyle (^{40}Ar - ^{39}Ar , U-Pb), ofiyolitik kayaçların oluşum yaşlarının belirlenmesi, metamorfik kayaçların başkalaşım/soğuma yaşlarının tespit edilmesi, tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası çalışmalarıyla ofiyolitik kayaçların oluşum ortamları ve metamorfik

kayaçların başkalaşım koşullarının belirlenmesi tezin en önemli amaçlarını oluşturmaktadır.

Örneğin, Afyon Zonu ile deneştirilen (ör. Pourteau ve diğ., 2010) ve yüksek basınç/düşük sıcaklık başkalaşımına maruz kaldığı belirtilen metamorfik istif, Korumaz Dağı ve Hınzır Dağı civarında yüzlek vermektedir (Şekil 1.2). Benzer olarak Korumaz ve Hınzır Dağları civarında bulunan ve Afyon Zonu'yla ilişkilendirilen metamorfik istifin tektonik olarak üzerinde metamorfik yığışım karmaşıkları yer almaktadır. Bu metamorfik yığışım karmaşıkları da Tavşanlı Zonu'nun doğudaki devamı olarak nitelendirilmektedir (ör. Okay, 1998). Bu çıkarsamalara dayanarak İç Toros Kenedi kaynaklarda Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı'nın doğusunu çevrelemektedir (Şekil 1.1). Ancak bu kayaçlardan herhangi bir jeokronolojik veri ve başkalaşım koşullarıyla ilgili çalışmaların mevcut olmaması bu kayaçların bölgesel jeoloji içerisindeki konumu, yığışım karmaşıklarının metamorfik olup olmadıkları ve birbirleriyle ilişkilerine dair yapılan yorumlamaları daha sınırlı kılmaktadır.

Yukarıda anlatılan kayaç gruplarına ait mevcut bilgiler literatürde oldukça sınırlı olmakla birlikte yapılan değerlendirme ve yorumların analitik verilerle teyit edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, çalışma sahası içerisindeki metamorfik, ofiyolitik kayaçların ve yığışım karmaşıklarının jeolojik süreçlerinin birlikte incelenmesiyle beraber tüm bu kayaç gruplarının aralarındaki ilişkilerin tespit edilmesi ve varlığı tartışmalı İç Toros okyanusal alanıyla ilişkilerinin ortaya çıkarılması doktora tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır.

1.2. Materyal ve Yöntem

Yukarıda çalışma sahası içerisindeki kayaç grupları ve jeolojik konumları genel olarak ifade edilmiştir. Bu amaç ve hedefler doğrultusunda doktora tez çalışması büro çalışmaları, saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere 3 farklı aşamada gerçekleştirilmiştir.

1.2.1. Büro çalışmaları

Saha çalışmaları öncesi büro çalışmaları kapsamında, çizilmiş mevcut jeoloji haritaları bilgisayar yardımıyla örtüştürülerek farklılıkları belirlenmiştir. Bu işlemi yaparken ücretsiz olarak elde edilebilen uydu görüntülerinden (LANDSAT 8, ASTER L1T) de

faydalanılarak ayrımı kolaylıkla yapılabilen litolojik sınırlar ile bazı çizgisel yapılar bilgisayar ortamında tespit edilmiştir. Kayaç gruplarının litolojik sınırların belirlenmesinde bahsi geçen uydu görüntüleri üzerinde uygulanan görüntü işleme tekniklerinden faydalanılmış ve jeolojik haritaların hazırlanma süreçlerine dair ön hazırlık olarak kullanılmıştır.

1.2.2. Saha çalışmaları

Saha çalışmaları 2017-2019 yaz ayları arasında yaklaşık 90 iş günü olarak yapılmıştır. Çalışılması hedeflenmiş olan alanlarda petrografik, jeokimyasal ve radyometrik tarihlendirmeler amacıyla ofiyolitik ve metamorfik kayaçlardan örneklemeler yapılmış ve alınan örneklerin koordinatları noktasal olarak kayıt altına alınmıştır. Saha çalışmalarından derlenen ilgili örneklerin lokasyonları EK Tablo A'da sunulmuştur. Aynı zamanda bölgedeki kayaç gruplarının birbirleriyle olan ilişkilerinin saptanması ve litolojik ayırdın yapılması amacıyla jeoloji haritaları hazırlanmıştır. Çalışma sahasını temsil eden jeoloji haritalarındaki birimlerin sınırları ve dokanak ilişkileri uzaktan algılama yöntemleri ve ayrıntılı saha çalışmaları neticesinde belirlenip çizilmiştir. Ancak, bazı çökel birimlerin (ör. Oligosen çökelleri, Bozkır Birliği) ve Neojen volkanik kayaçların yaş konaklarının tespitinde önceki çalışmalarda rapor edilen yaş bulguları dikkate alınmıştır. Buna göre jeoloji haritalarının üretilmesinde çökel ve volkanik kayaçlara ait önceki çalışmalardaki yaş bulguları da kullanıldığı için jeoloji haritalarının açıklama kısımlarına ilgili atıflar eklenmiştir.

1.2.3. Laboratuvar çalışmaları

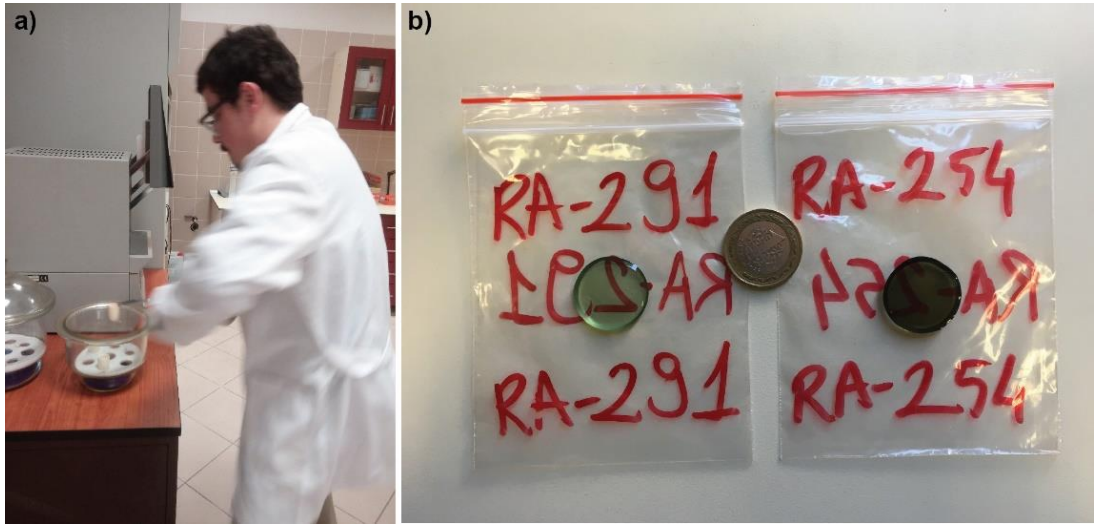
1.2.3.1. Mineralojik ve petrografik çalışmalar

Doktora çalışması kapsamında hazırlanan ince kesitlerin detaylı petrografik analizleri Kocaeli Üniversitesi (KOU) Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde görüntülü polarize mikroskop vasıtasıyla yapılmış olup, içlerinden jeokronoloji, mineral kimyası ve tüm kayaç jeokimyası için uygun örnekler seçilmiştir. Mineral kimyası için seçilen ince kesitler sırasıyla 6, 3 ve 1 mikronluk elmas çözeltiler kullanılarak parlatılmışlardır. Mineral kimyası analizleri Milan Üniversitesi'nde (İtalya) uzaktan katılımı Prof. Dr. Ömer Faruk Çelik ve Prof. Dr. Andrea Marzoli nezaretinde yapılmıştır. Mineral kimyası analizlerine ait ham sonuçları EK Tablo C'de sunulmuştur.

1.2.3.2. Tüm kayaç jeokimyası

Tüm kayaç jeokimyası analizlerinin bir bölümü İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında ölçülmüştür. Önemli bir bölümü ise KOU Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP-MS laboratuvarında yapılmıştır. Tüm örneklerin analize hazır hale getirilme süreçleri KOU laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. KOU laboratuvarlarında yapılan örnek hazırlama süreçlerine ait analitik yöntem aşağıda anlatılmıştır. Tüm kayaç jeokimyası gerçekleştirilen örneklerin ham verileri ise EK Tablo B’de sunulmuştur.

Tüm kayaç jeokimyası analizleri için örnek hazırlama sürecinde, ilk olarak kayaç numuneleri kayaç kesme aleti yardımıyla altere kesimlerinden ve varsa ikincil olarak gelişmiş damarlarından arındırılmıştır. Kayaçlardan elde edilen yaklaşık 250 gram ağırlığındaki taze parçalar çeneli kırıcıda çapları 0.5 santimetreden daha küçük olacak şekilde kırılmıştır. Kırılmış kayaç örnekleri KOÜ örnek hazırlama laboratuvarı bünyesinde bulunan Retsch PM100 model agat havanlı öğütücüde öğütülüp pudra kıvamına getirilmiştir. Ana element analizleri için kül fırında ergitilmiş numunelerden cam diskler hazırlanmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. (a) Kül fırında numune ergitme aşamasını gösteren fotoğraf. (b) XRF Tüm Kayaç Ana Element analizleri öncesi hazırlanan cam disklerin görüntüsü

İz ve Nadir Toprak Element analizleri, eritiş yöntemiyle hazırlanan çözeltilerden ICP-MS cihazıyla ölçülmüştür. Ölçümler Prof. Dr. İrfan Yolcubal nezaretinde olmak üzere; tüm kayaç ana element ölçümleri Skyray EDX3600B model EDXRF cihazıyla diğer

elementler ise Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS cihazıyla yapılmıştır (Şekil 1.4). Numunelerin ateşte kayıp oranları (LOI), pudra halindeki numunenin 900 °C'deki kül fırında 2 saat boyunca bekletilmesi sonucu oluşan kütle kaybına göre tayin edilmiştir.



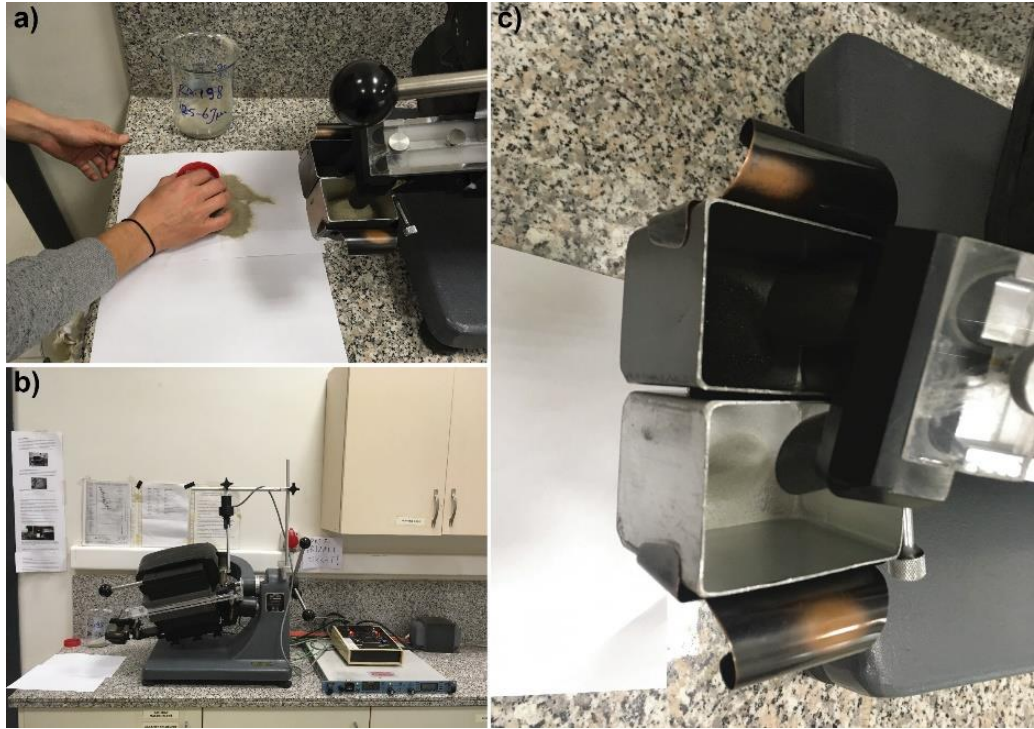
Şekil 1.4. KOU analitik jeokimya laboratuvarında tüm kayaç jeokimyası analizlerinin gerçekleştirildiği (a) Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS cihazları, (b) Skyray EDX3600B model ED-XRF

1.2.3.3. Jeokronolojik analizler

Jeokronolojik analizler (U-Pb, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) için seçilen kayaç numunelerine ait zirkon, hornblend ve ak mika minerallerinin ayıklama işlemleri İTÜ-AYBE örnek hazırlama laboratuvarlarında yapılmıştır. Tarihlendirme ölçümleri için uygun bulunan numuneler ilk olarak kayaç kesme aletiyle kesilip basınçlı piston yardımıyla parçalanır. Parçalanmış örnek, çeneli kırıcı ile daha küçük boyutlara getirildikten sonra 250, 180, 125 ve 63 mikrometrelilik eleklerden oluşan elek setinde elenir. Eleklerin üzerinde kalan örnek 250-180 mikrometre arası, 180-125 mikrometre arası ve 125-63 mikrometre arası olmak üzere üç ayrı fraksiyona ayrılır. Daha sonra üç fraksiyon da ayrı ayrı saf su ile yıkanarak toz boyutundaki kısımlarından arındırılıp, 105°C'deki etüvde kurutulur. Kuruyan numuneye ait her bir fraksiyon ayrı ayrı temiz bir kâğıt üzerine yayılıp, üzerinde mıknatıs dolaştırılarak mıknatıslanma özelliğine sahip mineraller bu yolla uzaklaştırılır (Şekil 1.5a). Bu işlemin ardından, numune fraksiyonu Frantz izodinamik manyetik ayırıcı kullanılarak numunenin içerisinden ayıklanmak istenilen mineralin mıknatıslanma değerine göre, uygulanacak olan voltaj değeri ayarlanır ve etkili bir şekilde ayrıştırma sağlanır (Şekil 1.5b). Manyetik ayırıcı cihazındaki işlem neticesinde örnekler iki ayrı fraksiyona ayrılmakta olup, manyetik

özelliik sunan amfibol ve biyotit gibi mafik mineraller koyu renkli kap içerisinde birikmekte iken, zayıf manyetik veya manyetik özelliik sunmayan mineraller ise açık renkli kap içerisinde birikmektedir (Şekil 1.5c).

Bu aşamadan sonra ayıklanmak istenen her mineral için farklı yöntemler uygulanır. Mika minerallerinin ayıklamasında, mineralinin geometrik yapısından yararlanılmaktadır. Bu süreçte, içinden mika mineralleri ayıklanacak olan kayaç numunesi kâğıt üzerine serpilir (Şekil 1.6a).



Şekil 1.5. (a) Eleme ve yıkama işleminde sonra numune içerisindeki manyetik minerallerin el mıknatısı ile ayrılması. (b) Frantz manyetik ayırıcı cihazıyla felsik ve mafik minerallerin ayrılması. (c) Frantz manyetik ayırıcı cihazı kullanılarak felsik (ör. plajiyoklaz) ve mafik (ör. amfibol) minerallerine ayrılmış numunenin görünümü

Üzerinde numune olan kâğıt yavaş hareketlerle sallanarak, örnek bir başka kâğıda boşaltılır. Bu işlem sayesinde geometrik olarak yuvarlak yapıya sahip olan mineraller diğer kâğıda düşerken, levhamsı olan mika pulcukları sallanan kâğıtta kalır. Bu işlemin defalarca tekrarlanmasıyla mika minerallerinin zenginleşmesi sağlanır. Sonra agat havan içerisinde konulan zenginleştirilmiş mika minerallerinin üzerine aseton eklenir ve havan tokmağıyla hafifçe öğütülerek, hem mika minerali haricindeki kırılgen minerallerden hem de farklı kapanımlardan ayrılır (Şekil 1.6a). Elde edilen mika

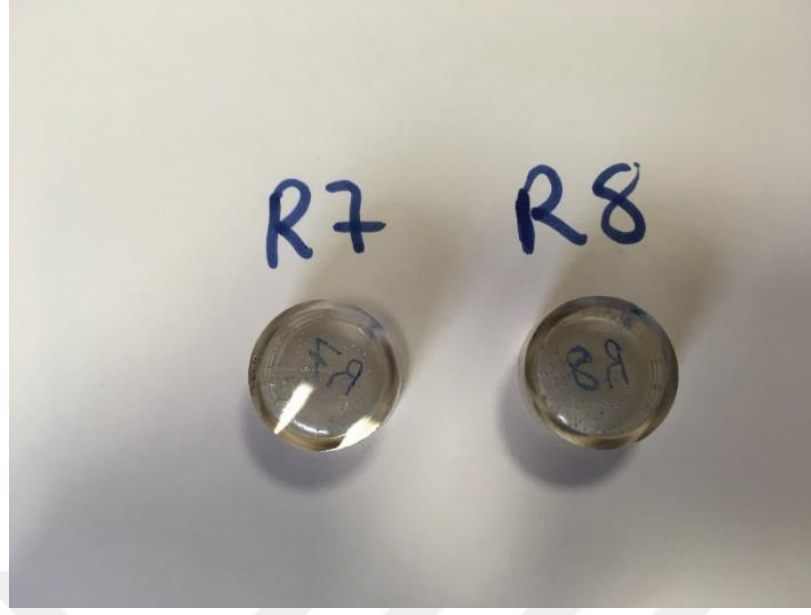
mineralleri özel şişelere konularak analiz süreçlerine hazır hale getirilir. Amfibol mineralleri ayıklanacak olan kayaç örnekleri ise Frantz izodinamik elektromanyetik ayırıcıdan geçirilerek ayrılan bölümü, %99,9 oranında bolluk elde etmek amacıyla son olarak binoküler mikroskop altında elle ayıklanır (Şekil 1.6b) ve elde edilen numune özel şişelere konularak analize hazır hale getirilir. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ tarihlendirmesi yapılan örneklerin ham verileri EK Tablo D’de verilmiştir.



Şekil 1.6. (a) Mika minerallerinin aseton eklenecek şekilde öğütme işlemi, (b) ayıklanan minerallerin binoküler mikroskopta saflaştırılması (c) İçerisinde ağır sıvı (sodyum politungstat) bulunan ayırma hunisinde zirkon minerallerinin ayırma işlemi

Zirkon ayıklama işleminde yoğunluğu yaklaşık 2.9 gr/cm^3 olan sodyum politungstat sıvısı (SPT) yardımıyla çöktürme işlemi yapılır (Şekil 1.6c). Çöktürme işlemi ile numunedan ayrılan mineraller binoküler altında incelenerek, zirkon mineralleri tek tek ayıklanır. Ayıklanan zirkonlar epoksi halkalara gömüldükten sonra sırasıyla 6, 3 ve 1 mikronluk elmas çözümlerle parlatılır ve analize hazır hale getirilir (Şekil 1.7). U-Pb zirkon yaşlarına dair ham veriler EK Tablo E’de sunulmuştur.

Zirkonlar üzerinde Katodoluminesans (CL) görüntülemeleri Hacettepe Üniversitesi’nde yapılmıştır, LA-ICP-MS U-Pb tarihlendirmeleri Montreal (Kanada) Üniversitesi’nde gerçekleştirilmiştir. Amfibol ve mika mineralleri için $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ tarihlendirmeleri Open Üniversitesi’nde bilimsel işbirliği çerçevesinde yaptırılmıştır. Ayıklanan mineraller radyoaktif ışınma işlemi öncesinde alüminyum folyelere sarılmıştır.



Şekil 1.7. Zirkon minerallerinin içine gömüldüğü epoksi halkalar

Numuneler McMaster Üniversitesi (Kanada), McMaster Nükleer Reaktöründe 4 saat süreyle nükleer ışımaya maruz bırakılmıştır. Numuneler numune kartuşunda 8C konumunda sabitlenmiş ve kadmiyum koruma kılıfı kullanılmıştır. Nötron akım yoğunluğu, yaşı 98.79 ± 0.54 My (Renne ve diğ., 1998) olan biyotit mineral standardı (GA1550) kullanılarak takip edilmiştir. Yaşı bilinmeyen numuneler (örnek tüpünde 8-12 numune) standart numunelerle birlikte tek tane füzyon yöntemiyle 1059nm CSI lazer ve Nu cihazları soygaz kütle spektrometresi kullanımıyla analiz edilmiştir. 'J' değerleri, ölçülen iki 'J' değeri arasında lineer ekstrapolasyonla hesaplanmıştır. Sonuçlar radyoaktif ışımadan itibaren ^{37}Ar ve ^{39}Ar bozuşmaları ve nötron-uyarımı girişim reaksiyonları düzeltme faktörlerinin kullanımıyla düzeltilmiştir: Potasyum tuzları ve Kalsiyum analizlerine göre [CaF ve KSO_4 tuzları], $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}) \text{ K} = 0.0085 \pm 0.0000425$, $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar}) \text{ Ca} = 0.00065 \pm 0.00000325$, ve $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar}) \text{ Ca} = 0.000265 \pm 0.000001325$. Radyoaktif ışınma sonrası numuneler New Wave Research tablasına yerleştirilip, aşırı yüksek vakumlu sistem içine koyuldu. 1059nm CSI lazer, numune haznesine odaklandı ve her analizde (tane boyutlarının küçük olması nedeniyle tek tane ergitme imkânı mümkün olmamıştır) iki ya da üç mineral tanesi ergitmek için kullanıldı. Çıkan gazlar 450°C ve oda sıcaklığında çalışan iki SAES AP-10 getter kullanımıyla 5 dakika süresince saflaştırıldı ve ölçüm için Nu cihazları soygaz kütle spektrometresine aktarıldı. Kütle ayırım değeri $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ için 295 değeri (modern cam analizlerine göre) hesaba katılarak kullanıldı. Her bir ya da iki numune

analizinden önce ve sonra, kapalı sistem boş olarak ölçüldü. Gaz temizleme ve numune girişi, ^{40}Ar , ^{39}Ar , ^{38}Ar , ^{37}Ar ve ^{36}Ar ölçümleriyle birlikte, her on tarama için tamamen otomatizedir. Her bir ya da iki numune analizinden önce ve sonra boş sistem ölçümleri ham örnek verilerinden çıkarıldı. Veri düzeltmeleri için Steiger ve Jager (1977)'nin bozuşma sabitleri ve atmosferik argon oranı olan 295.5 kullanılmıştır. Bütün veri düzeltmeleri Excel makroyla ve tarihlendirmeler Isoplot (Ludwig, 2003) kullanımıyla hesaplanmıştır. Bütün yaşlar 2σ güven aralığında olup J değeri %0,5 hatayı kapsamaktadır.

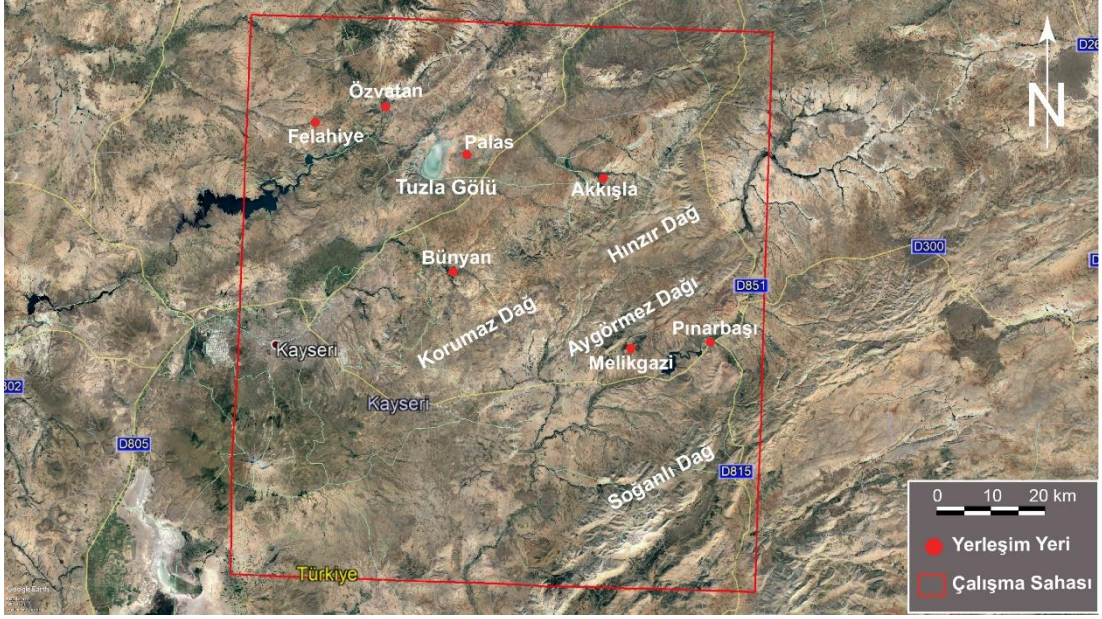
1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi'nde bulunan çalışma sahası Kayseri ili sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.8). Çalışma sahası Kayseri ilinin kuzeyinden güneydoğusuna doğru uzanan bir hat boyunca konumlanmaktadır (Şekil 1.8). Çalışma sahası KB'dan GD'ya doğru Felahiye Bölgesi, Tuzla Gölü Bölgesi, Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi ve Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi olarak bölgelere ayrılmış ve tezin diğer bölümlerinde ilgili verilerin sunumu esnasında bu başlıklar altında anlatım gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasını içine alan 1/100.000'lik paftalar kuzeyden güneye doğru sırasıyla J35, K35, K36, L35 ve L36 numaralı paftalarla temsil edilmektedir.

Çalışma sahasının kuzeybatı bölümünü temsil eden Felahiye bölgesi, Felahiye, Özvatan ilçeleri ve yakın civarını kapsamaktadır (Şekil 1.8). Felahiye bölgesinin güneyinde yer alan bölümde çalışma sahası, ağırlıklı olarak Tuzla Gölü batısında ve doğusundaki alanlarda yer almaktadır (Şekil 1.8). Çalışma sahasının orta bölümünde yer alan Korumaz ve Hınzır Dağları Bölgesi ise Kayseri ilinin doğusunda bulunan Bünyan ve Akkışla ilçeleri arasında konumlanmaktadır (Şekil 1.8). Daha güneye doğru olan alanlarda ise Melikgazi, Pınarbaşı ve Tomarza ilçeleri bölgedeki ana yerleşim merkezlerini temsil etmektedir (Şekil 1.8).

Çalışma sahasının kuzeyinde yer alan Felahiye Bölgesi yerleşim yeri olarak Kayserinin kuzeydoğusunda bulunan alandaki Kızılırmak yayı içerisinde yer almaktadır. Felahiye bölgesinde çalışma sahası başlıca J35d1, J35d2, J35d3, J35d4, J34c3, J35c1, K34b2, K35a1, numaralı paftaları kapsamaktadır. İlçe merkezinin denizden yüksekliği yaklaşık 1.330 metredir. Bölgenin bitki örtüsü genellikle bozkır

olmakla beraber yer yer meşeliklerden meydana gelen ormanlık alanlar da mevcuttur. Bölgedeki ormanlık alanlar Büyük Toraman, Silahtar ve Mentеше köyleri civarında bulunmaktadır. Yüzey şekilleri kısmen engebeli düz vadiler, ovalar ve dağlık alanlardan oluşmaktadır. Bölgenin ekonomik geçim kaynağı tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Felahiye Bölgesindeki en büyük akarsu bölgeyi yaklaşık doğu-batı hattı boyunca kesen Kızılırmak nehridir.



Şekil 1.8. Çalışma sahası ve çevresinde bulunan yerleşim yerlerinin konumunu gösterir görüntü

Tuzla Gölü bölgesi, yaklaşık olarak Kayseri'nin kuzey doğusunda yer almaktadır. Çalışma sahasının bu bölümü Tuzla Gölünün batısında ve doğusunda konumlanmaktadır. Tuzla Gölü bölgesinde çalışma sahası J35c4, J35c3, J36d4, K35a2, K35b1 numaralı paftalar içerisindeki alanlarda bulunmaktadır. Tuzla gölü deniz seviyesinden yaklaşık 1131 m yükseklikte olup, adından da anlaşılacağı üzere tuzlu bir göldür. Tuzla Gölü havzası, GD–KB doğrultusunda olup uzunluğu 30 km, genişliği 16 km yüzey alanı ise yaklaşık 455 km²'dir. Tuzla Gölü Kayseri'nin Palas ilçesine bağlıdır. Tuzla Gölü yağmur ve kar sularının yanı sıra, Fındıklı Dere, Çatal Dere, Göğ Dere, Eğri Dere, Kuru dere, Dibiçikmaz Dere, Lale Dere, Gök Dere ve Kevker Dereleri ile beslenmektedir.

Çalışma sahasının orta bölümünde yer alan bir başka alan Korumaz ve Hınzır dağları bölgesidir. Korumaz ve Hınzır Dağları Bünyan ve Akkışla ilçelerine bağlı alanlarda

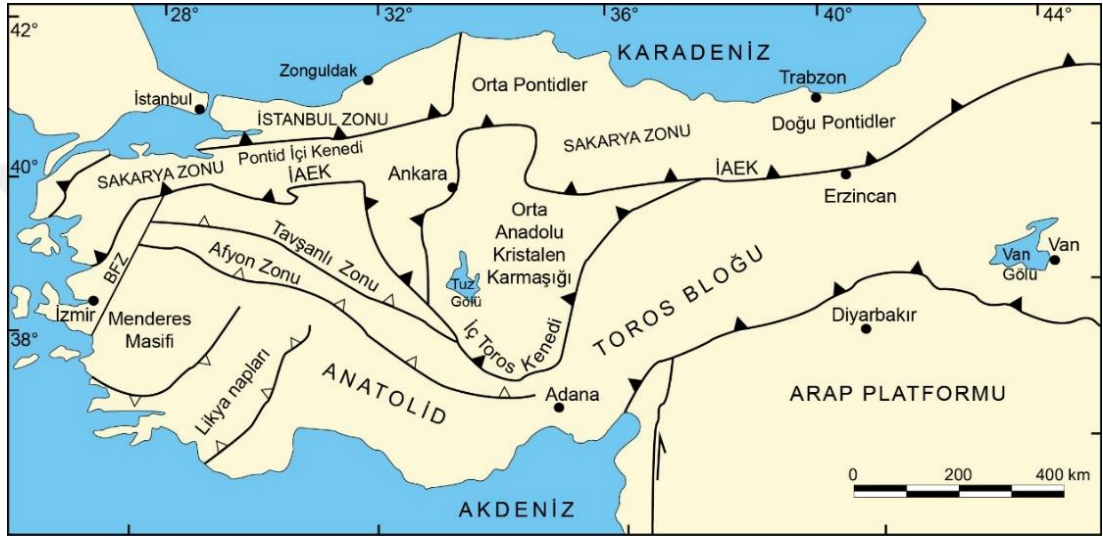
yer almaktadır. Çalışma sahası Korumaz Dağı ve civarındaki alanlarda K35a3, K35b3, K35b4, K35c1, K35c2, K35d2 ve K36d1 paftaları içerisinde yer almaktadır. Hınzır Dağı bölgesindeki alanlar ise J36c4, K36a1, K36a2, K36a3, K36a4, K36b1, K36b2 ve K36b4 numaralı paftaları içermektedir. Korumaz ve Hınzır Dağları Kayseri-Sivas karayolunun (D260) yaklaşık 7-8 km güneyinde kalmaktadır. Her iki alanda bitki örtüsü bakımından fakir olup çıplak bir topoğrafyaya sahiptir. Korumaz Dağ bölgesinin zirve yükseklik değeri yaklaşık 1907 m civarındadır. Hınzır Dağında ise bu yükseklik değeri 2623 m'ye kadar çıkmaktadır. Bölgede yer alan her iki dağlık alanda havza içerisinde ani bir yükselim sergilemektedir.

Çalışma sahasının güney bölümünü temsil eden alanlarda başlıca yerleşim yeri olarak Melikgazi ve Pınarbaşı ilçeleri yer almaktadır. Bu bölgenin en kuzeyinde bulunan Melikgazi İlçesi Kayseri şehir merkezine yaklaşık 12 km mesafededir. Melikgazi civarında yükselen en önemli dağ Aygörmez Dağı olup yaklaşık olarak 2094 m yüksekliğe sahiptir. Melikgazi ve Pınarbaşı civarındaki alanlar diğer bölgelere kıyasla daha yoğun bitki örtüsüne sahiptirler. Çalışma sahası Melikgazi ve civarında K36a3, K36b2, K36b3, K36b4, K36c1 ve K36d2 numaralı paftalar içerisinde yer almaktadır. Pınarbaşı ve güneyindeki alanlarda ise çalışma sahası K36c3, K36c4, K36d2, K36d3, K36d4, L35b2, L35c3, L36a1, L36a2, L36a3 ve L36a4 numaralı paftaları içermektedir. Melikgazi ilçesine göre daha güneyde yer alan Pınarbaşı ilçesi Kayseri il merkezine yaklaşık 90 km mesafededir. Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağı civarındaki bölgeler genellikle ovalar ve ani yükselen dağlardan meydana gelmektedir. Ova bölgelerindeki en önemli akarsu Zamantı ırmağı ve onun daha küçük ölçekli kollarıyla temsil edilmektedir.

1.4. Bölgesel Jeoloji

Anadolu, jeolojik olarak Gondwana ve Laurasia süper kıtaları arasında Karbonifer'den itibaren varlığını sürdürmüş Tetis Okyanusu'nun evrimiyle doğrudan ilgilidir (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Smith ve diğ., 1981; Şengör, 1984; Stampfli ve Borel, 2002; Okay, 2008). Türkiye'de Lavrasya, kabaca kuzeyde Pontidler'le, Gondwana ise güneyde Anatolid-Torid bloğuyla temsil edilmektedir (ör. Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör, 1987; Okay, 2008) (Şekil 1.9). Türkiye'nin güney bölümünde yer alan ve yaklaşık 900 km'lik bir güzergâh boyunca devam eden Anatolid-Toridler, Gondwana

süper kıtasının bir parçası olup, Alpin Orojenezi süreçlerinde yitim zonunda başkalaşıma maruz kalmış pasif kıta kenarının Dünya'daki önemli örneklerinden birini oluşturmaktadır (ör. Robertson ve diğ., 2009; Okay, 2011). Alp orojenik kuşağının Anadolu'daki güney ve doğu kısımlarını temsil eden Anatolid-Toridler, Tetis Okyanusu'nun kuzey ve güney kolları tarafından çevrelenmektedir (ör. Ketin, 1966; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1986; Robertson, 2004; Robertson ve diğ., 2012) (Şekil 1.10).



Şekil 1.9. Türkiye kenet kuşakları ve ana tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz 1999). (Kısaltmalar: BFZ: Bornova Filiş Zonu; İAEK: İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi, İTK: İç Toros Kenedi)

Anatolid-Torid bloğu farklı otokton ve allokon nap paketlerinden meydana gelmekte olup, metamorfik süreçlerden etkilenmemiş olan bölümü Toridler olarak adlandırılmaktadır (ör. Ketin, 1966; Şengör ve Yılmaz, 1981) (Şekil 1.9). Anatolidler ise Toridler'in kuzey kenarını temsil eden ve Tetis okyanusu'nun yitim süreçlerinde metamorfizmaya uğramış bölümü olarak değerlendirilmektedir (ör. Okay, 1984; Okay ve diğ., 1996; Tolluoğlu ve diğ., 1997; Göncüoğlu ve diğ., 1997a; Okay ve diğ., 2001; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010; Plunder ve diğ., 2013). Tavşanlı ve Afyon Zonu, Anatolidler'in Alpin orojenezi döneminde yitime katılmış ve yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB/DS) başkalaşımına maruz kalmış bölümünü temsil etmektedir (ör. Okay ve diğ., 1998; Scherlok ve diğ., 1999; Robertson, 2004; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010; Plunder ve diğ., 2016) (Şekil 1.10).

1.4.1. Tavşanlı Zonu

Tavşanlı Zonu yaklaşık 300 km uzunluğunda boyunca yüzeyleyen Mesozoyik yaşlı meta-kırıntılılar (ör. fillat, metaçört) ile temsil edilmektedir (ör. Okay ve Tüysüz, 1999; Candan ve diğ., 2005; Moix ve diğ., 2008; Okay ve diğ., 2008; Okay, 2011) (Şekil 1.10). Tavşanlı Zonu kuzeyden İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu, güneyden ise Afyon Zonu'na ait kayaçlar tarafından sınırlanmakta olup farklı yaş konaklarına sahip alt birimlerden meydana gelmektedir. Bunlar alttan üste doğru: (i) düzenli bir stratigrafik istif oluşturan ve kıtasal kökenli kayaçlardan meydana gelen Orhaneli Grubu, (ii) ofiyolitli melanj (Ovacık Kompleksi), (iii) ofiyolitler, (iv) Eosen çökel kayaları ve Eosen yaşlı granitoidlerdir.



Şekil 1.10. Batı ve Orta Anadolu'daki Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu'nun tektonik konumunu gösteren harita (Pourteau ve diğ., 2010'dan değiştirilerek alınmıştır)

Orhaneli Grubu'nun stratigrafik temeli gözlenmemekte olup, sadece Orhaneli güneyinde ufak bir alanda, temelden gelen bir tektonik dilimi temsil ettiği düşünülen Ordovisyen yaşlı bir metagranitoid yüzylemektedir. (Okay ve diğ., 2008). Bu metagranitoyitten Pb-Pb buharlaşma yöntemiyle Ordovisyen yaşı elde edilmiştir. Ordovisyen yaşlı bu metagranitoid oluşumunun riftleşme süreçleriyle ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Okay ve diğ., 2008). Tavşanlı Zonu'nun özellikle batı kesiminde iyi tanımlanmış olan Orhaneli Grubu üç alt formasyona ayrılmıştır. Bunlar alttan üste

doğru mikaşistlerden oluşan Kocasu Formasyonu, İnönü Mermeri ve baskın olarak meta-bazitlerle temsil edilen Devlez Formasyonu'dur.

Orhaneli Grubu'nun tabanında yer alan Erken–Orta Triyas yaşlı Kocasu Formasyonu (Okay, 2004) baskın olarak mikaşistlerden meydana gelmektedir (Okay ve diğ., 1996). Birimin çökeltme yaşı kırıntılı zirkonlardan alınan Permo-Karbonifer U-Pb yaş verileri ve Toroslarla istifsel olarak kıyaslanması sonucu verilmiştir (ör. Okay ve diğ., 2008). Kocasu Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak gelen İnönü Mermeri, beyaz, açık gri, masif yer yer bantlı ve seyrek olarak da çört ara seviyeleri içeren karbonatlardan meydana gelmektedir. İnönü Mermeri, Torosların Mesozoyik karbonat platformunu oluşturan kalın sığ denizel olan karbonat istifi ile kıyaslanmaktadır (Okay, 2011). Kaya ve diğ., (2001) tarafından İnönü Mermeri'nin alt seviyelerinde Geç Triyas (Geç Noriyen) yaşını veren konodont fosilleri tanımlanmıştır. Toros Mesozoyik karbonat platformu ile olan stratigrafik benzerliği nedeniyle, İnönü Mermeri'nin üst kesimlerinin Kretase'ye kadar uzandığı öne sürölmektedir (ör. Okay, 2011).

Orhaneli Grubu Eskişehir-Sivrihisar bölgesinde “Sivrihisar Formasyonu” olarak adlandırılmış olup, batıdaki yüzleklerinden farklı olarak daha düşük dereceli yeşilşist fasiyesi koşullarında yeniden başkalaşıma uğramıştır. Sivrihisar Formasyonu üzerinde yer alan Halilbağı Formasyonu (Batıdaki Devlez Formasyonu ile kıyaslanmakta) mermer, meta-çört, metabazit ve serpantinlerden meydana gelmektedir. Tavşanlı Zonu'nun lavsonitli-eklojitleri bu birim içerisinde yer almakta olup, (Kulaksız, 1981; Davis ve Whitney, 2006, 2008; Whitney ve Davis, 2006; Çetinkaplan ve diğ., 2008) söz konusu kayaçların başkalaşım koşulları 22-24 kbar ve 520 °C olarak tespit edilmiştir (Whitney ve Davis, 2006; Çetinkaplan ve diğ., 2008). Tavşanlı Zonu'nda gözlenen İAE kenet kuşağına ait yığışım karmaşıkları Ovacık kompleksi olarak adlandırılmıştır. Ovacık kompleksindeki bazik kökenli kayaçlarda düşük sıcaklık koşullarını temsil eden veya başlangıç seviyesindeki mavişist fasiyesinde başkalaşım izleri gözlenmektedir (Okay, 1982; Topuz ve diğ., 2006).

Tavşanlı Zonu'nun farklı kayaç türlerinden (eklojit, mavişist, mikaşist) ve farklı radyometrik yaş tayini yöntemleriyle (Rb-Sr, ⁴⁰Ar-³⁹Ar, Lu-Hf) geniş aralıkta değişim sunan yaşlar (~ 95-60 My) elde edilmiştir (ör. Okay and Kelley, 1994; Sherlock ve diğ., 1999; Seaton ve diğ., 2014; Fornash ve diğ., 2016; Pourceau ve diğ., 2019).

Sherlock ve diğ. (1999) tarafından Tavşanlı Zonu'ndaki metamorfik kayaçların ak mika minerallerinden Rb-Sr yöntemiyle başkalaşımın zirve yaşı 80 ± 2 My olarak tespit edilmiştir. Seaton ve diğ., (2009)'da Sivrihisar-Eskişehir doğusunda Tavşanlı Zonu'nun yüksek basınç kayaçları ile Barrow-tipi göreceli yüksek sıcaklık başkalaşımına uğramış kayaçlar arasındaki fasiyes geçiş özelliklerini incelemiştir. Bu alandaki YB kayaçlarının yeşilist ve amfibolit fasiyesi koşullarında yeniden başkalaşıma uğadıklarını vurgulanmıştır. Tavşanlı Zonu'na dair gerçekleştirilen basınç sıcaklık çalışmaları YB/DS başkalaşımının yaklaşık olarak 22-24kbar, 450-500°C sıcaklık altında gerçekleştiğini göstermektedir (ör. Okay, 2002; Pourteau ve diğ., 2013). Araştırmacılar ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle YB kayaçlarının ak mika minerallerinden 90-55 My arasında değişen yaşlar elde etmişlerdir.

1.4.2. Afyon Zonu

Afyon Zonu, Gondwana'nın evrimiyle ilişkili Pan-Afrikan yaşlı kristalin kayaçlar (En geç Neoproterozoyik), Paleotetis Okyanusu ile ilişkili Paleozoyik seriler içeren Triyas öncesi bir temel ve onu uyumsuzlukla üzerleyen Neotetis'in evrimiyle ilişkili örtü serilerinden oluşmaktadır (ör. Özcan ve diğ., 1988; Gürsu ve diğ., 2004; Göncüoğlu ve diğ., 2007; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2013). Afyon Zonu, coğrafik olarak batıda Emet (Kütahya), doğuda ise yaklaşık Bünyan ve Yahyalı (Kayseri) bölgesine kadar uzatılmaktadır (ör. Okay, 1986; Özcan ve diğ., 1990; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Göncüoğlu ve diğ., 1997a; Özcan ve diğ., 1989; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010). Afyon Zonu'nun Mesozoyik öncesi temel birimleri 3 ayrı gruba ayrılmıştır.

Birinci grup temel, Afyon Sandıklı civarında yüzlek vemekte olup, çok fazlı deformasyon ve metamorfizmaya sahip olan Geç Neoproterozoik yaşlı şistler ve Prekambriyen yaşlı gabro ve granit sokulumlarından oluşmaktadır (Özcan ve diğ., 1988; Candan ve diğ., 2005; Gürsu ve Göncüoğlu, 2006). İkinci grup temel kayaçları Afyon bölgesinin kuzeybatı kenarında, Simav bölgesi çevresinde gözlenmekte olup, Karbonifer öncesi şist ve mermer araldanmasıyla ve bu kayaçları kesen Karbonifer yaşlı granitoid sokulumlarıyla temsil edilmektedir (Hasözbeğ ve diğ., 2011; Akal ve diğ., 2011; Candan ve diğ., 2016). Candan ve diğ., (2016) granitoid sokulumlarının peraluminus ve kalk-alkalen karakter gösterdiklerini ve Paleotetis okyanusunun

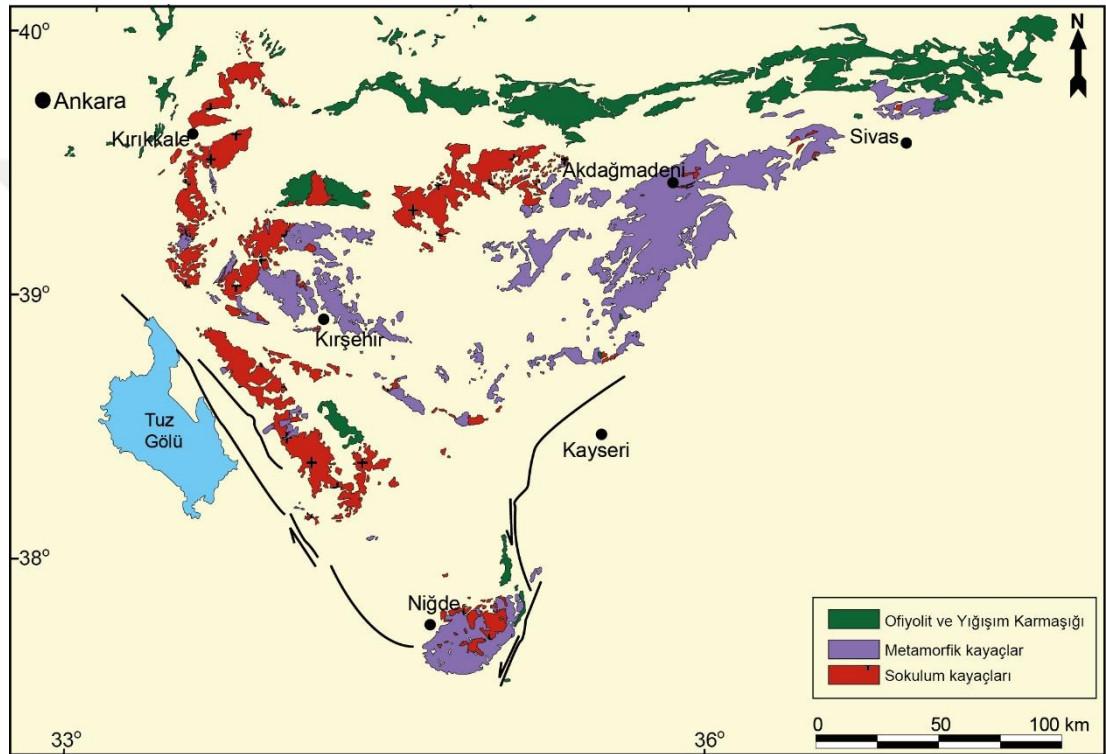
güneye yitimi sonucu Gondwana'nın kuzey kenarında gelişen yay magmatizmasının ürünleri olduklarını ifade etmişlerdir. Üçüncü grup temel ise, meta-kuvarsit, şist ve siyah mermerlerin bir araya gelmesinden oluşur. Fosil verilerine dayanarak Karbonifer-Üst Permiyen yaşı verilmiş olan bu temel kayaçlar Torosların Üst Paleozoyik yaşı istifleriyle deneştirilmiştir (Özcan ve diğ., 1988; Göncüoğlu ve diğ., 2007). Konya-Kadınhanı yöresindeki bloklu Karbonifer çökellerinin oluşum ortamları hakkında muhtelif görüşler olup; Paleotetis okyanusunun güneye yitimi sonucu oluşan yay ardı havza (Göncüoğlu ve diğ., 2007), ada yayı (Eren ve diğ., 2004) ve yığışım karmaşıkları (Konya kompleksi; Robertson ve Ustaömer, 2009, 2011) şeklinde yorumlanmıştır. Mesozoyik öncesi temel kayaçların üzerinde uyumsuz olarak yer alan Triyas yaşlı birimler, karasal kaba taneli meta-klastikler ve meta-riyolit, meta-riyodasit ve meta-trakiandezit türü meta-volkaniklerle başlamaktadır (Eren ve diğ., 2004; Candan ve diğ., 2005; Robertson ve Ustaömer, 2009, 2011; Akal ve diğ., 2012). Meta-volkaniklerden, Erken-Orta Triyas U-Pb zirkon kristallenme yaşları elde edilmiştir (Akal ve diğ., 2012; Özdamar ve diğ., 2013). Alt-Orta Triyas yaşlı karasal kırıntılı çökel ve volkanik kayaçlar Afyon (Göncüoğlu ve diğ., 1992; Tolluoğlu ve diğ., 1997; Gürsu ve diğ., 2004; Candan ve diğ., 2005), Konya (Akal et al., 2007), Yahyalı (Ayhan ve Lengeranli, 1986) ve Bünyan yörelerinde (Dirik ve diğ., 1999) gözlenmektedir. Bu kayaçların Neotetis okyanusunun riftleşme süreçlerinin ilk evrelerini temsil ettikleri değerlendirilmiştir (Özcan ve diğ. 1989, Göncüoğlu ve diğ. 1992, Candan ve diğ. 2005; Akal ve diğ., 2011). Alt-Orta Triyas yaşlı kayaçların üzerinde uyumlu olarak Üst Triyas-Kretase yaşlı sığ denizel kırıntılılar ve platform türü kalın karbonatlar ve Maastrichtiyen yaşlı çört ara katkılı pelajik mermerler yer alır (Özgül, 1976; Özcan ve diğ. 1989; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Candan ve diğ., 2005). İstifin en üst bölümünde ise Üst Kretase (Kampaniyen) yaşlı bloklu bir birim yer almaktadır (Özcan ve diğ. 1988; Göncüoğlu ve diğ., 2007; Özer ve Özgen, 2012). Bu bloklu birimler farklı araştırmacılar tarafından ön ülke çökelleri (Meta-olistostrom; Göncüoğlu ve diğ., 1997a) veya yığışım karmaşıkları (Droop ve diğ., 2005) şeklinde yorumlanmıştır. Neotetis Okyanusu'nun kapanma süreçlerinde temel ve örtü birimleri Üst Kretase-Paleosen yaşlı YB/DS mavişist fasiyesi (Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2013) ve yeşilşist fasiyesindeki başkalaşımından etkilenmiştir (Candan ve diğ., 2005; Robertson ve Ustaömer, 2009; Pourteau ve diğ., 2013; Özdamar ve diğ., 2013). Afyon Zonu'na ait Alt Triyas-Kretase yaşlı meta-kırıntılılar ve meta-riyolitlerin fengit

minerallerinden 67-62 My karşılık gelen YB/DS koşullarını karakterize eden başkalaşım yaşları elde edilmiştir (ör. Pourteau ve diğ., 2013; Özdamar ve diğ., 2013). Afyon Zonu'na dair elde edilen basınç sıcaklık değerleri Tavşanlı Zonu'na göre daha düşük derecelerde olup, yaklaşık olarak ~9-10kbar basınç, 350-400°C sıcaklıkla temsil edilmektedir (ör. Okay, 2002; Okay, 2008; Çetinkaplan ve diğ., 2008; Pourteau ve diğ., 2013).

1.4.3. Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı Alt-Orta Triyas'ta Tetis Okyanusu'nun riftleşme süreçlerinde Gondwana süper kıtasından kopmuş bir kıta parçası olarak değerlendirilmektedir (ör. Göncüoğlu, 1996; Görür ve diğ., 1984; Whitney ve Dilek, 2001; Lefebvre, 2011). Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı metamorfitle, ofiyolitler ve sokulum kayalarından meydana gelen karmaşık bir jeolojiye sahiptir (ör. Göncüoğlu, 1986; Robertson, 2004; Robertson ve diğ., 2009) (Şekil 1.11). Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik jeolojik evrimi, birbirinden farklı jeolojik süreçleri temsil etmekte olup, Tetis Okyanusu'nun kapanmasıyla ilişkilendirilir (ör. Görür ve diğ., 1984; Göncüoğlu, 1986; Whitney ve Dilek 2001; Gürer ve Aldanmaz, 2002; Kadioğlu ve diğ., 2006; Boztuğ ve diğ., 2008; Lefebvre ve diğ., 2011; Hinsbergen ve diğ., 2016; Köksal ve diğ., 2016). Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın metamorfitlelerine ait kayaç grupları dört farklı bölgede tanımlanmış olup, bunlar Kırşehir, Akdağ, Hırkadağ ve Niğde masifleriyle temsil edilmektedir (ör. Erkan, 1976; Seymen, 1981; Göncüoğlu, 1986; Fayon ve diğ., 1999; Whitney ve diğ., 2001) (Şekil 1.11). Söz konusu masifler batıda Tuz Gölü fay zonu, doğuda ise Ecemiş fay zonu tarafından sınırlanmaktadır (örn. Robertson ve Dixon, 1984; Görür ve diğ., 1984) (Şekil 1.11). Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nı oluşturan metamorfitle başlıca, Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı gnays, şist, mermer, amfibolit ve kalkşist türü kayalardan meydana gelmektedir (ör. Seymen, 1981; Göncüoğlu ve diğ., 1991). Barrovian tipinde başkalaşıma maruz kalan Orta Anadolu masifi yüksek sıcaklık-düşük basınç başkalaşımıyla temsil edilmektedir. Bölgesel metamorfizma yeşilşist fasiyesi ile üst amfibolit granülit fasiyesi arasında değişiklik göstermektedir (örn. Erkan, 1976; Seymen, 1981). Orta Anadolu masifinin zirve başkalaşımı ortalama 5-8 kbar, 600-700 °C olarak belirlenmiştir (Whitney ve diğ., 2001; 2003; Whitney ve Hamilton, 2004; Lefebvre, 2011). Orta Anadolu masifine ait yaşlar U-Pb ve ⁴⁰Ar-³⁹Ar

yöntemleriyle belirlenmiştir. Monazit, titanit ve zirkonlardan U-Pb yöntemiyle elden edilen yaş verileri masifin zirve başkalaşımının 91-84 My (Turoniyen-Santoniyen) arasında gerçekleştiğini göstermektedir (Whitney ve diğ., 2003; Whitney ve Hamilton, 2004). Diğer bir yandan masife ait soğuma yaşları mika ve amfibol mineralleriyle belirlenmiş olup, 81 ile 66 My arasında değişiklik göstermektedir (örn. Lefebvre, 2011; Hinsbergen ve diğ., 2016; Gautier ve diğ., 2008; Whitney ve diğ., 2003; Idleman ve diğ., 2014).



Şekil 1.11. Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı'na ait kayaç gruplarını gösterir harita (MTA, 2002'den değiştirilerek alınmıştır)

Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitik kayalar Orta Anadolu Ofiyolitleri olarak adlandırılmakta olup (Göncüoğlu ve diğ., 1992) Üst Kretase yaşlı yitim zonu üstü koşullarında oluşmuş ofiyolitler olarak değerlendirilmişlerdir (ör. Yalınz ve diğ., 1996, 2000a, b, c; Floyd ve diğ., 2000; Hinsbergen ve diğ., 2016). Araştırmacıların bir kısmı söz konusu ofiyolitik kayaların İAE okyanusal alanının kapanma süreçlerinde masifin üzerine yerleştiğini ileri sürmüştür (ör. Göncüoğlu, 1986; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Köksal ve diğ., 2016; Gürer ve Aldanmaz, 2002). Buna karşılık bazı araştırmacılar (ör. Kadioğlu ve diğ., 2003) Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı üzerinde yüzeyleyen gabroyik kayaların ofiyolitik

nitelikli olmadıklarını, bunların daha çok sokulum kayaları olduklarını belirtmişlerdir. Masif üzerindeki ofiyolitleri IAE okyanusuyla ilişkilendiren araştırmacılar Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın başkalaşım süreçlerini ofiyolitlerin yerleşmeleri esnasında meydana gelen gömülme metamorfizmasıyla ilişkilendirmektedir (ör. Göncüoğlu, 1986; Yalınz ve diğ., 1996; Göncüoğlu ve diğ., 1997a; Yalınz ve Göncüoğlu, 1998; Gürer ve Aldanmaz, 2002). Bazı araştırmacılar ise Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın yitim zonunda başkalaşıma uğradığını savunmaktadırlar (Hinsbergen ve diğ., 2016; Gürer ve diğ., 2016).

Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı'na ait metamorfik masifler ve ofiyolitik kayalar Üst Kretase yaşlı granitoid sokulum kayaları tarafından kesilmektedir (ör. Seymen, 1981; Akıman ve diğ., 1993; Güleç ve Kadioğlu, 1998; Boztuğ ve diğ., 2008; 2009a, b, c). Orta Anadolu granitleri Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı'nın batı ve kuzey yakası boyunca geniş yüzlek alanlarına sahiptir (ör. Sulakyurt, Behrekdağ, Çelebi, Baranadağ, Ağaçören, Ekecikdağ ve Çiçekdağ sokulumları). Orta Anadolu granitleri başlıca 3 grup altında toplanabilir. Bunlar iki mikalı S-tipi granitler (Üçkapılı, Danacıobası, Sarıhacılı, Felahiye, Yücebaça), I-tipi (H-tipi) kalkalkalin granitler (Yozgat, Konur, Halaçlı, Felahiye, Ağaçören, Ekecikdağ, Kaman–Kırşehir) ve son olarak A-tipi siyenitik alkalin karakterli granitlerdir (Eğrialan, Hasandede, Baranadağ, Hamit, Çamsarı, Çayağzı, Buzlukdağ, İdişdağ, Dumluca, Murmana, Karakeban, Mursal, Yellice, Kuluncak, Karaçayır, Davulalan, Kızdede, Durmuşlu). Bu granitik kayaların oluşum yaşları 85-65 My arasında değişiklik göstermektedir (ör. Kadioğlu ve diğ., 2003; 2006; Boztuğ ve diğ., 2007; 2009c; Köksal ve diğ., 2012; 2014).

1.4.4. Toros Birlikleri

Toroslar Türkiye'nin güney ve doğu hattı boyunca devam eden önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Toroslar, farklı alanlarda yüzlek veren ve Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı birçok tektonik birlikten oluşan nap paketlerinden meydana gelmektedir. Toros Birlikleri'ne dair 1950'li yıllarda başlayan çalışmalar Toroslar'ın genel jeolojik özelliklerinin temelini oluşturmaktadır. Torosların ayırtman stratigrafik özellikleri, çökeldikleri havza koşulları ve kapsadıkları kayaç toplulukları açısından farklılıklar sunmaktadırlar (ör. Blumenthal, 1963; Özgül, 1971; Brunn ve diğ., 1971; Özgül ve Arpat, 1973). Söz konusu kayaç toplulukları Özgül, (1971) tarafından farklı birlikler olarak alt sınıflara ayrılmıştır. Toros birlikleri Türkiye'nin güney kısmı boyunca

yüzlerce kilometre devamlılık göstermekte olup, söz konusu birlikler birbirleriyle tektonik dokanak sunmaktadırlar (ör. Özgül, 1976). Toros birlikleri çoğunlukla birbirleri üzerinde yüzlerce kilometre ilerlemiş allokon birimleri kapsamaktadır (ör. Özgül, 1971; 1976; Robertson ve diğ., 2009).

Toros birlikleri, en tipik yüzlek alanlarının olduğu bölgelerdeki yüksek dağlar veya yerleşme merkezlerine göre Bolkardağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyikdağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği gibi farklı isimlerde adlandırılmıştır (Özgül,1976). Doktora tez sahasını da kapsayan Doğu Toroslar'da Aladağ, Geyik dağı ve Bozkır birlikleri Torosların metamorfik olmayan bölümlerini, Bolkardağ Birliği (Afyon ve Tavşanlı Zonları) ise metamorfik bölümlerini temsil etmektedir. Doğu Toroslarda gözlenen bu birlikler stratigrafik özellikleri ve kaya birimleri açısından, birbirinden farklı havza koşullarında ve dönemlerde çökelmiş kayaç topluluklarını kapsamaktadır.

Aladağ Birliği'nin adı Orta Toroslar'ın doğu kesiminde kuşağın en yüksek dağlarından biri olan Aladağ'dan alınmıştır (Özgül, 1976). Söz konusu birlik Üst Devoniyen-Üst Kretase zaman aralığında çökelmiş karbonatlı ve kırıntılı kayaçları kapsamaktadır. Aladağ Birliği'nin Paleozoyik yaşlı bölümü Üst Devoniyen yaşlı kuvarsit, şeyl, dolomitik kireçtaşı, resifal kireçtaşları ile başlamakta olup, Karbonifer ve Alt Permiyen yaşlı karbonatlar ile devam etmektedir (Özer ve diğ., 1984; Keskin, 2010). Devoniyen ve Karbonifer yaşlı şeyl ve kireçtaşları mercan ve krinoid gibi makro fosiller bakımından oldukça zengin olup, birimin yaşı bu fosil verilerine dayanarak verilmiştir (Özgül, 1976). Aladağ Birliği'nin Mesozoyik bölümü ise Triyas'dan itibaren ağırlıklı olarak karbonatlı ve kırıntılı kayaçlarla başlamakta olup, kumtaşı, kilaşı ve killi kireçtaşlarıyla devam etmektedir (Özgül, 1976). İstifin en üst bölümü ise Jura-Kretase yaşlı platform tipi karbonatlardan meydana gelmektedir.

Bozkır birliği Orta Triyas-Üst Kretase zaman aralığında çökelmiş başlıca açık gri, krem ve bej renkli orta-kalın tabakalı ve masif yapılu kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Erkan ve diğ., 1978; Özer ve diğ., 1984; Keskin, 2010). İstifin alt bölümü gri rekristalize kireçtaşlarından başlamakta olup, üste doğru ince orta tabakalı çört arakatlı karbonatlarla devam etmektedir (Özgül, 1976; Özer ve diğ., 1984). Bahsi

geçen karbonat istifinin en üst bölümünde ise ofiyolit kütleleri ve yığışım karmaşıkları tektonik dokanaklı olarak gözlenmektedir (Erkan ve diğ., 1978; Özer ve diğ., 1984).

Geyikdağ birliği adını Orta Toroslar'ın batı kesiminde yer alan Geyik dağından almıştır. Kambriyen'den Tersiyer'e kadar devam eden tüm sistemleri temsil eden kayaç topluluklarını kapsamaktadır (Özgül, 1976). Tabanda Orta-Üst Kambriyen yaşlı kireçtaşlarıyla başlayan istif, Ordovisyen yaşlı şeyl, kumtaşı türü kayaçlarla devam etmektedir. Bunların üstünde ise Devoniyen yaşlı kumtaşları, Karbonifer şeyl arakatkılı kireçtaşları ve Permiyen yaşlı kuvarsit arakatkılı karbonatlar devam etmektedir. İstifin Mesozoyik bölümü ise kalın tabakalı neritik karbonatlarla temsil edilmektedir (Özgül ve Arpar, 1973; Özgül, 1976).

1.4.5. İç Toros Okyanusu

İç Toros Okyanusu, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ile Anatolid-Toridler arasında varolmuş olan Tetis Okyanusu'nun bir kolu olarak düşünülmektedir (ör. Görür ve diğ., 1984; 1998; Robertson, 2004; Kadioğlu ve diğ., 2006; Pourteau ve diğ., 2010; 2013; Sarifakioğlu ve diğ., 2013; Parlak ve diğ., 2013; Çinku ve diğ., 2016) (Şekil 1.12). Söz konusu okyanusal alanın varlığı günümüze değin birçok araştırmacı tarafından sorgulanmıştır (ör. Gürer ve Aldanmaz, 2002; Robertson, 2004; Kadioğlu ve diğ., 2006; Hinsbergen ve diğ., 2016; Gürer ve diğ., 2016; Parlak ve diğ., 2013; Pourteau ve diğ., 2010; 2013; Çinku ve diğ., 2016).

İç Toros kenet zonu boyunca yüzlek veren ofiyolitik kayaçlar batıdan doğuya doğru, Alihoca, Beyşehir-Hoyran, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve Divriği ofiyolitleri olarak tanımlanmaktadır (ör. Juteau, 1980; Lytwyn ve Casey, 1995; Parlak ve diğ., 1996; Dilek ve diğ., 1999; Andrew ve Robertson, 2002; Vergili ve Parlak, 2005; Çelik ve diğ., 2006; Çelik ve Delaloye, 2006; Çelik 2007). Kuşak boyunca yüzeyleyen ofiyolitik kayaçlar ağırlıklı olarak manto (ör. harzburjit, dünit) ve kabuk (ör. kümülat gabro) bölümünden oluşan kayaçlarla temsil edilmektedir (ör. Parlak ve diğ., 1996; Dilek ve diğ., 1999; Aldanmaz ve diğ., 2012).

Söz konusu kuşak boyunca ofiyolitlerle ilişkili olarak üç tektonik birlikten söz edilmektedir. Bunlar, ofiyolitik kayaçlar, metamorfik taban kayaçları ve ofiyolitik melanjlarla temsil edilmektedir (ör. Juteau, 1980; Parlak ve diğ., 1996; Çelik ve

Delaloye, 2003; Çelik ve diğ., 2006). Bahsi geçen kuşağa ait olduğu düşünülen ofiyolitik kayaçlar Türkiye’de metamorfik taban kayaçlarının ofiyolitler ve melanj birimleri arasında tektonik dilimler halinde gözlemlendiği önemli alanlardan biridir (ör. Lytwyn ve Casey 1995; Dilek ve diğ., 1999; Çelik ve Delaloye, 2003; 2006; Vergili ve Parlak, 2005; Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2007; 2008; Parlak ve diğ., 2019). Bu kuşak boyunca yüzeyleyen ofiyolit tabanı metamorfite ağırlıklı olarak bazik kökenli amfibolit türü kayaçlardan oluşmakta olup, mikaşist türü kırıntılı kökenli kayaçlar da tespit edilmiştir (ör. Çelik ve Delaloye, 2003; 2006; Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2007).



Şekil 1.12. Türkiye ofiyolit ve kenet kuşakları haritası (Çelik ve diğ., 2011’den değiştirilerek alınmıştır)

İç Toros Kenedi’nin varlığını savunan araştırmacılar bu kuşak boyunca yüzeyleyen ofiyolitlerin söz konusu okyanustan türediklerini ileri sürmektedir (ör. Robertson ve diğ., 2009; Parlak et al. 2013). Bu ofiyolitlerin Geç Kretase döneminde İç Toros okyanusunun kuzeye doğru yitirilmesiyle meydana geldiğini savunmaktadırlar (ör. Robertson, 2004; Pourceau ve diğ., 2010; 2013; Parlak ve diğ., 2013). Ofiyolit tabanı metamorfite gerçekleştirilen hassas jeokronolojik çalışmalar sonucunda 91-93 My arasında değişen başkalaşım yaşları elde edilmiştir (ör. Çelik ve diğ., 2006). İç Toros Kenedi kuşağını temsil ettiği düşünülen yitim zonu üstü ofiyolitlerinin (ör. Parlak ve diğ., 1996, 2013; Bağcı ve diğ., 2006; Aldanmaz ve diğ., 2012) kabuk kesiminden yapılan radyometrik tarihlendirmeler ise metamorfik taban kayaçlarına kıyasla daha geniş bir dönemi yansıtmaktadırlar. Parlak ve diğ. (2013)’te yapmış oldukları

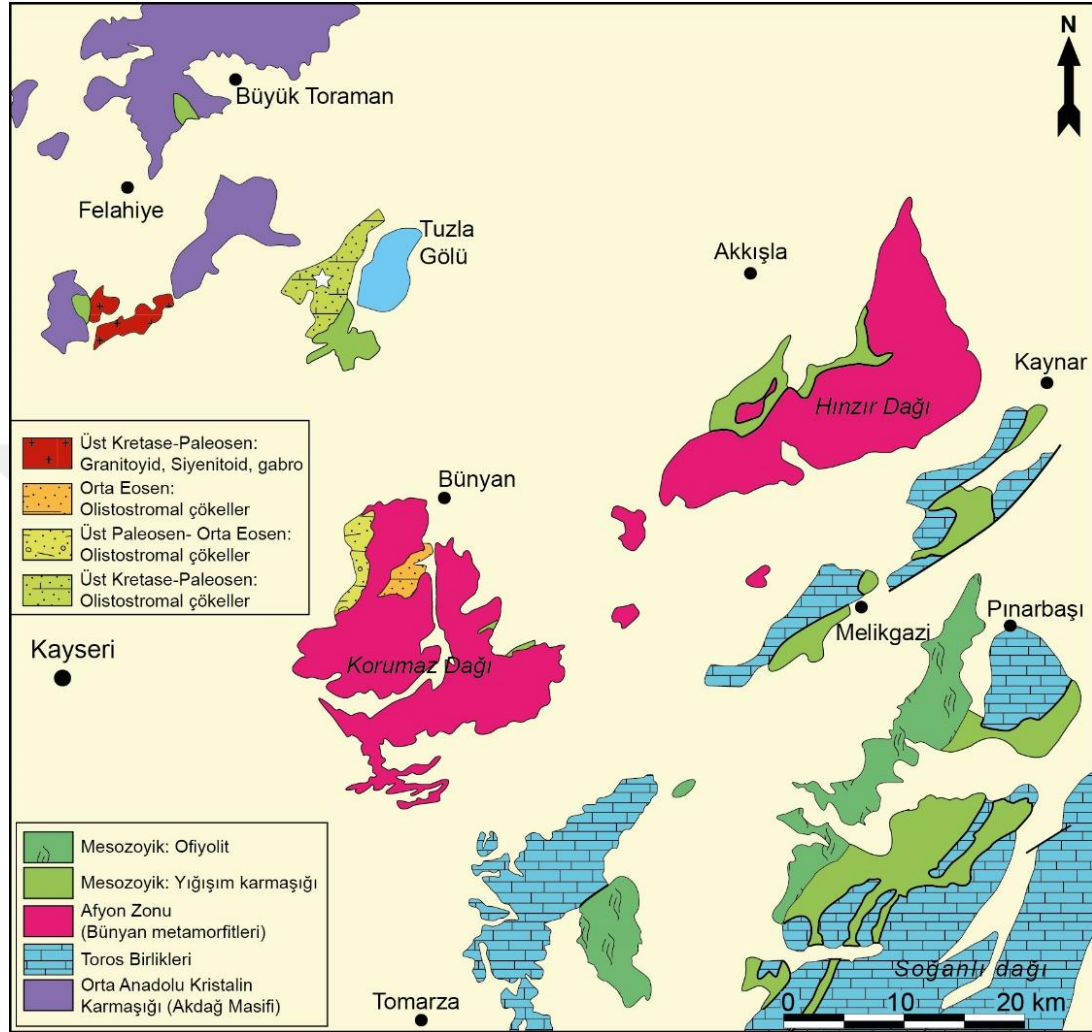
çalışmasında İç Toros kenet zonu boyunca yüzeyleyen ofiyolitlerin (Mersin, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve Divriği ofiyolitlerinin) kabuk kesimlerinden U/Pb yöntemiyle 88-69 My arasında değişen zirkon kristallenme yaşları elde etmişlerdir. Aynı araştırmacılar ofiyolit tabanı metamorfite ve manto peridotitlerini kesen dolerit dayklarından ise sırasıyla 75 ve 69 My oluşum yaşları elde etmişlerdir. Araştırmacılar bu veriler doğrultusunda, İç Toros Okyanusal alanındaki okyanus içi dayk gelişim süreçlerinin Geç Kretase döneminin sonuna kadar devam ettiğini öne sürmüşlerdir. İç Toros Kenedi'nin olmadığını ileri süren araştırmacılar ise ofiyolit ve yığılım karmaşıklarının Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın üzerinden ilerleyerek, güneye doğru taşınmış ve Anatolid-Toridlerin üzerine yerleşmiş olduklarını düşünmektedirler. Bu düşüncüyü savunan araştırmacılar, tüm bu ofiyolitleri ve yığılım karmaşıklarını İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun bir parçası olarak değerlendirmektedirler.

1.5. Önceki Çalışmalar

Bu bölümde doktora tez sahası ve konusuyla doğrudan ilgili kayaç gruplarına ait literatürdeki çalışmaların özeti sunulmuştur. Doktora tezi kapsamında çalışılan alanlar genel kapsamda coğrafik olarak Orta Anadolu bölgesinin Kayseri ili sınırları içerisinde, jeolojik olarak ise doğuda Doğu Toroslar, kuzeybatıda ise Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı arasında yer almaktadır. Bahsi geçen bu alanlarda, üç farklı tektonik birliğin varlığından bahsedilmektedir. Bu tektonik birlikler KB'dan GD'ya doğru Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Akdağ Masifi), Afyon Zonu (Bünyan Metamorfite) ve Toroslar'a ait metamorfik ve metamorfik olmayan kayaç gruplarından meydana gelmektedir (Şekil 1.13). Bu alanlar boyunca yüzeyleyen ofiyolitik dilimler ve yığılım karmaşıkları, bu birlikler üzerinde tektonik olarak yer almakta ve başlıca ofiyolit manto ve kabuk kesimini temsil eden ultramafik kayaçlar, gabro, bazalt ve okyanus içi süreçlerde meydana gelen metamorfik kayaç (ör. mavişist) türlerini kapsamaktadır (ör. Kaaden, 1966; Bingöl, 1974; Özgül, 1976; Özer ve diğ., 1984; Dirik ve diğ., 1999; Vergili ve Parlak, 2005).

Çalışma sahasının kuzey bölümünü temsil eden ve Akdağ Masifi'ne ait metamorfik kayaçlar Geç Kretase döneminde bölgesel metamorfik koşullarda başkalaşıma maruz kalmış Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfite (ör. amfibolit, gnays, mermer) ve bu metamorfite kesen Üst Kretase yaşlı granitoid ve siyenitoid

sokulumlarından meydana gelmektedir (ör. Alpaslan, 1993; Göncüoğlu ve diğ., 1994; Dirik ve diğ., 1999).



Şekil 1.13. Doktora çalışma sahasının sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve yer bulduru haritası (MTA, 2002 ve Dirik ve diğ., 1999'dan değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma sahası içerisinde yer alan bölgesel metamorfik kayalara dair yapılan çalışmalar saha gözlemleriyle sınırlıdır. Örneğin, Özaksoy (1993), bu alandaki metamorfik kayaların mikaşist, fillit, mermer ve gnays türü kayalardan meydana geldiğini rapor etmiştir. Aynı alandaki metamorfik kayaları Dalkılıç ve diğ., (2007) alt üyelere ayırmıştır. Kayaç türüne göre yaptıkları ayırtta başlıca üç farklı formasyonun varlığından bahsetmişlerdir. Bunlardan ilkinin gnays, biyotit-şist, amfibolit ve mermer türü kayalardan meydana gelen Kaleboynu Formasyonu (Göncüoğlu, 1981) adı altında rapor etmişlerdir. Ağırlıklı olarak amfibolit türü bazik kökenli kayalardan meydana gelen birimi ise Özerözü Formasyonu (Dökmeci, 1980)

adı altında değerlendirmişlerdir. Son olarak Bozçaldağ Formasyonu (Seymen, 1981) ismiyle ayırtladıkları birimin mermer, kalkışit, metaçört ve şistlerden meydana geldiklerini ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar bahsi geçen tüm bu metamorfik kayaçları granitler tarafından kesildiklerini belirtmişlerdir.

Çalışma sahası içerisinde yüzlek veren ofiyolitik kayaçlar başlıca serpantinitle, gabrolar ve bu kayaçları kesen doleritlerle temsil edilmekte olup, birçok araştırmacı tarafından yukarıda bahsi geçen Orta Anadolu ofiyolitleriyle deneştirilmektedir (ör. Göncüoğlu ve diğ., 1997b; Dirik ve diğ., 1999). Ancak, bazı araştırmacılar tarafından Felahiye kuzeyindeki (Büyük Toraman ve civarı) ultramafik ve gabroyik kayaçlar, Orta Anadolu Kristalin Karmaşığında ait metamorfite kesen sokulumlar olarak tanımlanmıştır (İlbeyli, 1993; Özaksoy ve Gökten, 1996). Diğer bir grup araştırmacı (Dalkılıç ve diğ., 2007) tarafından ise Felahiye kuzey ve güneyinde yer alan ofiyolitik kayaçlar Akdağ metamorfite'ne ait bazik ve ultrabazik kökenli metamorfite olarak nitelendirilmiştir.

Çalışma sahası içerisinde yer alan granitoid sokulumlarına dair yapılmış jeolojik çalışmalar diğer kayaç gruplarında olduğu gibi sınırlıdır. Boztuğ ve Tatar (2003) çalışmasında Felahiye bölgesindeki sokulum kayaçlarını Felahiye graniti olarak adlandırmıştır. Yapmış oldukları petrografik ve jeokimyasal analizlerle Felahiye granitinin iki mikalı S-tipi bir granit olduğunu öne sürmüşlerdir. Aynı araştırmacılar K-Ar tarihlendirme yöntemiyle granitlerden 66.6 ± 0.5 My ve 73.8 ± 0.5 My'a karşılık gelen soğuma yaşları elde etmişlerdir. Özaksoy, (1993) Silahtar köyü ve civarında yüzlek veren granitleri Silahtar meta-graniti olarak adlandırmış olup, söz konusu granit kütlelerinin yönlü dokular sergilediğini ve buna bağlı olarak metamorfik olarak değerlendirdiğini ifade etmiştir.

Çalışma sahasının orta bölümünde (Korumaz ve Hınzır dağları) Bünyan Metamorfite (Erkan ve diğ., 1978) olarak bilinen ve Afyon Zonu'yla deneştirilen metamorfik kayaçlar ile ofiyolitik ve metamorfik bloklar içeren yitim-yığışım karmaşıkları yer almaktadır. Bu alandaki Afyon Zonu'na ait kayaçlar başlıca, düşük dereceli başkalaşıma uğramış Karbonifer-Permiyen yaşlı rekristalize kireçtaşları ve bunların üzerine uyumsuzlukla Alt Triyas-Kretase yaşlı rekristalize kireçtaşları ve dolomitler ve onların üstüne, kumtaşı ve şeyl hamuru içerisinde yer alan rekristalize

kireçtaşı, ultramafit, talkşist, serpantinit, metadiyabaz, bazalt ve mavişist blokları içeren olistostromal birim gelmektedir (Erkan ve diğ., 1978; Özer ve diğ., 1984; Dirik ve diğ., 1999). Bu olistostromal birimin üzerine ise ofiyolitik dilimlerin tektonik olarak yerleştiği belirtilmektedir (Dirik ve diğ., 1999). Benzer kayaç grupları Hınzır Dağı'nda da Özer ve diğ. (1984) tarafından tanımlanmış, ancak bu alanlar metamorfik yitim-yığışım karmaşıkları olarak yorumlanmıştır. Bazı araştırmacılar çalışma sahasının kapsadığı Korumaz ve Hınzır dağlarının bir bölümünün Tavşanlı Zonu'na ait olabileceğini de ileri sürmüşlerdir (ör. Okay, 1986; Pourteau, 2011). Bu alandaki kayaçların Tavşanlı Zonu'yla deneştirilmesinin en büyük nedenlerinden biri, Kaaden (1966) ve Bingöl (1974) tarafından tespit edilmiş mavişistler içerisindeki lavsonit mineralinin varlığıdır. Çünkü, bahsi geçen bu mineral birçok araştırmacı tarafından Tavşanlı Zonu'na ait mavişist ve eklojitlerin karakteristik minerali olarak tanımlanmaktadır (ör. Okay, 2002; Davis ve Whitney, 2006; Çetinkaplan ve diğ., 2008). Ayrıca, Afyon Zonu'nda YB/DS başkalaşım koşulları yaygın olarak karfolit, yersel olarak sodik amfibol minerali içeren düşük dereceli metamorfik kayaçlarla tanımlanmakta ve bu zon içerisinde lavsonit minerallerinin varlığı bilinmemektedir (ör. Candan ve diğ., 2005; Pourtaeu ve diğ., 2010). Korumaz Dağı civarında metamorfik kayaçlar Orta Eosen yaşlı çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Dirik ve diğ., 1999). Ayrıca, Korumaz Dağı'nın batı kesimlerinde tektonik olarak metamorfitletlerin altında yer alan Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı çökel istif mevcuttur (Dirik ve diğ., 1999). Kırıntılı çökellerin hamur konumunda olduğu bu çökel istif içerisinde granit, mavişist, radyolarit, kireçtaşı (Permiyen, Mesozoyik ve Alt Eosen yaşlı), bazalt ve diyabaz bloklarının varlığından bahsedilmiştir (Göncüoğlu ve diğ., 1995; Dirik ve diğ., 1999). Tuzla Gölü batısı, çalışma sahasının orta bölümünde yer alan diğer bir alan olup, Dirik ve diğ., (1999) tarafından Tuzla Formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu alanda ultramafitler, gabrolar ve dolerit dayklarından oluşan ofiyolitik istif, Üst Kretase-Paleosen yaşlı olistostromal çökel istif tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü ileri sürülmektedir (Dirik ve diğ., 1999). Aynı alan Kara ve Dönmez, (1990) tarafından Çiçekdağ Formasyonu adı altında incelenmiş olup, yukarıdakine benzer kayaç litolojilerinin varlığından bahsedilmiştir. Araştırmacılar Çiçekdağ Formasyonu'nun olistostromal çökelden ziyade ofiyolitik melanj niteliğinde olduğunu rapor etmişlerdir (Dalkılıç ve diğ., 2007; Dalkılıç, 2009). Tuzla Gölü'nün batısında yer alan volkanik kayaçları Dönmez ve diğ., (2005)

Karaboğazdere gabrosu adı altında incelemiştir. Söz konusu volkanitlerin ağırlıklı olarak gabrolardan meydana geldiğini ve oldukça kataklazmaya maruz kalmış, bozmuş kayaçlardan meydana geldiğini vurgulamışlardır. Bu volkanik kayaçları Kara ve Dönmez, (1990) çalışmasında Çiçekdağ Formasyonu'nun bir parçası olarak değerlendirmişlerdir.

Çalışma alanının en güneyinde ise Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarında yüzlek veren ofiyolit ve yığışım karmaşıkları diğer alanlardan farklı olarak Toroslar'ın Bozkır Birliği'yle temsil edilmektedir (Özgül, 1976). Bu alandaki ofiyolitik kayaçların en tipik yüzlek alanlarını oluşturan Pınarbaşı Ofiyoliti, Vergili ve Parlak, (2005) tarafından jeokimyasal çalışmalarla yitim zonu üstü karakterli olarak tanımlanmıştır. Aynı ofiyolitik kütlelerin metamorfik taban kayaçlarından yaptıkları jeokimyasal çalışmalarla bu metamorfiklerin farklı jeodinamik ortamlardan (ör. E-MORB, OIB) türediklerini öne sürmüşlerdir (Vergili ve Parlak, 2005). Ayrıca, aynı araştırmacılar metamorfik taban kayaçlarına ait amfibolitlerden K-Ar yöntemiyle yaptıkları tarihlendirme çalışması sonucunda 107.3 ± 3.0 My ve 102.2 ± 2.9 My'lık soğuma yaşları elde etmişlerdir. Diğer yandan, Parlak ve diğ., (2013) Pınarbaşı ofiyolitinin kabuk kesimini kesen dolerit daykından U-Pb yöntemiyle 65 My civarına tekabül eden zirkon yaşı elde etmişlerdir. Pınarbaşı güneyinde yer alan yığışım karmaşıkları içinde ise peridotit, gabro, bazalt ve metamorfik kayaçların varlığı farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (ör. Özer ve diğ., 1984; Vergili ve Parlak, 2005).

2. UZAKTAN ALGILAMA

Uzaktan algılama Dünya üzerinden uzaya gönderilen uydulara montelenmiş olan cihazlar kullanılarak yeryüzünde bulunan nesnelere ilgili olarak zamansal ve mekânsal veri kaydetme işlemlerini temsil etmektedir. Son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojisi ile yerbilimleri uygulamalarında da uzaktan algılama yöntemlerinin önemi artmaya başlamıştır. Jeolojik çalışmalarda uzaktan algılama yöntemleri, birçok araştırmacı tarafından yeryüzünün coğrafi özelliklerin, jeolojik yapıların ve maden kaynaklarının tespit edilmesi gibi alanlarda yaygınca kullanılmaktadır (ör. Abdeen ve diğ., 2001; Ninomiya, 2002; 2003; 2004; Rowan ve Mars, 2003; Rowan ve diğ., 2005; Khan ve diğ., 2007; Amer diğ., 2010; Gabr ve diğ., 2010; Gad ve Kusky., 2007; Pournamdari ve diğ., 2014; Özkan ve diğ., 2018; Rajendran ve diğ., 2013; 2018; Çörtük ve diğ., 2020).

Uzaktan algılama yöntemleri, doktora tez kapsamında jeolojik haritalama alanları içerisinde ilgili kayaçların ASTER L1T ve LANDSAT-8 uydu görüntülerine uygulanan çeşitli görüntü işleme teknikleri ve gerçekleştirilen saha çalışmalarıyla birlikte hazırlanan jeoloji haritalarının sahadaki hazırlık süreçlerini kolaylaştırma imkânı sağlanmıştır. Önceki çalışmalarda, uzaktan algılama teknikleri jeolojik haritalama çalışmaları kapsamında birçok farklı araştırmacı tarafından yaygınca kullanılmaktadır (ör. Gad ve Kusky, 2007; Gürsoy, 2019; Hewson ve diğ., 2001; Khan ve diğ., 2007; Özkan, ve diğ., 2018; Pour ve diğ., 2019; Pournamdari, ve diğ., 2014; Rajendran ve diğ., 2013; Rowan ve Mars, 2003; Xiong ve diğ., 2011; Çörtük ve diğ., 2020). Örneğin, Abdeen ve diğ., (2011) çalışmasında Mısır'ın güneyinde yer alan ofiyolitik, granitik ve metamorfik kayaçları ASTER L1T uydu görüntülerinin çeşitli bant kombinasyonlarını kullanarak haritalamıştır. Khan ve diğ., (2007) tarafından kullanılan Landsat görüntülerine ait bant oranları Pakistan'da bulunan Müslim Bagh ofiyolitinin haritalanmasında olumlu sonuçlar sağlamıştır. Türkiye'nin kuzeyinde bulunan İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağındaki Sivas bölgesinde, Özkan ve diğ., (2018) yaptıkları çalışmayla yığılım karmaşığına ait kayaç gruplarını ASTER uydu görüntülerini kullanarak oluşturdukları hibrit bant kombinasyonlarıyla başarılı şekilde

haritalamışlardır. Doktora tez kapsamında sahada hazırlanan jeolojik haritalama çalışmalarını kolaylaştırmak amacıyla kullanılan ASTER L1T ve LANDSAT-8 uydu görüntüleri (Precision Terrain Corrected Registered At-Sensor Radiance) ücretsiz olarak kamuya açık olup NASA'nın LP DAAC (Land Processes Distributed Active Archive Center) arşivi üzerinden ulaşılabilir. Aynı alana dair farklı tarihlerde elde edilmiş birden fazla görüntü bulunmasından dolayı, bu görüntülerin seçimi esnasında düşük bulut alanına sahip olması ve yağışın olmaması gibi meteorolojik durumlara dikkat edilmesi önemlidir. Seçilmiş olan ham görüntüler üzerinde görüntülerin üç boyutlu hale getirilmesi, görüntü işleme tekniklerinin uygulanması ve elde edilen görüntülerin kıyaslanması ENVI 4.5 programı yardımıyla yapılmıştır.

ENVI 4.5 programı yardımıyla uygulanan yöntemlerle görüntüler üzerinde karanlık nokta çıkarımı (Dark Subtrack), en düşük parazit bölümlenmesi (Minimum Noise Fraction, MNF), temel bileşen analizi (Principal Component Analysis-PCA), bant oranlama (Band Ratios), ve lineer germe gibi işlemlerden geçirilmiştir. Bu bantlardan ASTER'in ilk dokuz bandına, en düşük parazit bölümlenmesi ve temel bileşen analizi gibi görüntü işleme yöntemleri uygulanmıştır. Landsat-8 uydu görüntülerinde ise en düşük parazit bölümlenmesi ve temel bileşen analizi yöntemi ilk sekiz banda uygulanmıştır.

Kayaçların kimyasal bileşimlerine göre hassasiyet gösteren ve ASTER'in son beş bandını temsil eden termal bantlara (TIR) ise yayma normalizasyonu işlemi uygulanmıştır. Bu işlem sonrasında bant oranlama tekniği kullanılarak, mafik indeks, karbonat indeksi ve kuvars indeksi görüntüleri elde edilmiştir (ör. Ninomiya, 2002). Bu tekniğin kullanılma amacı çalışma sahası içerisindeki ofiyolitik kayaçların bölgesel ölçekte ayırdını sağlamaktır.

2.1. ASTER L1T ve LANDSAT-8 Uydu Görüntüleri

Terra platformunda bulunan ve Aralık 1999'da fırlatılan ASTER sensörü 3 adet görünür-yakın kızılötesi (VNIR) (0.52 ve 0.86 μm frekanslarında 15 m mekansal çözünürlüğe sahip) 6 adet kısa dalga-kızılötesi (SWIR) (1.6 ve 2.43 μm frekanslarında 30 m mekansal çözünürlüğe sahip) ve 5 adet termal-kızılötesi (TIR) (8.12 ve 11.65 μm frekanslarında 90 m mekansal çözünürlüğe sahip) spektral aralıkta bulunan 14 banttandır.

LANDSAT uyduları programı 1972 yılında yeryüzündeki doğal kaynakların incelenmesi ve tespit edilmesi amacıyla NASA tarafından başlatılmıştır. İlk LANDSAT uydusu Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu ismiyle 23 Temmuz 1972 yılında uzaya fırlatılmıştır (URL-3). Bu uyduyu takiben ilk kuşak LANDSAT programı dahilindeki iki uydü 21 Şubat 1975 ve 5 Mart 1978 tarihlerinde yörüngeye oturtulmuştur. RBV 3 banda (0.475-0.575 mm; 0.58-0.68 mm ve 0.69-0.83 mm) sahipken, MSS 0.5-0.6 mm, 0.6-0.7 mm, 0.7-0.8 mm, 0.8-0.11 mm dalga boylarını kapsayan dört banda sahiptir. İkinci kuşak Landsat uyduları, 1982 yılında LANDSAT 4 ile başlayarak, RBV yerine daha gelişmiş algılayıcı seti olan geliştirilmiş geometrik çözünürlüklü (30x30 m²) ve termal sıcaklığı ölçen bir bantta dahil olmak üzere 7 bantlı spektral çözünürlüklü bir konulu haritalayıcıya; Thematik Mapper'e (TM) sahiptir. Önceki uydularda 18 gün olan tekrar devri bu uydularda 16 gündür. Çok bantlı spektral algılayıcı (MSS) bu uydularda da bulundurulmuştur (URL-3). LANDSAT 7 Geliştirilmiş Thematic Mapper Tarayıcısı taşımaktadır. Standart 7 banta ek olarak 15m çözünürlüğe sahip pankromatik bant (0.50-0.90 pm) eklenmiştir. Bunlara ek olarak Termal Band'ın çözünürlüğü de 60 m'ye indirilmiştir (URL-4). LANDSAT uyduları programındaki son uydü ise (LANDSAT-8) 11 Şubat 2013 tarihinde fırlatılmıştır.

2.2. Haritaların Hazırlanması Aşamasında Uygulanan Teknikler

2.2.1. Bant oranlama tekniği

Çok bantlı uydü görüntülerinde, hedeflenen özellikleri taşıyan nesnelere diğer nesnelere ayırt etmek amacıyla bant oranlama teknikleri uygulanmaktadır. (ör. Ninomiya, 2002; Abdee ve diğ., 2001; Hewson ve diğ., 2001; Rowan ve diğ., 2005; Volesky ve diğ., 2003; Özkan ve diğ., 2018).

Bu yöntem ofiyolitik kayaçların ve maden yataklarının haritalanmasında önemli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bir görüntünün belirli bir bandında bulunan piksel parlaklık değerleri ve bunlara karşılık gelen farklı bir banttaki piksel parlaklık değerleri arasında aritmetik işlemlerin uygulanmasıyla elde edilen yeni piksel değerlerinin oluşumu oranlama olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem sonucunda elde edilmiş olan yeni görüntülere ise oran görüntüsü denir (ör. Ninomiya, 2002).

Oran görüntüleri, karanlık nokta çıkarımı işlemi gerçekleştirildikten sonra ilgili kayaçların belirginliklerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmıştır. Buna bağlı olarak haritalama sahası içerisinde ilgili kayaç gruplarının haritalanmasında faydalı etki gösteren görüntüler seçilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

2.2.2 Temel bileşen analizi (PCA)

Temel bileşen analizi, aralarında karşılaştırma bulunan değişkenler setini, bulunmayan diğer değişkenler setine dönüştüren istatistiksel bir yöntemidir. İlk PC görüntüsü (PC1) tüm orijinal bantların ağırlıklı pozitif toplamı olup, maksimum veri çeşitliliği içermektedir (ör. Sabins, 1987). Diğer bir PC görüntüsü olan ikinci PC (PC2) PC1'e kıyasla daha az çeşitlilik içermekte olup son PC görüntüsü ise minimum veri çeşitliliği ve gürültüsünü barındırmaktadır (ör. Sabins, 1987). Bu dönüşümün kullanılmasıyla spektral fazlalığı indirgemek ve buna bağlı olarak mevcut verinin boyutunu azaltarak daha faydalı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.

PCA tekniği ASTER uydu görüntüsünün VNIR ve SWIR, Landsat-8'in ise altı bandına uygulanmaktadır. Söz konusu analiz, benzer verileri sıkıştırarak veri tekrarını önlemekte olup orijinal veriden daha yorumlanabilir bir görüntü elde edilmesini sağlamaktadır. Bu teknik ofiyolitik, granitik kayaçların ve hidrotermal alterasyon minerallerinin yorumlanmasında ve tanımlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (ör. Khan ve diğ., 2007).

2.2.3. Minimum parazit bölümlenmesi (MNF)

Minimum parazit bölümlenmesi (MNF), veri kümesindeki uyumsuzluk meydana getiren bantlardan gelen parazitleşmiş baskın spektral bantların ayrılmasını sağlayan görüntü işleme yöntemidir. Bu yöntem ASTER uydu görüntülerinin SWIR bantları üzerinde faydalı sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır (ör. Kalinowski ve Oliver, 2004). Bu çalışmada MNF görüntüleri ASTER uydu görüntüsünün VNIR ve SWIR bantlarına uygulanmış olup ilgili görüntülere ait sonuçlar aşağıda aktarılmıştır.

2.2.4 Termal bantlarla oluşturulan spektral indisler

Termal (TIR) emisyon özellikleri ölçebilmesinden dolayı bu bantlar jeolojide, ofiyolitik kayaçların haritalanmasında, maden yataklarını da meydana getiren

altreasyon zonlarının tespit edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. TIR bantları ASTER uydu görüntüsünün son beş bandını meydana getirmekte olup görüntülerin çözünürlüğü 90 metredir (ör. Abrams ve diğ., 2002).

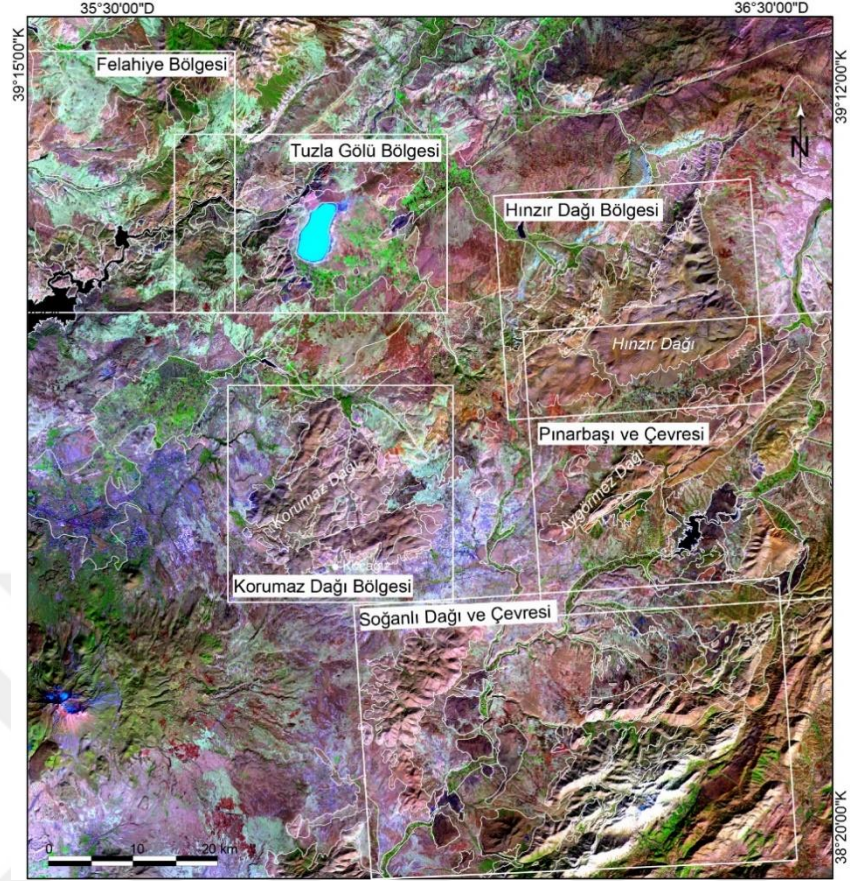
Ninomiya (2002) çalışmasında termal kızıl ötesi bantlara farklı indeksleri kullanılarak ilgili kayaç gruplarının sınırlarını belirlemek amacıyla uygulamalar gerçekleştirilmiş ve olumlu sonuçlar elde etmiştir. Diğer bir yandan, Ninomiya ve diğ. (2005)'de ASTER'in TIR bandlarını kullanarak silikat ve karbonatlı kayaçları ayırt etmek için Kuvars indeksi (QI), Karbonat indeksi (CI) ve Mafik indeksi (MI) olmak üzere farklı spektral indeksler önerilmiştir.

Uygulanan indeksler mafik indeks: band12/band13, karbonat indeksi: band13/band14 ve kuvars indeksi: $(\text{band11} \times \text{band11}) / (\text{band10} \times \text{band12})$ şeklindedir (Ninomiya ve diğ., 2005). Kayaçların silika içerikleri azaldıkça, spektral emilim termal bölgede daha uzun dalga boylu alanına doğru ilerlemektedir. Dolayısıyla, kayaçların silika içerikleri ne kadar yüksekse, daha uzun dalga boylarındaki yayılım değerleri de o kadar yüksektir. Bu indeksler oluşturularak hazırlanan görüntüler çalışma sahası içerisinde yer alan ofiyolitik kayaçların bölgesel ölçekte ayırdını yapmak amacıyla kullanılmış olup, elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

2.3. Bölgelere Göre Sınıflanan Sonuç Görüntüleri

Doktora çalışma sahası içerisinde yer alan haritalama alanları Landsat-8 R:B7 G:B5 B:B2 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsünde gösterilmiştir (Şekil 2.1).

Çalışma sahasında daha önceki bölümde bahsedildiği üzere kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Felahiye Bölgesi, Tuzla Gölü Bölgesi, Korumaz ve Hınzır Dağları Bölgesi ve Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi olarak adlandırılmış ve haritalama alanları da bu başlıklar altında sunulmuştur. Haritalama alanları içerisinde bitki örtüsü büyük oranda bulunmamaktadır (Şekil 2.1). Buna bağlı olarak uzaktan algılama tekniklerinin uygulanmasıyla, daha kolay ve verimli sonuçlar elde edilmiştir.



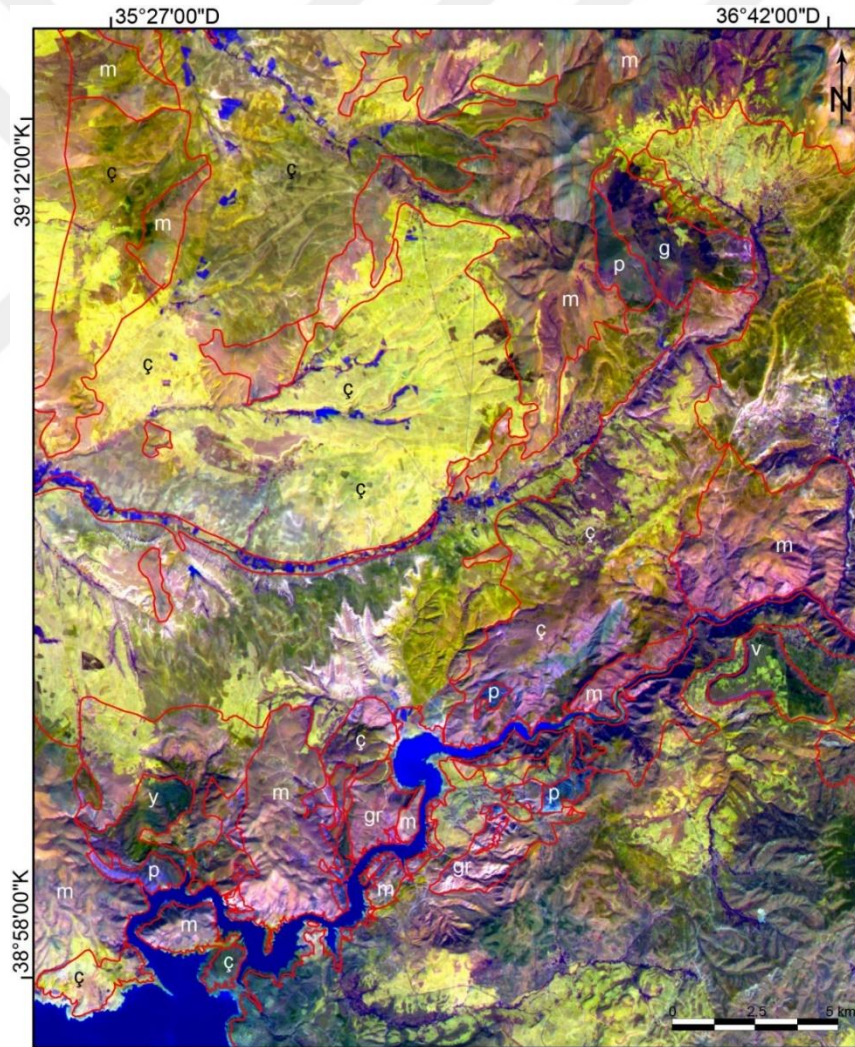
Şekil 2.1. Landsat-8 R:B7 G:B5 B:B2 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş ve çalışma sahası içerisindeki haritalama alanlarını gösteren yalancı renk kompozit görüntüsü

2.3.1. Felahiye Bölgesi

Felahiye bölgesinde doktora tez çalışması kapsamındaki ilgili kayaç grupları başlıca ofiyolitler, metamorfik kayaçlar ve granitoid sokulumlarıyla temsil edilmektedir. Bu bağlamda uzaktan algılama çalışmaları için Felahiye bölgesinde yer alan kayaç gruplarını ayırtlamak amacıyla iki adet görüntü seçilmiştir. Seçilen görüntülerden birincisi ASTER R:B4 G:B2 B:PC6 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş hibrit görüntüdür (Şekil 2.2). Diğer görüntü ise ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı kompozit görüntüdür (Şekil 2.3). Diğer bir yandan, Felahiye bölgesi içerisinde yer alan ve geniş yüzlek alanlarına sahip olan ofiyolitik kayaçların diğer kayaç gruplarından ayrılmasını sağlamak amacıyla ASTER'in termal görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 2.4).

ASTER R:B4 G:B2 B:PC6 bant kombinasyonu ile oluşturulan görüntü incelendiğinde, haritalama alanı içerisinde geniş yüzlek alanlarına sahip olan Eosen ve sonrası yaşa

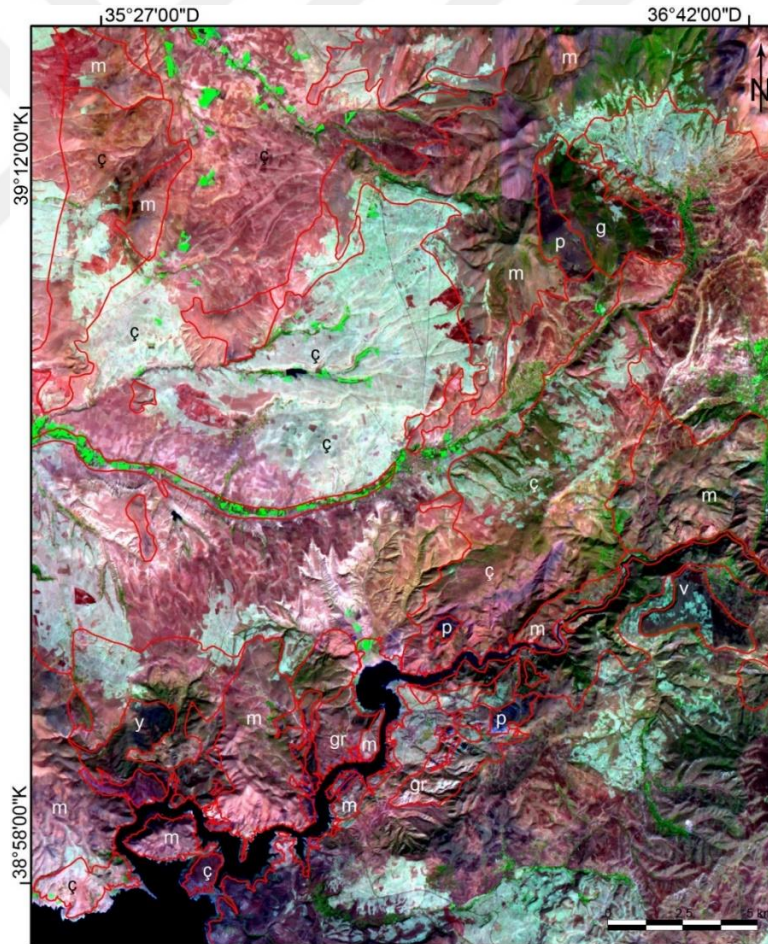
sahip genç çökel kayaçların sarı ve daha açık tonlardaki renklerle diğer litolojilerden ayırt edildiği görülmektedir (Şekil 2.2). Felahiye bölgesinin yaklaşık orta bölümlerinde ve kuzey bölümünde gözlenen ofiyolitik kayaçlar sunmuş oldukları mavi renk tonlarıyla diğer kayaç gruplarından ayırtlanabilmektedir (Şekil 2.2). Kızılırmak nehrinin güney bölümünde yüzlek veren granitik kayaçlar yakın civarındaki ofiyolitlere kıyasla daha açık tonlarda gözlenmektedir (Şekil 2.2). Haritalama alanının kuzey bölümünde yer alan ofiyolit dilimi ultramafik ve gabroyik kayaçlardan meydana gelmektedir. Bu alanda yüzlek veren ofiyolite ait gabrolar mineral parajenezi farklılıklarından dolayı ultramafiklere göre daha koyu tonlarda yansıma sunmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. ASTER R:B4 G:B2 B:PC6 bant kombinasyonu ile oluşturulan yalancı renk hibrit görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, v; volkanik kayaçlar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, gr; granit, m; metamorfik kayaçlar, y; yığılım karmaşığı

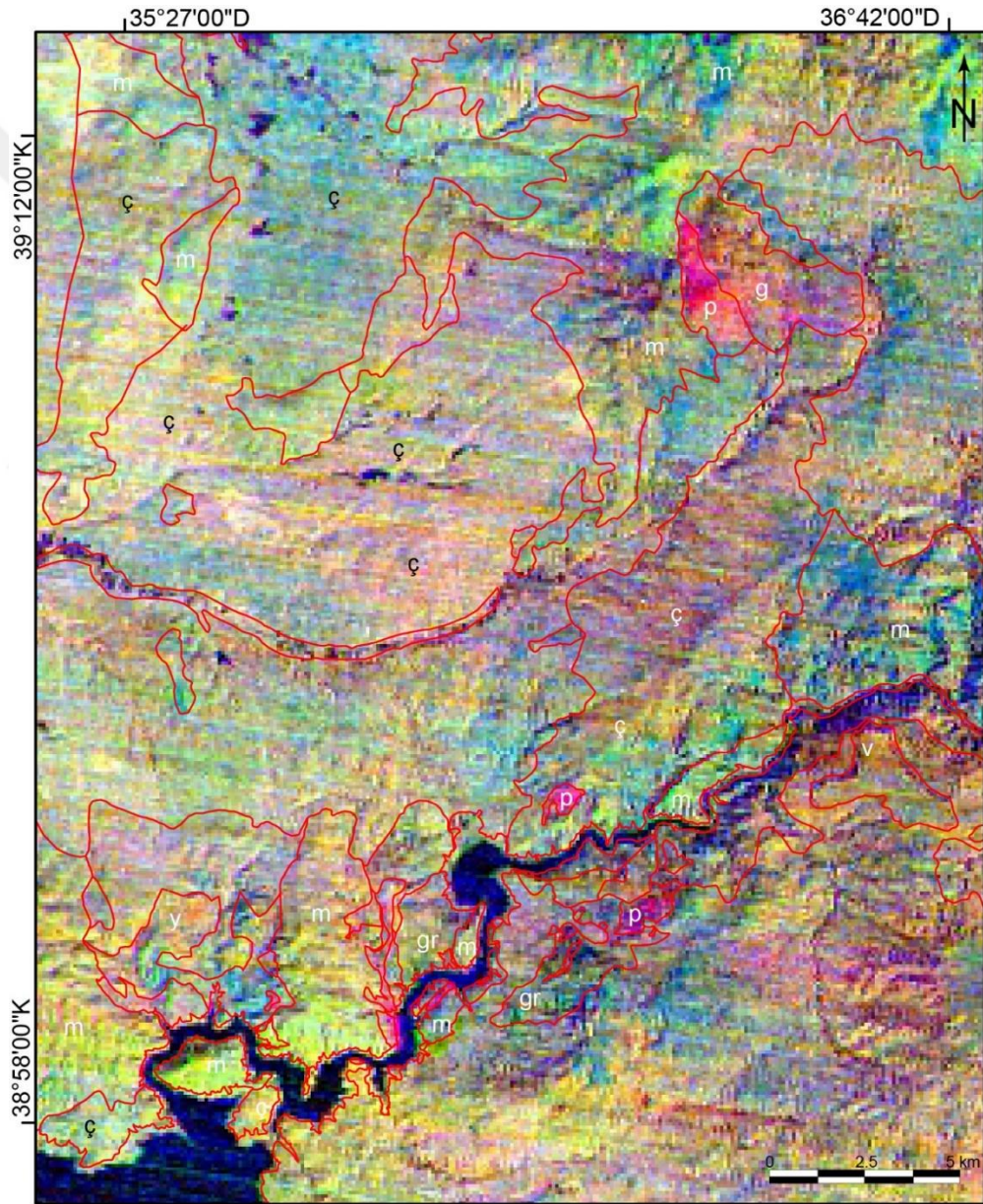
Felahiye bölgesi içerisinde yer alan masife ait metamorfik kayalar genel olarak mor ve tonlarıyla temsil edilmektedir (Şekil 2.2). Diğer bir yandan söz konusu metamorfik kayaların foliasyonlu yapılarıyla da diğer kayalardan kolaylıkla ayırt edilebildiği görülmektedir (Şekil 2.2). Haritalama alanının batı bölümünde yer alan ve içerisinde farklı bloklar barındıran yığılım karmaşığı niteliğinde bir bölüm yer almaktadır. Bu alanda yer alan kayaların sunmuş olduğu koyu mavi renk diğer litolojilerden ayırt edilmesini sağlamaktadır (Şekil 2.2).

Felahiye bölgesi için seçilen diğer bir görüntü ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsüdür. Bu bant kombinasyonu ile oluşturulan görüntüde ofiyolitik kayalar diğer görüntüye benzer şekilde koyu mavi ve tonlarıyla ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulan yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, gr; granit, m; metamorfik kayalar, y; yığılım karmaşığı

Metamorfik kayalar ise kısmen daha açık mor renge sahip olup, bu görüntüde de foliasyonlu yapıları görülebilmektedir (Şekil 2.3). Özellikle Kızılırmak nehri kuzey bölümünde yer alan metamorfik kayalar baskın olarak mermer türü kayalarla temsil edilmektedir. Buna bağlı olarak diğer metamorfik kayalardan daha açık yansıma renkleri sunmaktadırlar (Şekil 2.3). Eosen ve sonrası yaşa sahip olan genç çökel kayalar bu görüntüde pembe ve tonlarıyla ayırtlanmaktadır (Şekil 2.3). Felahiye bölgesi Obruk köyü civarında yer alan granitik kayalar ise açık yansıma renkleriyle civarında yer alan ofiyolitik kayalardan ayırt edilmektedir (Şekil 2.3).

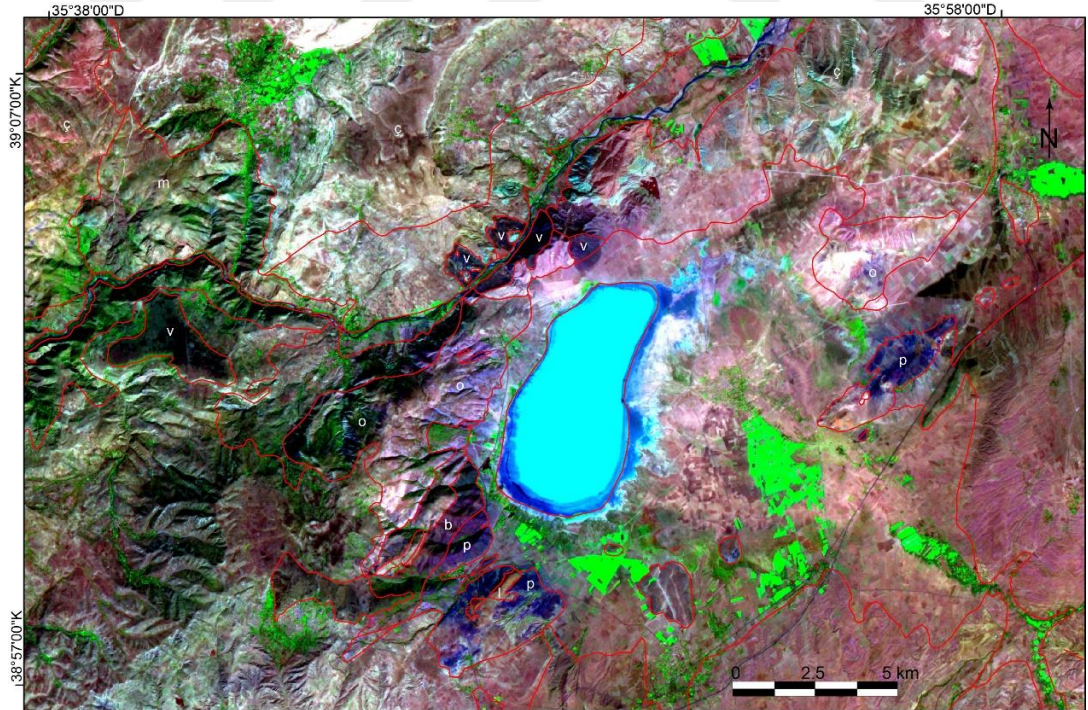


Şekil 2.4. ASTER spektral indiksler yardımıyla oluşturulan termal görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, gr; granit, m; metamorfik kayalar, y; yığışım karmaşığı

ASTER uydu görüntüsünün TIR bantlarına uygulanan spektral indeks yöntemi ile oluşturulan termal görüntü ofiyolitik kayaçların ayırtlanmasında önemli bir araç olarak kullanılabilir. Söz konusu görüntü kullanılarak ofiyolitik istifin manto bölümünü temsil eden ultramafik kayaçların sunduğu kırmızı renk ile diğer litolojilerden kolaylıkla ayırt edilmesini sağlanmaktadır (Şekil 2.4).

2.3.2. Tuzla Gölü Bölgesi

Tuzla gölü bölgesinde haritalama alanı içerisinde ofiyolitik kayaçlar, kırıntılı ve karbonatlı çökel kayaçlar ve volkanitler yer almaktadır. Söz konusu kayaç gruplarını ayırtlamak amacıyla iki adet ASTER görüntüsü hazırlanmıştır. Felahiye bölgesinde de kullanılan ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu Tuzla gölü bölgesi içinde seçilmiş ve ilgili kayaç gruplarının ayırtlanmasında olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 2.5). Bu görüntüde bitki örtüsü yeşil renklere görülmektedir (Şekil 2.5). Tuzla gölü bölgesinde ilgili kayaç gruplarını belirlemek amacıyla seçilmiş diğer bir görüntü ASTER R:BR3/4 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonuna sahip yalancı renk kompozit hibrit görüntüsüdür (Şekil 2.6).



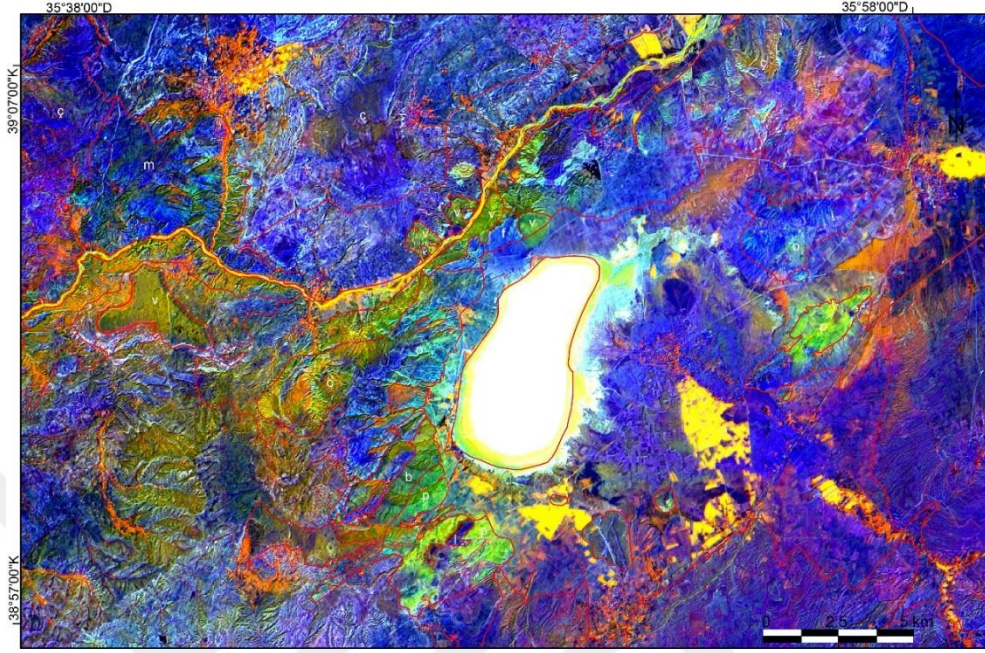
Şekil 2.5. ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile hazırlanmış olan yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, v; volkanik kayaçlar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt-çamurtaşı, o; olistostromal birim m; metamorfik kayaçlar, f; filiş istif

ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile hazırlanan yalancı renk kompozit görüntüsünde Tuzla gölü bölgesi içerisinde yer alan serpantinize peridotitler mavi renkleriyle diğer litolojilerden ayırt edilmektedir (Şekil 2.5). Tuzla gölü güneybatısında yer alan ofiyolit kütleleri diğer alanlardan farklı olarak mor yansıma sunmaktadır (Şekil 2.5). Bunun sebebi saha gözlemlerinde tespit edilen dolerit dayklarının yoğunluğuna bağlı olarak ultramafik kayaların büyük oranda maskelenmiş olmasından meydana gelmektedir. Bahsi geçen ofiyolit diliminin üst bölümleri bazalt ve çamurtaşları ile temsil edilmektedir. Bu alanda yer alan bazalt ve çamurtaşları serpantinize peridotitlere kıyasla daha koyu yansıma rengine sahiptirler (Şekil 2.5). Tuzla gölü güneyinde ofiyolitlerle ilişkili olarak oluşmuş lisvenit dilimi yüzlek vermektedir. Söz konusu kayaç kahverengi yansıma rengi ile çevresindeki diğer kayaçlardan ayırt kolaylıkla ayırt edilmektedir (Şekil 2.5). Genç çökel kayalar ise Felahiye bölgesine benzer şekilde pembe tonlarıyla diğer kayaçlardan ayırt edilmektedir. Volkanik kayalar R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsünde siyaha yakın koyu renklerde görülmektedir (Şekil 2.5). Tuzla gölü kuzeybatısında yüzlek veren filiş istif bulunmaktadır. Bu alanda yer alan istif volkanik kayalara kıyasla açık tonlarda yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.5).

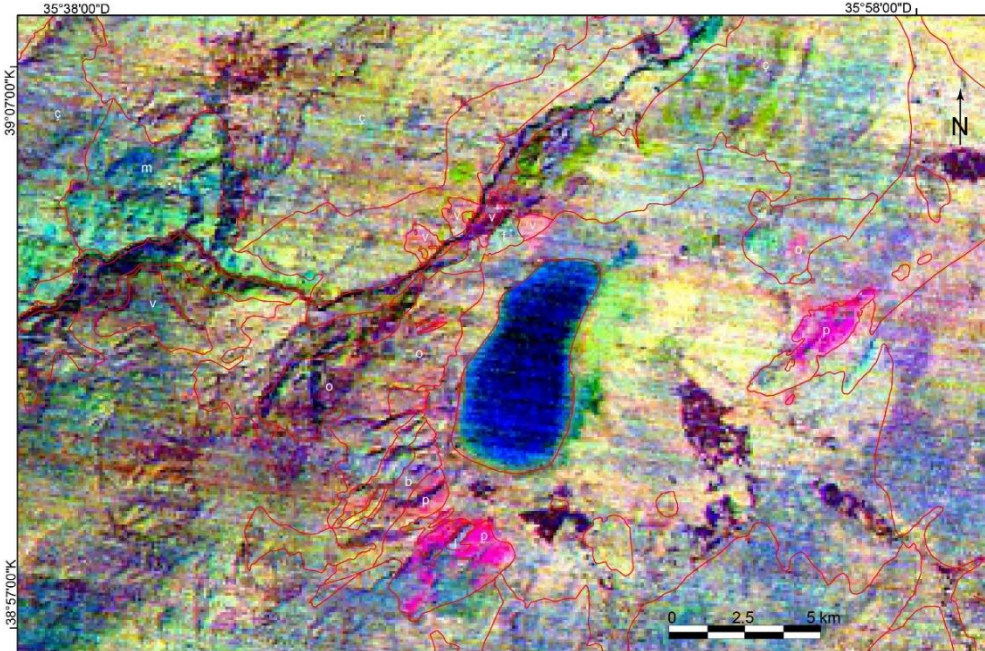
ASTER R:BR3/4 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulan hibrit görüntü Tuzla gölü bölgesi için genellikle mavi yansıma renkleri sunmaktadır (Şekil 2.6). Ancak, ilgili kayaç grupları farklı yansıma tonlarıyla ayırt edilebilmektedir. Söz konusu bant kombinasyonu ile oluşturulan görüntüde bitki örtüsü sarı renk ile temsil edilmektedir (Şekil 2.6). Tuzla gölü bölgesinde yüzlek veren ofiyolitik kayalar bu bant kombinasyonunda yeşil ve tonlarında yansımalar sunmaktadır (Şekil 2.6). Tuzla gölü güneyinde yer alan lisvenit dilimi ise mavi yansıma rengiyle çevre kayaçlardan ayırt edilmektedir (Şekil 2.6). Bölgede yüzlek veren volkanik kayalar kahverengi tonuyla diğer litolojilerden ayırt edilmektedir (Şekil 2.6).

Tuzla gölü bölgesinde yer alan ofiyolitik kayaların ayırtı için kullanılan bir başka görüntü termal görüntüdür (Şekil 2.7). Bu görüntüde ofiyolitik kayalar Felahiye bölgesine benzer şekilde kırmızı tonlarıyla diğer kayaç gruplarından kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.7). Termal görüntüde ofiyolite ait bazaltların diğer litolojilere

benzer görünmesinin nedeni, hazırlanan görüntüde kullanılan indekslerin ultramafik kayaların ayırt edilmesinde uygulanabilir olmasıdır.



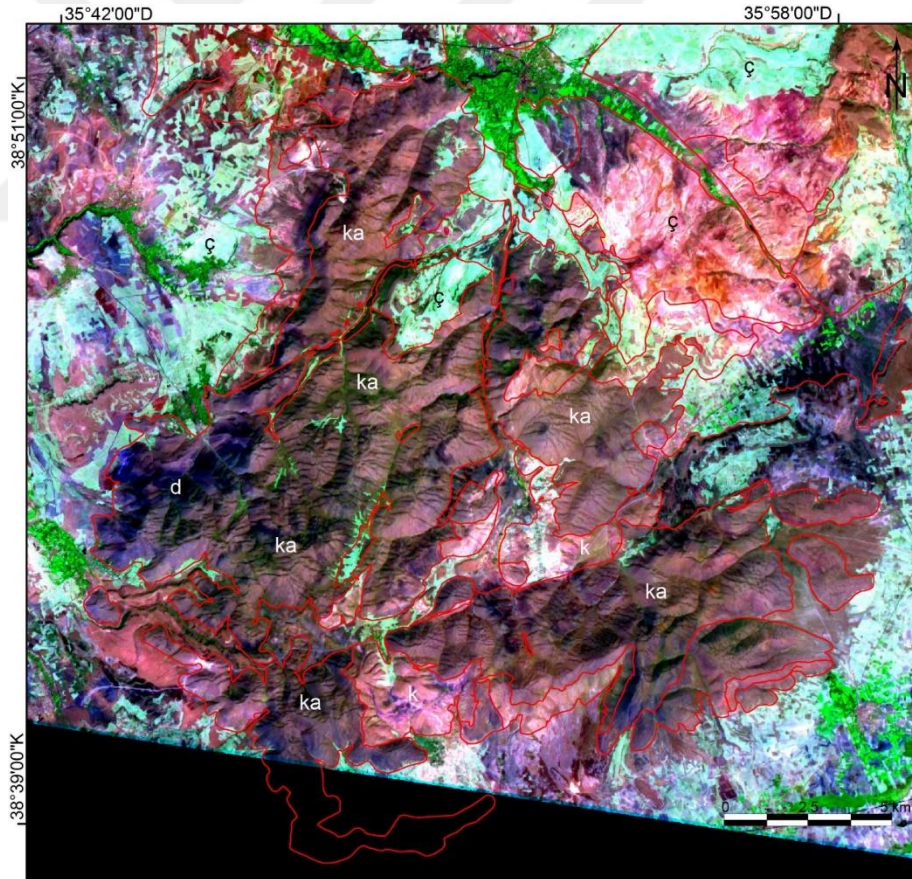
Şekil 2.6. ASTER R:BR3/4 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonu ile hazırlanmış olan yalancı renk kompozit hibrit görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt-çamurtaşı, o; olistostromal birim m; metamorfik kayalar, f; filiş istifi



Şekil 2.7. ASTER termal bantları üzerinde uygulanan indeksler sonucunda hazırlanmış olan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, v; volkanik kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt-çamurtaşı, o; olistostromal birim m; metamorfik kayalar, f; filiş istifi

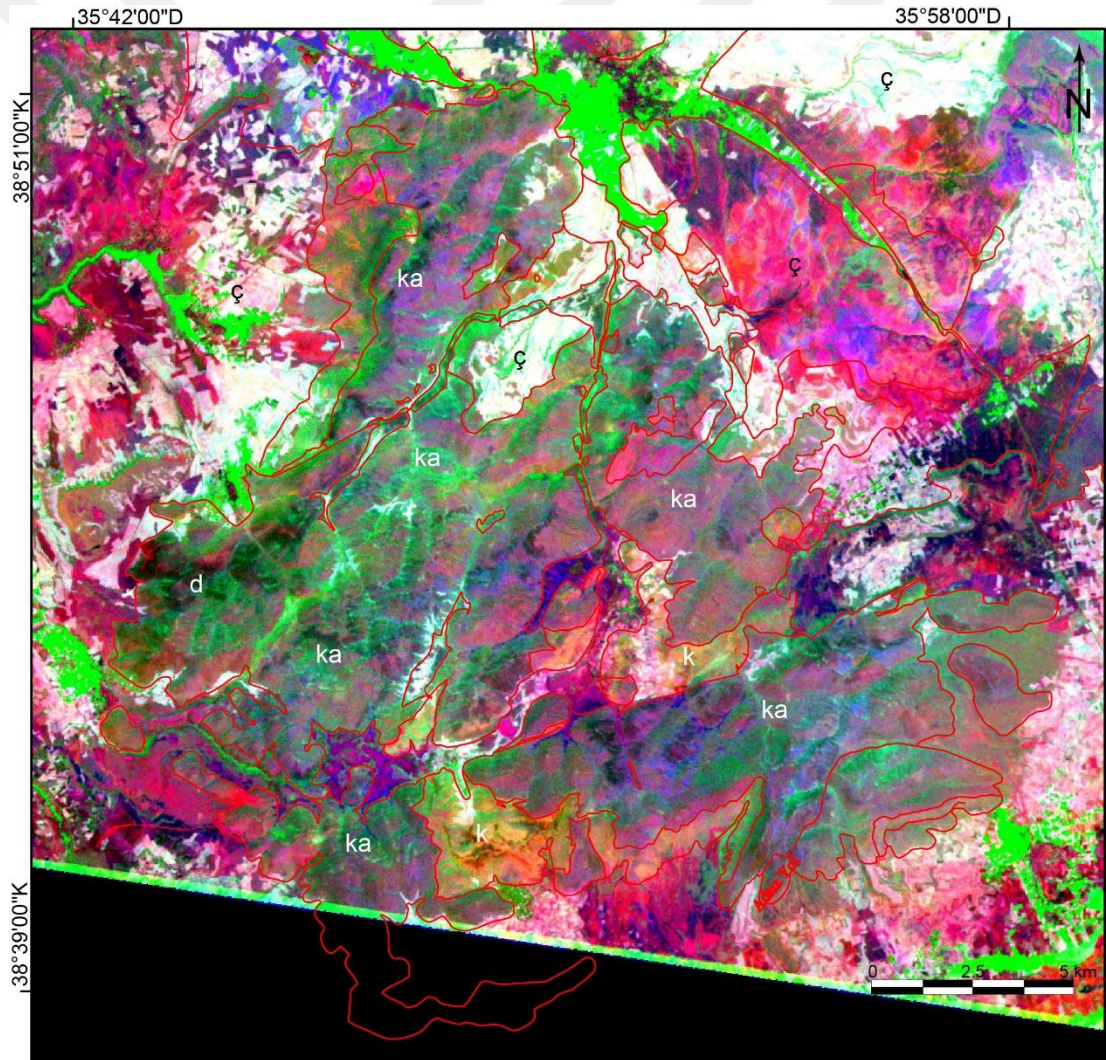
2.3.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi

Korumaz ve Hınzır Dağları bölgesinde ağırlıklı olarak karbonatlı ve kırıntılı kayalar yüzlek vermektedir. Bunun haricinde söz konusu alanlarda yığışım karmaşıkları yer almaktadır. Korumaz dağı bölgesinde yığışım karmaşıkları sınırlı yüzlek alanlarına sahip olup, bölgenin yaklaşık doğu bölümünde gözlenmektedir. Yığışım karmaşıklarının sınırlı yüzlek alanlarına sahip olmasından dolayı uzaktan algılama yardımıyla sınırlarının belirlenmesi mekânsal çözünürlüğün düşük olması sebebiyle pek mümkün olmamıştır. Ancak, Hınzır dağı bölgesinde yığışım karmaşıkları daha geniş yüzlek alanlarına sahip olduğu için elde edilen sonuç görüntülerinde diğer kayaç gruplarından ayırt edilebilmiştir. Korumaz ve Hınzır dağları bölgeleri içerisinde yer alan kayaç gruplarını haritalamak ve ayırtlamak amacıyla her iki bölge içinde iki adet görüntü seçilmiş ve hazırlanmıştır.



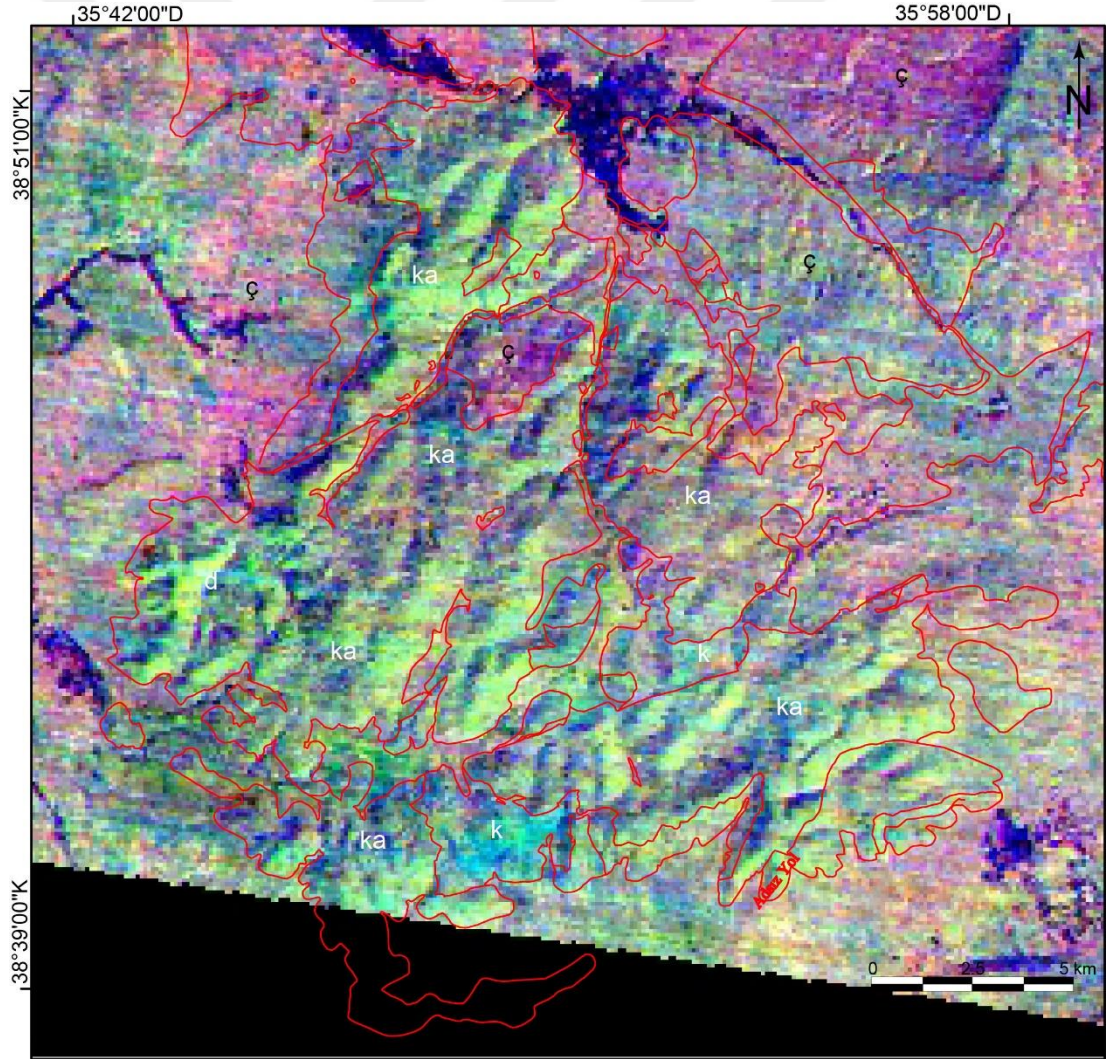
Şekil 2.8. ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, k; kırıntılı kayalar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler

ASTER R:B5 G:B3 B:B1 bant kombinasyonuyla oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü karbonatlı kayaçlar ağırlıklı olarak mor ve tonlarıyla temsil edilmektedir (Şekil 2.8). Karbonatlı kayaçlar içerisinde yer alan dolomitik seviyeler sundukları daha koyu yansıma renkleriyle diğer kayaçlardan ayrılmaktadır (Şekil 2.8). Bölgede yer alan kırıntılı kayaçlar ise karbonatlı kayaçlardan pembe tonlarıyla ayrılmaktadır (Şekil 2.8). Bölgede yer alan Eosen ve daha genç yaşa sahip çökeller kayaçlar turkuaz renkleriyle ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.8). Ancak, Oligosen yaşlı çökel kayaçlar diğerlerinden farklı olarak koyu pembe yansıma rengi sunmaktadırlar (Şekil 2.8). Bu bant kombinasyonunda diğer bölgelere benzer şekilde bitki örtü yeşil yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.9. ASTER R:PC1 G:BR4/8 B:BR2/1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, ka; karbonatlı kayaçlar, k; kırıntılı kayaçlar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler

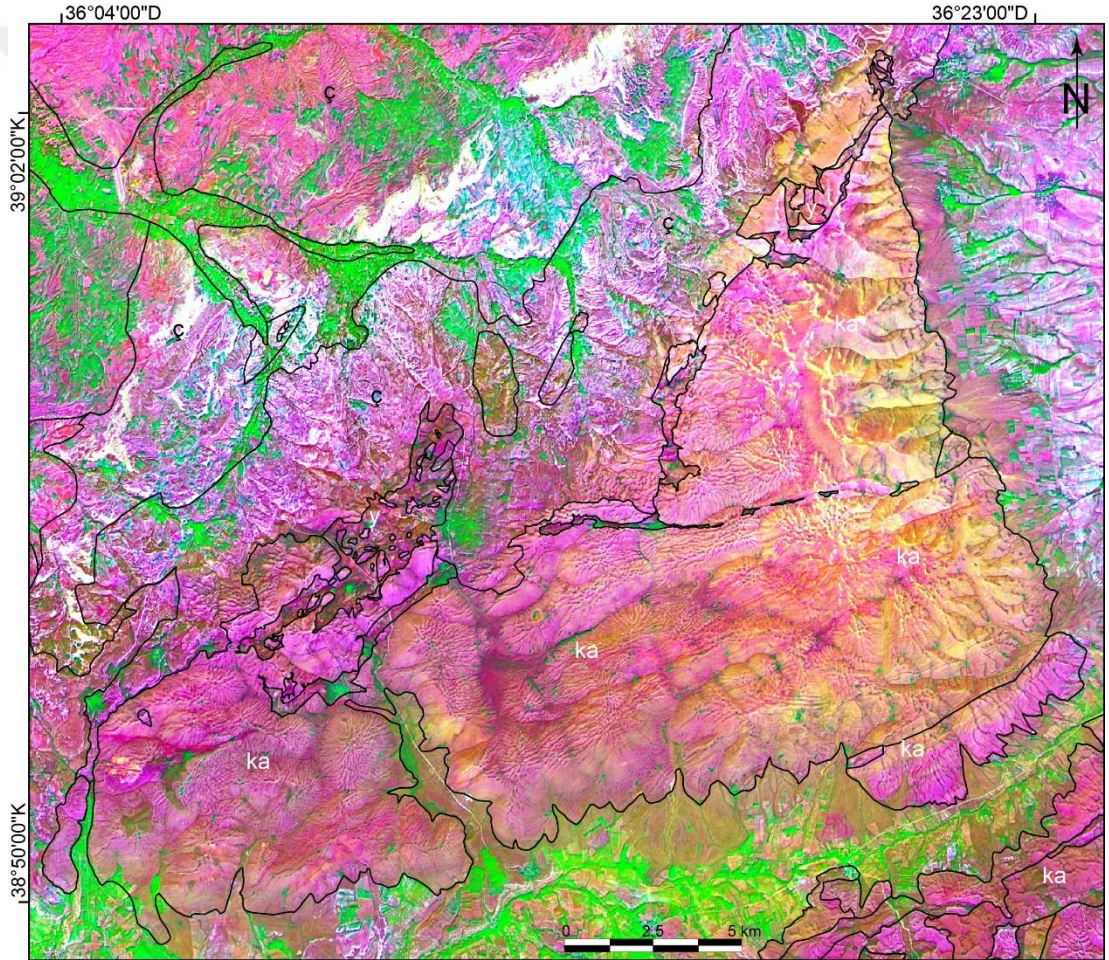
Korumaz dağ bölgesi için hazırlanmış ve seçilmiş diğer bir görüntü ASTER R:PC1 G:BR4/8 B:BR2/1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş hibrit görüntüdür (Şekil 2.9). Söz konusu görüntüde bölgenin ağırlıklı litolojisini oluşturan karbonatlı kayaçlar mor ve türevi yansıma renkleri sunmaktadırlar (Şekil 2.9). Karbonatlı kayaçlar içindeki dolomitik seviyeler ise daha koyu renklerle ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.9). Bölgenin güneyinde ve yaklaşık orta bölümlerinde yer alan kırıntılı seviyeler ise turuncu renk yansıtmaktadırlar (Şekil 2.9). Eosen ve daha genç çökel kayaçlar beyaza yakın tonlarıyla ayırt edilmektedir (Şekil 2.9). Diğer görüntüye benzer şekilde Oligosen yaşlı kayaçlar kırmızı yansıma renkleriyle diğer genç çökellerden ayrılmaktadır (Şekil 2.9). Bitki örtüsü ise diğer görüntüye benzer olarak yeşil yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.10. ASTER termal bantları üzerinde uygulanan indeksler sonucunda hazırlanmış olan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, ka; karbonatlı kayaçlar, k; kırıntılı kayaçlar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler

Korumaz dağ bölgesi için hazırlanan ASTER termal görüntüsü karbonatlı kayaçların tümüyle ayırtlamak için kullanılmıştır (Şekil 2.10). Söz konusu görüntüde karbonatların sunduğu açık yeşil renk ile diğer çökellerden rahatlıkla ayırt edilmektedir (Şekil 2.10).

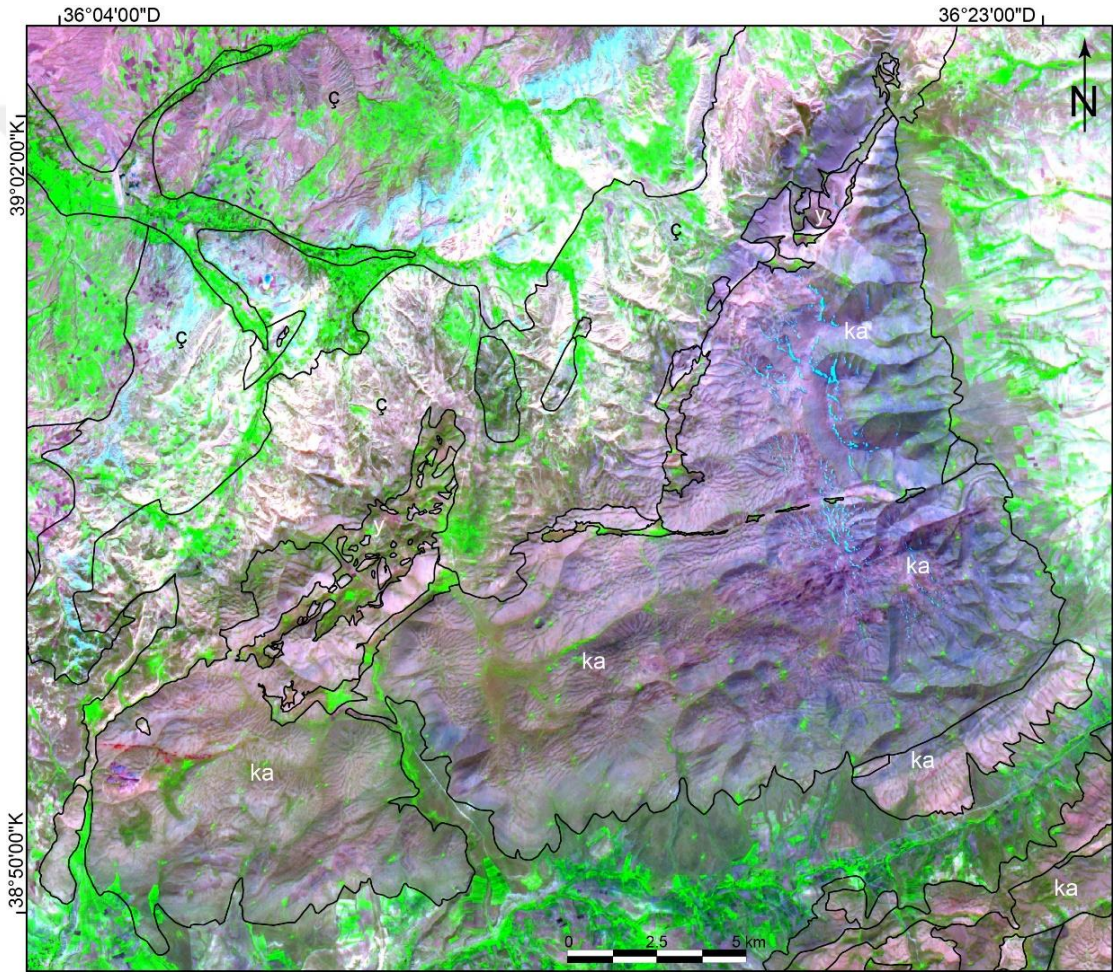
Hınzır Dağ bölgesinde yer alan kayaç gruplarını ayırtlamak amacıyla ASTER R:PC3 G:PC2 B:PC1 ve ASTER R:B6 G:B3 B:B2 bant kombinasyonları seçilmiştir (Şekil 2.11 ve 2.12). ASTER R:PC3 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulan yalancı renk kompozit görüntüsünde karbonatlı kayaçlar masif görüntüsü ile pembe ve turuncu tonlarında yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. ASTER R:PC3 G:PC2 B:PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı

Hınzır dağ güneydoğusunda yer alan ve ağırlıklı olarak dolomitik karbonatlardan oluşan alan yukarıda bahsi geçen bölgelerden farklı olarak diğer alanlara kıyasla daha açık tonlar yansıtmaktadır (Şekil 2.11). Hınzır dağ bölgesinde yığışım karmaşıkları

yaklaşık olarak kuzey bölümde yüzlek vermektedir (Şekil 2.11). Şekil 2.11’de görüldüğü üzere yığışım karmaşıkları karbonatlara kıyasla daha koyu renkler yansıtmaktadır. Yığışım karmaşıkları içerisinde yer alan karbonatlar Hınzır Dağ bölgesine ait karbonatlarla benzer yansıma rengi sunmaktadırlar (Şekil 2.11). Bölgede yüzlek veren Oligosen yaşlı çökeller içerdikleri jipsli seviyelerden diğer kayalara kıyasla beyaz tonlarında yansıma sunmaktadırlar (Şekil 2.11). Eosen çökelleri ise Oligosenlere kıyasla daha koyu yansıma renkleri içermektedirler. Bitki örtüsü söz konusu görüntüde yeşil tonlarında yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.11).

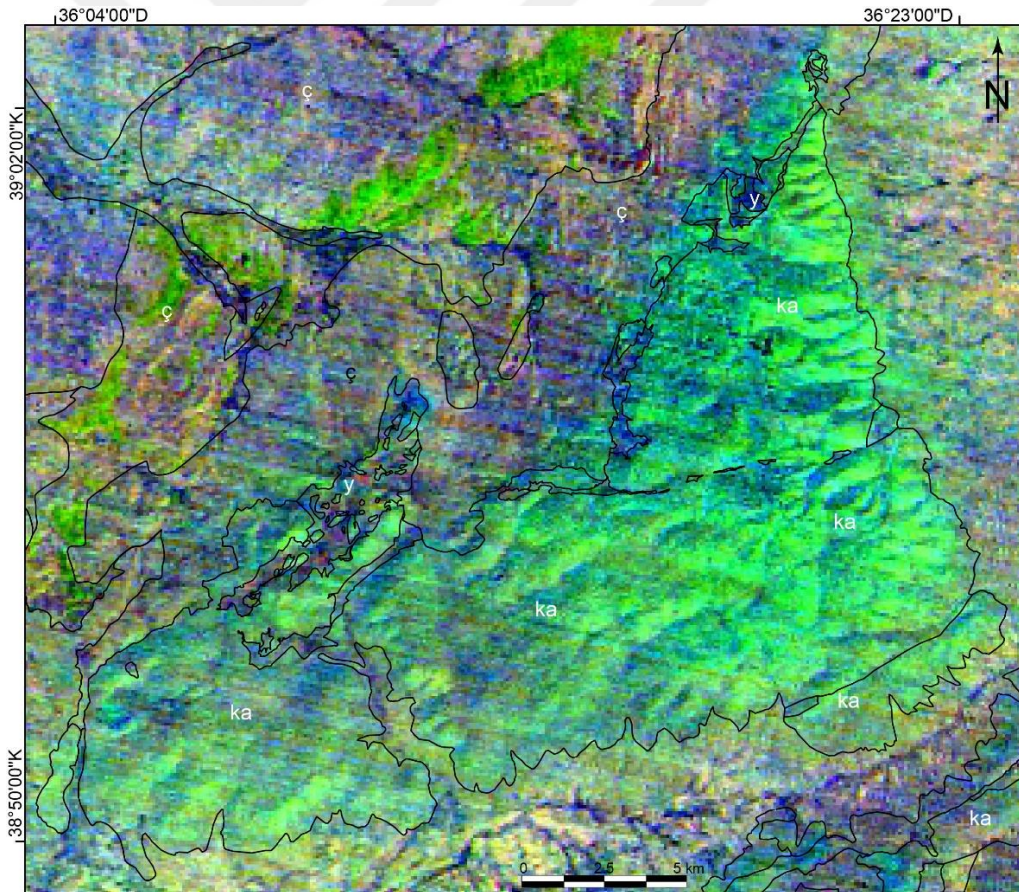


Şekil 2.12. ASTER R:B6 G:B3 B:B2 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, ka; karbonatlı kayalar, y; yığışım karmaşığı

ASTER R:B6 G:B3 B:B2 bant kombinasyonu ile oluşturulan yalancı renk kompozit görüntüsünde ise baskın litolojiyi oluşturan karbonatlı kayalar mavi tonlarında yansıma sunmaktadırlar (Şekil 2.12). Hınzır dağı güneydoğusunda yer alan dolomitik seviye ise diğer karbonatlı kayalara kıyasla daha açık renklerde yansımaktadır (Şekil

2.12). Hınzır dağ bölgesinin kuzey bölümünde yer alan yığışım karmaşıkları karbonatlara kıyasla daha koyu yansıma rengine sahiptirler (Şekil 2.12). Şekil 2.12’de de görüldüğü üzere yığışım karmaşıklarının içerdiği karbonat blokları benzer şekilde Hınzır Dağ karbonatlarıyla aynı yansıma renkleri içermektedir (Şekil 2.12). Oligosen yaşlı çökel kayaçlar bu bant kombinasyonunda benzer şekilde açık renklerde gözlenmektedir. Eosen yaşlı kayaçlar diğer genç çökellere kıyasla daha koyu yansıma rengi sunmaktadırlar. Bitki örtüsü diğer görüntüye benzer şekilde yeşil ve tonlarında yansımaktadır.

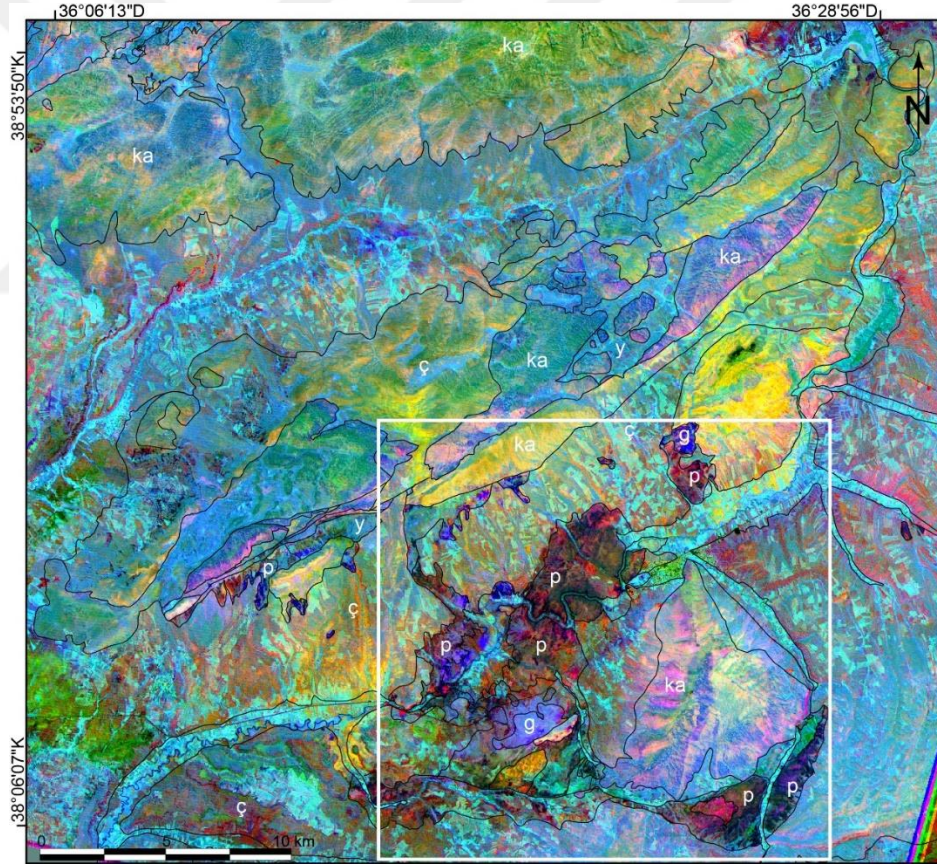
Hınzır Dağ bölgesi için hazırlanan ASTER termal görüntüsü Korumaz dağa benzerlik sunmaktadır (Şekil 2.13). Bölgenin baskın litolojisini oluşturan karbonatlı kayaçlar yeşil tonlarındaki yansımasıyla diğer litolojilerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. ASTER termal bantları üzerinde uygulanan indeksler sonucunda hazırlanmış olan termal bant görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, ka; karbonatlı kayaçlar, k; kırıntılı kayaçlar, d; karbonatlar içerisindeki dolomitli seviyeler

2.3.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi

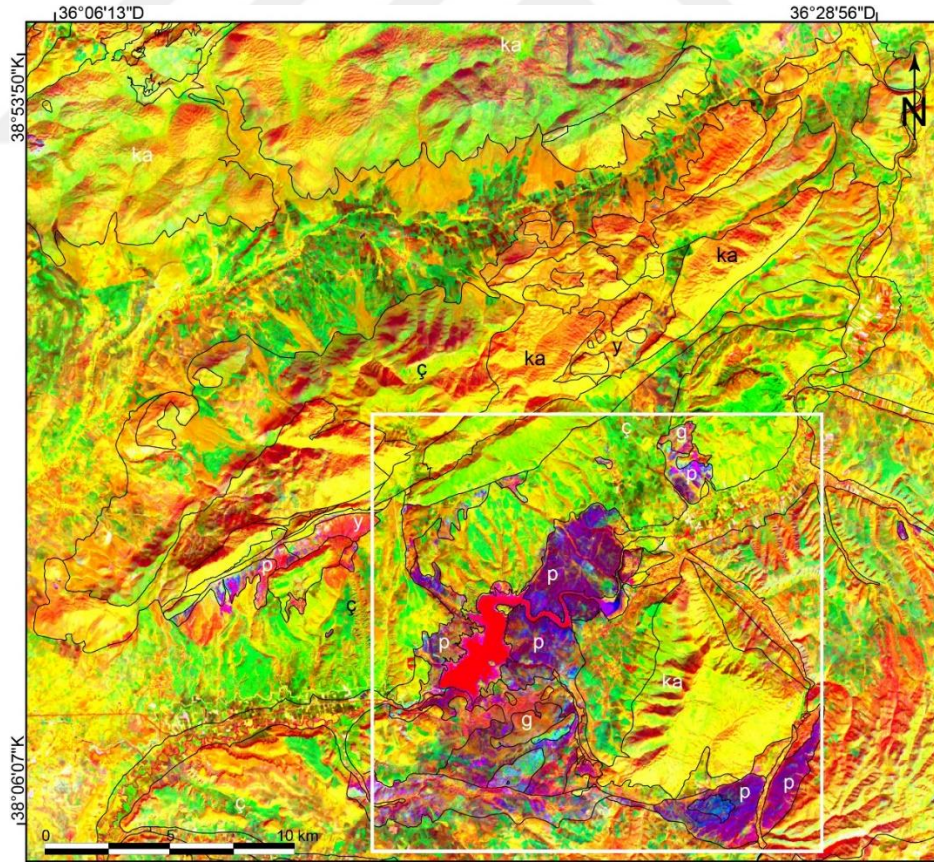
Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresi iki farklı haritalama alanını kapsamaktadır. İlk alan Pınarbaşı kuzeyinde yer alan Melikgazi civarını kapsamaktadır. Diğer alan ise Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağı ve çevresindeki alanı içermektedir. Pınarbaşı ve Melikgazi civarı için iki farklı görüntü hazırlanmış olup, bunlardan ilki ASTER R: MNF9 G: MNF6 B: MNF4 bant kombinasyonu ile Landsat-8 R: MNF4 G: MNF1 B: MNF6 yalancı renk kompozit görüntüleriyle temsil edilmektedir. Bu bant kombinasyonları Alkan, (2019) tarafından da uygulanmış olup Şekil 2.14 ve Şekil 2.15 üzerindeki beyaz kareli alanların detayları Alkan (2019) tarafından sunulmuştur. Söz konusu iki görüntü üzerinde aktarılan sonuçlar beyaz kare dışındaki alanları kapsamaktadır.



Şekil 2.14. ASTER R: MNF9 G: MNF6 B: MNF4 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, ka; karbonatlı kayalar, y; yığılım karmaşığı

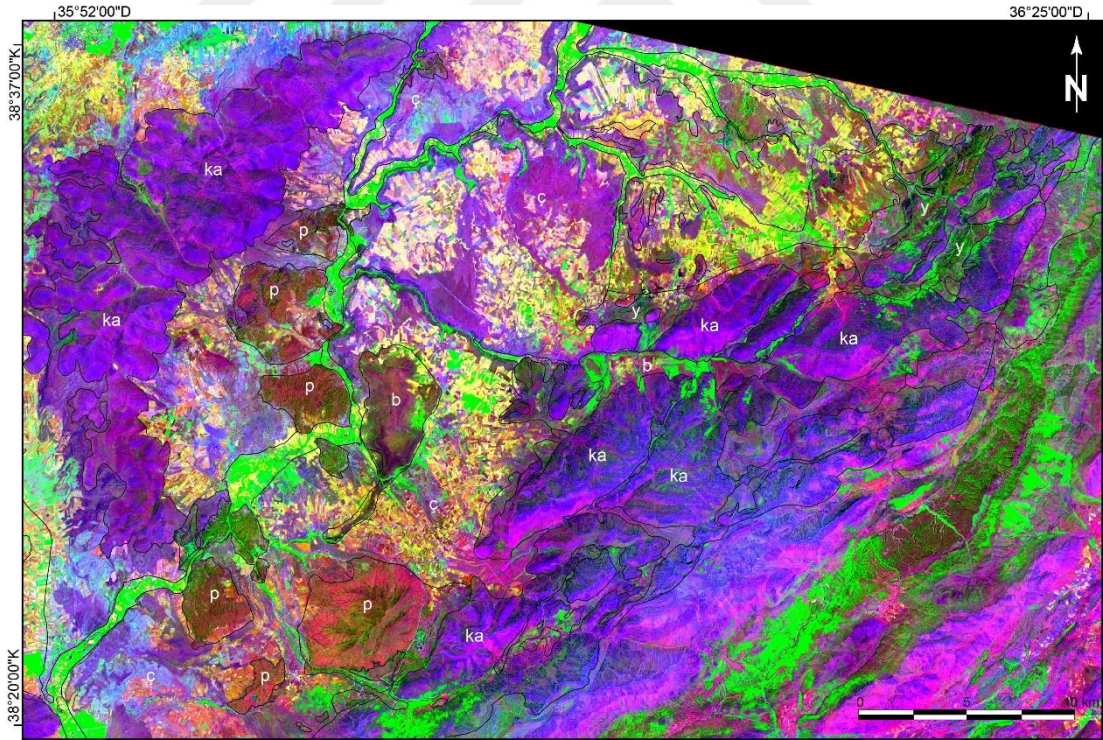
ASTER R: MNF9 G: MNF6 B: MNF4 yalancı renk kompozit görüntüsü ofiyolitik kayaları ayırtlamada olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Şekil 2.14).

Bölgede ofiyolitik kayaçlar haritalama alanının yaklaşık kuzeybatı bölümünde yer almaktadır (Şekil 2.14). Güneybatı bölümde bulunan ofiyolitik kayaçlar sınırlı yüzlek alanlarına sahip olup, koyu görüntüsüyle diğer litolojilerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu görüntü alanı içerisinde aynı zamanda Hınzır Dağı bölgesinin güney ucundaki karbonatlı kayaçlarda gözlenmektedir (Şekil 2.14). Söz konusu kayaçlar açık mavi ve açık yeşil tonlarda yansıma sunmaktadır (Şekil 2.14). Haritalama alanı içerisindeki kayaç gruplarını ayırtlamak amacıyla seçilen diğer bir görüntü Landsat-8 R: MNF4 G: MNF1 B: MNF6 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsüdür (Şekil 2.15). Bu görüntüde güneybatı bölümde (Melikgazi ve civarı) yüzlek veren ofiyolitik kayaçlar mor ve mavi tonlarında yansıma sunmaktadırlar. Diğer litolojiler ise ağırlıklı olarak açık mavi, sarı ve tonlarında yansımaktadırlar (Şekil 2.15). Hınzır Dağı bölgesinin güney ucunu temsil eden karbonatlı kayaçlar ise sarı ve açık yeşil tonlarda iki farklı yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Landsat-8 R: MNF4 G: MNF1 B: MNF6 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, g; gabro, ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığılım karmaşığı

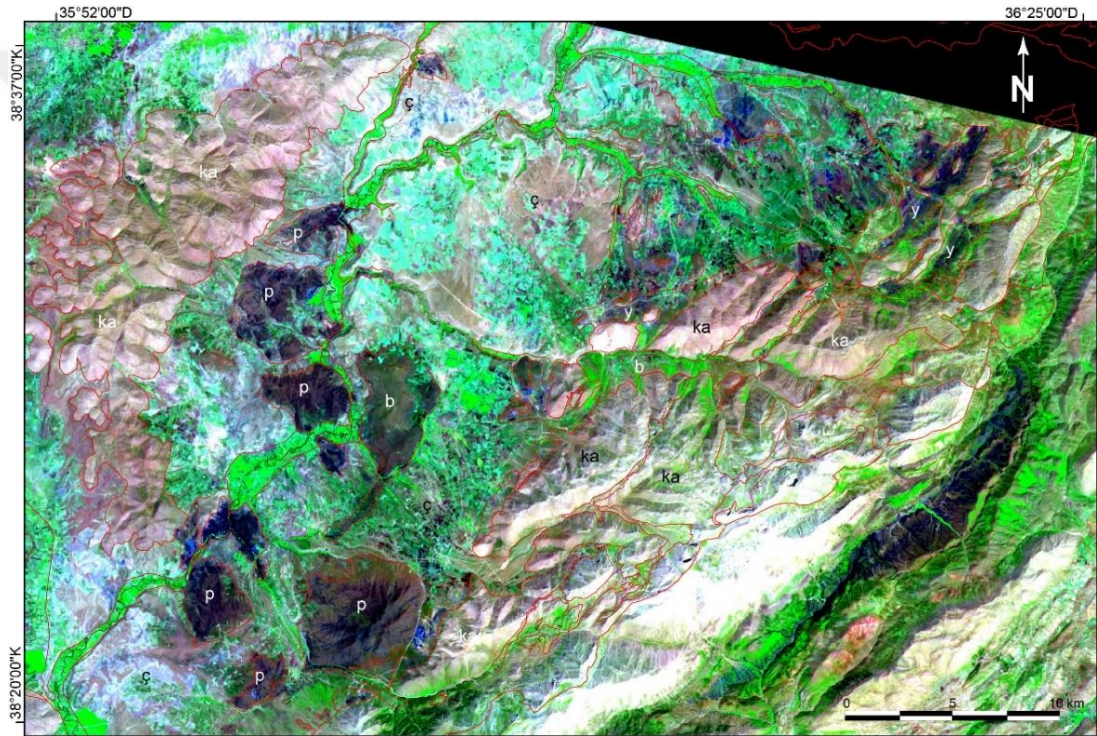
Soğanlı Dağı ve çevresindeki alanlarda ofiyolitik kayaçlar ve Toros karbonat platformu geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Haritalama alanı içerisindeki kayaç gruplarını ayırtlamak amacıyla seçilen ilk görüntü ASTER R: BR2/1 G: BR3/4 B: PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit hibrit görüntüdür (Şekil 2.16). Söz konusu görüntüde Toroslara ait karbonatlı ve kırıntılı kayaçlar mor ve tonlarında yansıma sunmaktadır (Şekil 2.16). Ofiyolitik kayaçların yansıma renkleri ise serpantinleşme oranına göre değişiklik göstermektedir (Şekil 2.16). Örneğin, haritalama alanının güney bölümünde yer alan ofiyolit dilimi diğer alanlara kıyasla daha taze ultramafik kayaçlardan oluştuğu arazi gözlemlerinden bilinmektedir. Bu alanda yüzlek veren dilim diğer ofiyolit dilimlerine kıyasla daha açık tonlarda yansıma sunmaktadır (Şekil 2.16). Orta bölümde yer alan bazalt kütlesi kısmen ofiyolitlere benzer yansıma rengi sunmaktadır (Şekil 2.16). Söz konusu alanda yer alan genç çökeller sunmuş oldukları açık renklerle diğer litolojilerden ayrılmaktadır. Bitki örtüsünün yansıma rengi ise yeşil ve tonlarıyla temsil edilmektedir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. ASTER R: BR2/1 G: BR3/4 B: PC1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayaçlar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt; ka; karbonatlı kayaçlar, y; yığışım karmaşığı.

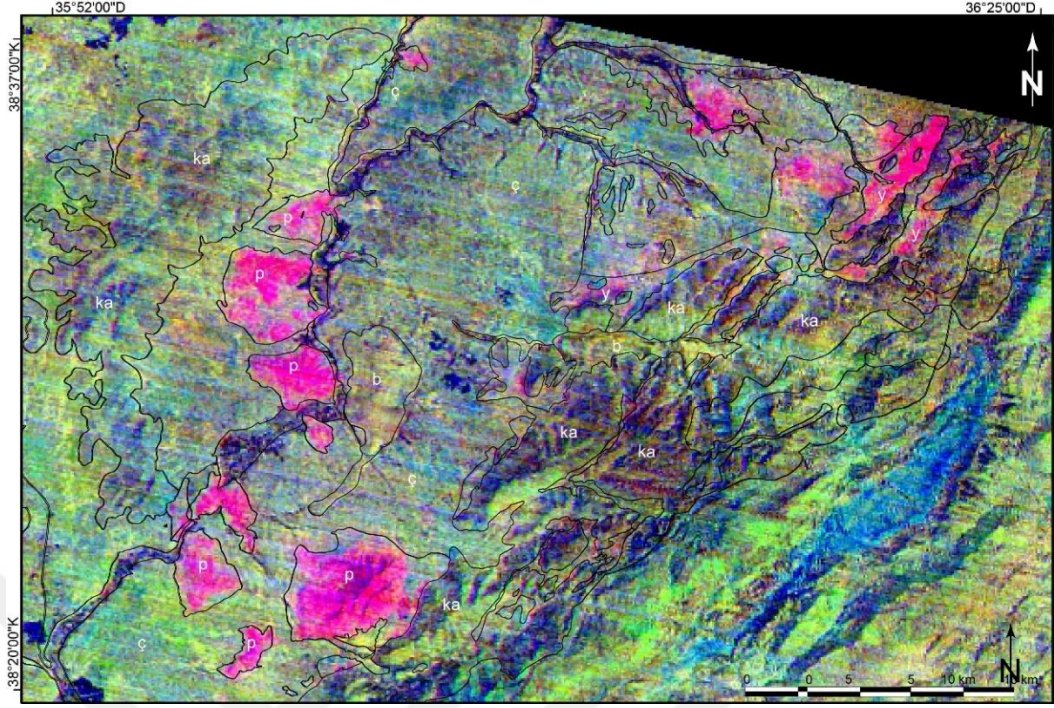
Aynı alandaki kayaç gruplarını ayırtlamak amacıyla seçilen diğer bir görüntü ise ASTER R: B5 G: B3 B: B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk

kompozit görüntüsüdür (Şekil 2.17). Bu görüntüde Toroslara ait karbonatlı kayalar açık pembe ve beyaza yakın renklerde görülmektedir (Şekil 2.17). Ofiyolitik kayalar ise koyu ve mora yakın tonlarıyla diğer kayaç gruplarından ayrılmaktadır. Haritalama alanının güneydoğusunda yer alan ve ofiyolitlerle benzer yansıma rengi sunan kırıntılı kayaların ise ilk görüntüde sunmuş olduğu farklı yansıma rengiyle ofiyolitlerden ayrılmaktadır (Şekil 2.17). Orta bölümde yer alan bazalt kütlesi bir önceki görüntüde benzer yansıma sunmakta olup, bu görüntüdeki renk farklılığından dolayı kolaylıkla ayırtlanabilmektedir (Şekil 2.17). Söz konusu görüntüde genç çökeller kısmen koyu turkuaz renklerde, bitki örtüsü ise yeşil tonlarından görülmektedir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. ASTER R: B5 G: B3 B: B1 bant kombinasyonu ile oluşturulmuş yalancı renk kompozit görüntüsü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt; ka; karbonatlı kayalar, y; yığışım karmaşığı

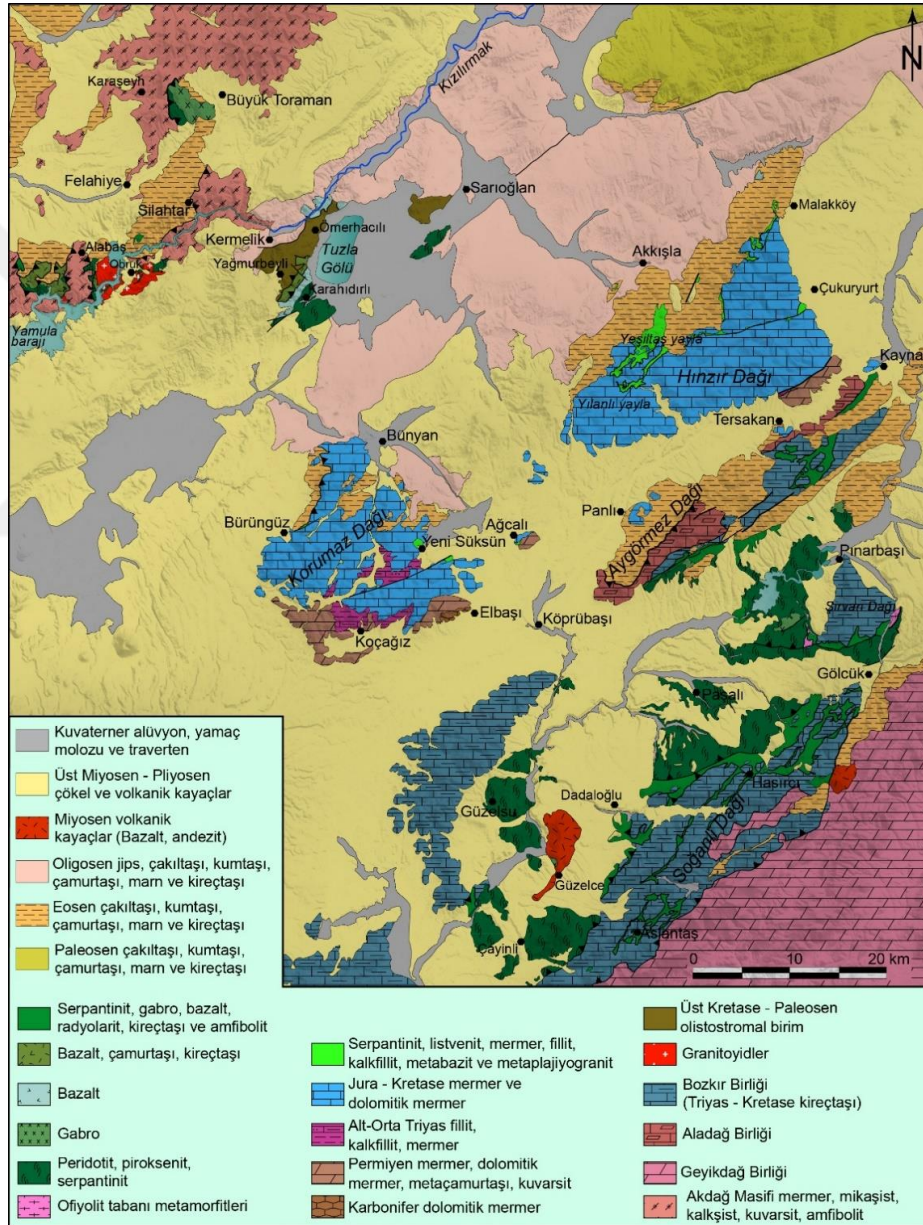
Pınarbaşı güneyinde yer alan ofiyolitik kayaları karbonatlardan ayırmak amacıyla kullanılan bir başka görüntü spektral indeks metoduyla oluşturulmuş ASTER termal görüntüsüdür (Şekil 2.18). Bu görüntüde ofiyolit dilimlerinin sunmuş oldukları pembe tonlarıyla diğer kayaç gruplarından net bir şekilde ayırt edilebilmektedir (Şekil 2.18). Yukarıda bahsi geçen bazalt dilimi ve güneyde yer alan kırıntılı çökellerinde bu görüntü yardımıyla farklılık sunduğu görülebilmektedir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. ASTER termal bantlarına indisler uygulanarak hazırlanmış termal görüntü. Kısaltmalar: ç; genç çökel kayalar, p; serpantinize peridotit, b; bazalt; ka; karbonatlı kayalar, y; yığışım karmaşığı

3. GENEL JEOLJİ

İnceleme alanının kuzeybatısındaki Felahiye ve güneydoğusundaki Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgeleri arasında birbirlerinden farklı alanlarda yüzlek veren ofiyolitik ve metamorfik kayalar yer almaktadır (Şekil 3.1).

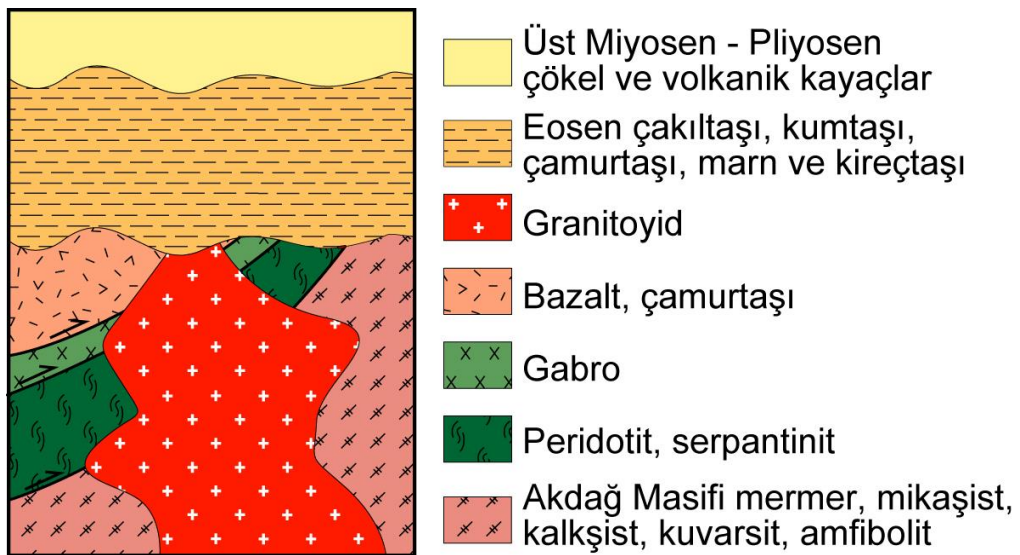


Şekil 3.1. Doktora çalışma alanının sadeleştirilmiş genel jeoloji haritası (Erkan ve diğ., 1978; Metin ve diğ., 1990; Dönmez ve diğ., 2005; Bilgiç ve Terlemez 2007; Dalkılıç ve diğ., 2007; Dalkılıç 2009a, b; Keskin 2010'dan değiştirilerek çizilmiştir)

Felahiye bölgesinde Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Akdağ masifi (ör. Akıman ve diğ., 1993; Yılmaz ve diğ., 1995; Göncüoğlu ve diğ., 1997a; Fayon ve diğ., 2001) bölümüne ait Üst Kretase – Paleosen yaşlı bölgesel metamorfik kayalar, bu metamorfiklerin tektonik olarak üzerinde yer alan ofiyolitik kayalar ve bu kayaları kesen granitoid sokulumları yer almaktadır. Tuzla Gölü bölgesinde Üst Kretase yaşlı ofiyolit manto ve kabuk bölümüne ait kayalar ve Üst Kretase – Paleosen yaşlı (Dirik ve diğ., 1999) olistostromal birim yüzlek vermektedir. Çalışma sahasının yaklaşık orta bölümünde yer alan Hınzır Dağ ve Korumaz Dağ bölgeleri Üst Kretase döneminde yüksek basınç / düşük sıcaklık metamorfizmasına uğramış kırıntılı ve karbonatlı bir istiften meydana gelmektedir. Ayrıca, bu istif üzerinde tektonik olarak yer alan Üst Kretase – Paleosen metamorfizma yaşına sahip yüksek basınç / düşük sıcaklık kayaç blokları barındıran metamorfik yığılım karmaşıkları yer almaktadır. İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinde ise, Üst Kretase oluşum yaşına sahip ofiyolitik kayalar ve yığılım karmaşıkları yer almaktadır.

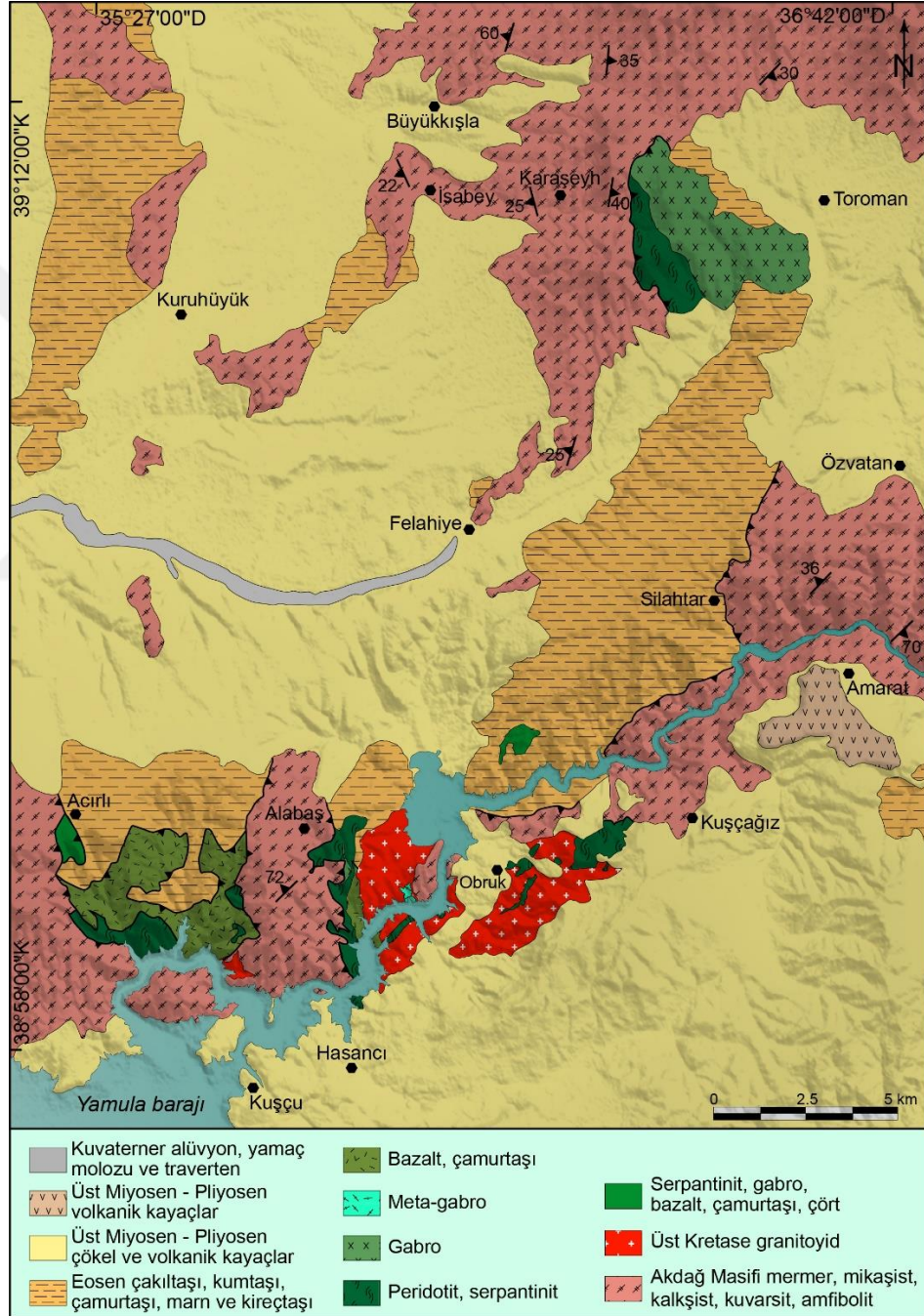
3.1. Felahiye Bölgesi

Çalışma alanının kuzeybatı bölümünü oluşturan Felahiye bölgesinin Eosen öncesi temel kayaları; Üst Kretase – Paleosen yaşlı bölgesel metamorfik kayalar ve ofiyolitik kayalar ile bu kayaları kesen granitoid sokulumlarından meydana gelmektedir (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.2. Felahiye bölgesinde yer alan birimlerin ilişkisini gösteren tektono-stratigrafik dikme kesit (Ölçeksizdir).

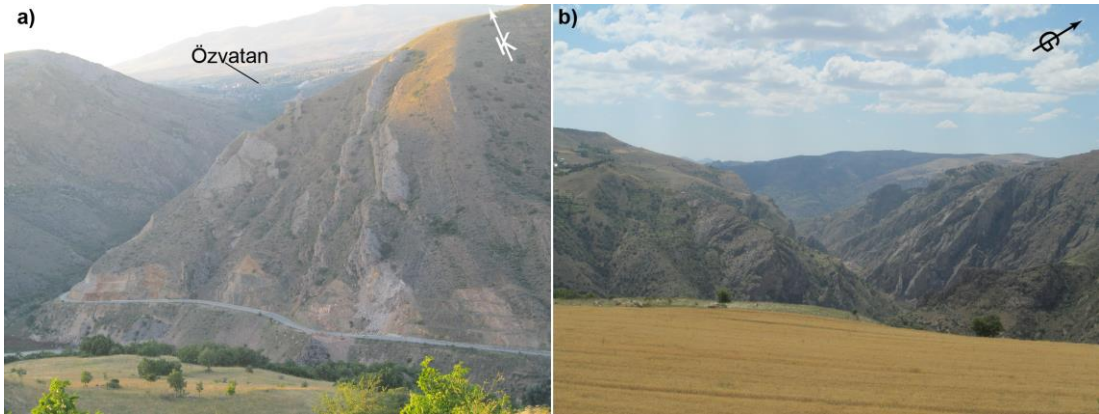
Akdağ masifine ait bölgesel metamorfik kayalar Felahiye kuzeyinde ve güneyinde geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Felahiye bölgesindeki ofiyolitik kayalar ise ağırlıklı olarak Obruk ve Acırlı köyleri arası ile Toraman ve Karışeyh köyleri civarında yüzlek vermektedir (Şekil 3.3). Granitoyid sokulum kayaları ağırlıklı olarak Felahiye güneyindeki Obruk ve Alabaş köyleri civarında geniş yüzlek alanlarına sahiptir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Felahiye bölgesinin detaylı jeoloji haritası (Dönmez ve diğ., 2005; Dalkılıç ve diğ., 2007 ve Dalkılıç, 2009a'dan değiştirilerek çizilmiştir)

Eosen yaşı çökeller bölgenin batısında, Yamula barajı kuzeyinde, Toraman ve Silahtar köyleri civarında gözlemlenebilirler (Şekil 3.3). Bilgiç ve Terlemez (2007) tarafından bu alandaki çökellerin, Orta Eosen yaşını veren fosiller içerdiği rapor edilmiştir. Yukarıda bahsi geçen tüm birimler uyumsuz olarak Üst Miyosen-Pliyosen yaşı (Bilgiç ve Terlemez, 2007) karasal çökel ve volkanik kayalar tarafından örtülmektedir (Şekil 3.3).

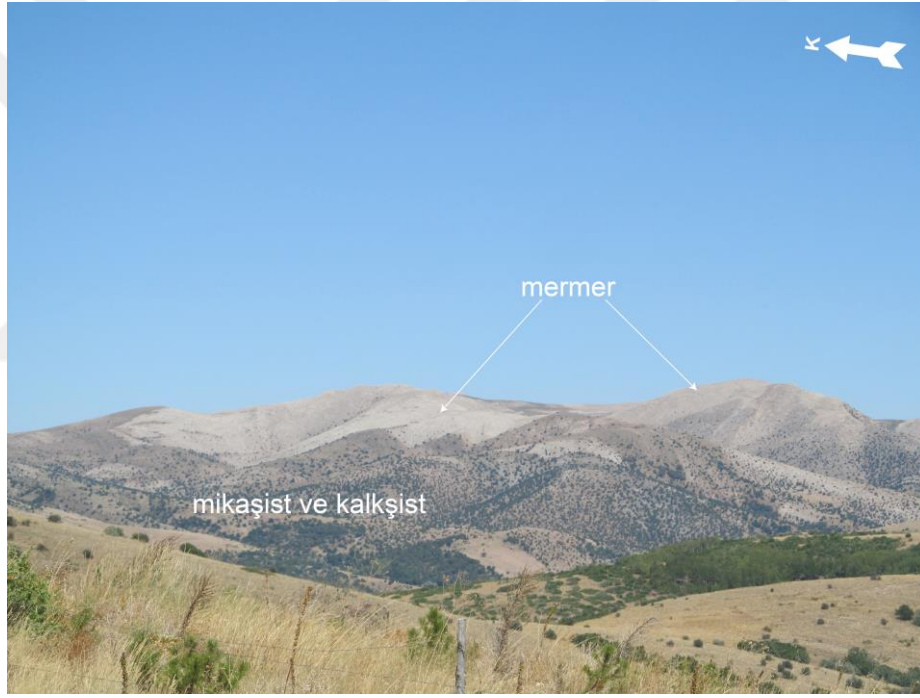
Felahiye kuzeyinde Akdağ masifine ait metamorfik kayalar çalışma sahasının kuzeyine doğru gidildikçe göreceli olarak daha geniş yüzlek alanlarına sahiptir (Şekil 3.3). Bölgedeki metamorfik kayalar başlıca mikaşist, amfibolit, kalkışist, kuvarsit ve mermerlerden meydana gelmektedir. Mermerler ve mikaşistler çalışma alanındaki metamorfik kayaların baskın türünü oluşturmaktadır. Kardeşih ve Büyük Toraman köyleri arasındaki metamorfik kayalardan sık olarak alınan foliasyon düzlemlerinde, bu alandaki metamorfik kayaların foliasyonlarının baskın olarak $K25^{\circ}B$ ve $K10^{\circ}D$ doğrultulu oldukları tespit edilmiştir. Buna karşın Büyük Toraman köyü doğusunda ve Özvatan-Silahtar yerleşim yerleri arasında yer alan metamorfik kayalar ise kendi içinde oldukça faylı ve kıvrımlı yapıya sahiptir (Şekil 3.4a). Kızılırmak nehri tarafından oluşturulmuş olan derin vadi boyunca yüzlek veren metamorfik kayaların çoğunlukla yüksek eğim açlarına sahip oldukları ve yoğun deformasyon izleri gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 3.4a, b).



Şekil 3.4. (a, b) Özvatan ilçesi doğusundaki Kızılırmak nehrinin derin vadileri boyunca görülen yüksek eğim açlarına sahip ve faylanmış metamorfik kayaların genel görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 733561D 4325510K, (b) 36S 734326D 4327362K

Akdağ masifi içerisindeki en yaygın kayaç türünü oluşturan mermerlere ait tipik ve geniş yüzlek alanları Büyükkışla köyü doğusunda ve Büyük Toraman köyü civarında

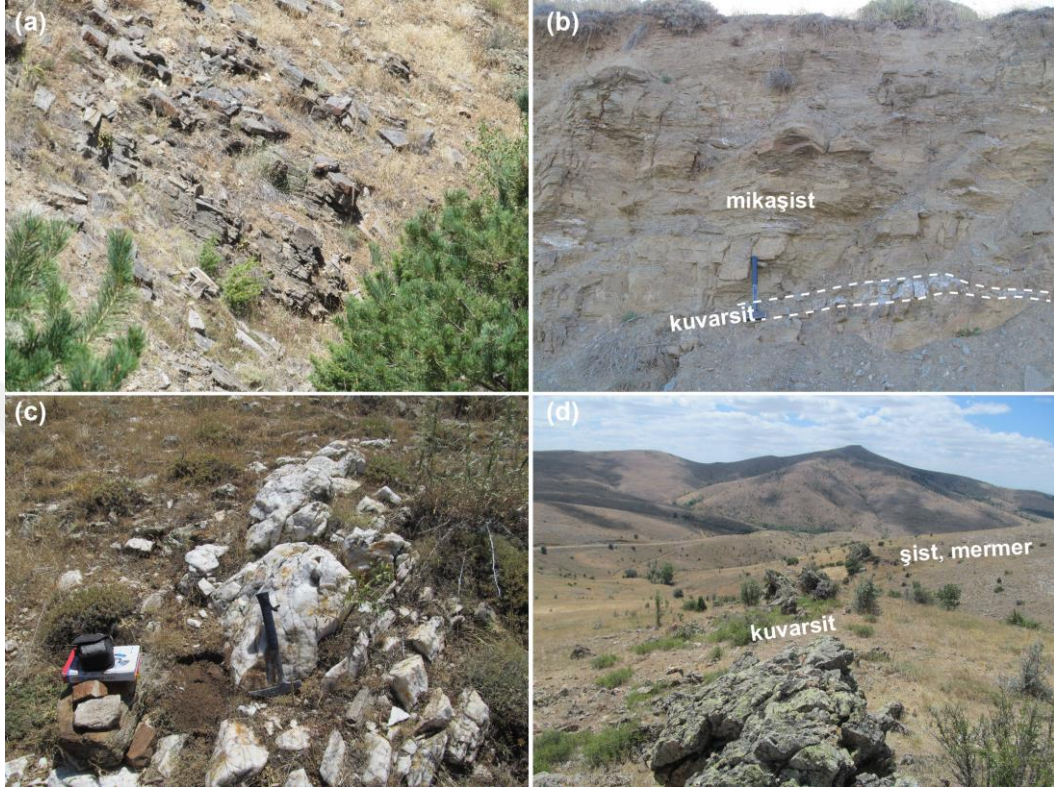
yer almaktadır (Şekil 3.5). Mermerler genel olarak kaba taneli, beyaz renkli ve masif yapıda olup yersel olarak zayıf foliasyon sergilemektedirler. Mikaşistlere ve kalkşistlere ait tipik yüzeylemeler Büyük Toraman köyü kuzeyinde (Şekil 3.5), Silahtar köyü civarında ve Karaşeyh köyü doğusunda gözlenmektedir. Çoğunlukla mermerlerle ara katkılı olarak gözlenen mikaşistler ve kalkşistler ise iyi gelişmiş foliasyonlu yapıya sahiptirler (Şekil 3.6a). Bazı mikaşist ve kalkşistlerin el örneklerinde iri granat mineralleri gözlenmektedir. Mikaşistler içerisinde foliasyonlarıyla uyumlu kalınlıkları 30 cm'ye kadar ulaşan kuvarsit bantları mevcuttur (Şekil 3.6b). Ayrıca, mikaşistler içerisinde kalınlıkları birkaç metreye kadar ulaşan ve foliasyonu kesen beyaz renkli kuvarsit damarları tespit edilmiştir (Şekil 3.6c).



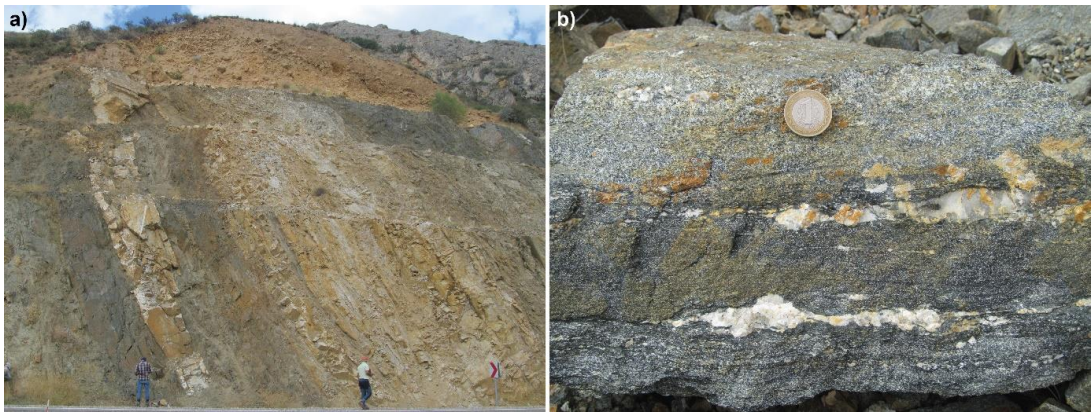
Şekil 3.5. Büyük Toraman kuzeyindeki Akdağ masifine ait mikaşist-kalkşist ve mermer birlikteliğinin genel görüntüsü. Bakış yönü; GB-KD. Koordinat; 36S 726611D 4342941K

Göreceli olarak daha geniş yüzlek alanlarına sahip kuvarsitler Karaşeyh köyü civarında gözlenmektedir. Kuvarsitler çoğunlukla mermer ve mikaşistlerle bir arada bulunmakta olup arazi görünümünde masif ve sert özellikleriyle mermer ve mikaşistlerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 3.6d). Çalışma sahası içerisinde Akdağ masifine ait bazik kökenli metamorfik kayalar amfibolitlerle temsil edilmektedir. Bu kayalara ait tipik yüzlekler Amarat ve Özvatan bölgeleri arası ile Büyükkışla ve Karaşeyh köyleri civarlarında görülebilmektedir. Amfibolitik

kayaçlar genellikle mermer ve mikaşistler içerisinde ara seviyeler halinde gözlenmekte olup (Şekil 3.7a ve 3.8a), diğer metamorfik kayaç türlerine kıyasla daha sınırlı yüzlek alanlarına sahiptir.



Şekil 3.6. (a) Büyükkışla köyü doğusundaki Akdağ masifine ait kalkşist ve mikaşistlerin genel görüntüsü. (b) Mikaşistler içerisinde gözlenen kuvarsit bandının görünümü. (c) Mikaşistleri kesen beyaz renkli kuvars damarının görünümü. (d) Karşeyh köyü doğusunda yüzlek veren kuvarsitlerin görünümü. Bakış yönü; (d) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 721310D 4342041K, (b) 36S 721310D 4342041K, (c) 36S 721310D 4342041K, (d) 36S 721310D 4342041K

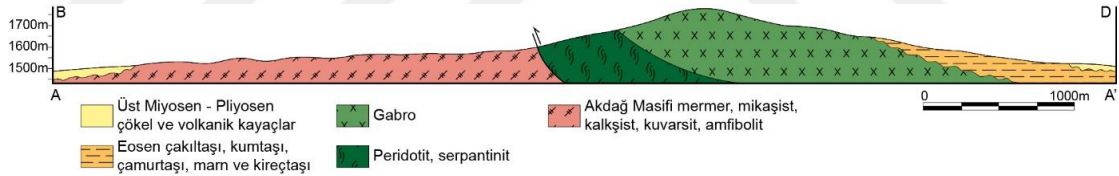


Şekil 3.7. (a) Amarat köyü KD'sunda Akdağ masifine ait amfibolit ve mermerlerin ara katkılı olarak gözleendiği lokasyon ve (b) bu alandaki amfibolitlerin yakın görünümü. Bakış yönü (a) GB-KD. Koordinat; (a, b) 36S 733518D 4326848K



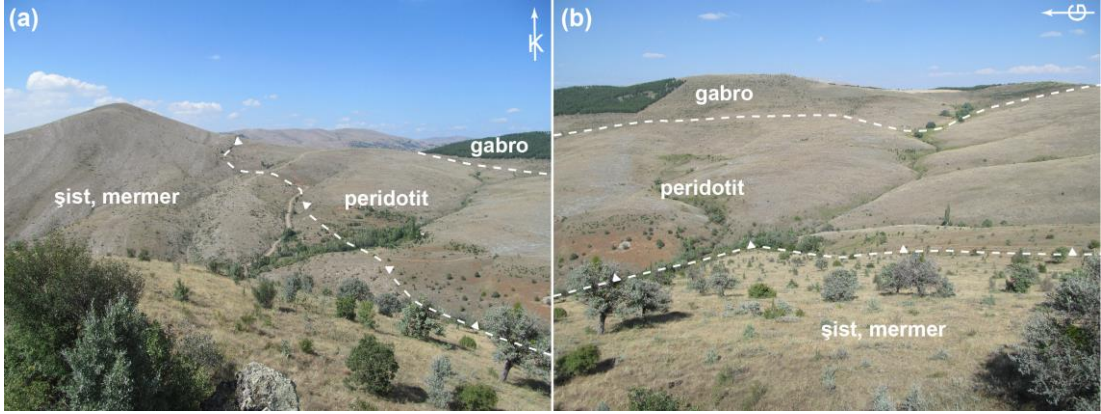
Şekil 3.8. (a) Büyükkışla köyü kuzeydoğusunda mikaşistlerle birliktelik sunan amfibolitlerin genel görüntüsü, (b) aynı alanda yer alan amfibolitlerin yakından görünümü. Bakış yönü; (a) G-K. Koordinat; (a, b) 36S 721310D 4342041K

Amarat köyü KD'sunda koyu renkli ve kaba taneli amfibolitlerin mermerlerle ara katkılı oldukları gözlenmiş olup, foliasyonlarının birbirlerine göre paralellik sunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.7a, b). Bu durum, amfibolit ve mermerlerin birlikte başkalaşıma maruz kaldıklarını gösteren önemli bir delildir. Büyükkışla köyü doğusunda gözlenen amfibolitler ise mikaşistlerle birlikte gözlenmekte olup, iyi gelişmiş foliasyonlu ve bantlı yapı sergilemektedirler (Şekil 3.8a, b).



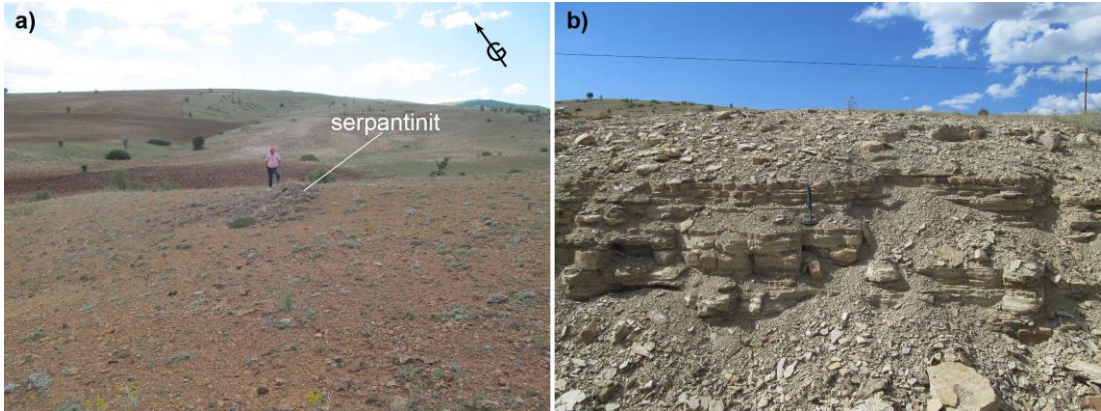
Şekil 3.9. Büyük Toraman ve Kardeş köyleri arasında yüzeyleyen Akdağ masifi ve ofiyolitik kayaların ilişkisini gösteren A-A' (B-D yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.3'daki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

Büyük Toraman ve Kardeş köyleri arasında temsilen alınan jeolojik enine kesitte görüldüğü üzere ofiyolitik kayalar Akdağ masifinin üzerinde tektonik olarak konumlanmaktadır (Şekil 3.9 ve 3.10a, b). Ofiyolit ile metamorfik kayalar arasındaki tektonik sınır yaklaşık kuzey-güney gidişli olup, ofiyolitler yaklaşık 50 derecelik bir eğim açışı ile metamorfiklerin üzerine gelmektedir. Mikaşist ve mermerlerin ofiyolitik kayalarla olan tektonik dokanağı boyunca yapılan gözlemlerde iki birim arasındaki ezik ve breşik zonun varlığı tespit edilmiştir. Bu bölgedeki metamorfik ve ofiyolitik kayalar Orta Eosen yaşlı Nummulites'li sığ denizel kırıntılı ve karbonatlı kayalar (Şekil 3.11a, b) ve Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı karasal çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.10. (a, b) Kardeşeyh ve Büyük Toraman köyleri arasında yer alan Akdağ masifine ait mermer ve şistlerin üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitik kayaların genel görünüşleri. Bakış yönü; (a) G-K, (b) B-D. Koordinat; (a, b) 36S 725789D 4338093K

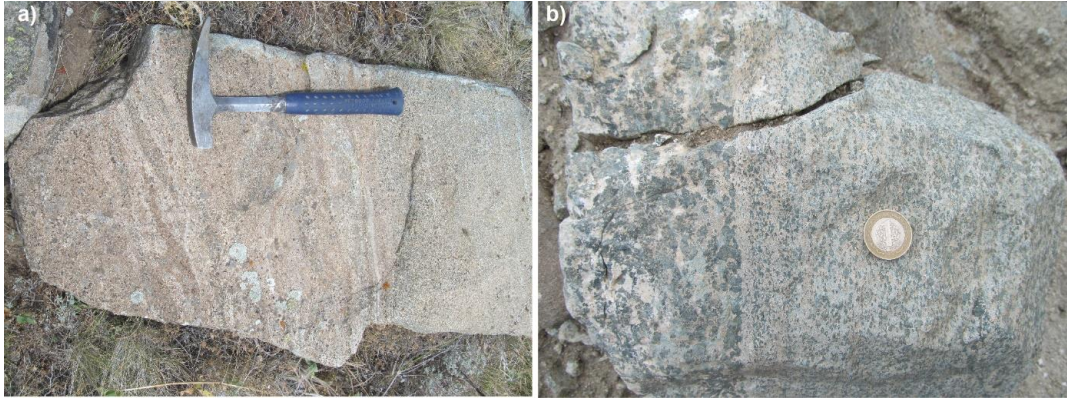
Felahiye bölgesinde ofiyolitik kayalara ait yüzlekler başlıca Alabaş ve Acırlı köyleri arasında, Obruk köyü civarında ve Kardeşeyh köyü doğusundaki alanlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.3). Bahsi geçen bölgelerde yüzlek veren ofiyolitik kayalar başlıca serpantinitle, serpantinize peridotitler, kümülat gabrolar, meta-gabrolar ve bazaltlarla temsil edilmektedir. Kardeşeyh köyü civarında yer alan peridotitler ve gabrolar kuzey-güney hattı boyunca süreklilik sunacak şekilde yaklaşık 13 km² bir alanda yüzeylenmekte olup (Şekil 3.3), başlıca serpantinize peridotitler, kümülat gabrolar ve pegmatitik gabrolardan meydana gelmektedir.



Şekil 3.11. (a) Kardeşeyh ve Büyük Toraman köyleri arasında yer alan ofiyolitik kayaları örten kızıl renkli Orta Eosen yaşlı Nummulites'li kumtaşlarının genel görünümü. (b) Aynı alandaki Orta Eosen istifinin orta-üst bölümünde gözlenen ince orta tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan istifin görünümü. Bakış yönü; (a, b) KD-GB. Koordinat; (a) 36S 729808D 4336557K, (b) 36S 730347D 4335589K

Karaşeyh köyü doğusundaki ofiyolite ait serpantinize peridotitler ve serpantinitle, kümülat gabroların yapısal olarak tabanında yer almakta olup (Şekil 3.10a, b), ofiyolitik kayaçların alansal olarak yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır. Ayrıca, serpantinize peridotitlerin ve Akdağ masifi ile olan tektonik dokanağına yakın kesimlerinde serpantinitleten itibaren gelişen lisvenit oluşumları gözlenmiştir. Gabroların büyük bir bölümü koyu renkli arazi görünümüne sahip iken, bazı seviyelerde açık renkli felsik gabro oluşumları tespit edilmiştir. Kümülat niteliğine sahip olan gabrolar çoğunlukla belirgin katmanlı yapı sunmaktadır (Şekil 3.12a, b).

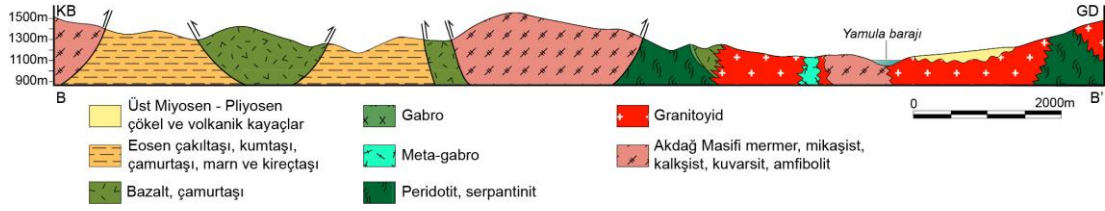
Şekil 3.12a, b'deki kümülat gabronun yakın görüntüsünde, mafik ve felsik minerallerin farklı oranlarda zenginleşmesiyle oluşan magmatik bantlı yapı açık bir şekilde görülmektedir. Ayrıca, bazı kümülat gabrolarda piroksen minerallerinin uzun eksenlerinin magmatik bantlaşmaya paralellik sergiledikleri görülebilmektedir. Pegmatit gabrolar ise kümülat gabrolar içerisinde kalınlıkları 30 cm'ye kadar ulaşan ince seviyeler halinde gözlenmektedir (Şekil 3.12b).



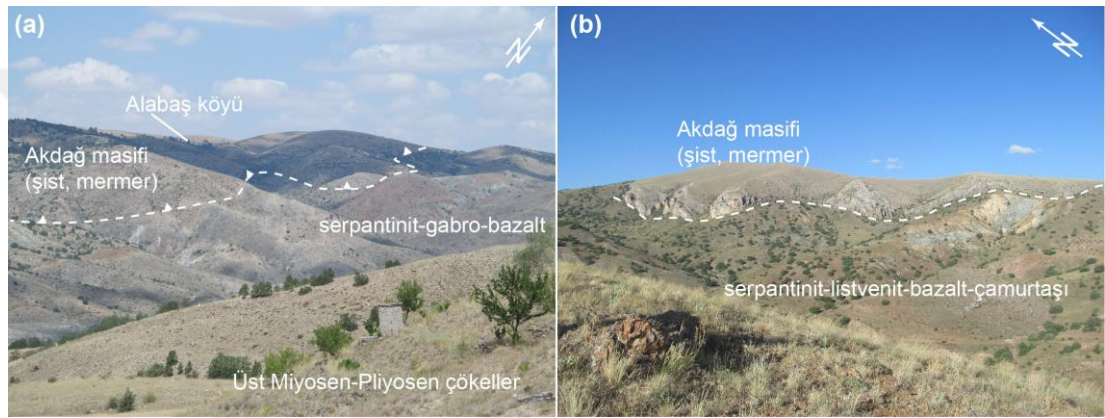
Şekil 3.12. (a) Karaşeyh ve Büyük Toraman köyleri arasında yer alan ofiyolite ait kümülat gabrolarda gözlenen magmatik bantlaşmanın görünümü (b) aynı alanda yer alan kümülat ve pegmatitik gabroların görünümü. Koordinat; (a, b) 36S 727362D 4337923K

Yamula barajına yaklaşık paralel olacak şekilde KB-GD doğrultusu boyunca alınan jeolojik enine kesitte bölgedeki temeli oluşturan ofiyolitik, metamorfik ve granitoyid sokulum kayaçları ve temel kayaçlarıyla tektonik dokanak ilişkisi sunan Eosen yaşlı çökel kayaçlarının ilişkileri gösterilmektedir (Şekil 3.13). Yukarıda bahsedildiği üzere Felahiye kuzeyindeki ofiyolitik kayaçlar Akdağ masifinin tektonik olarak üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.9). Ancak, Alabaş köyü güneyinde yapılan gözlemlerde ofiyolitik kayaçların Akdağ masifinin tektonik olarak altında olduğu

tespit edilmiştir. Bu alanda Akdağ masifi hem batıda hem de doğuda yüksek açılı ters fayla ofiyolitik kayaçların üzerine itilmiş durumdadır (Şekil 3.14a, b).

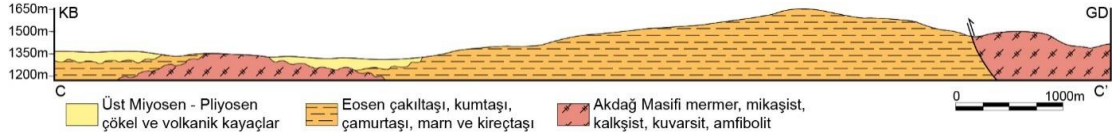


Şekil 3.13. Yamula barajı civarında gözlenen birimlerin ilişkisini gösteren B-B' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.3'daki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

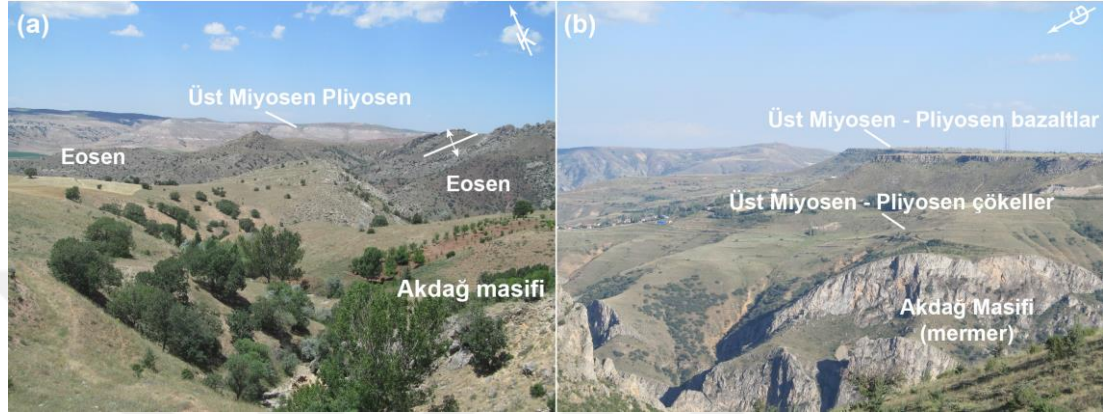


Şekil 3.14. (a, b) Yamula barajı kuzeyinde Akdağ masifi ve ofiyolitik kayaçlar arasındaki tektonik ilişkilerin genel görünümü. Bakış yönü; (a) GD-KB, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 719268D 4316462K, (b) 36S 714384D 4319934K

Şekil 3.15'deki jeolojik enine kesitte görüldüğü üzere ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar Eosen çökel kayaçları ile tektonik dokanıklı olarak gözlenmektedir. Benzer şekilde, Silahtar köyü civarında ise Akdağ masifine ait metamorfikler yüksek açılı ters fayla Eosen çökellerinin üzerine itilmiş durumdadır (Şekil 3.15). Bu alandaki ilişkilerin Felahiye kuzeyindekilerden farklı olması, büyük olasılıkla Eosen sonrasında bölgede gelişen sıkışmalı tektonik olaylarla ilişkili olmalıdır. Bu deformasyon süreçlerinden Eosen çökelleri de oldukça yoğun şekilde etkilenmişlerdir. Örneğin, Yamula barajı civarındaki Eosen çökellerinde kıvrımlı ve faylı yapılar yaygın olarak gözlenmekte olup, yaklaşık K30°D gidişli kıvrım eksinine sahip antiklinal yapıları tespit edilmiştir (Şekil 3.16a). Bölgede Eosen ve daha yaşlı tüm birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alan Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı (Bilgiç ve Terlemez, 2007) karasal çökeller ve volkanik kayaçlar yatay konuma sahiptirler (Şekil 3.16a, b). Bu durum bölgedeki sıkışmalı tektonik rejimin Üst Miyosen öncesinde sona erdiğini göstermektedir.



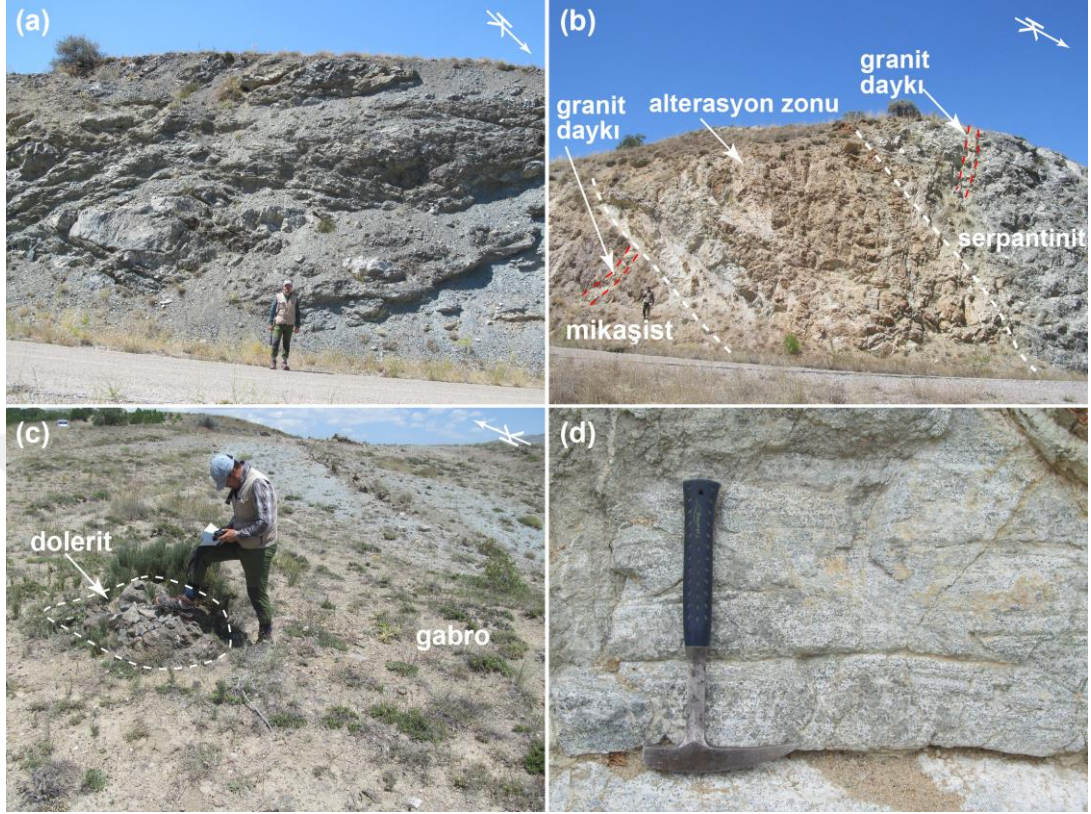
Şekil 3.15. Silahtar köyü ile Felahiye arasındaki Akdağ masifi ve Eosen çökellerinin ilişkilerini gösteren KB-GD yönlü jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı (C-C') şekil 3.3'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir



Şekil 3.16. (a, b) Yamula barajı civarında yüzlek veren Akdağ masifine ait metamorfitle ve Orta Eosen yaşlı kıvrımlı ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı yatay tabakalı çökellerinin genel görünümü. (b) Kızılırmak nehri vadisinin güneyindeki Amarat köyü civarında mermerlerin üzerinde yer alan Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı çökel ve volkanik kayaların görünümü. Bakış yönü; (a) GD-KB, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 723634D 4321931K, (b) 36S 729638D 4328735K

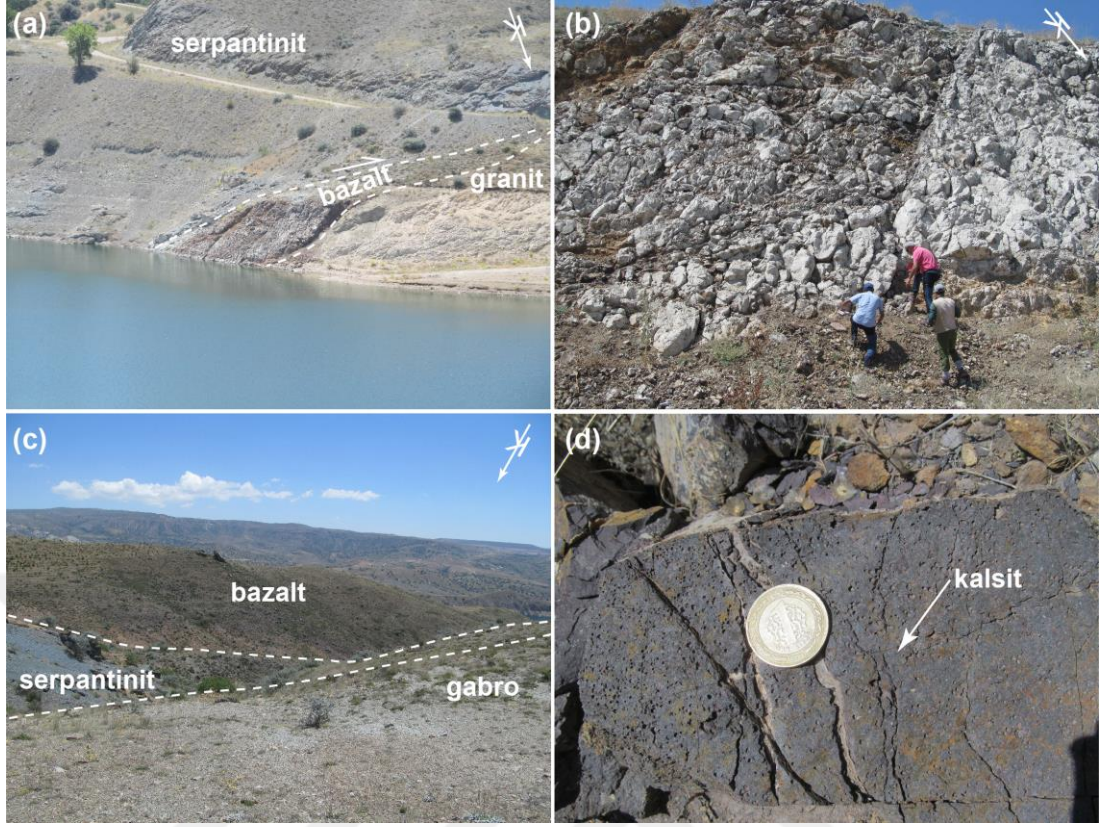
Felahiye güneyindeki ofiyolitik kayalar başlıca serpantinit, lisvenit, gabro, meta-gabro ve bazaltlarla temsil edilmektedir. Alabaş ve Acırlı köyleri arasında ofiyolitik kayalar yaklaşık K-G uzanımlı hatlar boyunca Akdağ masifi ve Eosen çökel kayalarıyla tektonik dokanaklı olarak gözlenmektedir (Şekil 3.15). Obruk köyü civarında ise KD-GB uzanımlı hatlar boyunca gözlenen ofiyolitik kayalar yaygın olarak granitoyid sokulumları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.13). Felahiye güneyindeki en yaygın ofiyolitik kayaç türünü temsil eden ultramafik kayalar çok büyük oranda serpantinitleşmiş olup, yoğun deformasyon süreçlerinden etkilendiklerine işaret eden kıvrımlanmalar ve makaslama yapıları tespit edilmiştir (Şekil 3.17a). Lisvenit oluşumları genellikle serpantinitlerin granitoyid sokulumlarıyla olan dokanaklarına yakın kesimlerinde ve Akdağ masifi ile olan tektonik dokanakları boyunca gözlenmiştir. Örneğin, Obruk köyü batısındaki Yamula barajı kıyısında yer alan serpantinitler ile Akdağ masifine ait mikaşistler tektonik dokanaklı olarak bir arada gözlenmekte olup, aynı zamanda tektonik dokanak boyunca granit daykısı gelişimi mevcuttur (Şekil 3.17b). Bu alanda granit

sokulumuna bağlı olarak geliştiği düşünülen karbonatlaşma ve alterasyon zonu içerisinde cevherleşmeler tespit edilmiştir (Şekil 3.17b).



Şekil 3.17. (a) Obruk köyü batısındaki Yamula barajı kıyısında gözlenen makaslanmış serpantinitler. (b) Aynı alandaki mikaşist ve serpantinitin tektonik dokanağında gözlenen granit sokulumuna bağlı olarak gelişmiş olan alterasyon zonu. (c) Alabaş köyü güneyindeki gabroları kesen dolerit daykının görüntüsü. (d) Obruk köyü doğusundaki izotropik görünümlü gabroların yakın görünümü. Bakış yönü (a, b) KD-GB, (c) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 720097D 4319620K (b) 36S 720081D 4319374K, (c) 36S 718331D 4320588K, (d) 36S 718289D 4320545K

Gabrolar çoğunlukla serpantinitlerle birlikte gözlenmekte olup, haritalanabilir ölçekteki gabro yüzlekleri Alabaş köyü güneybatısında serpantinitlerin içerisinde yaklaşık kuzey-güney uzanımlı ince tektonik dilim halinde gözlenmektedir. Bu alandaki gabroların serpantinitlere benzer şekilde deformasyon süreçlerinden etkilendikleri tespit edilmiştir. Gabrolar kalınlıkları birkaç metreye ulaşan dolerit daykları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.17c). Karışeyh ve Büyük Toraman köyleri arasındaki gabrolarda gözlediği gibi Yamula barajı civarında yer alan gabrolar da katmanlı ve izotropik görünümlü gabrolarla temsil edilmektedir (Şekil 3.17d).



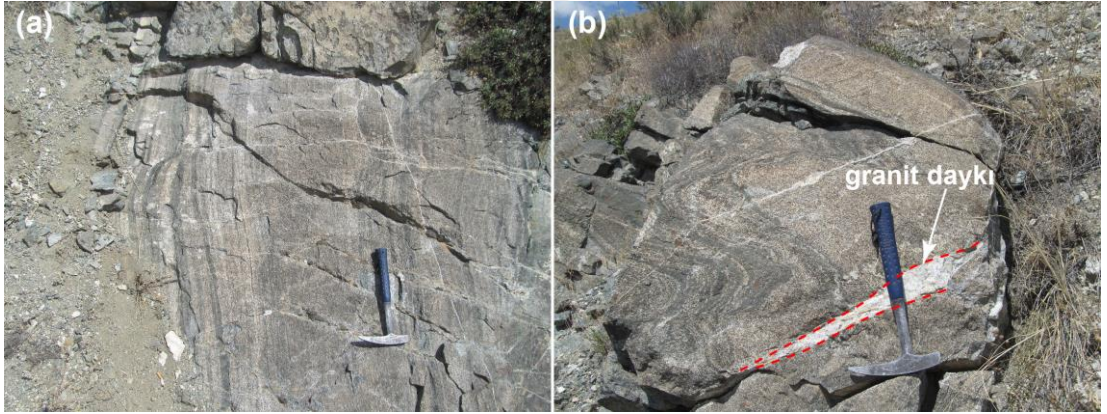
Şekil 3.18. (a) Yamula barajı güneyindeki serpantinitlerin tektonik olarak altında yer alan ve granit tarafından kesilen yastık yapılı bazaltların ilişkisini gösterir genel fotoğraf. (b) Aynı alandaki yastık yapılı bazaltların genel görüntüsü. Yamula barajı kuzeyinde serpantinit ve gabrolarla birlikte gözlenen masif yapılı bazaltların genel görüntüsü. (d) Aynı alandaki gaz boşluklu spilitik özellik sunan bazaltın yakın görüntüsü. Bakış yönü; (a, b) KD-GB, (c) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 720110D 431915K, (b) 36S 720110D 431915K, (c) 36S 720110D 431915K, (d) 36S 720110D 431915K

Yamula Barajı güneyinde (Obruk köyü batısı) ince bir şerit halinde yaklaşık GB-KD bir hat boyunca serpantinitlerin tektonik olarak altında yer alan ve çapları birkaç metreye ulaşan yastık yapılı bazaltlar tespit edilmiştir (Şekil 3.18a, b). Aynı alandaki yastık yapılı bazaltlar granit sokulumu tarafından kesilmektedir (Şekil 3.18a). Yamula barajının kuzeyinde ise bazaltik kayalar göreceli olarak daha geniş yüzlek alanlarına sahip olup, baskın olarak masif yapılı bazaltlarla temsil edilmektedirler (Şekil 3.18c). Bazaltların bazı kesimlerinde spilitleşmeler gözlenmiş olup, gaz boşluklarının ve kayaçtaki kırık ve çatlak düzlemlerinin ikincil minerallerle (ör. kalsit) doldukları gözlenmiştir (Şekil 3.18d).



Şekil 3.19. (a, b) Obruk köyü ve civarında yüzlek veren ve deformasyona bağlı yönlü doku kazanmış kümülat gabroların görüntüsü. Koordinat; (a, b) 36S 725715D 4321772K

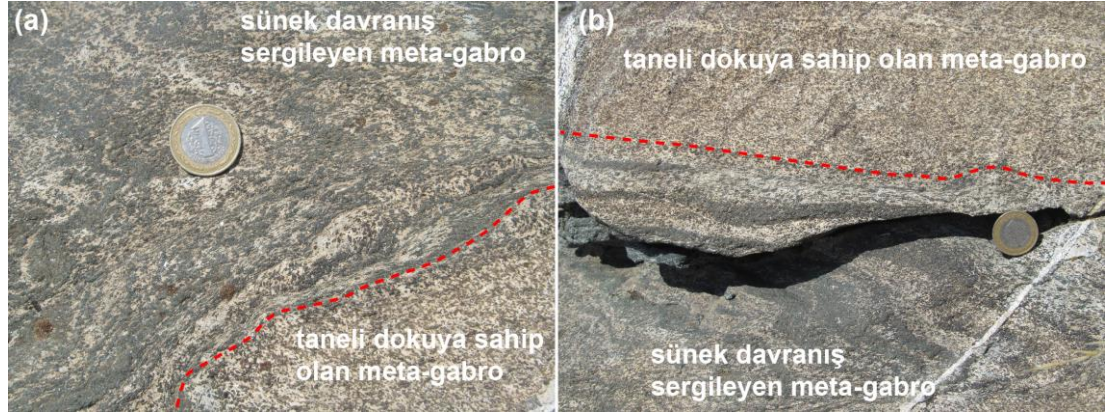
Alabaş köyü güneyinde (Yamula barajı kıyısında) meta-gabro kütlesi granit sokulumu tarafından çevrelenmiş izole bir dilim halinde gözlenmektedir. Bu alandaki meta-gabrolarda katmanlı yapı açıkça görülebilmekte olup, mafik ve felsik minerallerin farklı oranda zenginleşmesine bağlı olarak bantlı görünüm kazandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3.19a,b; Şekil 3.20a).



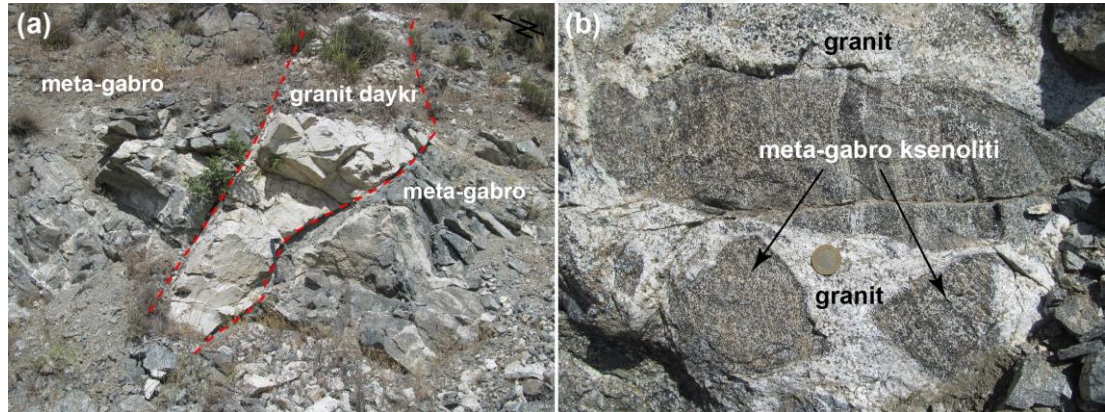
Şekil 3.20. Alabaş köyü güneyinde yüzlek veren meta-gabrolardaki (a) bantlı ve (b) kıvrımlı yapıları gösterir fotoğraf. Koordinat; (a) 36S 719928D 4320469K (b) 36S 720040D 4320090K

Meta-gabroların bazı kesimlerinde iyi gelişmiş kıvrımlı (Şekil 3.20b) ve makaslanma yapılarına sahip oldukları ve sünek davranış sergiledikleri gözlenmiştir (Şekil 3.21a, b). Meta-gabroların makaslanmış ve sünek davranış gösteren kesimlerinde mafik mineralindeki uzamalar ve makaslama yapıları arazide belirgin olarak görülebilmektedir (Şekil 3.21a, b). Aynı bölgedeki meta-gabrolar kalınlıkları 3 metreye kadar ulaşan granit daykları tarafından kesilmekte olup (Şekil 3.22a), granit

daykları büyüklükleri 30 cm'ye kadar ulaşan meta-gabro ksenolitleri içermektedir (Şekil 3.22b).



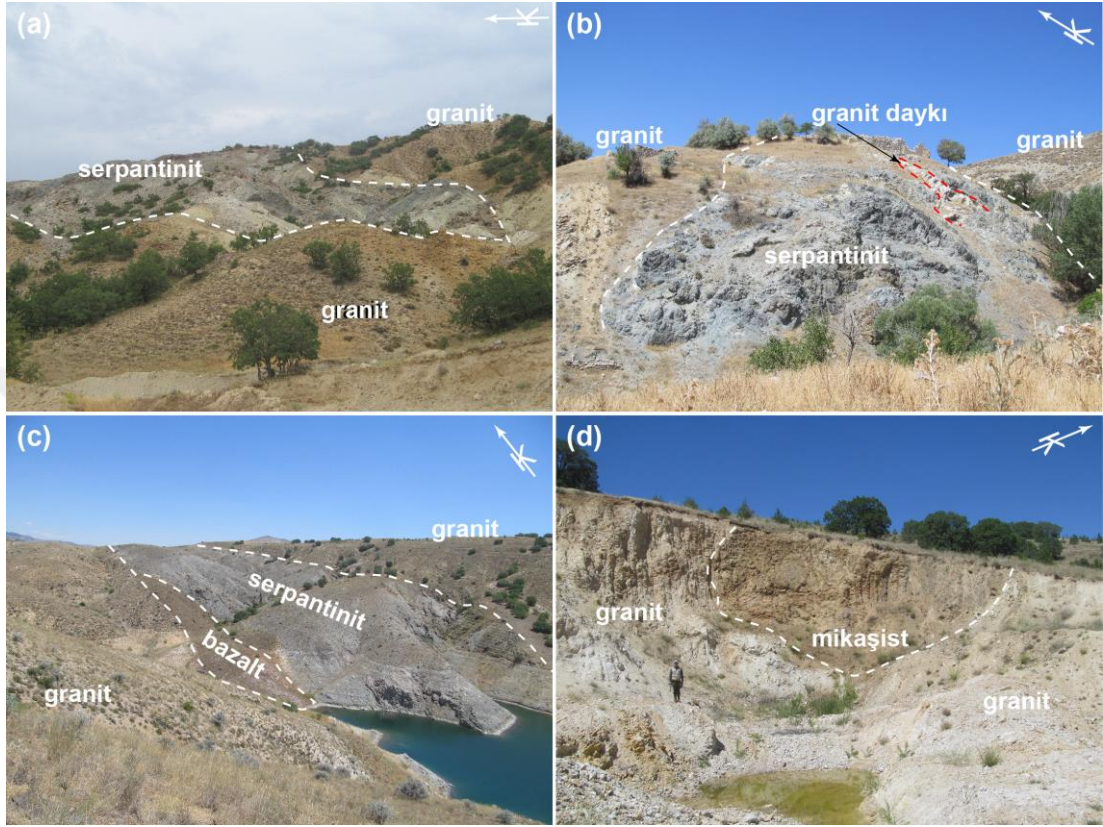
Şekil 3.21. (a, b) Alabaş köyü güneyinde yüzlek veren meta-gabrolardaki taneli dokuya sahip olan bölümleri ile makaslanmış ve sünek davranış sergileyen bölümlerinin yakından görünümü. Koordinat; (a, b) 36S 720040D 4320090K



Şekil 3.22. (a) Meta-gabroları kesen granit daykının görünümü. (b) Granit daykısı içerisindeki meta-gabro ksenolitlerinin görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 720037D 4320051K, (b) 36S 719968D 4320157K

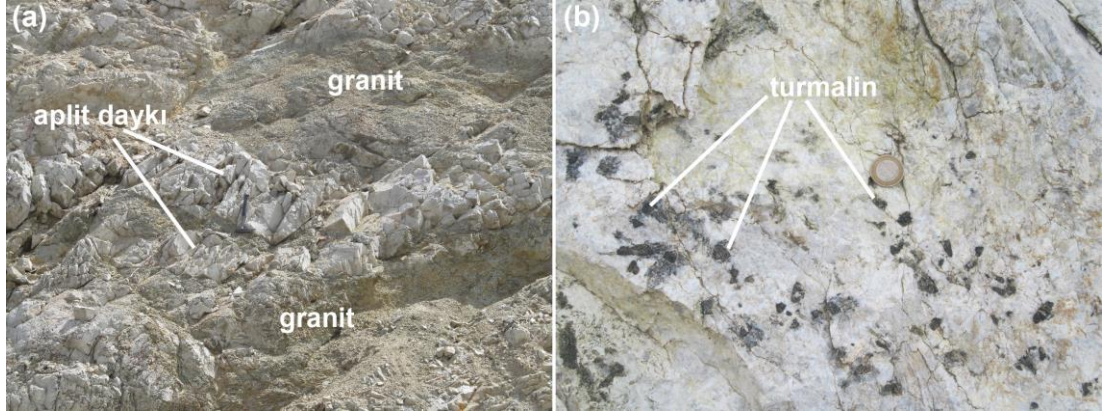
Felahiye bölgesindeki metamorfik ve ofiyolitik kayalar farklı boyutlardaki granitik sokulumlar tarafından yaygınca kesilmektedirler. Obruk ve Alabaş köyleri arasında yüzlek veren granitik kayalar haritalanabilir ölçekte olup yaklaşık 20 km²'lik yüzey alanına sahiptirler (Şekil 3.3). Çalışma sahasının diğer bölgelerinde de (ör. Silahtar ve civarı) benzer olarak metamorfik kayalar küçük ölçekli granitoid sokulumları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.23a-d). Obruk köyü civarında yer alan granitoid sokulumu çalışma sahası içerisindeki en büyük kütleyi temsil etmekte olup, bu alandaki granit sokulumu ofiyolite ait serpantinlerin ve gabroların etrafını tamamiyle çevrelemektedir (Şekil 3.23a, b). Benzer şekilde Yamula barajının yakın kesimlerindeki alanlarda ofiyolitik kayalar ve Akdağ masifine ait metamorfik

kayaçlar da granitoyid sokulumu tarafından çevrelenmektedir (Şekil 3.23c, d). Granitik kayaçlar aynı zamanda serpantinileri ve gabroları kesen izole dayklar halinde de gözlenmektedir (Şekil 3.23b).



Şekil 3.23. Obruk köyü civarındaki ofiyolitik kayaçları kesen granitlerin genel görünümü. (b) Aynı bölgede granit daykı tarafından kesilen serpantinlerin görünümü. Obruk köyü batısında Yamula barajı yakın civarındaki ofiyolite ait serpantinleri, bazaltları ve (d) Akdağ masifine ait mikaşistleri kesen granit sokulumunun genel görünümü. Bakış yönü; (a) B-D, (b, c) GB-KD, (d) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 719185D 4318857K, (b) 36S 720104D 4319147K (c) 36S 719185D 4318857K, (d) 36S 720087D 4319130K

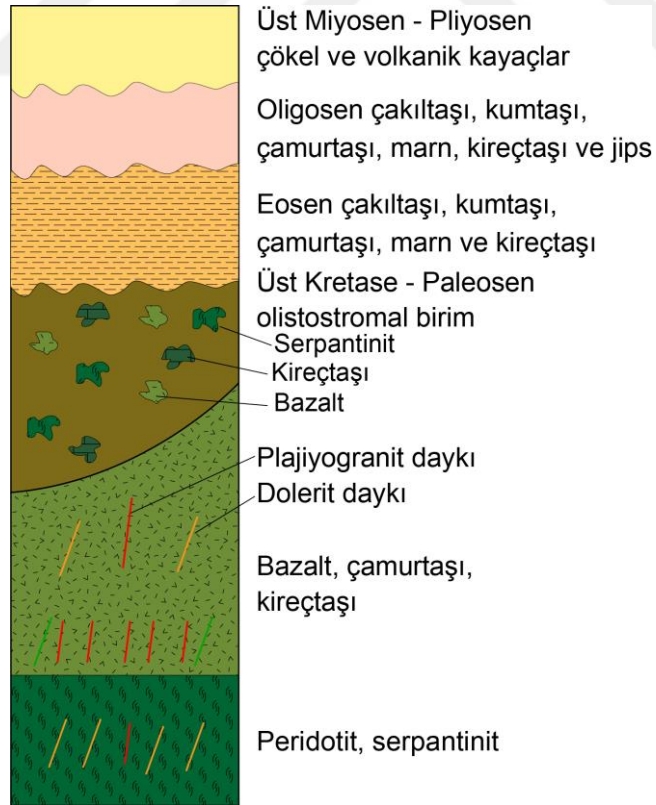
Granitik kayaçlar arazi gözlemlerinde çoğunlukla açık renkli olup, yer yer koyu renkli ve bazı bölümlerinde K-feldspat minerallerinin modal bolluğuna bağlı olarak pembe renklere görülmektedirler. Granitin ana kütlesi içerisinde yer yer ayrışmalar ve arenalaşmalar gözlenmektedir. Bunun en tipik örneği Obruk köyü civarında yer alan granitlerde tespit edilmiştir (Şekil 3.23a). Granitler içerisindeki aplit daykları genellikle göreceli olarak daha taze durumdadırlar (Şekil 3.24a). Granitlerde yer alan turmalin mineralleri prizmatik şekillerde görülmektedirler (Şekil 3.24b).



Şekil 3.24. (a) Obruk köyü civarındaki ayrılmış granitler ve bunları kesen aplit dayklarının genel görüntüsü. (b) Aynı bölgedeki granitik kayalar içerisinde çıplak gözle gözlenebilen turalin mineralleri. Koordinat; (a) 36S 719950D 4319559K, (b) 36S 725187D 4320958K

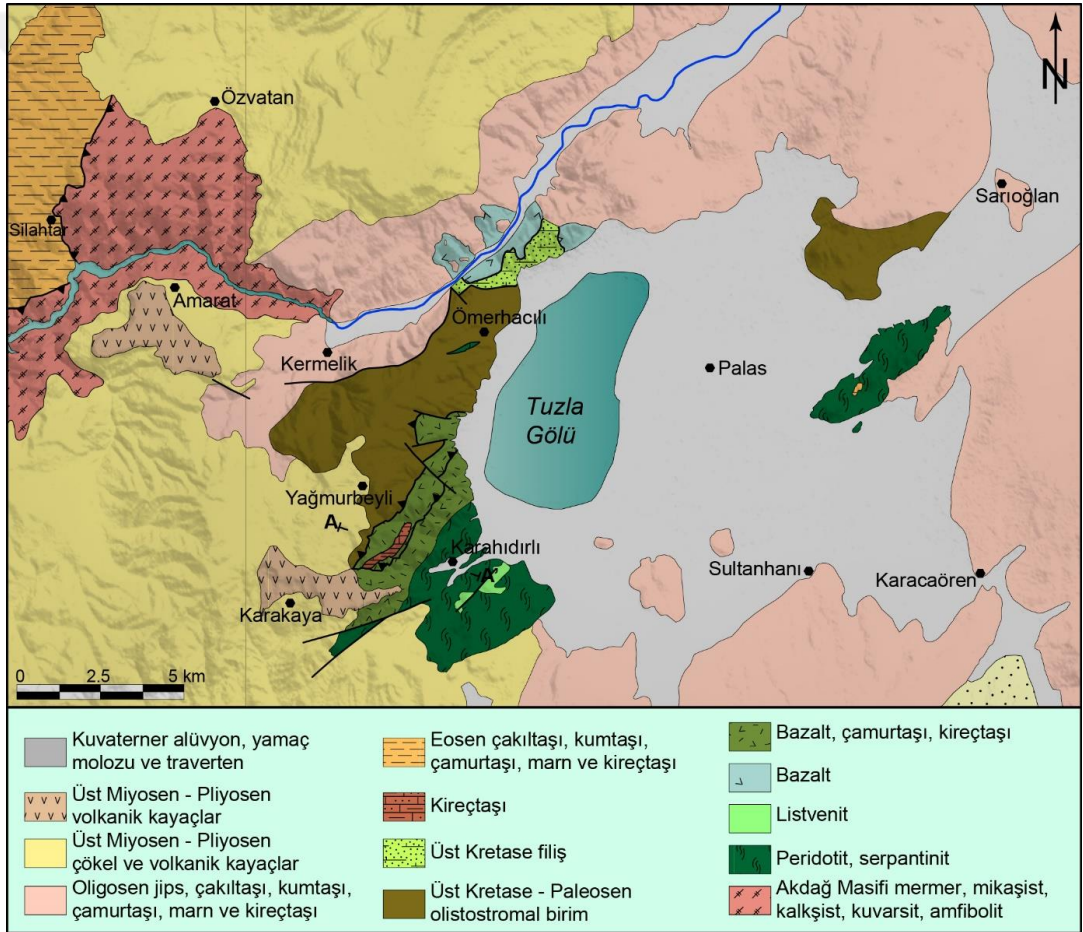
3.2. Tuzla Gölü Bölgesi

Tuzla Gölü bölgesi içerisinde bu çalışma kapsamında ofiyolitik kayalar ve olistostromal nitelikteki birimler incelenmiş ve haritalanmıştır. Tuzla Gölü bölgesinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesiti Şekil 3.25’de sunulmuştur.



Şekil 3.25. Tuzla Gölü bölgesinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesiti. (Ölçeksizdir).

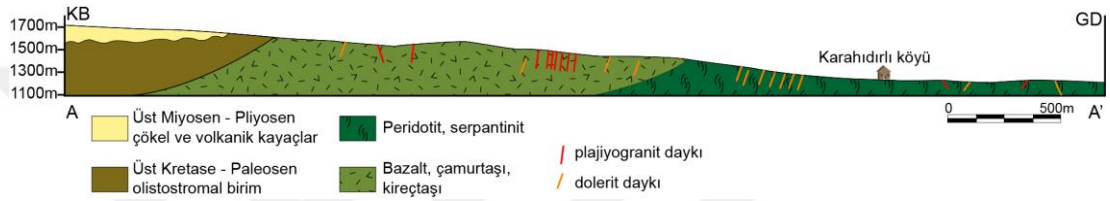
Buna göre istifin tabanında ofiyolite ait peridotitler yer almaktadır. Bunun üzerine yine ofiyolite ait masif yapılı bazaltlar ve onun üzerine ise tektonik ilişkili olarak Üst Kretase - Paleosen yaşlı (ör. Özaksoy ve Gökten, 1996; Dirik ve diğ., 1999) olistostromal nitelikteki birim gelmektedir. Tüm bu kayaçlar Eosen ve daha genç yaşlı çökel ve volkanik kayaçlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlara ve olistostromal nitelikteki birimlere ait en tipik yüzlekler Tuzla Gölü'nün batı sınırı boyunca yaklaşık 12 km uzunluğunda ve 3.5 km genişlikte kuzeydoğu-güneybatı yönündeki bir hat boyunca görülmektedir (Şekil 3.26). Ayrıca, Palas köyü ile Sarıoğlan beldesi arasındaki alanda da ofiyolit ve olistostromal birime ait göreceli daha sınırlı yüzlekler tespit edilmiştir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Tuzla Gölü bölgesinin detaylı jeoloji haritası (Dalkılıç ve diğ., 2007 ve Dalkılıç, 2009a'dan değiştirilerek çizilmiştir)

Bölgedeki ofiyolitik kayaçlar serpantinler, serpantinize peridotitler, lisvenitler, bazaltlar, çamurtaşları ve bunları kesen dolerit, andezit ve plajiyogranit daykalarıyla temsil edilmektedir. Ofiyolitik kayaçlar ağırlıklı olarak Karahıdırlı köyü ve civarında

yüzlek vermektedir (Şekil 3.26). Karahıdırlı ve Yağmurbeyli köyleri arasındaki kuzeybatı-güneydoğu yönlü jeolojik enine kesitte ofiyolitik kayalara ve olistostromal birime ait istif görülebilmektedir (Şekil 3.27). Kesit hattının güneydoğusunda ultramafik kayalar istifin yapısal olarak tabanında yer almaktadır (Şekil 3.27). Ultramafik kayaların üzerinde masif yapılı bazaltlar mevcuttur. Masif yapılı bazaltların olistostromal birimle olan dokanağına yakın kesimlerinde ise yersel olarak çamurtaşları ile ara katkılı olarak da bulunduğu tespit edilmiştir. Ofiyolitik istifin üstünde ise sırasıyla Üst Kretase - Paleosen yaşlı olistostromal birim ve Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı çökel ve volkanik kayalar gözlenmektedir (Şekil 3.27).

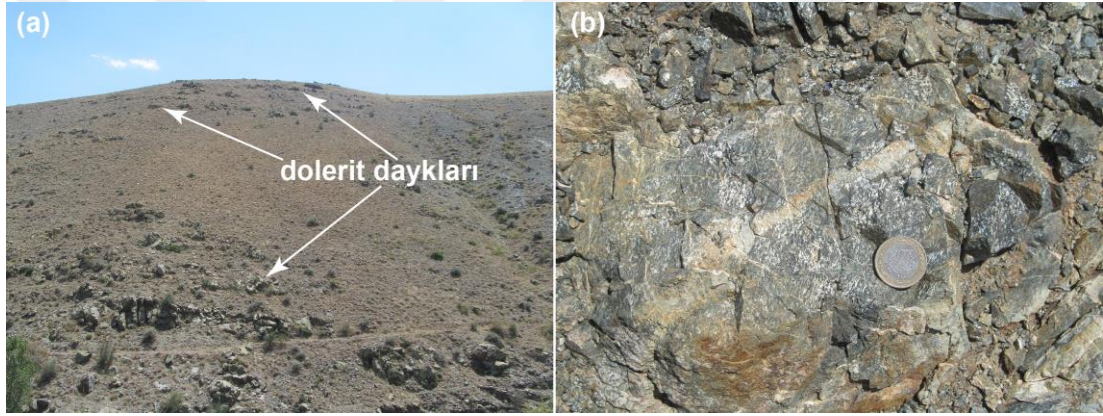


Şekil 3.27. Karahıdırlı ve Yağmurbeyli köyleri arasındaki ofiyolitik kayaların ve olistostromal birimin ilişkisini gösteren A-A' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.26'daki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

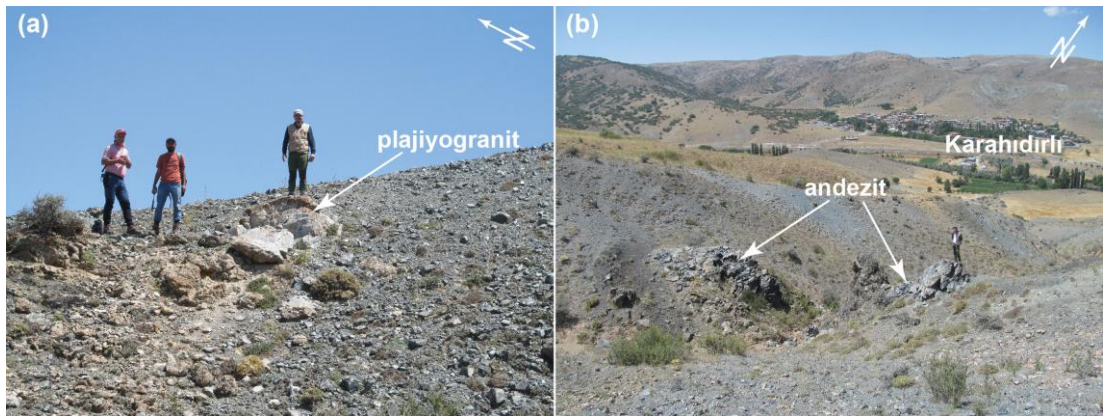
Karahıdırlı köyü yakın civarındaki serpantin ve serpantinize peridotitler oldukça yoğun şekilde ve kalınlıkları 10 m'ye kadar ulaşan dolerit daykları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.28a). Hatta bu alanda yer alan peridotit yüzlekleri yoğun dolerit daykı sokulumu ve bu sokulumlardan türeyen yamaç molozları nedeniyle büyük oranda maskelenmiştir. Kalın dolerit dayklarının orta bölümleri oldukça kaba taneli görünüme sahip olup, kenar kısımları soğuma kenarı olarak daha ince tane boyutuna sahiptir. Bununla birlikte, bazı dolerit dayklarının tektonizmadan etkilendikleri ve deformasyona bağlı olarak hafif yönlü doku kazandıkları saptanmıştır (Şekil 3.28b).

Karahıdırlı köyü güneyinde yapılan gözlemlerde serpantinize peridotitler içerisinde haritalanabilir ölçekte lisvenit oluşumları tespit edilmiştir (Şekil 3.26). Aynı alanda serpantinize peridotitleri kesen plajiyogranit ve andezit daykları tespit edilmiştir (Şekil 3.29a, b). Plajiyogranit daykı yaklaşık 1 m kalınlığa sahip olup, arazi görünümünde mafik mineraller bakımından oldukça fakir olduğu görülebilmektedir. Plajiyogranit daykının yaklaşık 10 m yakınında yer alan andezit daykları arazi görünümünde açık mavi renkli görünüme sahip olup içermiş olduğu biyotit mineralleri arazi gözlemlerinde belirlenebilmektedir.

Karahıdırlı köyü kuzeyindeki serpantinize peridotitlerin üzerinde yer alan masif yapıllı bazaltik kayaçlar yaklaşık birbirlerine paralel bir doğrultuya (K25°D) sahip olacak şekilde birçok plajiyogranit daykı tarafından kesilmektedir (Şekil 3.30a-c). Arazi görünümünde çoğunlukla kirli sarı ve sarımsı tonlarda gözükten plajiyogranit dayklarının kalınlıkları birkaç m'ye, uzunlukları ise 20 m'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 3.30b, c). Benzer şekilde bazalt ve çamurtaşı birlikteliğinin içerisinde de plajiyogranit daykları tespit edilmiştir. Ancak bu plajiyogranit daykları arazide daha çok kısa ve devamsız izole kütleler halinde tespit edilmiştir (Şekil 3.30c). Her iki alandaki plajiyogranit dayklarının kırık ve çatlak düzlemlerinin boyunca yaygın olarak metasomatik süreçlere bağlı olarak geliştiği düşünülen ikincil epidot mineralleri tarafından doldurulmaktadır (Şekil 3.30d).



Şekil 3.28. (a) Karahıdırlı köyü civarında yer alan serpantin, serpantinize peridotitler ve bunları kesen dolerit dayklarının görüntüsü. (b) Aynı alanda gözlenen makaslanmış dolerit daykının yakından görünümü. Bakış yönü (a) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 740527D 4319091K, (b) 36S 740372D 4319043K



Şekil 3.29. Karahıdırlı köyü güneyindeki serpantinleri kesen (a) plajiyogranit ve (b) andezit daykının görüntüleri. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) GD-KB. Koordinat; (a, b) 36S 740934D 4317364K

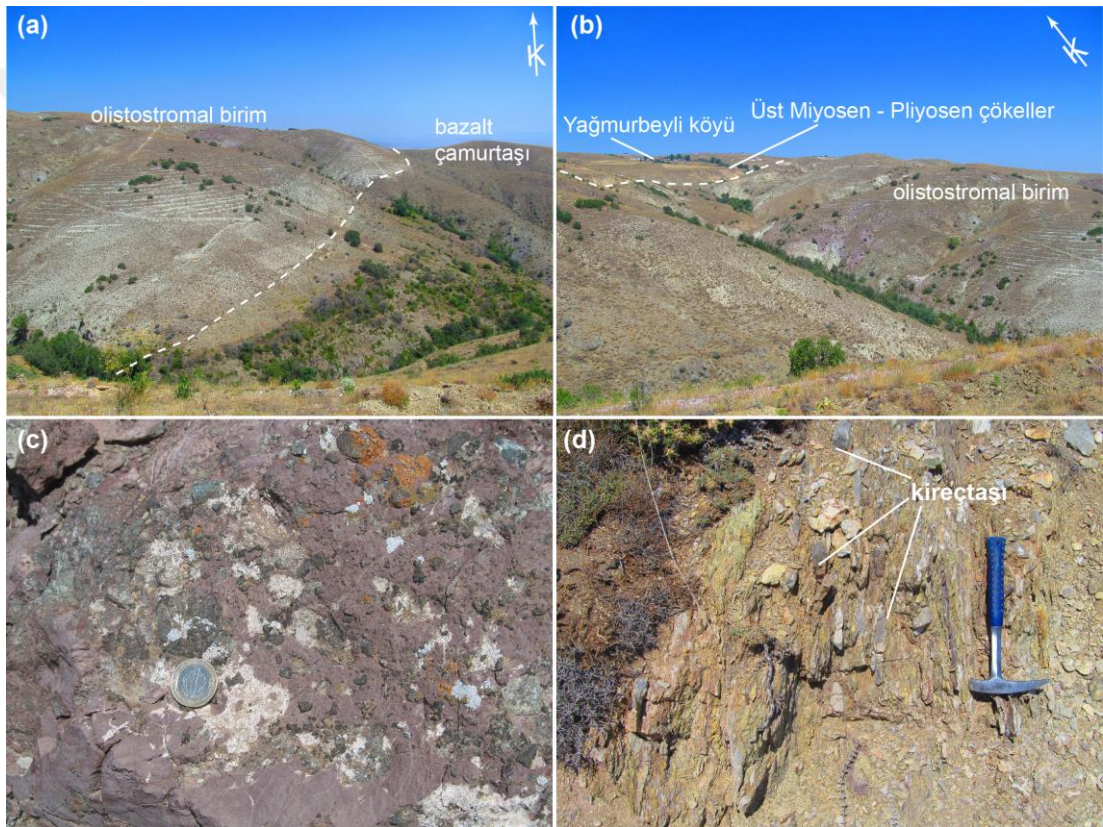
Yağmurbeyli köyü güneydoğusundaki ofiyolite ait bazalt-çamurtaşı birlikteliği olistostromal nitelikteki çökel birim tarafından üzerlenmektedir (Şekil 3.31a). Olistostromal birim içerisindeki çökel kayalardan elde edilen fosil verilerine göre birimin Üst Kretase – Paleosen oluşum yaşına sahip olduğu farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Tekeli ve diğ., 1992; Özaksoy ve Gökten, 1996; Dirik ve diğ., 1999). Olistostromal birim baskın olarak sarı, kırmızı ve krem renkli, ince-orta katmanlı kumtaşı, çamurtaşı ve marnlardan oluşmaktadır (Şekil 3.31a, b). Ayrıca olistostrom birimi içerisinde ofiyolitik kökenli bazalt, çamurtaşı, serpantin ve dolerit türü kayalar ile düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiş sleyt, kumtaşı ve kireçtaşı gibi çökel kayalar tespit edilmiştir.



Şekil 3.30. (a, b) Tuzla Gölü batısındaki ofiyolitik kayaların ve olistostromal birimin genel görünüşleri. (c) Bazalt-çamurtaşı birlikteliği içerisindeki plajiyogranit daykının görünüşü (d) plajiyogranit dayklarında gözlenen epidot sıvamaları. Bakış yönü; (a, b) GB-KD, (c) KD-GB. Koordinat; (a) 36S 738677D 4318630K, (b) 36S 739010D 4318674K, (c, d) 36S 738382D 4319031K

Bazı alanlarda ise serpantin ve gabro türü kayalar kırmızı renkli çamurtaşları içerisinde çakıllar halinde gözlenmektedir (Şekil 3.31c). Önceki çalışmalarda, birimin içerisindeki kireçtaşı bloklarının Triyas ve Üst Kretase – Paleosen yaşlı fosiller kapsadıkları ifade edilmiştir (Özaksoy ve Gökten, 1996; Dirik ve diğ., 1999).

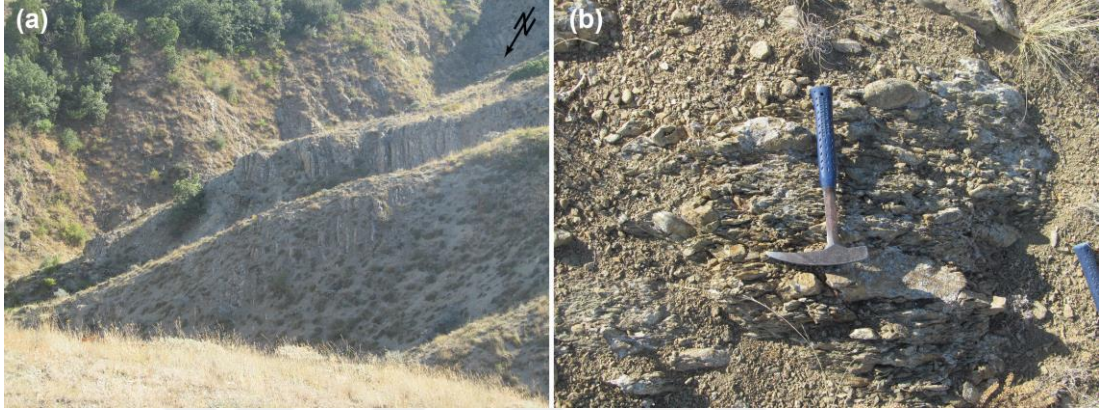
Birimin hamurunu oluşturan çamurtaşı ve marn türü kayaçlar genellikle makaslanmış ve yoğun deformasyona maruz kalmış olup, arazi gözlemleri doğrultusunda bazı alanlarında çok düşük dereceli başkalaşım izi sundukları tespit edilmiştir. Örneğin, Yağmurbeyli köyü güneydoğusundaki çamurtaşları içerisinde ara seviyeler halinde yer alan kireçtaşlarının sucuk yapısı kazandıkları gözlenmiştir (Şekil 3.31d). Olistostromal birim içerisinde yer alan kırıntılı kayaçların, volkanoklastiklerin ve karbonatlı kayaçların konumları genellikle dik ve dike yakın eğim açılımlarına sahip olup, sıkça yapılan ölçümlerde yaklaşık K60°D doğrultusunda oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.32a, b).



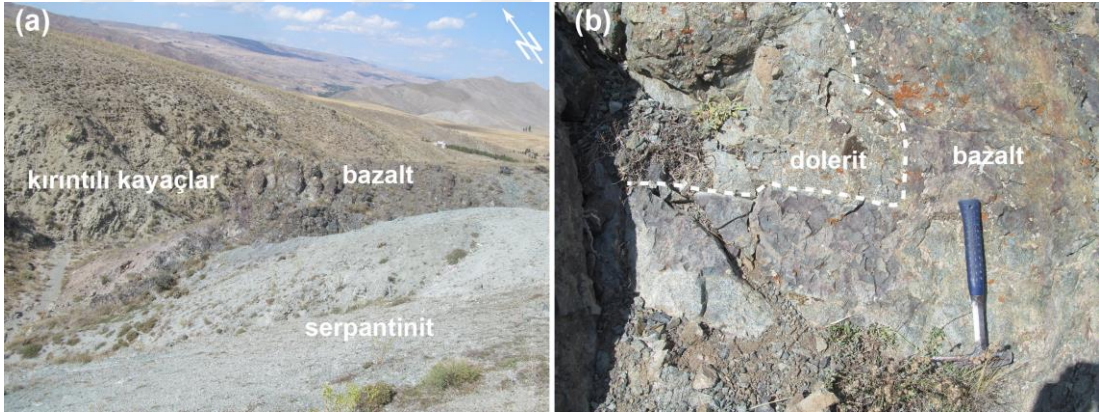
Şekil 3.31. (a) Ofiyolite ait bazalt-çamurtaşı birlikteliği ve üzerindeki olistostromal birimin genel görünümü. (b) Olistostromal birim ve Üst Miyosen – Pliyosen çökellerinin genel görünümü. (c) Serpantinit çakılları içeren kırmızı renkli çamurtaşlarının görünümü. (d) Sucuk yapıları içeren kireçtaşı ara seviyeleri içeren çamurtaşlarının görünümü. Bakış yönü; (a) G-K, (b) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 738252D 4319003K, (b) 36S 738120D 431868K, (c) 36S 438430D 4319409K, (d) 36S 738074D 4318847K

Ömerhacılı köyünün batı ve güneybatısındaki olistostromal birim içerisinde haritalanabilir ölçeklere kadar ulaşan ofiyolit kökenli serpantinit, gabro ve volkanik kayaç blokları tespit edilmiştir (Şekil 3.26 ve 3.33a, b). Volkanik kayaçlar masif ve

yastık yapılı bazaltlarla temsil edilmektedir. Serpanitlerle birliktelik sunan ve çamurtaşlarıyla ara katkılı olarak yer alan yastık yapılı bazaltlar, kalınlıkları bir kaç m'ye kadar ulaşan dolerit daykları tarafından kesilmektedir (Şekil 3.33b). Bu alandaki yastık yapılı bazaltlar yersel olarak fillitlerin tektonik olarak üzerinde yer almakta olup, aynı zamanda marn, kumtaşı gibi çökel birimlerin de altında konumlanmaktadır.



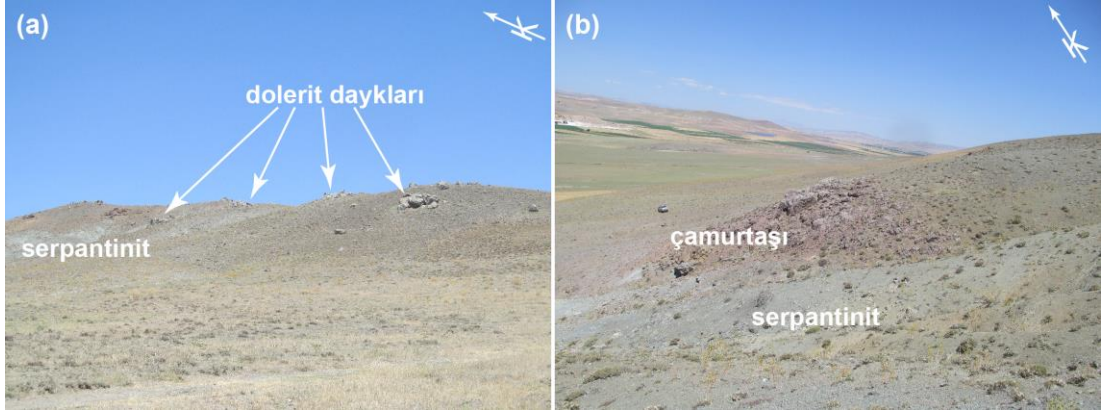
Şekil 3.32. (a, b) Tuzla Gölü batısında yer alan dike yakın konuma sahip çökellerin genel ve yakın görüntüleri. Bakış Yönü; KD-GB. Koordinat; (a, b) 36S 738720D 4321074K.



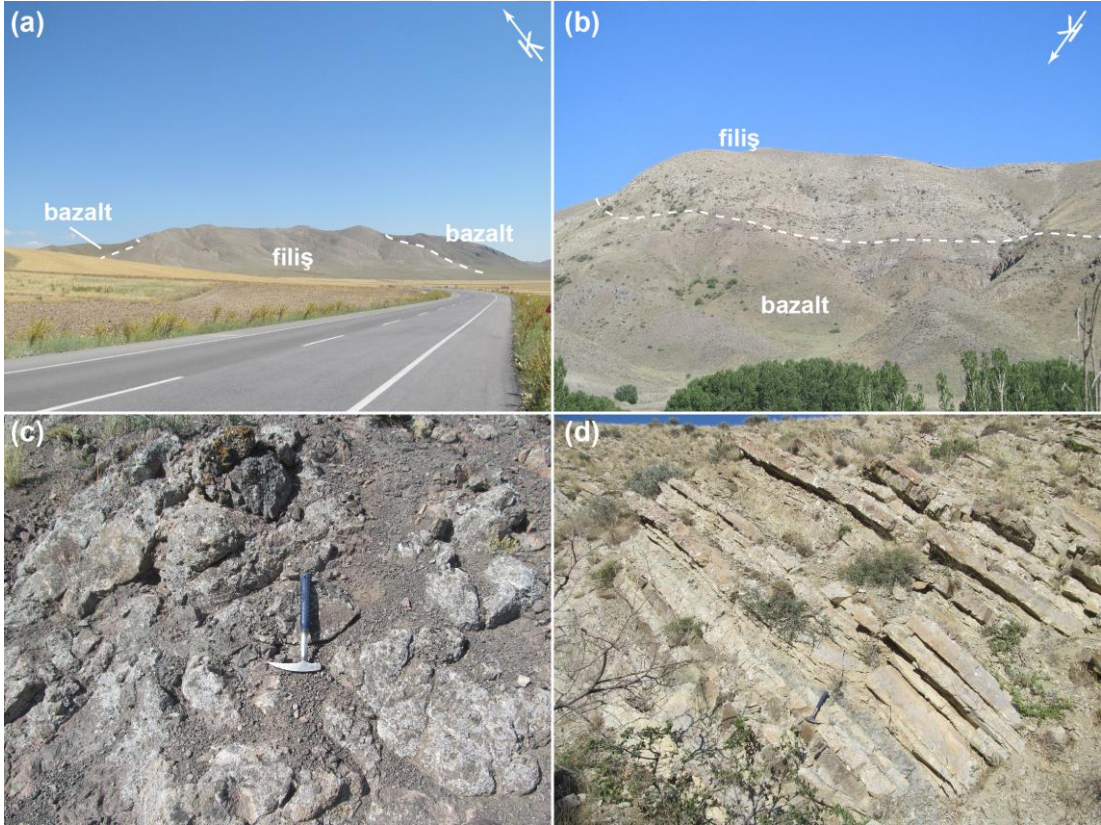
Şekil 3.33. (a) Ömerhacılı köyü kuzeyinde serpantinitler birlikte gözlenen yastık yapılı bazaltların genel görüntüsü ve (b) söz konusu bazaltları kesen dolerit daykının yakından görünümü. Bakış yönü; GB-KD. Koordinat; (a, b) 36S 740499D 4324573K.

Palas köyü civarındaki ofiyolitik kayalar baskın olarak serpantinize peridotitlerden, daha az oranda ise volkanik kayalar, çamurtaşları ve serpantinize peridotitleri kesen dolerit ve rodonjit dayklarından meydana gelmektedir (Şekil 3.34a, b). Palas köyü civarında yapılan arazi gözlemlerinde bu alandaki peridotitlerin Tuzla Gölü batısında yer alanlara kıyasla göreceli olarak daha taze oldukları saptanmıştır. Bol Nummulites

fosili içeren Eosen yaşlı kumtaşı ve kireçtaşları ise bölgedeki ofiyolitik kayaların üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır.



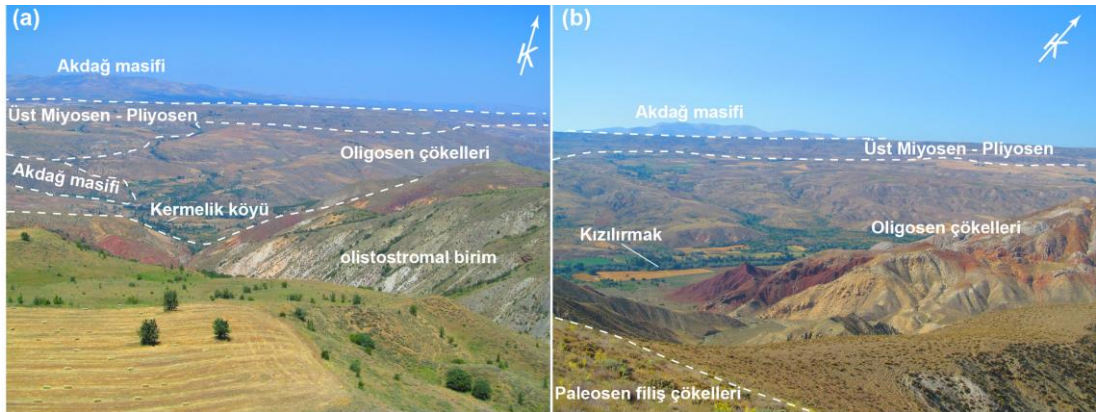
Şekil 3.34. (a) Palas köyü ve civarında yüzlek veren serpantinize peridotitler ve bunları kesen dolerit dayklarının genel görüntüsü. (b) Aynı alanda yer alan serpantinler ve bunlarla ilişkili olarak gözlenen çamurtaşları. Bakış Yönü; (a, b) GB-KD. Koordinat; (a, b) 36S 753159D 4324083K



Şekil 3.35. (a) Tuzla Gölü kuzeyinde yer alan filiş istifini ve bazaltların genel görünümü. Filiş istifinin tabanında tektonik olarak yer alan bazaltların (b) genel ve (c) yakın görünümü. (d) Filiş istifini oluşturan kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanmasının görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 742405D 4325150K, (b) 36S 742243D 4328104K, (c) 36S 741342D 4327741K, (d) 36S 743291D 4327540K

Tuzla Gölü kuzeyinde olistostromal birimle tektonik dokanaklı olarak orta-kalın tabakalı kumtaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşı ardalanmasından meydana gelen filiş istifini almaktadır (Şekil 3.35a-d). Filiş istifinin tektonik olarak tabanında masif ve yastık yapılı spilitik bazalt türü kayaçlar yüzlek vermektedir (Şekil 3.35b, c). Gaz boşluklu (~1cm çapında) yastık yapılı bazaltlardaki boşluklar epidot ve kalsit gibi ikincil minerallerle doldurulmuştur. Söz konusu alandaki filiş istifini ve tabanındaki volkanik kayaçlar litolojik özellikleri açısından, bölgenin kuzeydoğusundaki Şarkışla – Gemerek bölgesinde rapor edilen (ör. Gökten, 1983; Darin ve Umhoefer, 2020) Paleosen yaşlı çökel ve volkanik kayaçlara benzerlik sunmaktadır.

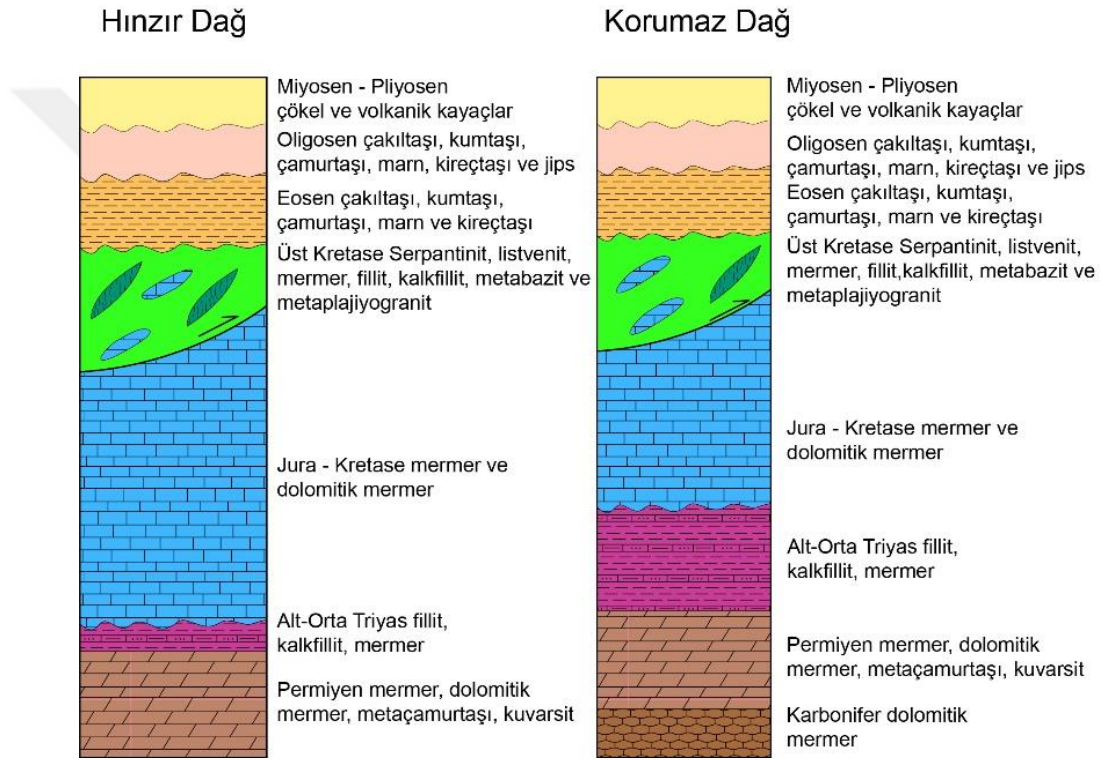
Ofiyolitik kayaçlar, Felahiye bölgesinde Akdağ masifine ait metamorfik kayaçların üzerinde, Pınarbaşı bölgesinde ise Toroslara ait karbonatların üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Bahsi geçen alanlardan farklı olarak Tuzla Gölü bölgesindeki ofiyolitik kayaçların tabanında metamorfik veya karbonatlı kayaç yüzleklerine rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, bölgedeki yaygın Oligosen ve Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı (Dalkılıç ve diğ., 2007) örtü çökelleri Üst Kretase – Paleosen yaşlı birimlerin Akdağ masifi ile olan dokanak ilişkisini göstermemektedir (Şekil 3.26 ve 3.36a, b). Ancak, Orta Eosen çökelleri bölgedeki en yaşlı ortak örtü konumundadır. Dolayısıyla, Akdağ masifi ile Tuzla Gölü bölgesindeki temel kayaçlarının tektonik dokanak ilişkileri arazide gözlenememiş olmasına rağmen, bu temel kayaçların Orta Eosen öncesi bir araya gelmiş oldukları önerilebilir. Tuzla Gölü bölgesinde de Felahiye bölgesinde olduğu gibi Eosen ve Oligosen çökel kayaçları yoğun şekilde deformasyona uğramış olup söz konusu birimlerin içerisinde kıvrımlı ve faylı yapılar sıklıkla görülebilmektedir.



Şekil 3.36. (a, b) Tuzla Gölü batısında gözlenen olistostromal birim ve Paleosen filişleri ile Akdağ masifi arasındaki örtü çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; (a, b) GD-KB. Koordinat; (a) 36S 736387D 4320981K, (b) 36S 743881D 4328070K

3.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi

Doktora çalışma alanının orta bölümünde yer alan Hınzır ve Korumaz Dağları stratigrafik özellikleri ve başkalaşım koşulları açısından birbirlerine oldukça benzer özelliklere sahiptirler (Şekil 3.37). Korumaz ve Hınzır Dağları düşük dereceli metamorfizma gösteren Karbonifer – Kretase yaşlı (ör. Özer ve diğ., 1984; Keskin, 2010) baskın olarak karbonatlı kayalardan ve bu çalışma ile başkalaşım yaşı tespit edilen Üst Kretase yaşlı metamorfik yığılma karmaşıklarından oluşmaktadır (Şekil 3.37).

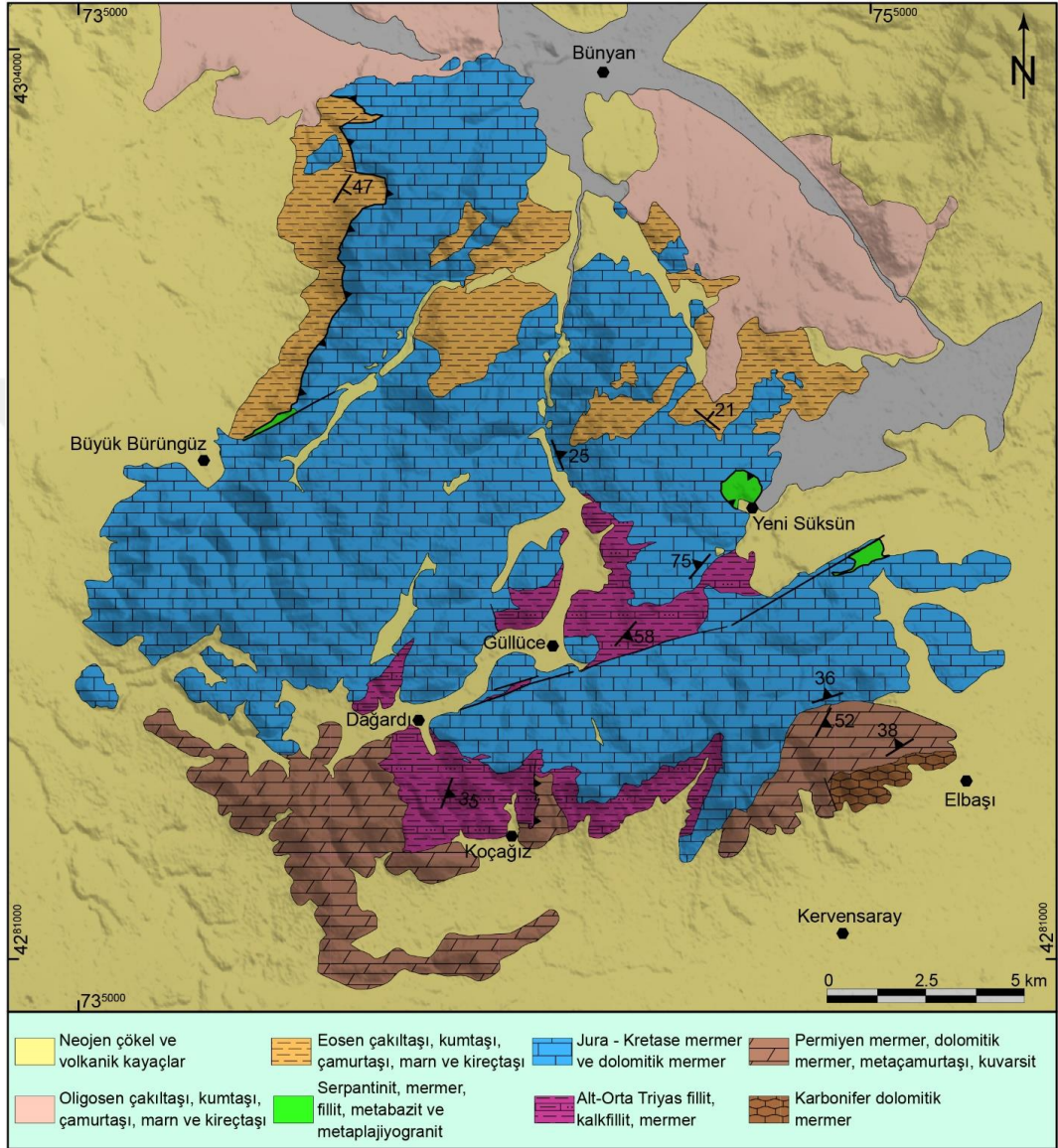


Şekil 3.37. Hınzır ve Korumaz Dağlarının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesitleri (Ölçeksizdir).

Bu çalışma kapsamında, Hınzır ve Korumaz Dağlarını oluşturan metamorfik sedimanter istifin stratigrafik özellikleri ve bu istifin tektonik olarak üzerinde yer alan metamorfik yığılma karmaşığı ile olan ilişkileri incelenerek jeoloji haritaları hazırlanmıştır. Korumaz Dağ bölgesinin jeoloji haritası şekil 3.38’de sunulmuştur.

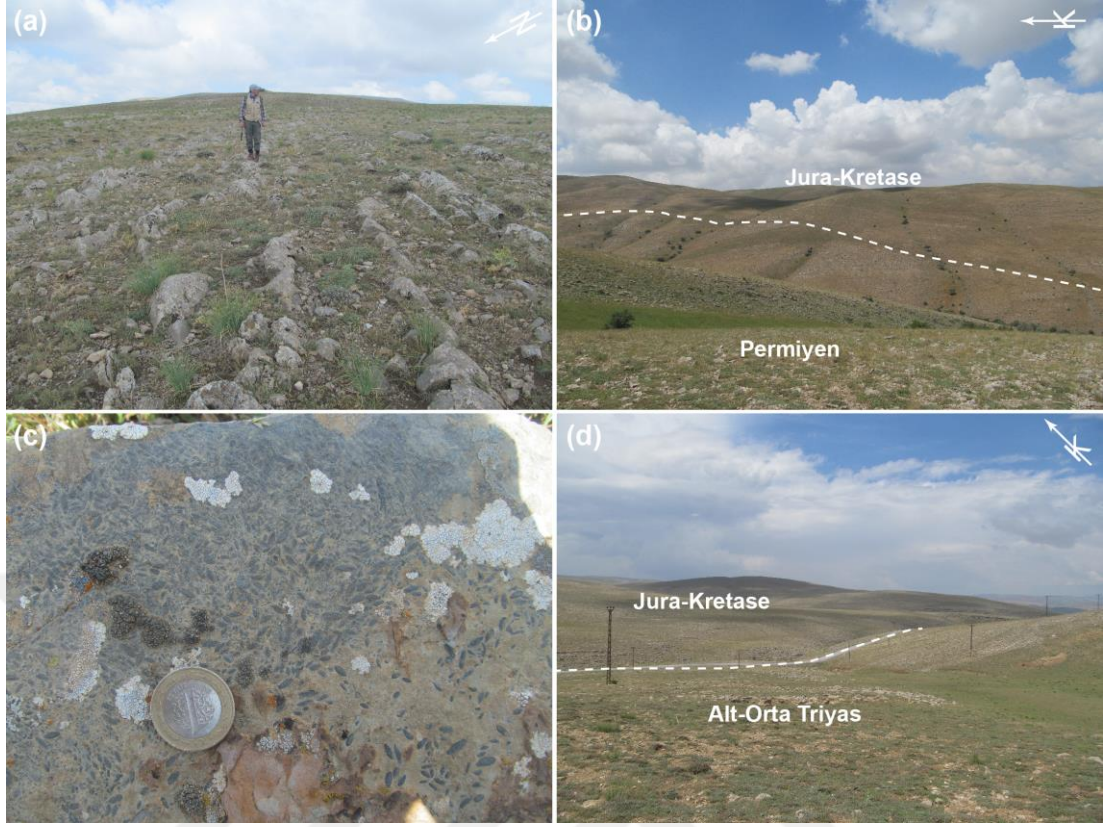
Korumaz Dağında düşük dereceli metamorfik istifinin görünür temelini oluşturan Karbonifer yaşlı (Erkan ve diğ., 1978) orta-kalın tabakalı mermerler Elbaşı köyü kuzeybatısında (Korumaz Dağı güneydoğusu) gözlenmektedir (Şekil 3.38 ve 3.39a). Karbonifer yaşlı mermerlerin üzerine uyumlu olarak Permiyen yaşlı istif gelmektedir

(Şekil 3.40). Permiyen istifi tabanda orta-kalın tabakalı karbonatlarla başlamakta olup, üst bölümlere doğru, kuvarsit seviyeleri ve bol miktarda fussilina fosilleri içeren killi-karbonatlı seviyeler ile devam etmektedir (Şekil 3.39b, c).

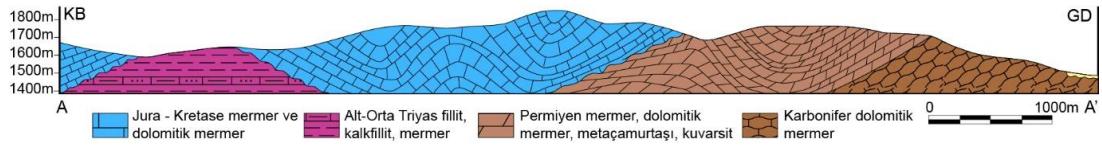


Şekil 3.38. Korumaz Dağ bölgesinin jeoloji hartası (Erkan ve diğ., 1978 ve Dalkılıç, 2009a'dan değiştirilerek çizilmiştir)

Bu alandaki Permiyen istifinin üzerinde, Korumaz Dağının diğer alanlarında yer alan Alt-Orta Triyas yaşlı istif görülmemekte olup, doğrudan Jura-Kretase yaşlı mermerler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.39b ve 3.40). Alt-Orta Triyas istifi Yeni Süksün köyü batısında (Şekil 3.38) ortaya çıkmakta olup, Jura-Kretase yaşlı mermerler tarafından açılal uyumsuzlukla örtülmektedirler (Şekil 3.39d ve 3.40).



Şekil 3.39. (a) Korumaz Dağının güneydoğusunda yüzeyleyen Karbonifer yaşlı orta-kalın tabakalı mermerlerin genel görünümü. (b) Permiyen yaşlı mermerleri uyumsuz olarak örten Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görünümü. (c) Permiyen yaşlı mermerler içerisinde gözlenen fussilina fosilleri. (d) Alt-Orta Triyas yaşlı fillit, kalkfillit ve mermerleri açılı uyumsuzlukla örten Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görüntüsü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) B-D, (d) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 757127D 4286315K, (c) 36S 754251D 4286681K, (d) 36S 750617D 4290331K



Şekil 3.40. Korumaz Dağı güney doğusundaki Karbonifer-Kretase istifinin dokanak ilişkilerini gösteren A-A' (GD-KB yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.38'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

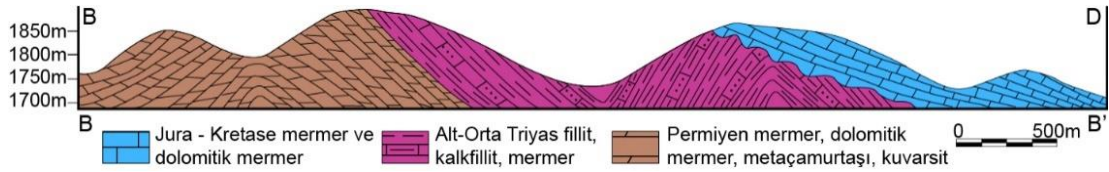
Alt-Orta Triyas yaşlı (ör. Erkan ve diğ., 1978) birim ağırlıklı olarak meta-kırıntılı kayalardan meydana gelmektedir. Bu birim Korumaz Dağı bölgesinde Dağardı ve Koçağız köyleri arası ile Güllüce köyü ve civarında geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Kırıntılı metamorfik kayalar arazi görünümünde ince taneli ve bol kıvrımlı olup, iyi yapraklanma sunmaktadırlar (Şekil 3.41a, b). Korumaz Dağını oluşturan kırıntılı ve karbonatlı istifin özellikle pelitik kökenli kayalardaki yoğun deformasyon ve

foliasyonla uyumlu mineral büyümeleri (ör. klorit ve ak mika) tüm istifin düşük dereceli başkalaşıma maruz kaldığının önemli delillerinden biridir.



Şekil 3.41. (a) Korumaz Dağı bölgesindeki Alt-Orta Triyas yaşlı kırıntılı kökenli metamorfik kayaçların genel görünümü ve (b) bu metamorfik kayaçların sahip olduğu foliasyonlu yapıların görünümü. Bakış yönü; GB-KD, Koordinat; (a, b) 36S 750612D 4289978K

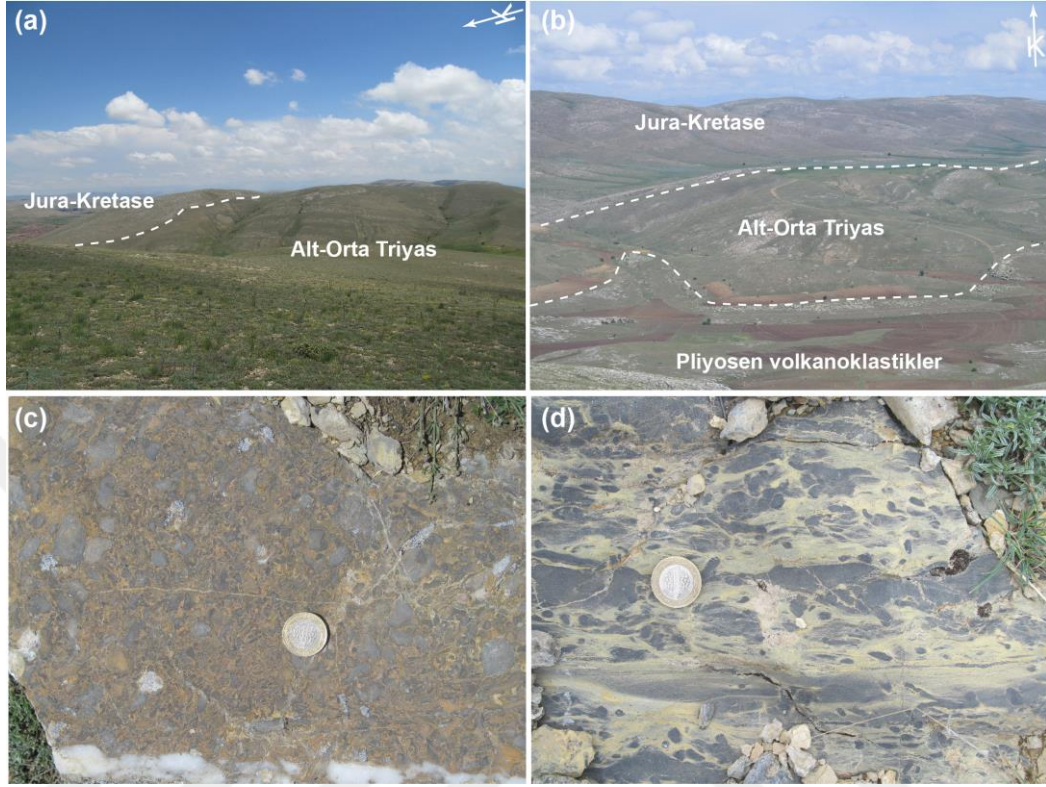
Permian, Triyas ve Jura-Kretase istifleri arasındaki ilişki Dağardı köyü güneyindeki doğu-batı yönlü jeolojik enine kesit boyunca gözlenebilmektedir (Şekil 3.42). Kesit hattının batısında yer alan Permian istifi genellikle koyu gri renkli yoğun kıvrımlı ve Mizzia'lı mermerlerden oluşmaktadır.



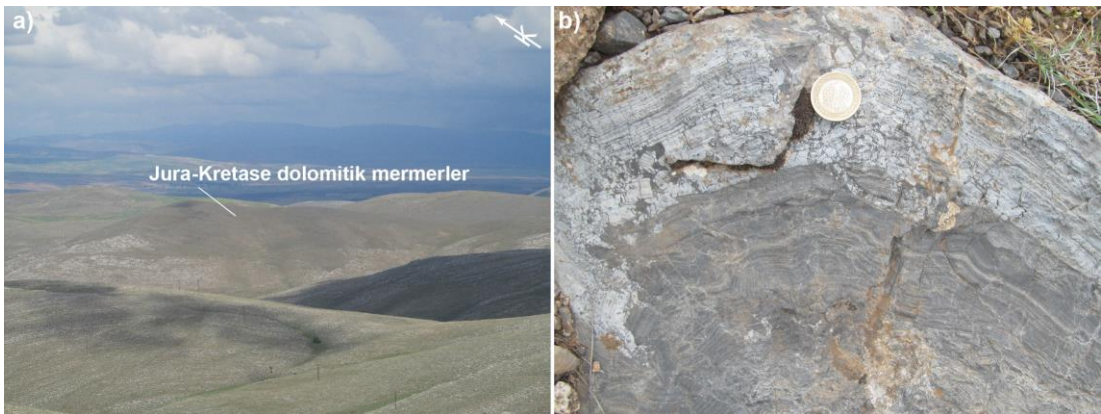
Şekil 3.42. Dağardı köyü güneyindeki Permian-Kretase istifinin dokanak ilişkilerini gösteren B-B' (B-D yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.38'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

Permian mermerlerinin üzerinde uyumlu olarak devam eden Alt-Orta Triyas istifi bu alanda sarımsı ve bordo renkli meta-çamurtaşı, fillit, kalk-fillit ve gri-bej renkli lamellibrans kavkılı mermerlerden meydana gelmektedir (Şekil 3.43a-d). Alt-Orta Triyas istifine ait pelitik kökenli metamorfik kayaçlar arazi görünümünde ince taneli ve bol kıvrımlı olup, yer yer iyi yapraklanmalı yapıya sahiptirler. Killi karbonatlı kayaçlarda ise düşük dereceli başkalaşım ile ilişkili olarak iyi gelişmiş makaslama yapıları ve fosil kavkılarındaki deformasyon izleri belirgin olarak görülebilmektedir (Şekil 3.43c, d). Alt-Orta Triyas istifinin üzerinde uyumsuz olarak yer alan Jura-Kretase yaşlı karbonatlı kayaçlar (Şekil 3.43a, b) orta-kalın katmalı

mermerlerden ve koyu renkli breşik ve masif yapılı dolomitik mermerlerden meydana gelmektedir (Şekil 3.44a, b).

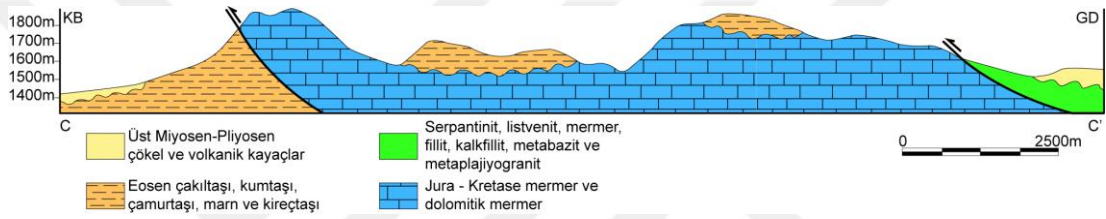


Şekil 3.43. Dağardı köyü (a) güneyi ve (b) kuzeyinde yer alan Alt-Orta Triyas yaşlı istifli uyumsuz olarak örten Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görünümü. (c) Alt-Orta Triyas istifine ait deforme olmuş bol fosil kavkılı mermerin görünümü. (d) Alt-Orta Triyas yaşlı killi karbonatlı kökenli kayalarda gözlenen makaslama yapılarının görünümü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) G-K. Koordinat; (a) 36S 743247D 4285812K, (b) 36S 743219D 4285866K, (c) 36S 743693D 4285794K, (d) 36S 744396D 4285817K

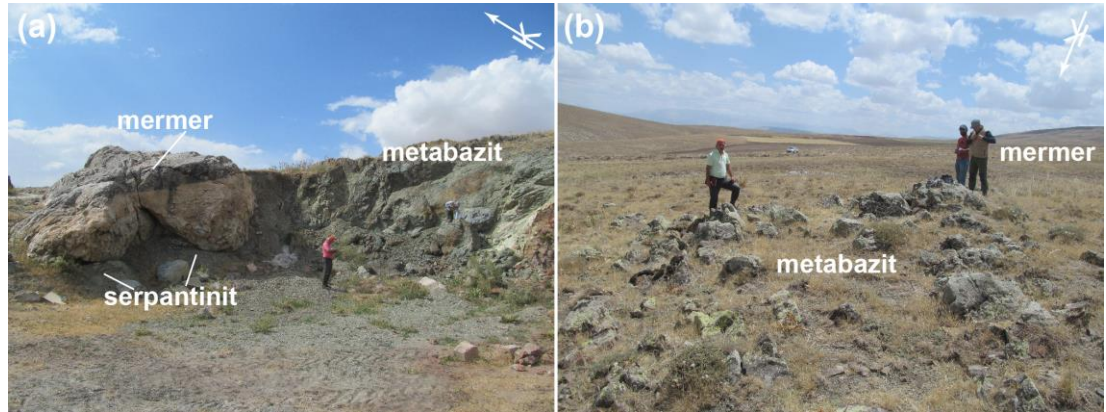


Şekil 3.44. (a) Korumaz Dağında yüzlek veren Jura-Kretase yaşlı mermer ve dolomitik mermerlerin (koyu renkli alan) genel görüntüsü. (b) Dolomitik mermerlerde gözlenen breşik yapıların yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 744871D 4286047K (b) 36S 749406D 4287523K

Korumaz Dağları bölgesindeki yüksek-basınç (YB) / düşük-sıcaklık (DS) metamorfik blokları içeren metamorfik yığışım karmaşıkları sınırlı yüzlek alanlarına sahip olup, Yenisüksün ve Büyükbürüngüz köyleri civarında gözlenmektedir (Şekil 3.38). Her iki alanda metamorfik bloklar içeren yığışım karmaşıkları Jura-Kretase yaşlı mermerlerin üzerinde tektonik olarak yer almaktadır (Şekil 3.45). Metamorfik yığışım karmaşığı serpantinit ve fillit hamuru içerisinde bloklar halinde gözlenen metabazit, meta-plajiyogranit ve mermer türü kayalardan meydana gelmektedir (Şekil 3.46a, b). Yığışım karmaşığı içerisinde yer alan metabazit türü kayalar oldukça ince taneli koyu renkli bir görünüme sahiptirler. Meta-plajiyogranitler ise kısmen daha iri taneli ve açık renkli bir görünüm sergilemektedir.



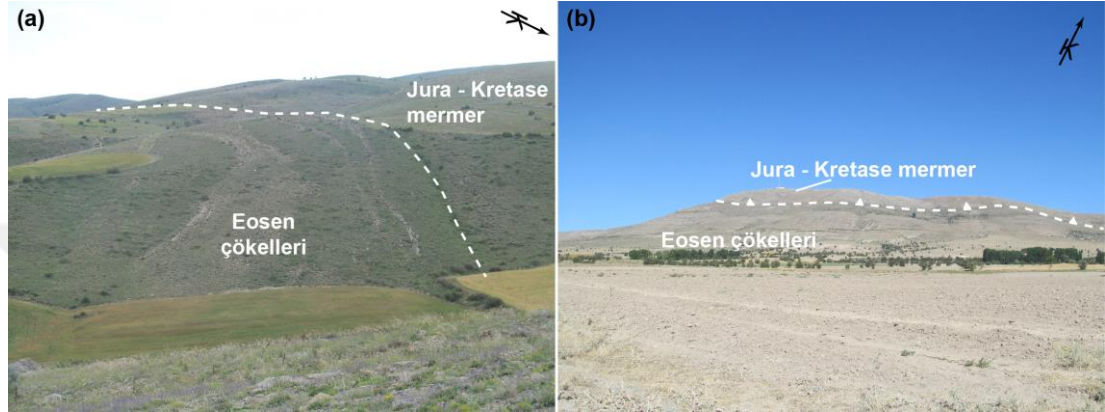
Şekil 3.45. Korumaz Dağı bölgesinde metamorfik yığışım karmaşıklarının ve Eosen çökellerinin Jura-Kretase yaşlı mermerler olan dokanak ilişkilerini gösteren C-C' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.38'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir



Şekil 3.46. (a) Yenisüksün köyü civarında serpantinit hamuru içerisinde yer alan mermer ve meta-bazit bloklarının genel görünümü. (b) Yenisüksün köyü güneydoğusundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde yer alan metabazit bloğunun görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 36S 751819D 4292940K, (b) 36S 755083D 4291333K

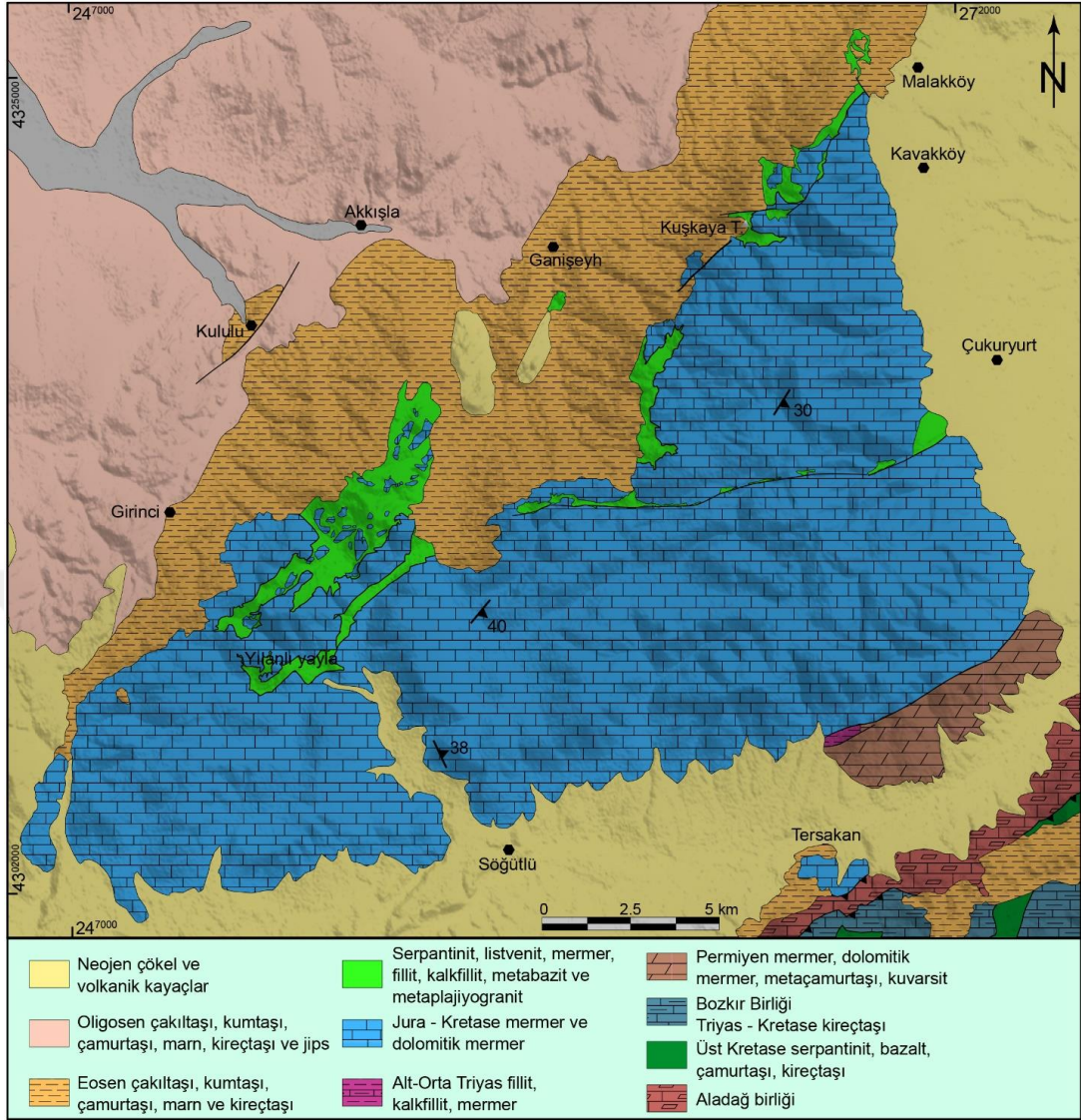
Korumaz Dağında yüzeyleyen metamorfik istif ve yığışım karmaşıkları Eosen ve daha genç çökeller tarafından örtülmektedirler. Bölgedeki Eosen çökelleri başlıca sığ denizel ortamda çökelmiş çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından meydana

gelmektedir. Korumaz Dağının orta ve doğu-güneydoğu bölümlerinde Eosen çökelleri Jura-Kretase mermerlerinin üzerinde uyumsuz olarak (Şekil 3.45 ve 3.47a) yer almakta iken, Korumaz Dağı batısında tektonik olarak mermerler tarafından üzerlenmektedir (Şekil 3.45 ve 3.47b). Dolayısıyla, bu durum Felahiye ve Tuzla bölgelerinde olduğu gibi Eosen sonrasında sıkışmalı tektonik rejiminden, Korumaz ve Hınzır Dağındaki birimlerin de etkilendiğinin önemli bir göstergesidir.



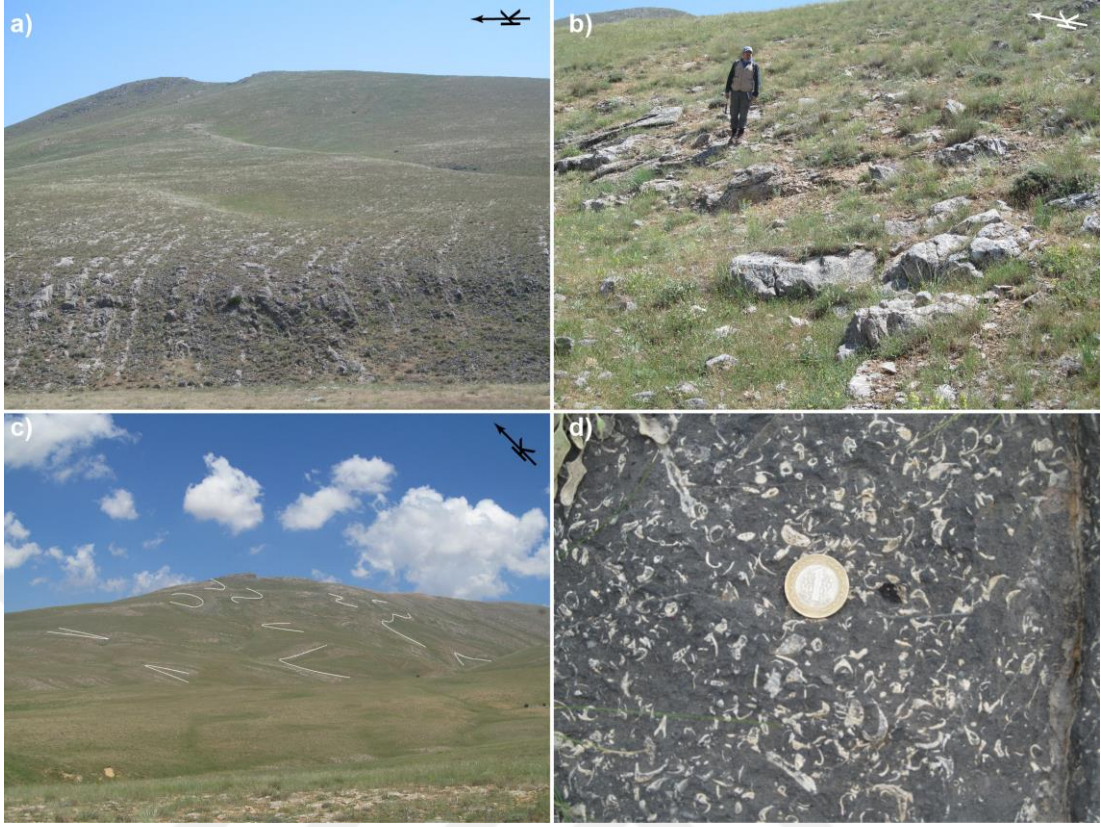
Şekil 3.47. (a) Korumaz Dağının orta bölümünde Jura-Kretase yaşlı mermerleri örten Eosen çökellerinin genel görünümü. (b) Korumaz Dağı batısında Jura-Kretase yaşlı mermerlerin tektonik olarak altında yer alan Eosen çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 36S 746113D 4299352K, (b) 36S 738340D 4298834K

Hınzır Dağı bölgesine ait jeoloji haritası Şekil 3.48’de sunulmuş olup bu bölgede Korumaz Dağından farklı olarak Karbonifer yaşlı mermerler gözlenmemektedir. Hınzır Dağının düşük dereceli metamorfik istifin görünür temelini Permian yaşlı (Hınzır Dağ güneydoğusu) orta-kalın katmanlı ve koyu gri renkli Mizzia’lı dolomitik mermerler oluşturmaktadır (Şekil 3.49a). Hınzır Dağının güneydoğusunda yer alan Alt-Orta Triyas istifi oldukça sınırlı bir alanda yüzlek vermekte olup, yapılan saha gözlemlerinde Permian biriminin ve Jura - Kretase mermerlerinin dokanağının faylı olduğu tespit edilmiştir. Alt-Orta Triyas yaşlı istif bu alanda baskın olarak açık gri ve sarımsı renkli mermer ve kalk-fillit türü kayalardan oluşmaktadır (Şekil 3.49b). Korumaz Dağı bölgesindekilerle benzer olarak Jura - Kretase yaşlı metamorfikler Hınzır Dağı bölgesinde de geniş yayılım alanlarına sahip olup, ağırlıklı olarak gri-bej renkli masif yapıları mermerler ve koyu gri renkli dolomitik mermerlerden ve daha az oranda ise meta-pelitik kayalardan meydana gelmektedir.



Şekil 3.48. Hınzır Dağ bölgesi jeoloji haritası (Erkan ve diğ., 1978; Bilgiç ve Terlemez, 2007 ve Keskin, 2010'dan değiştirilerek çizilmiştir)

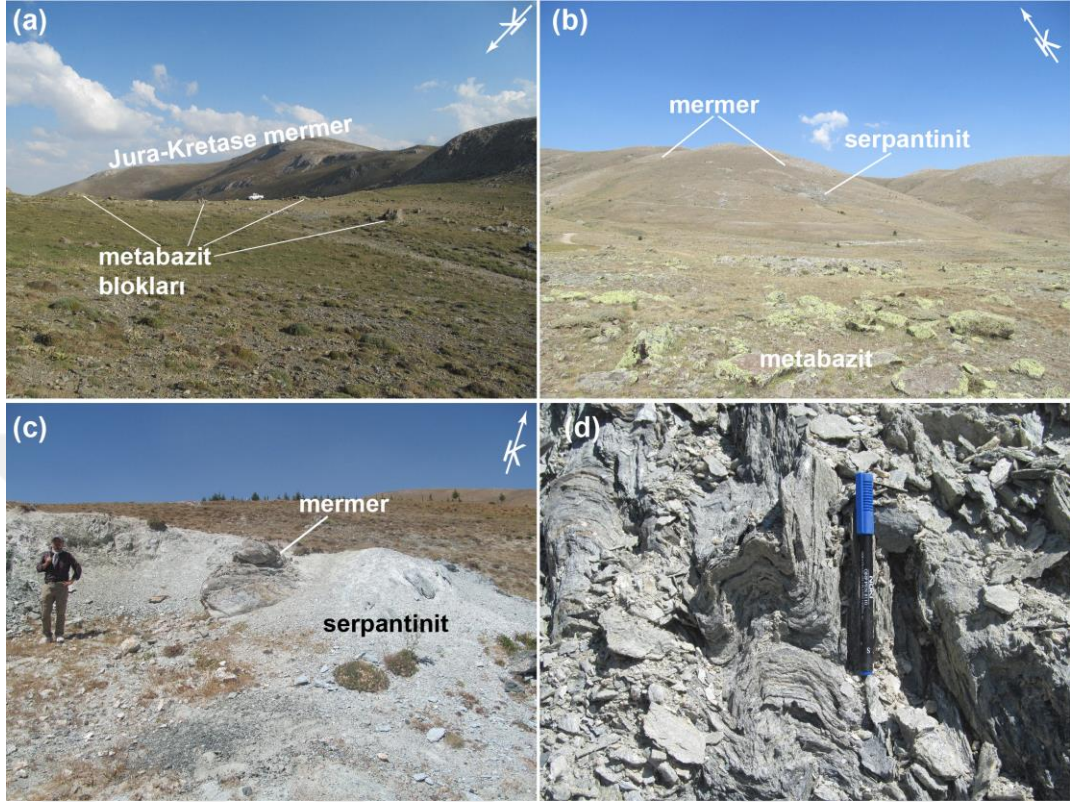
Hınzır Dağı güneydoğusunda Alt-Orta Triyas istifinin üzerinde yer alan Jura – Kretase istifi koyu gri renkli bol fosil kavkılı ve seyrek olarak iyi gelişmiş tabakalı yapıya sahip dolomitik mermerlerden oluşmaktadır (Şekil 3.49c, d). Mermerlerde gözlenen bu fosil kavkılıları da bol miktarda deformasyona maruz kaldıklarına işaret eden, uzama yapıları sergilemektedir. Ayrıca bu alandaki Jura–Kretase yaşlı karbonatların yoğun kıvrımlı yapıya sahip oldukları gözlenmektedir (Şekil 3.49c).



Şekil 3.49. (a) Hınzır Dağı güneydoğusunda yer alan orta-kalın tabaklı Permiyen yaşlı dolomitik mermerlerin genel görünümü. (b) Alt-Orta Triyas yaşlı açık gri ve sarımsı renkli mermerlerin genel görüntüsü. (c) Hınzır Dağı güneydoğusundaki Jura-Kretase yaşlı yoğun kıvrımlı yapıya sahip mermerlerin genel görünümü. (d) Aynı alandaki Jura-Kretase istifinin tabanında gözlenen koyu gri renkli bol fosil kavkılı dolomitik mermerlerin görünümü. Bakış yönü; (a) B-D, (b, c) GB-KD. Koordinat; (a) 37S 272238D 4309130K, (b) 37S 268367D 4306143K, (c) 37S 268613D 4306269K, (d) 37S 269388D 4306970K

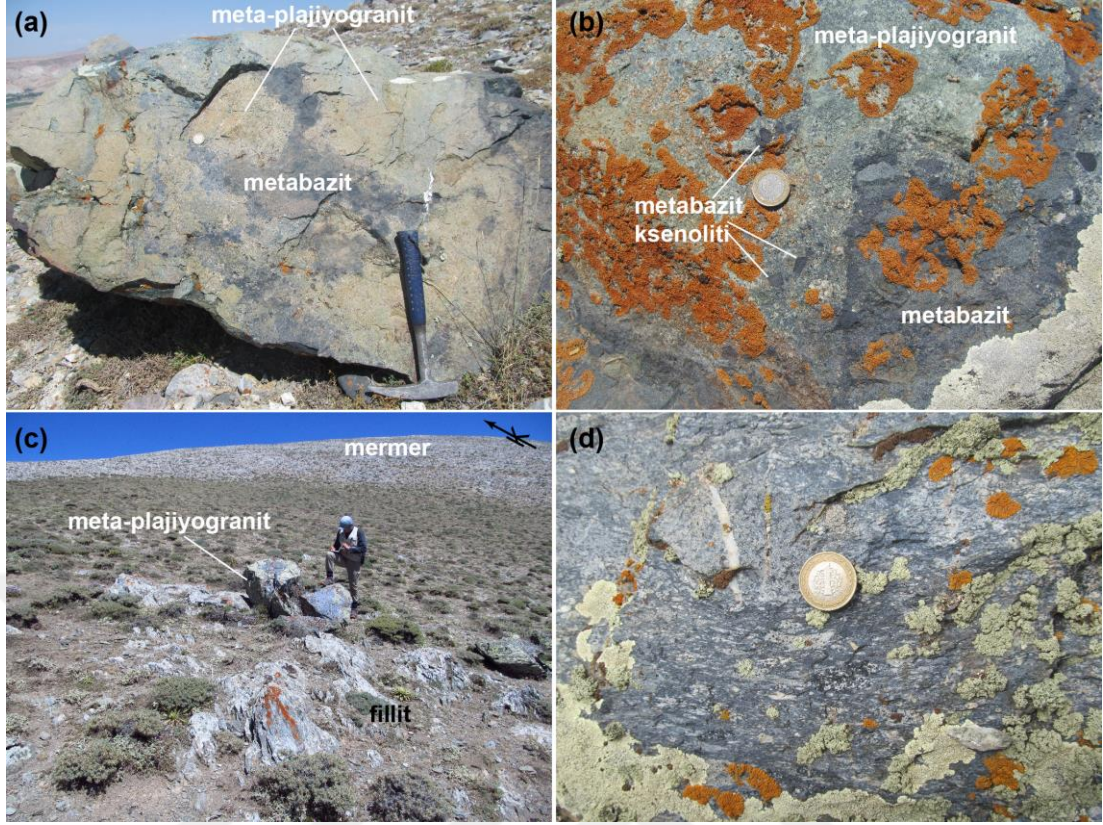
Korumaz ve Hınzır Dağı bölgelerindeki YB/DS metamorfik blokları içeren metamorfik yığışım karmaşıkları benzer yapısal ve litolojik özelliklere sahiptirler. Bu bölgelerde yüzlek veren yığışım karmaşıklarının en önemli ortak özelliği yüksek-basınç (YB) / düşük-sıcaklık (DS) başkalaşımına maruz kalmış metamorfik blokların her iki alanda da gözlenmiş olmasıdır. Her iki alanda yüzlek veren yığışım karmaşıkları içerisinde gerek yığışım karmaşığının hamuru gerekse içerdiği bloklardan metamorfik olmayan kayaç türüne rastlanılmamıştır. Hınzır Dağı bölgesinde metamorfik yığışım karmaşıkları, Korumaz Dağ bölgesine kıyasla daha geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Bölgedeki metamorfik yığışım karmaşıkları serpantin veya fillit hamuru içerisindeki başlıca metabazit, meta-gabro/meta-dolerit, meta-plajiyogranit ve mermer bloklarından meydana gelmektedir (Şekil 3.50a-d).

Yığılım karmaşığının hamurunu oluşturan serpantinit, fillit ve kalk-fillitler ise birçok alanda belirgin şekilde makaslanmış ve şistozite kazanmışlardır (Şekil 3.50c, d).

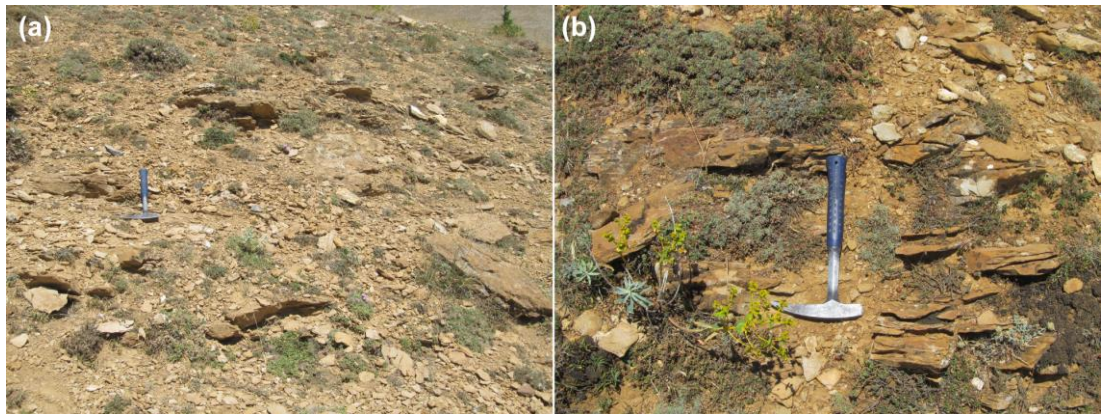


Şekil 3.50. (a) Hınzır Dağı Kuştepe ve (b) Yeşiltaş yayla mevkilerinde yer alan metamorfik yığılım karmaşığının genel görünümü. (c) Yoğun şekilde makaslanmış ve şistozite kazanmış serpantinitlerin ve (b) kalk-fillitlerin görünümü. Bakış yönü; (a) KB-GD, (b) GB-KD. (c) KD-GB. Koordinat; (a) 37S 267072D 4321292K, (b) 37S 254476D 4311469K, (c) 37S 253559D 4308278K, (d) 37S 269576D 4325796K

Yığılım karmaşığı içerisinde yer alan metamorfik blokların genellikle çok ince taneli minerallerden oluşması nedeniyle, mineral türlerinin arazi çalışmaları sırasında çıplak gözle tayini her zaman mümkün olmamaktadır. Ancak, mavi amfibollü metabazit ve meta-plajiyogranit blokları sahip oldukları koyu gri ve mavi renkler nedeniyle, petrografik gözlemlerin yanı sıra arazi görünümünde de tanınabilmektedir (Şekil 3.51a-d). Meta-plajiyogranit türü kayaçlar genellikle ince taneli olup, metabazit ve meta-gabro/meta-diyorit türü kayaçları kesmektedir (Şekil 3.51a, b). Ayrıca, serpantinit, fillit ve kalk-fillit hamuru içerisinde izole bloklar halinde de meta-plajiyogranitler tespit edilmiştir (Şekil 3.51c). Bu kayaçların bazılarında deformasyona bağlı gelişmiş kataklastik dokular çıplak gözle görülebilmektedir (Şekil 3.51d).



Şekil 3.51. (a, b) Hınzır Dağı kuzey ucunda yer alan metabazit ve meta-plajiyogranit ilişkisini gösterir fotoğraf, metabazit meta-plajiyogranit tarafından kesiliyor. Hınzır Dağı kuzeyindeki Kuştepe mevkiinde fillit ve kalk-fillit hamuru içerisinde gözlenen meta-plajiyogranit bloğunun (c) genel ve yakından görüntüsü. Bakış yönü; (c) GB-KD. Koordinat; (a, b) 37S 269101D 4326289, (b, c) 37S 267072D 4321292K

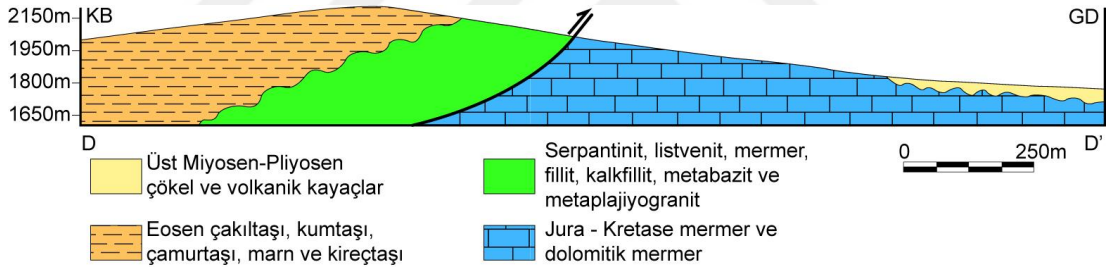


Şekil 3.52. (a, b) Hınzır Dağ kuzeyindeki Yılanlı yayla mevkiinde metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde gözlenen sarı renkli ve foliasyonlu lisvenitlerin görünümleri. Koordinat; (a, b) 37S 253574D 4308531K

Metamorfik yığışım karmaşıkları içerisinde yukarıda bahsi geçen kaya türleri dışında çok büyük oranda lisvenitleşmeye maruz kalmış serpantinitler tespit edilmiştir (Şekil 3.52a, b). Lisvenit oluşumları Yılanlı yayla mevkiinde yaygın olarak gözlenmektedir.

Bu alandaki lisvenitler, sarı renkli arazi görünümüne sahip olup, belirgin foliasyonlu yapı sunmaktadırlar (Şekil 3.52b). Ayrıca, baskın olarak karbonat minerallerinden oluşan bu lisvenitler kolay kırılğan bir yapıya sahiptirler. Sarı renkli lisvenitler içerisinde ince taneli mika minerali gelişimleri gözlenmiştir. Bununla birlikte, aynı alanda içermiş olduğu kaba taneli ve yeşil renkli mika mineralleri nedeniyle arazide yeşil renkli görünüme sahip olan lisvenit oluşumları da tespit edilmiştir.

Hınzır Dağı bölgesinde metamorfik yığışım karmaşıkları yaygın olarak bölgenin kuzeyinde yaklaşık KD-GB hattı boyunca Jura-Kretase yaşlı mermerlerle bir arada gözlenmektedir (Şekil 3.48). Ayrıca, Hınzır Dağının orta bölümünde yaklaşık D-B uzanımlı bir hat boyunca birbirinden kopuk dilimler halinde metamorfik yığışım karmaşıklarına rastlanılmaktadır (Şekil 3.48). Hınzır Dağının kuzeydoğu ucundaki Malakköy ve civarı metamorfik yığışım karmaşıklarının Jura-Kretase yaşlı mermerler ve Eosen çökelleriyle olan dokanak ilişkilerinin iyi olarak gözlenebildiği bir alandır (Şekil 3.53 ve 3.54).

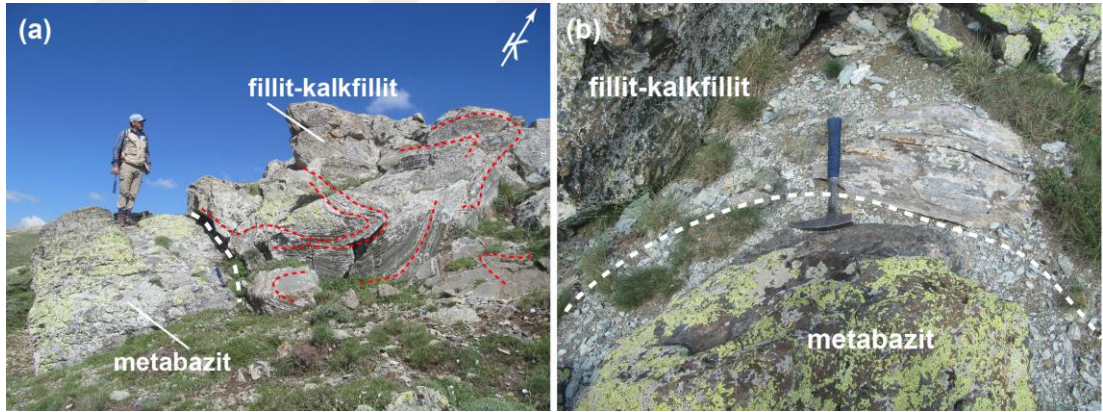


Şekil 3.53. Hınzır Dağı kuzeydoğu ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı ile Jura-Kretase yaşlı mermerler arasındaki tektonik ilişkiyi gösteren D-D' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.48'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

Hınzır Dağının kuzeydoğu ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı mermerlerin üzerinde tektonik olarak yer almakta olup, Eosen çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.53 ve 3.54). Ayrıca aynı bölgede Eosen sonrası etkili olan yanal atımlı faylar da görülebilmektedir (Şekil 3.54). Bu bölgedeki metamorfik yığışım karmaşığının hamurunu baskın olarak fillit ve kalk-fillitler oluşturmaktadır. Örneğin, Şekil 3.55a ve 3.55b'de gözlenen kalk-fillitler oldukça iyi gelişmiş kıvrımlı yapıya sahip olup, kalk-fillitlerin metabazit bloğunu zarf biçiminde çevreledikleri tespit edilmiştir.



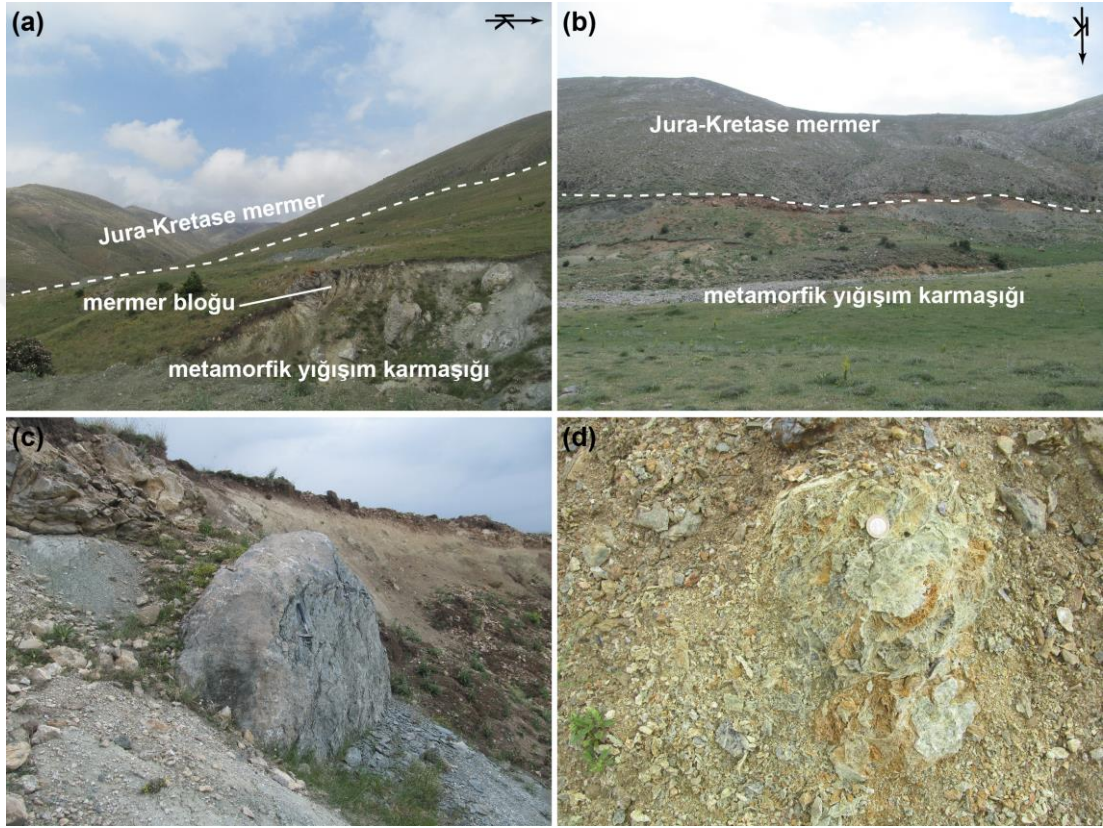
Şekil 3.54. Hınzır Dağı kuzeydoğu ucunda yer alan Jura-Kretase yaşlı mermerler, metamorfik yığışım karmaşıkları ve örtü çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; GD-KB. Koordinat; 37S 272338D 4325277K



Şekil 3.55. Hınzır Dağı kuzeydoğusunda kalk-fillit hamuru içerisinde yer alan metabazit bloğunun ve kalk-fillitlerde gözlenen iyi gelişmiş kıvrımlı yapıların (a) genel ve (b) yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GD-KB. Koordinat; (a, b) 37S 267452D 4321832K

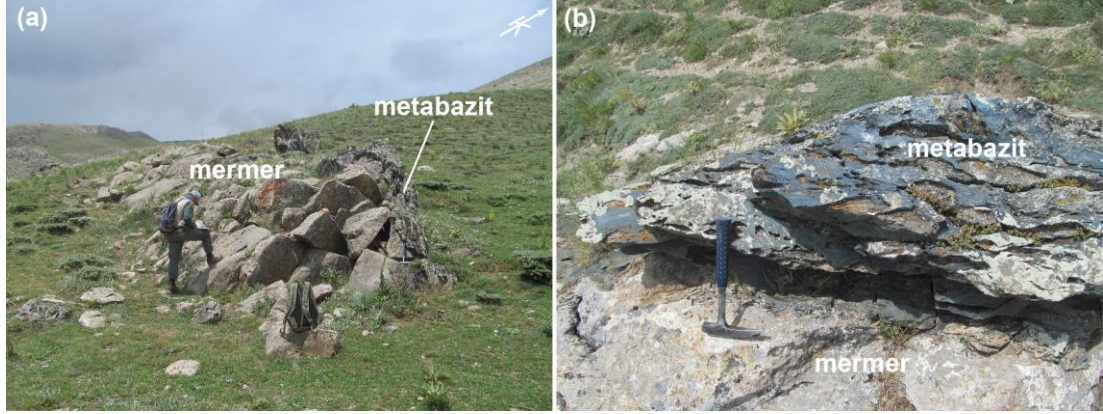
Hınzır Dağının orta bölümündeki Çukuryurt köyü batısında metamorfik yığışım karmaşıkları yaklaşık doğu-batı uzanımlı derin vadi içerisinde ve devamındaki yükselti boyunca devam eden ince şeritler halinde gözlenmektedir (Şekil 3.38). Bu hat boyunca gözlenen metamorfik yığışım karmaşıklarının Jura-Kretase mermerleriyle olan dokanakları düşey veya yanal atımlı faylarla sınırlanmaktadır (Şekil 3.56a, b). Bununla birlikte metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde gözlenen

metabazit veya mermer bloklarının çoğunluğunun uzun eksenleri metamorfik yığışım karmaşığının gidişine paralellik sunmaktadır (Şekil 3.56c). Yığışım karmaşığının hamurunu ise baskın olarak ileri derecede bozuşmuş ve makaslanmış serpantinitler oluşturmaktadır (Şekil 3.56d). Vadi içerisindeki metamorfik yığışım karmaşığında yer alan bazı bloklarda mermer ve metabazitler bir aradadır (Şekil 3.57a, b).

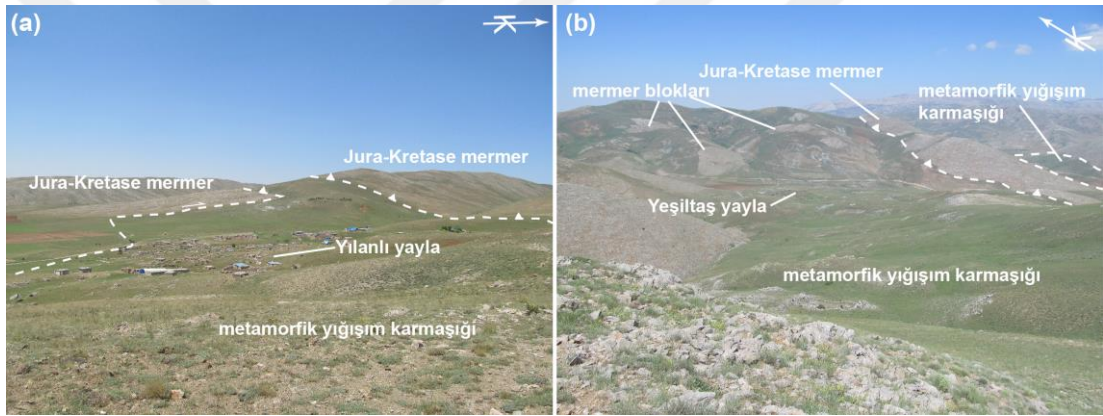


Şekil 3.56. (a, b) Çukuryurt köyü batısında gözlenen metamorfik yığışım karmaşığının genel görünümü. (c) Aynı alanda, uzun eksenini yığışım karmaşığının gidiş doğrultusuna (yaklaşık doğu-batı) paralellik sunan serpantinit hamuru içerisindeki mermer bloğunun görünümü. (d) Metamorfik yığışım karmaşığının hamurunu oluşturan ileri derecede serpantinitleşmeye uğramış olan ultramafik kayacın görünümü. Bakış yönü; (a) D-B, (b) K-G. Koordinat; (a, c) 37S 271255D 4314756K, (b) 37S 269764D 4314077K, (d) 37S 271666D 4314959K

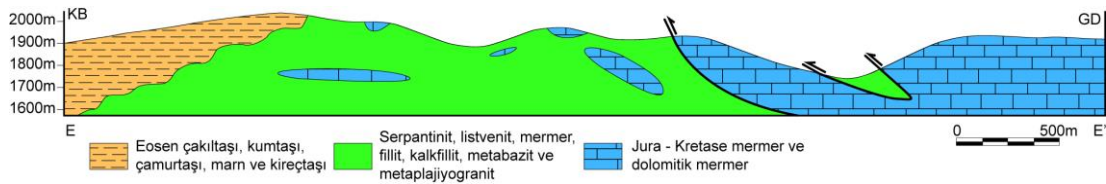
Yılanlı ve Yeşiltaş yaylaları mevkiindeki metamorfik yığışım karmaşığı, Jura-Kretase mermerleriyle yer yer ekaylı bir yapı sunmaktadır (Şekil 3.58, 3.59 ve 3.60). Yığışım karmaşığının içerisindeki mermer blokları birkaç metre çapından 1/25.000 ölçekli haritada gösterilebilecek boyutlara kadar ulaşmaktadır (Şekil 3.58a, b). Yukarıda bahsedildiğı üzere Hınzır Dağının kuzeydoğu ucunda metamorfik yığışım karmaşıkları Jura-Kretase mermerlerinin tektonik olarak üzerinde yer almaktadır.



Şekil 3.57. Çukuryut köyü batısındaki vadide yüzlek veren metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki mermer-metabazit bloğunun (a) genel ve (b) yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GD-KB. Koordinat; (a) 37S 270033D 4314022K, (b) 37S 269937D 4314093K



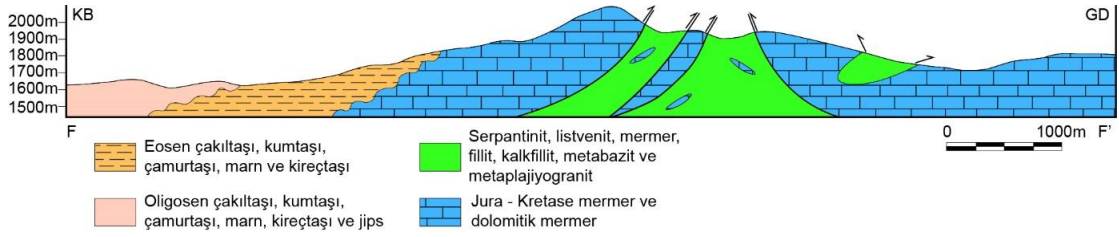
Şekil 3.58. (a) Yılanlı yayla ve (b) Yeşiltaş yayla civarında yüzeyleyen metamorfik yığışım karmaşıklarının ve Jura-Kretase yaşlı mermerlerin genel görünümü. Bakış yönü; (a) D-B, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 37S 254455D 4308438K, (b) 37S 253308D 4310306K



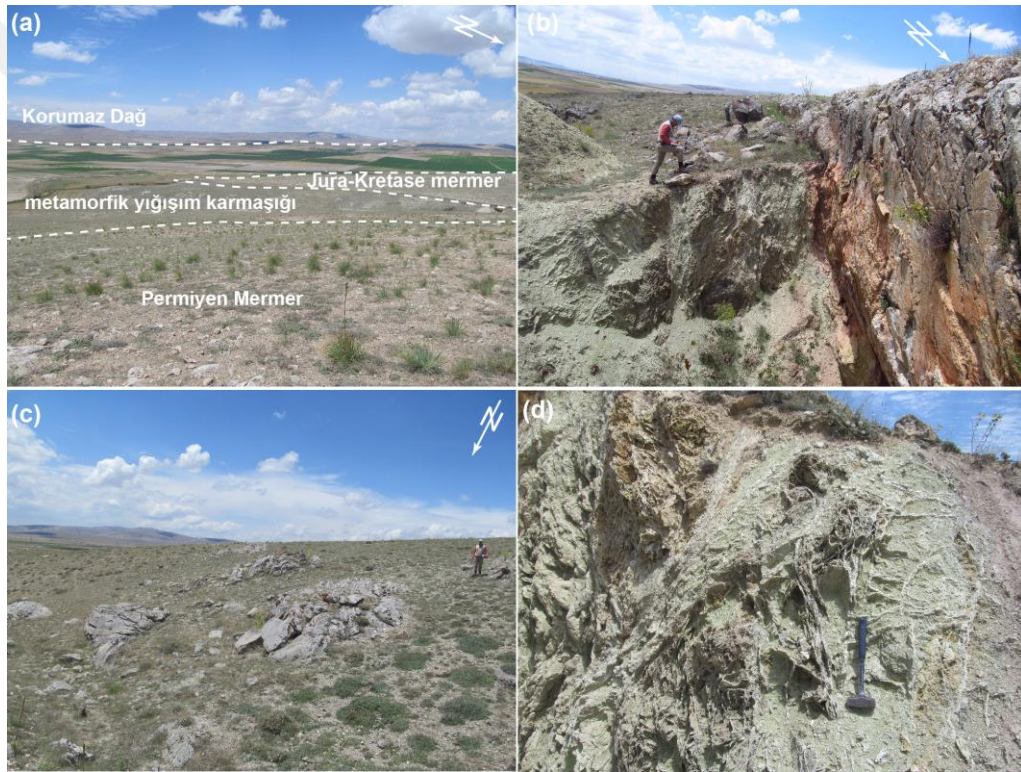
Şekil 3.59. Yeşiltaş yayla doğusundaki metamorfik yığışım karmaşığının, Jura-Kretase mermerlerinin ve Eosen çökellerinin ilişkisini gösteren E-E' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.48'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

Buna karşın, Yeşiltaş yaylanın doğu ve batısından geçen jeolojik enine kesitlerde görüldüğü üzere metamorfik yığışım karmaşığı Jura-Kretase mermerlerinin altında ve üstünde gözlenmektedir (Şekil 3.59 ve 3.60). Bu durumun söz konusu birimlerin

okyanus içi süreçlerde veya yerleşme esnasında kazandıkları ekaylı yapıların neticesinde ortaya çıktığı düşünülmektedir.



Şekil 3.60. Yeşiltaş yayla batısındaki metamorfik yığılma karmaşığının, Jura-Kretase mermerlerinin ve Eosen çökellerinin ilişkisini gösteren F-F' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesiti. Kesit güzergâhı şekil 3.48'deki jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir

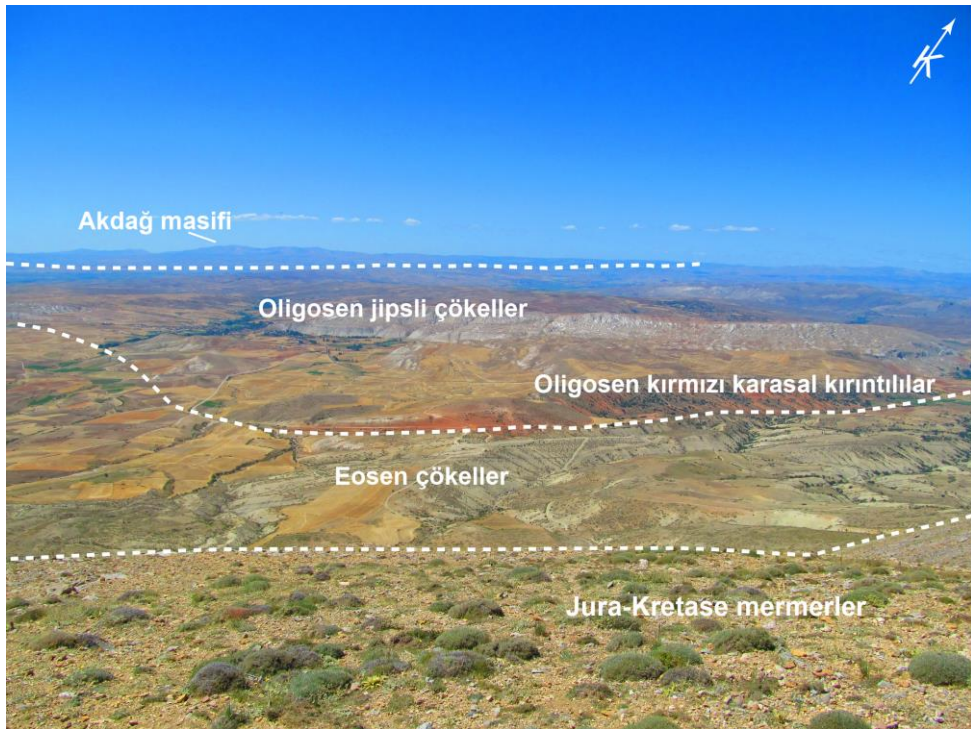


Şekil 3.61. (a) Ağcalı köyü civarında gözlenen Permian, Jura-Kretase mermerlerinin ve metamorfik yığılma karmaşığının genel görüntüsü. (b) Jura-Kretase mermerleriyle metamorfik yığılma karmaşığı arasındaki tektonik dokanağın görünümü. (c) Metamorfik yığılma karmaşığı içerisindeki mermer bloklarının ve (d) karmaşığının hamurunu oluşturan yoğun şekilde serpantinitleşmiş ve ağsal yapı kazanmış ultramafik kayaların görünümü. Bakış yönü; (a, b) KD-GB (c) KB-GD. Koordinat; (a) 37S 240967D 4292799K, (b) 37S 240797D 4393035K, (c) 37S 240612D 4292788K, (d) 37S 240716D 4292989K

Korumaz ve Hınzır Dağları arasında kalan Ağcalı köyü civarında, Korumaz ve Hınzır Dağlarında gözlenen Permian yaşlı bol *Mizzia*'lı dolomitik mermerler, Jura-

Kretase yaşı kalın tabakalı ve masif yapıları gri-bej renkli mermerler ve metamorfik yığışım karmaşığına ait yüzlekler gözlenmektedir (Şekil 3.61a). Metamorfik yığışım karmaşığının Jura-Kretase yaşı mermerlerle olan tektonik dokanağında yanal atım bileşenli düşey faylar tespit edilmiştir (Şekil 3.61b). Metamorfik yığışım karmaşığı serpantin ve fillit hamuru içerisinde mermer ve metabazit bloklarını kapsamaktadır (Şekil 3.61c, d).

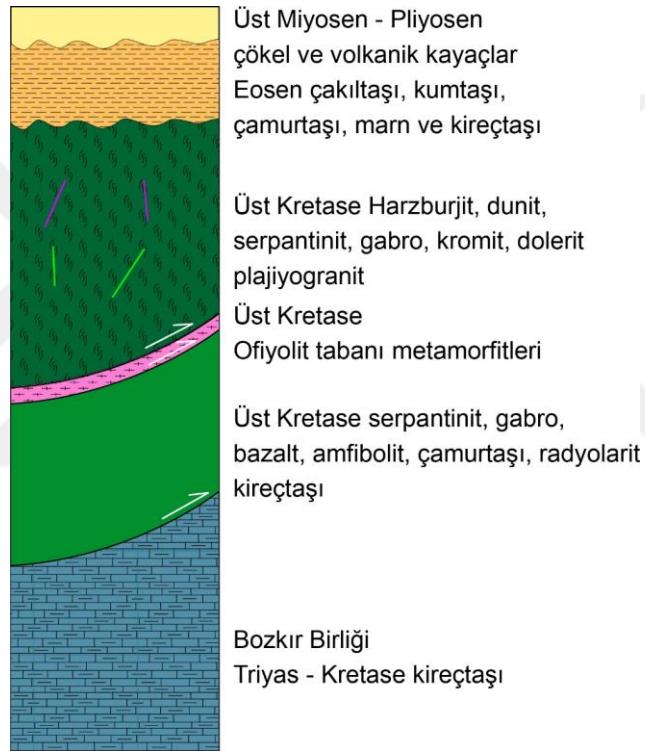
Hınzır Dağında bölgenin temeli oluşturan metamorfik kayalar, Korumaz Dağındakilere benzer şekilde Eosen ve daha genç çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.62). Eosen ve Oligosen yaşı çökel kayalar başlıca Hınzır Dağının kuzey bölümünde geniş yüzlek alanlarına sahiptir (Şekil 3.48). Eosen çökelleri tabanda, kalın ve belirgin bir tabaklanma sunmayan masif yapıları konglomeratik seviyelerden başlayıp, daha üst seviyelerinde ise ince-orta katmanlı marn, çamurtaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Oligosen yaşı çökeller ise kırmızı renkli kırıntılı kayalar ve kalın jips seviyeleri ile temsil edilmektedir (Şekil 3.62). Eosen ve daha genç yaşı çökeller Korumaz, Hınzır, Felahiye ve Tuzla Gölü civarında yüzlek veren metamorfik ve ofiyolitik kayaları örttüğü için bu kayaç topluluklarının birbirleriyle olan dokanak ilişkileri gözlenmemektedir (Şekil 3.62).



Şekil 3.62. Hınzır Dağ ile Akdağ masifi arasındaki alanı dolduran Eosen ve Oligosen yaşı çökellerin genel görünümü. Bakış yönü; GD-KB. Koordinat; 37S 265880D 4321208K

3.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi

Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinde çalışılan alanlar doktora çalışma sahasının güneydoğusundaki bölgeyi kapsamaktadır. Bu bölgelerde Toros kuşağına ait ofiyolitik kayaçlar, yığışım karmaşıkları ve Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı sedimanter istifler (Aladağ Birliği ve Bozkır Birliği) gözlenmektedir. Doktora çalışması kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında oluşturulan Pınarbaşı-Aygörmez Dağı çevresinin ve Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağı civarında yer alan birimlere dair hazırlanan jeoloji haritaları şekil 3.64’de şekil 3.83’de sunulmuştur.

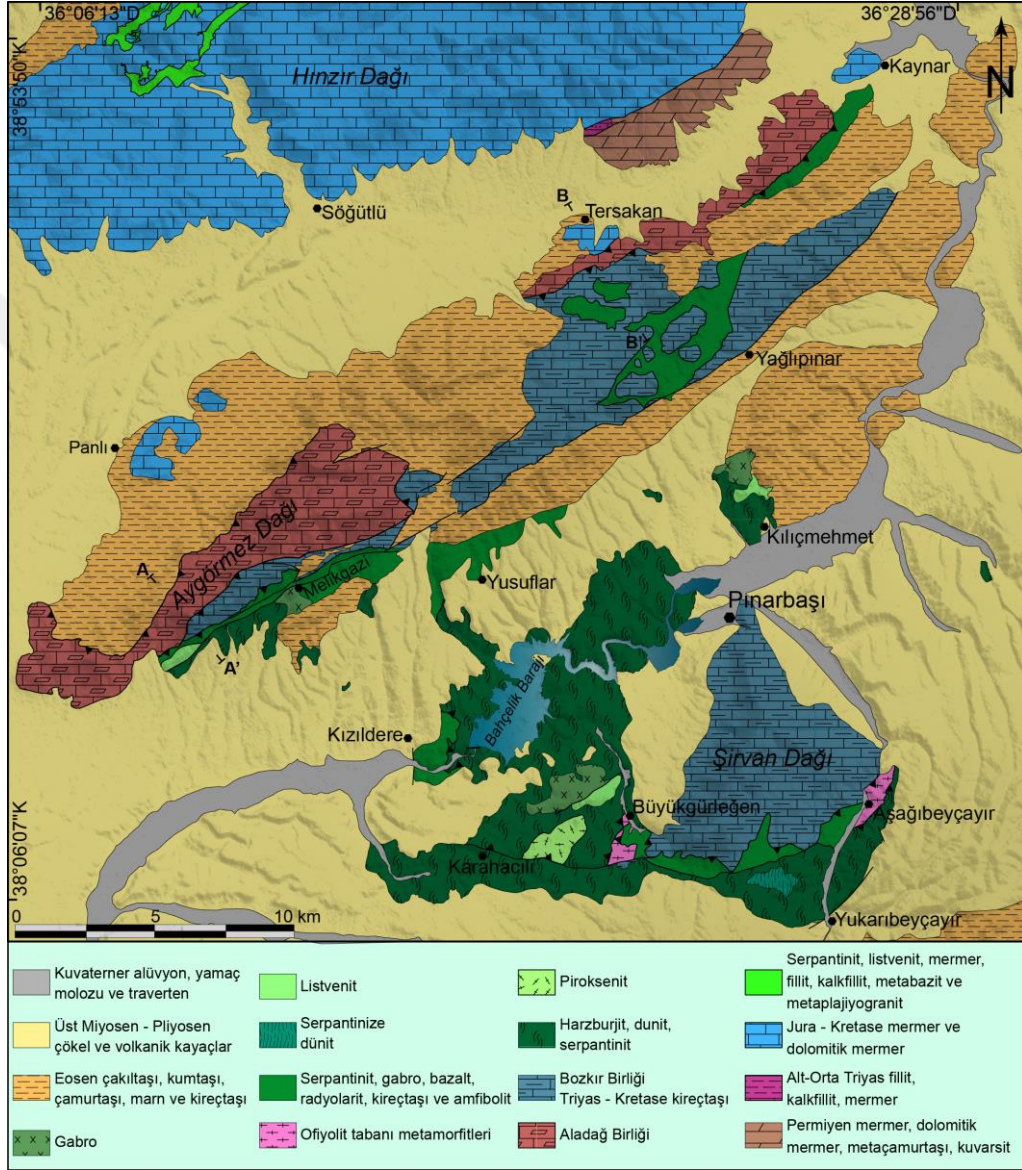


Şekil 3.63. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksizdir).

Pınarbaşı ilçesi ile Hınzır Dağı arasında GB-KD uzanımlı bir hat boyunca uzanan Aygörmez Dağı bölgesinde Toroslar’ın Aladağ Birliği ile deneştirilen Geç Devonyen-Geç Kretase yaşlı (Özgül, 1976; Keskin, 2010) sedimanter istif yer almaktadır (Şekil 3.64).

Melikgazi köyü batı-kuzeybatısında Aladağ Birliği’nin Paleozoyik yaşlı bölümü geniş yüzlek alanlarına sahiptir (Şekil 3.65a). Bu alandaki istif, Üst Devonyen yaşlı kuvarsit, şeyl, dolomitik kireçtaşı, resifal kireçtaşları ile başlamakta olup, Karbonifer

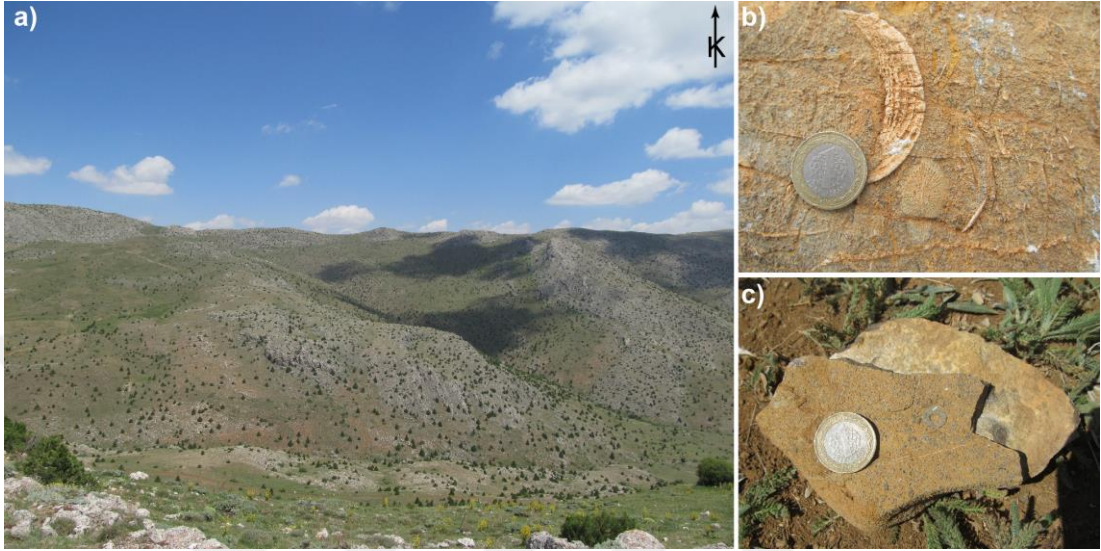
ve Alt Permiyen yaşlı karbonatlar ile devam etmektedir (Özer ve diğ., 1984; Keskin, 2010). Devoniyen ve Karbonifer yaşlı şeyl ve kireçtaşları mercan ve krinoid gibi makro fosiller bakımından oldukça zengindir (Şekil 3.65b, c). Aygörmez Dağının orta ve güneybatı bölümlerinde yüzlek veren ve Toros kuşağı ile deneştirilen bir diğer birim ise Bozkır birliğidir (Özgül, 1976; Keskin, 2010).



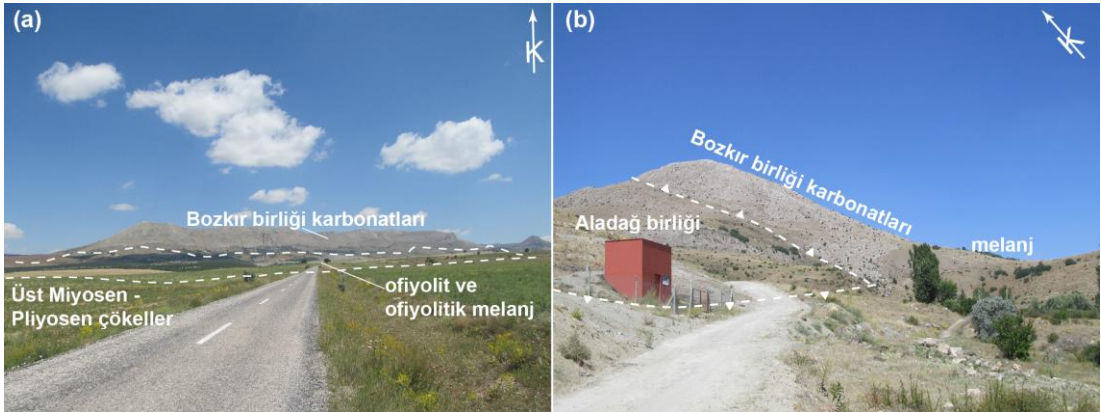
Şekil 3.64. Melikgazi ve Pınarbaşı çevresinin jeoloji haritası (Erkan ve diğ., 1978; Keskin, 2010; Alkan, 2019'dan değiştirilerek çizilmiştir)

Bozkır birliği Orta Triyas – Üst Kretase zaman aralığında çökelmiş başlıca açık gri, krem ve bej renkli orta-kalın tabakalı ve masif yapılu kireçtaşlarından ve tüm bunların üzerindeki ofiyolit ve ofiyolitik melanjlardan meydana gelmektedir (Özer ve diğ., 1984; Keskin, 2010). Melikgazi köyü batısında Bozkır birliği KD-GB uzanımlı

bir hat boyunca izlenmektedir (Şekil 3.66a). Aygörmez Dağında Bozkır birliği ve Aladağ birliği tektonik dokanaklı olarak gözlenirler. Örneğin, Tersakan köyü güneyinde ve Melikgazi köyü batısında Bozkır birliği, Aladağ birliğinin üzerinde tektonik olarak yer almaktadır (Şekil 3.64 ve 3.66b).



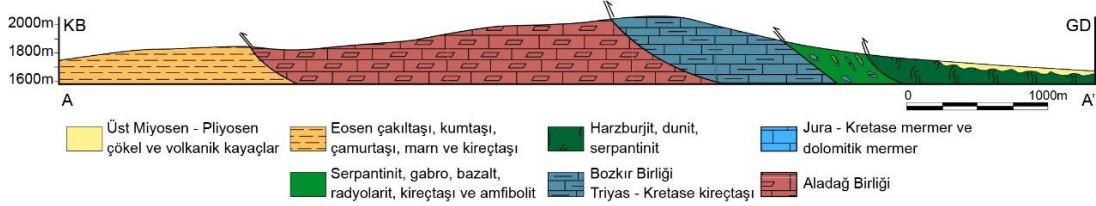
Şekil 3.65. (a) Melikgazi köyü kuzeyinde yüzeyleyen Aladağ birliğinin Paleozoyik yaşlı kırıntılı ve karbonatlı bölümünün genel görünümü. Aladağ birliğine ait Devoniyen ve Karbonifer yaşlı kireçtaşlarında gözlenen (b) mercan ve (c) krinoid fosillerinin görünümü. Bakış yönü; (a) G-K. Koordinat; (a) 37S 258744D 4290919K, (b) 37S 258098D 4291291K, (c) 37S 257743D 4291639K



Şekil 3.66. Aygörmez dağı bölgesinde Aladağ birliği, Bozkır birliği ve ofiyolitik birimlerin genel görünüşleri. Bakış yönü; (a) G-K, (b) GB-KD. Koordinat; (a) 37S 255724D 4284869K, (b) 37S 257779D 4288228K

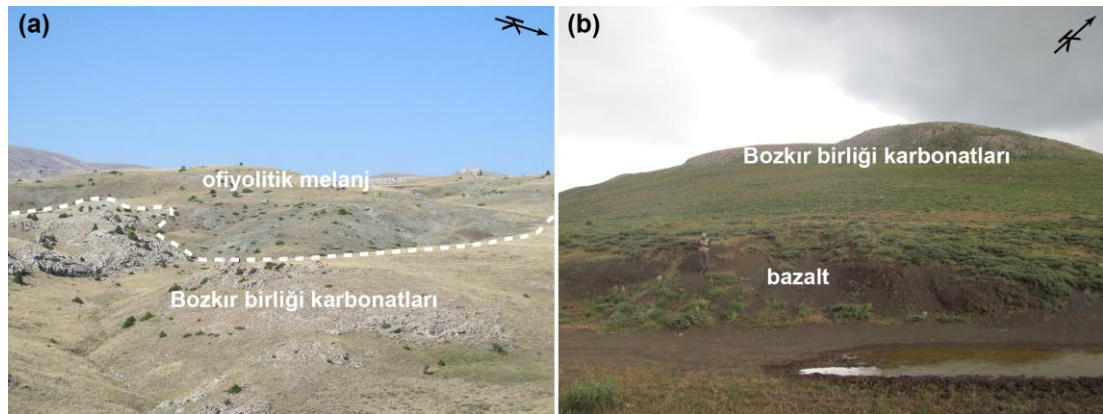
Şekil 3.67'deki KB-GD yönlü jeolojik enine kesit Melikgazi köyü güneybatısı istikametinden geçmektedir. Kesit hattının güneydoğusunda ofiyolitik melanj, serpantin ve serpantinize peridotitlerin tektonik olarak altında yer almaktadır (Şekil

3.67). Kesit hattının yaklaşık orta bölümünde ise Bozkır birliğine ait çörtlü ve masif yapılı kireçtaşları, ofiyolitik melanj ile Aladağ birliği arasında güneydoğuya eğimli ters faylarla sınırlanmaktadır (Şekil 3.67).

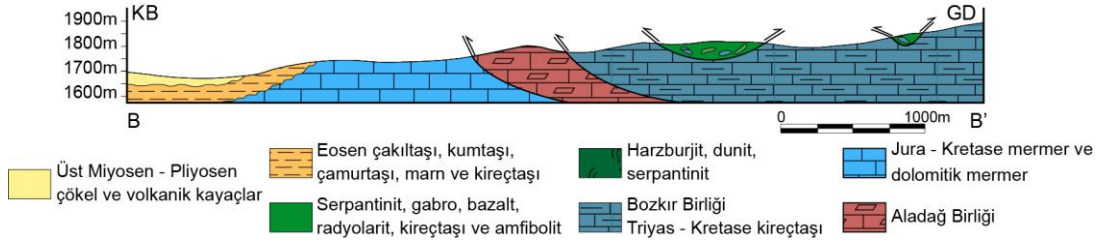


Şekil 3.67. Aygörmez dağının güneybatı bölümündeki birimlerin birimlerin ilişkilerini gösteren A-A' yönlü (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.64'deki harita üzerinde gösterilmiştir

Pınarbaşı civarında ve güneyinde yaygın olarak gözlenen ofiyolitik melanjlar, Aygörmez Dağının kuzeydoğusunda Bozkır birliğine ait karbonatlar üzerinde çoğunlukla naplar şeklinde yer almaktadır (Şekil 3.68a, b). Melikgazi köyü civarında yığılım karmaşığı tektonik olarak ofiyolit tabanında, Bozkır ve Aladağ birliğine ait karbonatların ise üzerinde yer almaktadır. Bölgedeki yığılım karmaşığı başlıca serpantin, çamurtaşı, bazaltik volkanikler ve kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır (Şekil 3.68b). Aygörmez Dağı bölgesinde, Hınzır ve Korumaz Dağlarındaki metamorfik istif ile metamorfik olmayan Aladağ birliğinin tektonik dokanıklı ilişkileri açık bir şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 3.69). Hınzır Dağına ait Jura-Kretase yaşlı mermer yüzlekleri, Aygörmez Dağ civarında iki farklı lokasyonda tespit edilmiştir.

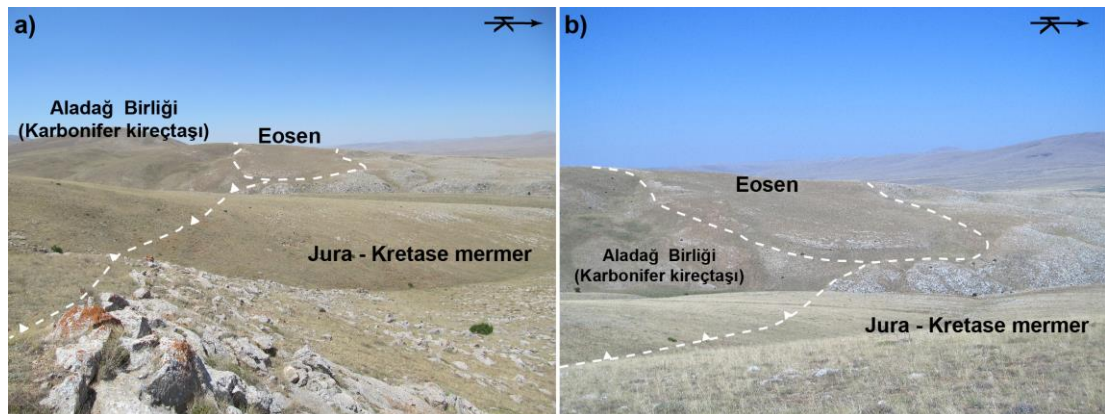


Şekil 3.68. (a) Aygörmez Dağı orta bölümünde, Bozkır birliği üzerinde tektonik olarak yer alan yığılım karmaşığının genel görünümü. (b) Aynı bölgedeki yığılım karmaşığı içerisinde gözlenen masif yapılı bazaltların genel görünümü. Bakış yönü; (a) KD-GB, (b) KB-GD. Koordinat; (a) 37S 270129D 4301014K (b)37S 273134D 4299009K



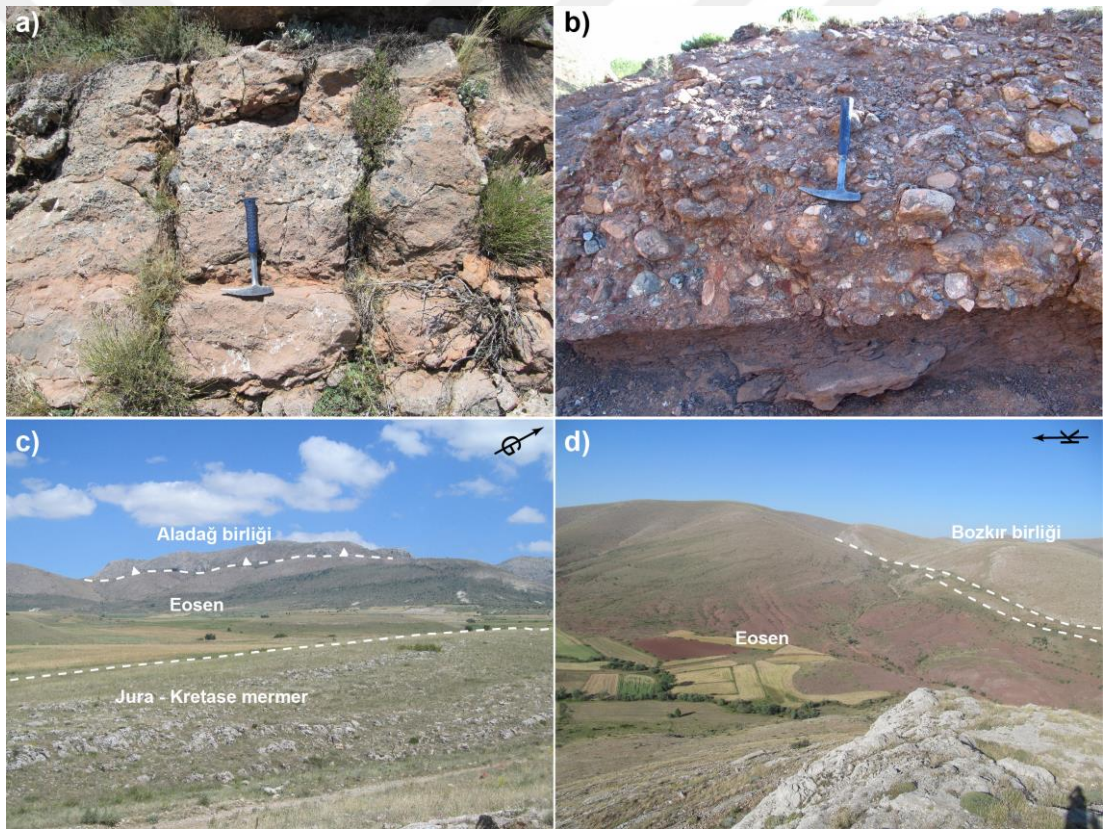
Şekil 3.69. Aygörmez Dağı kuzeydoğusundaki birimlerin ilişkilerini gösteren B-B' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.64'deki harita üzerinde gösterilmiştir

Panlı köyü doğusunda tespit edilen kalın katmanlı ve masif yapılu dolomitize mermerler Eosen çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.70 a, b). Bu alandaki yaygın Eosen çökeli örtüsü nedeniyle mermerler ile Aladağ Birliği arasındaki dokanağın niteliği gözlenememektedir. Aygörmez Dağının kuzeydoğu ucunda yer alan Tersakan köyü güneyinde ise Hınzır Dağına ait Jura-Kretase yaşlı mermerler, Aladağ birliğine ait Karbonifer yaşlı kireçtaşları ile dokanak halinde görülebilmektedir. Bu alanda Jura-Kretase yaşlı mermerler, Karbonifer yaşlı kireçtaşlarının tektonik olarak altında yer almaktadır. İki birim arasındaki tektonik dokanak yaklaşık yatay tabakalanma sunan Nummulites fosilleri içeren Eosen yaşlı sığ denizel kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 3.69 ve 3.70b). Bu iki birim arasındaki tektonik dokanağın Eosen çökelleri tarafından örtülü olması, Aladağ birliği ile Hınzır Dağına ait metamorfik kayaların Eosen öncesi bir araya geldiğinin önemli göstergelerinden biridir.



Şekil 3.70. Aygörmez Dağının kuzeydoğusunda Aladağ birliği ile Hınzır dağına ait Jura-Kretase yaşlı mermerler arasındaki tektonik dokanağın ve bu kayaları uyumsuz olarak örten Eosen çökellerinin genel görünümü. Bakış yönü; (a, b) D-B. Koordinat; (a) 37S 269092D 4302047K, (b) 37S 268606D 4301873K

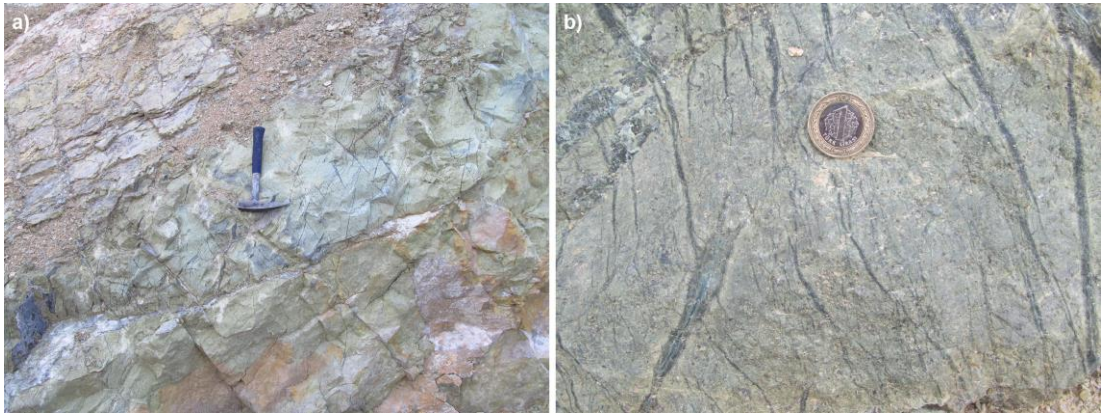
Aygörmez Dağı bölgesinde Eosenin çökellerinden elde edilen mikro fosillere göre Orta Eosen yaşında oldukları rapor edilmiştir (Keskin, 2010). Eosen çökelleri genellikle kırmızı renkli hamur içerisinde tabanda kötü boylanmalı, ofiyolit ve karbonatlardan türemiş çakıl ve bloklar içeren seviyelerle başlamaktadır (Şekil 3.71a, b). Doktora çalışma sahasının diğer bölgelerinde gözlenen Eosen sonrası sıkışmalı tektonik rejimin etkileri Aygörmez Dağı bölgesinde de gözlenmektedir. Örneğin, Panlı ile Melikgazi köyleri arasında kalan alandaki Eosen çökelleri tektonik olarak Aladağ birliğinin altında yer almaktadır (Şekil 3.71 c, d). Ayrıca, Aygörmez Dağının orta bölümünde Bozkır birliğine ait kireçtaşları ile kırmızı renkli Eosen çökeller arasında yanal atımlı faylar tespit edilmiştir.



Şekil 3.71. (a, b). Aygörmez Dağında yüzeyleyen Eosen çökellerinin tabanında gözlenen konglomeratik seviyelerin görünümü. (c) Aygörmez Dağının güneybatısında Aladağ birliğinin tektonik olarak altında yer alan Eosen çökellerinin genel görünümü. (d) Aygörmez Dağının orta bölümünde gözlenen kırmızı renkli Eosen çökelleri ile Bozkır birliğine ait kireçtaşları arasındaki tektonik dokanağın genel görünümü. Bakış yönü; (c) KB-GD, (d) B-D. Koordinat; (a) 37S 253000D 4289593K, (b) 37S 262967D 4288476K, (c) 37S 254455D 4295571K, (d) 37S 262613D 4293919K

Ofiyolit ve yığışım karmaşıkları Pınarbaşı ilçesi civarı ve güneyindeki alanlarda masif kütleler halinde ve Melikgazi civarındakilere kıyasla çok daha geniş yüzlek alanlarına sahiptir (Şekil 3.64). Pınarbaşı ve yakın civarında yer alan sınırlı bir alandaki ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar hakkında Alkan (2019) tarafından genel jeolojik tanımlamalar sunulmuştur. Bu tez çalışmasında Pınarbaşı ve yakın civarını da kapsayan bölgelerdeki jeolojik tanımlamaların aktarılması esnasında bu alanlardaki kayaç gruplarına dair gözlemler özet olarak sunulmuş olup, yeni gözlem ve bulgulara detaylı olarak yer verilmiştir.

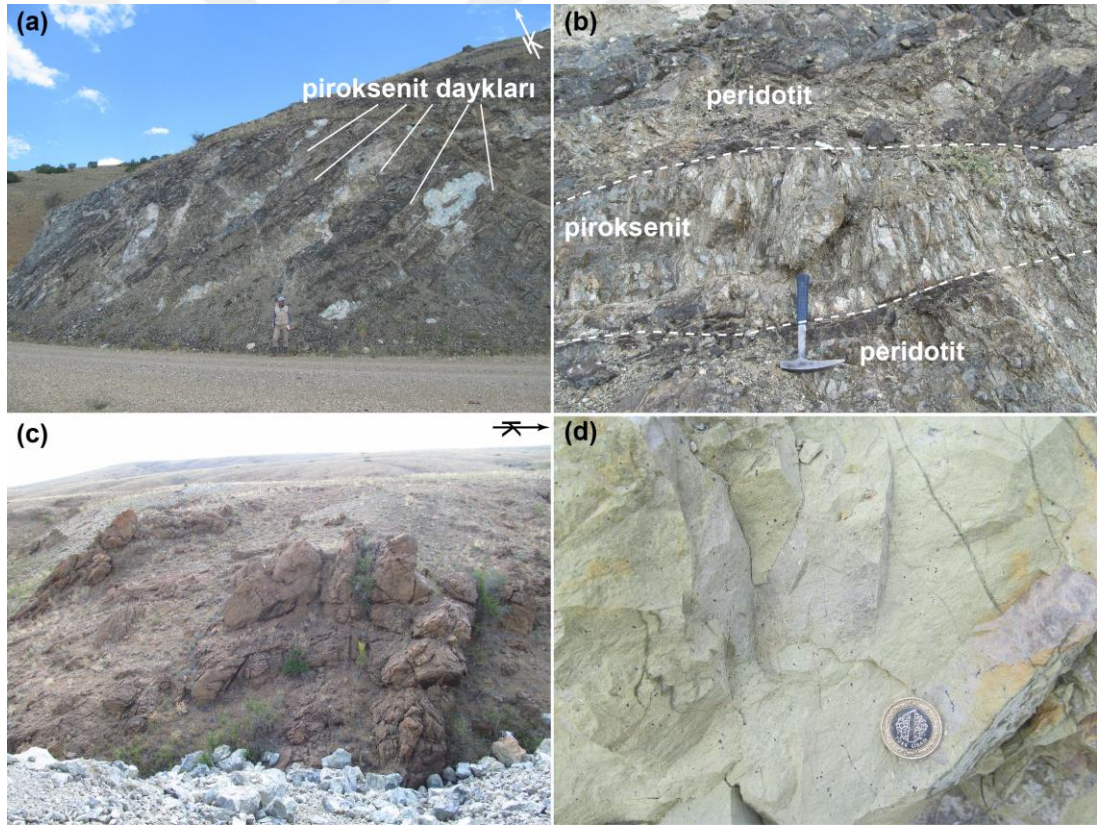
Ofiyolitik kayaçlar başlıca peridotitler, piroksenitler, katmanlı gabrolar ve bu kayaçları kesen piroksenit, dolerit ve plajiyogranit daykları ile temsil edilmektedir. Manto tektonitlerini temsil eden peridotitler Pınarbaşı ve çevresindeki ofiyolitik kayaçların baskın litolojisini oluşturmaktadır. Peridotitlerde serpantinleşme yaygınca gözlenmekte olup, ağırlıklı olarak harzburjitler ve dünitlerden meydana geldikleri tespit edilmiştir. Çoğu alanda masif bir görünüme sahip olan peridotitlerde yer yer kırık çatlak ve makaslama yapıları da gözlenebilmektedir. Ayrıca, manyezit oluşumları da bu kayaçlar içerisinde görülmektedir. Dünitlerle birlikte krom cevherleşmeleri yaygın olarak gözlenebilmektedir (Şekil 3.72a, b). Dünitler içindeki kromit oluşumları düzensiz, saçınımlı ve bantlı yapılara sahiptir (Şekil 3.72 a, b). Kahverengi ve koyu sarımsı renklere sahip olan lisvenit oluşumları da peridotitler içerisinde yaygınca saptanmıştır.



Şekil 3.72. (a) Taze dünitlerin genel görüntüsü ve (b) dünitler içerisinde yer alan kromların görünümü. Koordinat: (a, b) 37S, 266965D, 4280583K

Piroksenitler hem peridotitleri kesen dayklar halinde tespit edilmiş olup, hem de haritalanabilir ölçekteki masif yüzlek alanlarına sahiptirler. Piroksenit daykları

Bahçelik Barajı ve civarında gözlenmekte olup, farklı alanlarda da ultramafik kayaları keser şekilde yaygınca tespit edilmiştir. Çoğunlukla kaba taneli minerallerden oluşan piroksenit dayklarının kalınlıkları 3 metreye kadar ulaşmaktadır. Piroksenit dayklarındaki yeşil renkli piroksen minerallerinin boyutları 10 cm'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 3.73 a, b). Bu durumun en güzel örnekleri Melikgazi köyü civarındaki serpantinize peridotitleri kesen piroksenitlerde gözlenmiştir. Masif yapılı haritalanabilir ölçekteki piroksenit oluşumları Büyükgürleğen köyü güneyinde yüzlek vermektedir. Masif piroksenitler koyu sarımsı ve kahverengi renklere ve oldukça dağınık bir yapıya sahiptirler (Şekil 3.73c). Bu alandaki piroksenitlerin içerisinde yaklaşık 500 m²'lik alanda yüzlek veren göreceli olarak taze ve saçınımlı krom-spinel mineralleri içeren dünit oluşumları tespit edilmiştir (Şekil 3.73d).



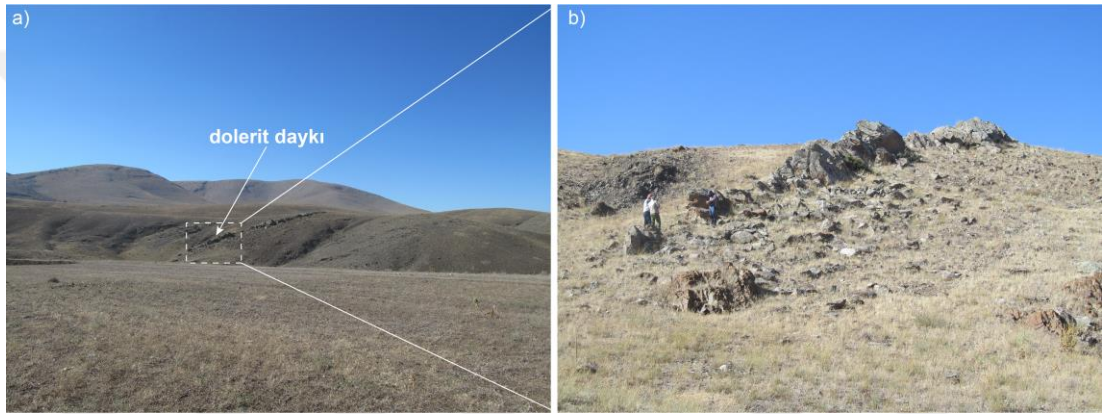
Şekil 3.73. Bahçelik barajı civarında yer alan serpantinize peridotitleri kesen piroksenit dayklarının (a) genel ve (b) yakın görünümü. (c) Büyükgürleğen köyü güneyindeki masif yapılı piroksenitlerin genel görüntüsü. (d) Aynı alanda piroksenitler içerisinde tespit edilen göreceli olarak taze olan açık yeşil renkli ve saçınımlı kromit oluşumları içeren dünitin yakın görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD. Koordinat; (a, b) 37S 264289D 4285195K, (c) 37S 266897D 4280581K, (d) 37S 266905D 4280583K

Ofiyolitin kabuk bölümüne ait gabroyik kayalar Emeğil köyü doğusunda ve Melikgazi civarında yüzlek vermektedir. Emeğil köyü doğusunda yüzlek veren katmanlı gabrolar kuzeyde serpantinize peridotitler, güneyinde ise lisvenitlerle sınırlanmaktadır. Gabroyik kayalar birçok alanda belirgin magmatik katmanlı yapı sunmakta ve kümülat gabro niteliğindedirler (Şekil 3.74a, b). Ayrıca, kümülat gabrolar içerisinde kalınlıkları 5-10 santimetreye ulaşan gabro pegmatit daykları tespit edilmiştir. Katmanlı gabrolarda piroksen ve plajiyoklaz minerallerin magmatik tabakalanmaya paralellik sergiledikleri gözlenebilmektedir. Mafik minerallerce zengin koyu renkli ve taze gabrolarda olivin mineralleri mezoskopik olarak gözlenebilmektedir (Şekil 3.74d). Melikgazi köyleri civarında yüzleyen gabrolarda küresel ayrışma türü bozuşmalar tespit edilmiştir (Şekil 3.74b, c). Bu ayrılmış gabrolar içerisinde CaCO_3 metasomatizmasına bağlı olarak geliştiği düşünülen, bol miktarda kalsit damarları tespit edilmiştir.

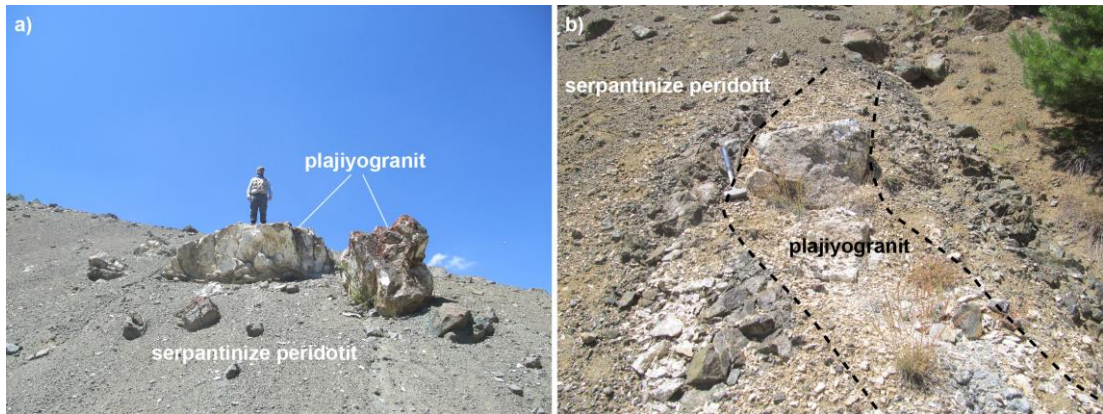


Şekil 3.74. (a) Yukarıbeyçayır civarında gözlenen kümülat gabrolara ait bantlı yapının görünümü, (b) Melikgazi civarında yüzlek veren gabrolardaki karbonatlaşmanın görüntüsü, (c) ayrılmış gabroların genel görüntüsü(d) Melikgazi civarındaki gabrolardaki mafik minerallerin görünümü. Koordinat: (a) 37S, 276638D, 4278183K, (b) 37S, 257018D, 4287597K, (c, d) 37S, 256941D, 4287807K

Ofiyolitin manto bölümüne ait kayaçlar kalınlıkları yaklaşık 20 metreye kadar ulaşan dolerit daykları tarafından yaygın olarak kesilmektedir (Şekil 3.75a, b). Dolerit dayklarında soğuma kenar oluşumları olağandır. Bazı dolerit daykları ise rodonjitleşmeye bağlı olarak beyaz renkli görünüm kazanmışlardır. Pınarbaşı bölgesinde ilk kez bu çalışma kapsamında, Yukarıbeyçayır köyü batısındaki ofiyolite ait serpantinize peridotitleri kesen plajiyogranit daykları tespit edilmiştir (Şekil 3.76a, b). Söz konusu dayklar genel olarak açık renklerde olup, daykların bir tanesinde gözlenmiş olan biyotit minerallerinin boyutları 5 cm'ye kadar ulaşmaktadır.



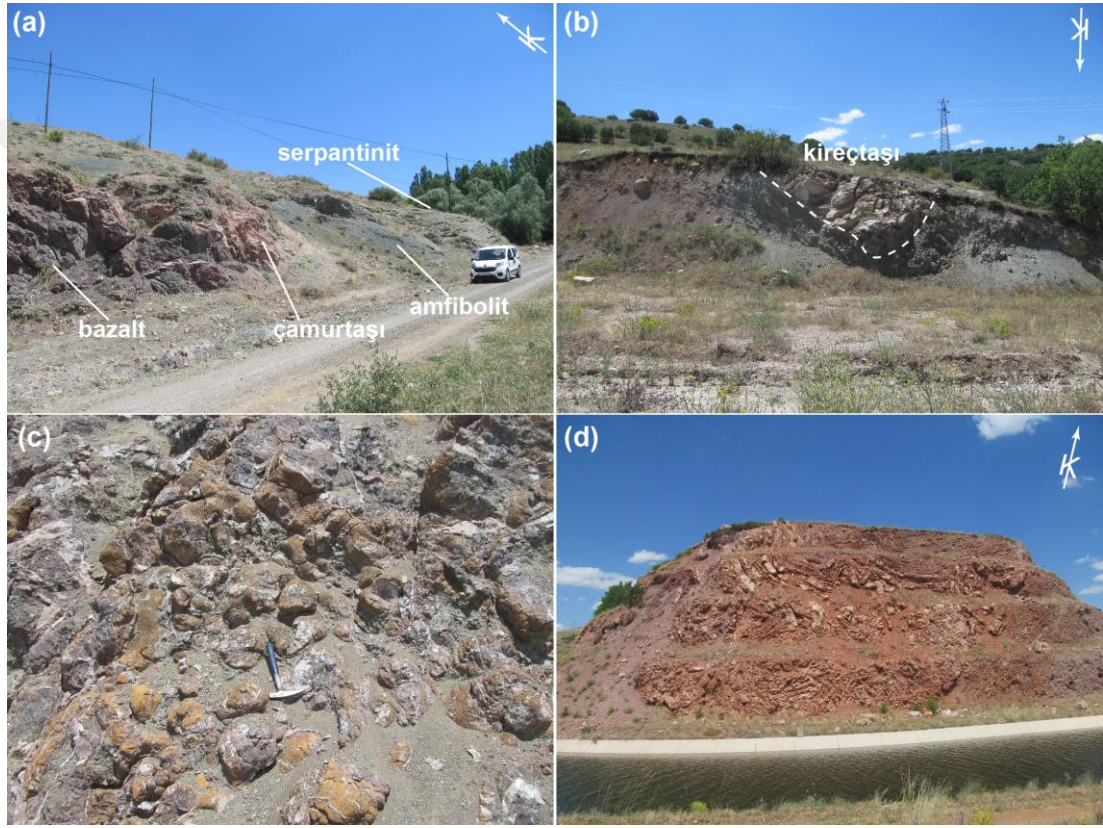
Şekil 3.75. Ofiyolite ait manto peridotitlerini kesen dolerit daykına dair (a) uzaktan ve (b) yakından görünüm. Koordinat: 37S, 239369D, 4270633K



Şekil 3.76. (a, b) Yukarıbeyçayır köyü batısına yer alan ofiyolite ait serpantinize peridotitleri kesen plajiyogranit dayklarının görünümü. Koordinat; (a, b) 37S 276799D 4278263K.

Pınarbaşı çevresinde yer alan yığılım karmaşıkları güneyde yer alanlara kıyasla daha sınırlı alanda yüzlek vermektedir. Bu alanlarda yer alan yığılım karmaşıkları baskın olarak serpantinlerden oluşan hamur içerisinde yer alan peridotitler, gabrolar, bazaltlar, radyolaryalı çörtler, çamurtaşları, amfibolitler, mermerler ve

kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Şekil 3.77a-d). Yığılım karmaşıkları genellikle tektonik olarak ofiyolitlerin tabanında ve Bozkır birliğine ait karbonatların ise üzerinde yer almaktadır. Örneğin, Kızıldere köyü ile Bahçelik barajı arasında kalan alanda ofiyolitin tektonik olarak tabanında yer alan yığılım karmaşığı içerisinde ofiyolit tabanı metamorfitlerine ait amfibolitler makaslanmış serpantinitler, çamurtaşları, radyolaryalı çörtler ve bazaltlarla bir arada gözlenmektedir (Şekil 3.77a). Aynı bölgede yoğun şekilde makaslanmış serpantinitler içerisinde kireçtaşı blokları da tespit edilmiştir (Şekil 3.77b).

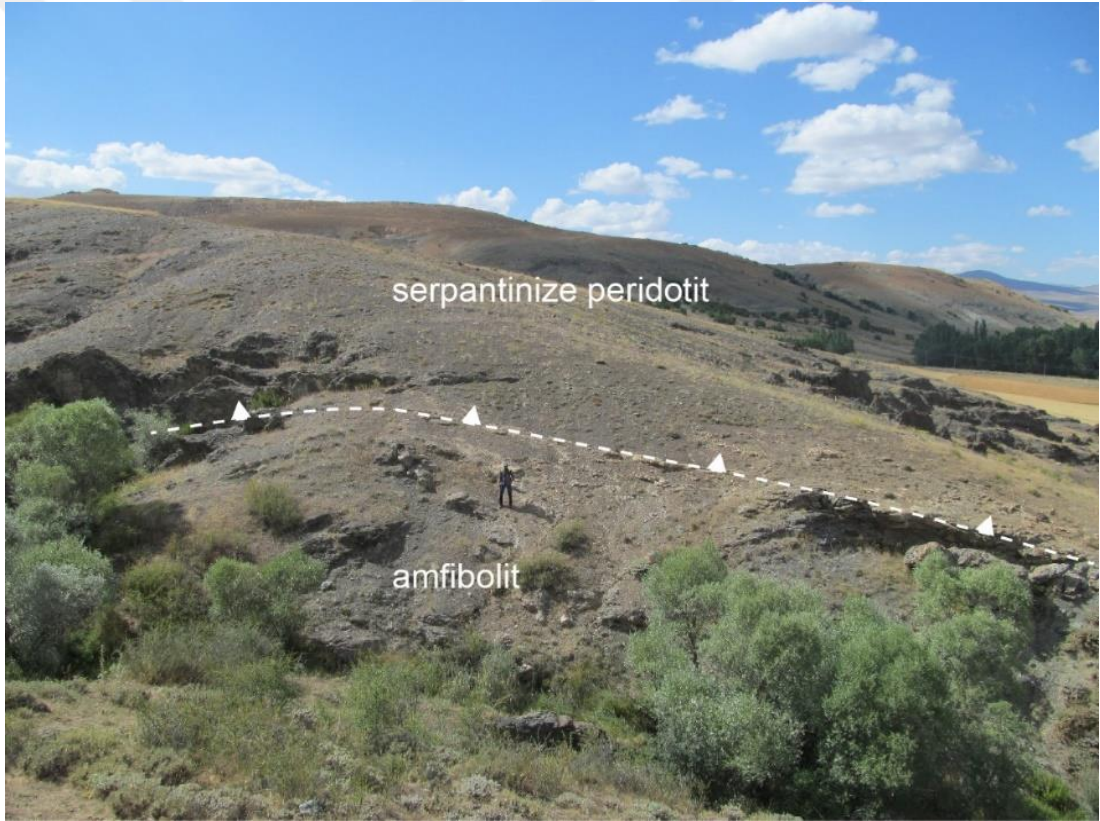


Şekil 3.77. (a) Kızıldere köyü ile Bahçelik barajı arasında yer alan yığılım karmaşığının genel görünümü. (b) Yoğun şekilde makaslanmış serpantinit hamuru içerisinde yer alan kireçtaşı bloğunun görünümü. (c) Çamurtaşı ve çört ara katkıları içeren yastık yapılı bazaltların görünümü. (d) Kireçtaşı, çört çakıl ve blokları içeren kırmızı renkli ve yoğun kıvrımlı yapıya sahip çökellerin görünümü. Bakış yönü; (a) GB-KD, (b) K-G, (d) GD-KB. Koordinat; (a) 37S 263510D 4283389K, (b) 37S 263443D 4283297K, (c) 37S 262452D 4284046K, (d) 37S 262445D 4283795K

Bu alandaki volkanik kayalar çoğunlukla çamurtaşı ve radyolaryalı çört ara katkılı spilitik yastık yapılı lavlar şeklinde olup, kayalardaki gaz boşlukları ikincil mineraller tarafından doldurulmuştur (Şekil 3.77c). Ayrıca bu alanda diğer alanlardaki yığılım karmaşıklarından farklı olarak, yüksek enerjili çökme

ortamında oluşmuş kireçtaşı ve radyolaryalı çört çakıl ve blokları içeren kırmızı renkli ve iyi gelişmiş kıvrımlı yapıya sahip çökeller tespit edilmiştir (Şekil 3.77d).

Büyükgürleğen köyü civarındaki ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları manto peridotitlerinin tektonik olarak altında yer almaktadır (Şekil 3.78). Büyükgürleğen köyü çevresinde ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları amfibolit, granat-amfibolit, piroksen-amfibolit, epidot-amfibolit, amfibol-kuvarşistlerden meydana gelmektedir. Büyükgürleğen köyü civarında yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfitlerinin başkalaşım koşulları granülit fasiyesinden, yeşilşist fasiyesine kadar değişen bir aralıkta yer almaktadır. Amfibolitik kayaçlar genellikle belirgin foliasyonlu ve bantlı yapı sunmaktadırlar (Şekil 3.79a, b).

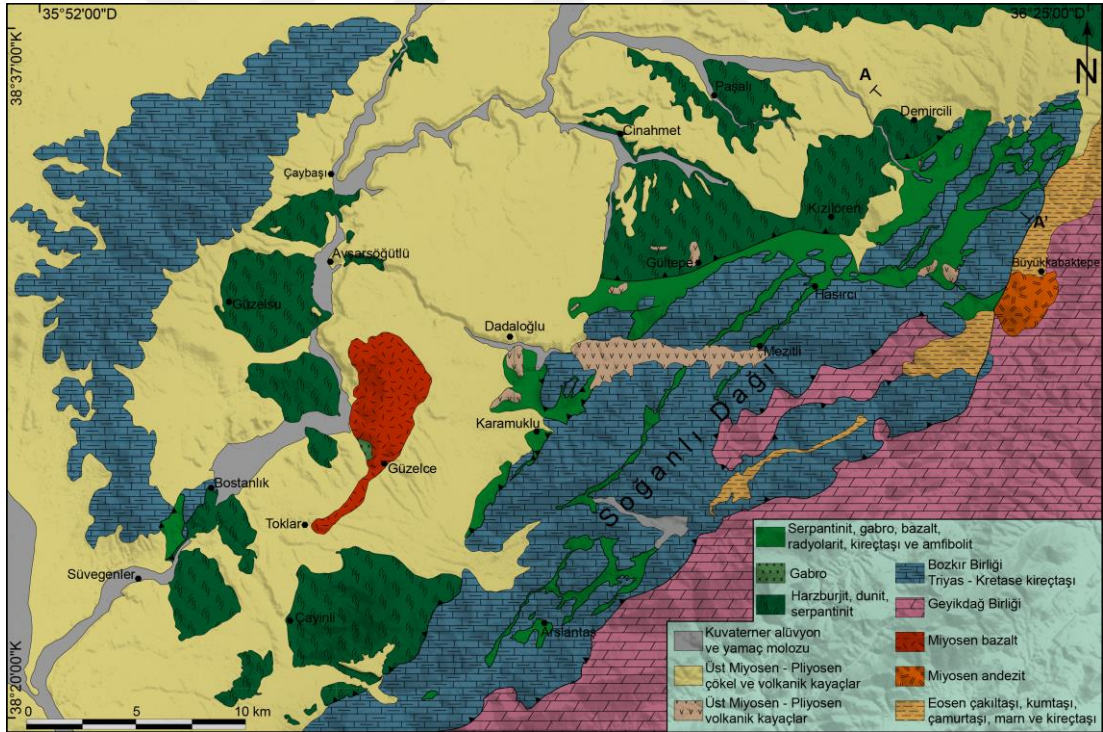


Şekil 3.78. Serpantinize peridotitler tarafından tektonik olarak üzerlenen ofiyolit tabanı metamorfitlerinin görünümü Koordinat: 37S, 269721D, 4281771K



Şekil 3.79. (a) Masif yapılu koyu renkli granat-amfibolitlerin görünümü. (b) Büyükgürleğen köyü civarına gözlenen foliyasyonlu ve bantlı yapılu epidot amfibolitlerin görüntüsü Koordinat: (a) 37S, 269604D, 4281474K, (b) 37S, 269858D, 4281803K

Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağı bölgesinde Bozkır birliğine ait karbonatlar ve yığışım karmaşıkları KD-GB hattı boyunca uzanmaktadır (Şekil 3.80).



Şekil 3.80. Doktora tez çalışması kapsamında hazırlanmış olan Soğanlı Dağı ve çevresinin jeoloji haritası (Erkan ve diğ., 1978; Metin ve diğ., 1990; Dalkılıç, 2009b ve Keskin 2010'dan değiştirilerek çizilmiştir)

Yığışım karmaşıkları Soğanlı Dağın ön tarafında Bozkır birliğine ait karbonatlara tektonik olarak yaslanmaktadır (Şekil 3.81a). Soğanlı Dağının KD-GB hattı boyunca uzanan vadilerin içerisinde de çoğunlukla ince şeritler halinde yığışım karmaşıkları

yer almaktadır (Şekil 3.81b). Bunların dışında, Soğanlı Dağının topoğrafik olarak yüksek kesimlerindeki karbonatların üzerinde yığışım karmaşığına ait yüzlekler tespit edilmiştir (Şekil 3.81c, d). Bahsi geçen tüm bu alanlardaki yığışım karmaşıkları serpantinit, serpantinize peridotitler, katmanlı ve izotropik gabrolar, amfibolitler, radyolaryalı çörtler, çamurtaşları, yastık yapılı bazaltlar, mermerler ve kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Yığışım karmaşığı içindeki okyanusal kabuğa ait kayalar yaygınca dolerit daykları tarafından kesilmektedir. Serpantinit ve serpantinize peridotitler yığışım karmaşığının baskın litolojisini oluşturmaktadır. Serpantinize peridotitler Pınarbaşı çevresindekilere benzer olarak çoğunlukla harzburjit ve dünit tipi kayalardan meydana gelmektedirler. Söz konusu kayaların içerisinde kafalar şeklinde yüzlek veren dolerit daykları ve felsik gabrolar yaygınca gözlenmektedir.



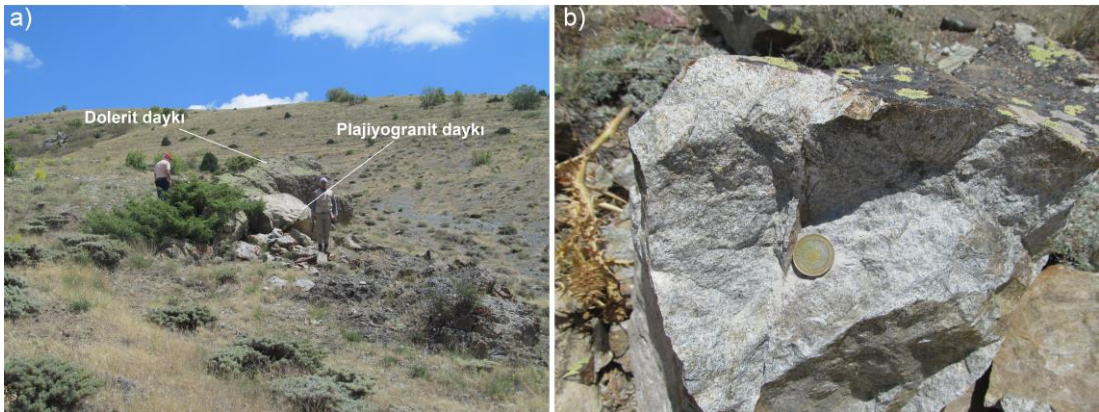
Şekil 3.81. (a) Soğanlı Dağında Bozkır birliğine ait karbonatların önünde yer alan yığışım karmaşığının genel görünümü. (b) Aynı bölgede derin vadilerin içerisini dolduran yığışım karmaşıklarının genel görünümü. (c, d) Soğanlı Dağın topoğrafik olarak yüksek kesimlerinde Bozkır birliğine ait platform karbonatları üzerinde yer alan yığışım karmaşıklarının genel görüntüsü. Bakış yönü, (a) KB-GD, (b,c) G-K, (d) KB-GD. Koordinat; (a) 37S 252563D 4268726K, (b) 37S 268875D 4274103K, (c) 37S 269200D 4266064K, (d) 37S 272543D 4273790K

Demircili köyü güneyindeki yığılım karmaşığı içerisinde ofiyolit tabanı metamorfiteğine ait amfibolitler gözlenmiştir (Şekil 3.82a). Amfibolitler bazı alanlarda mermerler, birkaç lokasyonda ise amfibol-kuvarsşist türü kayaçlarla beraber bulunmaktadır (Şekil 3.82b, c). Söz konusu kayaçlar detayları Alkan, (2019) tarafından tanımlanan Büyükgürleğen civarındaki kuvars-amfibolşist türü ofiyolit tabanı metamorfiteğiyle benzer jeolojik özellikler sergilemektedirler.



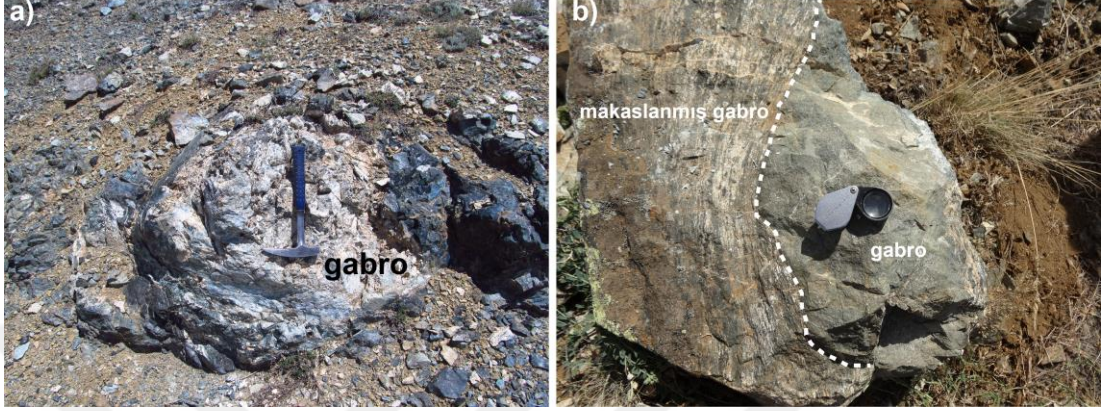
Şekil 3.82. (a) Demircili köyü güneyindeki yığılım karmaşığı içerisinde yer alan amfibolitler ve (b, c) Amfibolitlerle birlikte gözlenen amfibol-kuvars-şistlerin görünüşleri Koordinat: 37S, 267466D, 4272877K

Ayrıca aynı alanda serpantinitle içerisinde yer alan ve dolerit daykını kesen plajiyogranit daykını tespit edilmiştir. Uzunluğu 15-20 m civarında olan plajiyogranit daykının kalınlığı da yaklaşık olarak 2 m civarındadır (Şekil 3.83a, b). Plajiyogranit daykını mafik minerallerce oldukça fakirdir.



Şekil 3.83. (a) Demircili köyü civarında yer alan yığılım karmaşığı içinde doleritleri kesen plajiyogranit daykının uzaktan görünüşü (b) plajiyogranit daykının yakından görünüşü Koordinat: 37S, 267427D, 4272737K

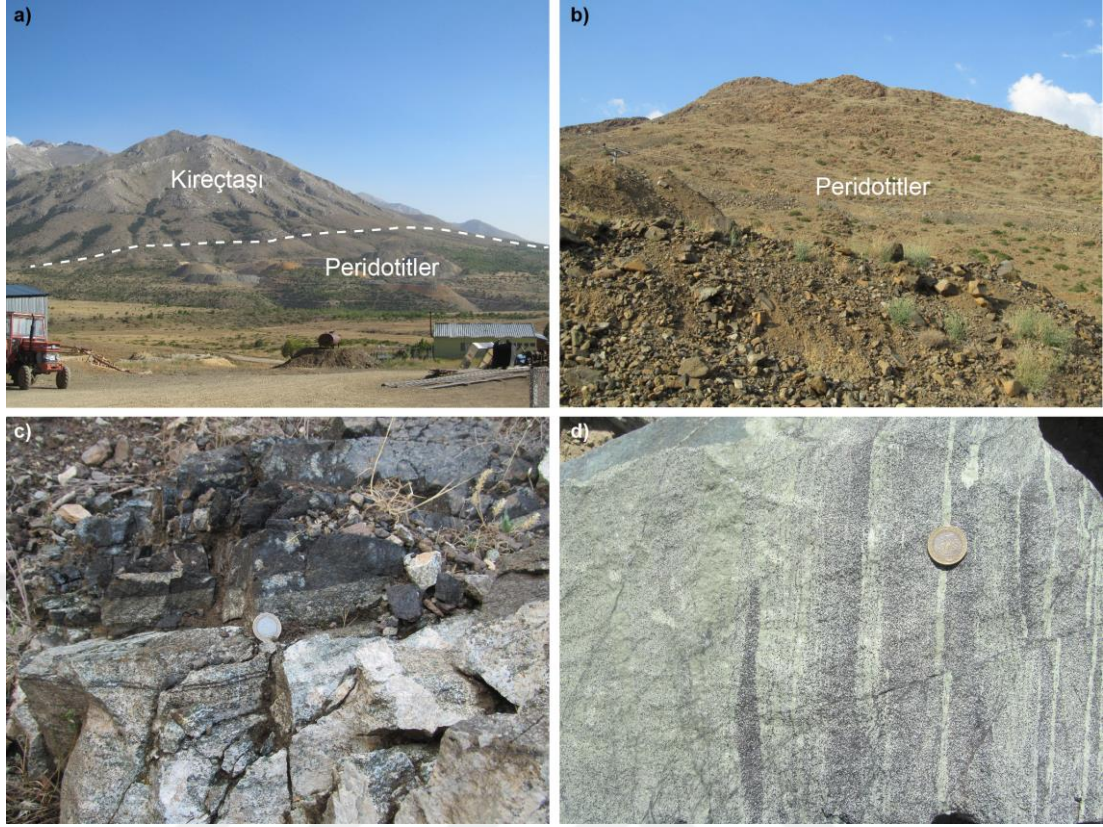
Gabroyik kayaçlar genellikle, serpantinitle içerisinde bloklar olarak gözlenmiş olup, felsik mineraller bakımından oldukça zengindir. Demircili köyü doğusunda yer alan yığılım karmaşığı içindeki bazı gabroların makaslanmış oldukları ve yönlü yapılar kazandıkları saptanmıştır (Şekil 3.84a, b).



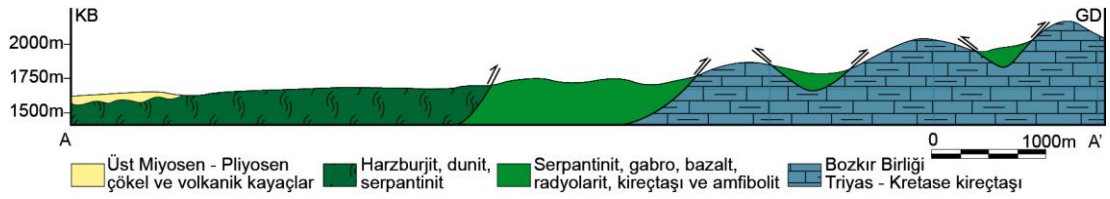
Şekil 3.84. (a,b) Demircili köyü doğusundaki yığılım karmaşığında gözlenen makaslanmış gabroların görünümü Koordinat: (a), 37S, 268875D, 4274103K, (b) 37S, 268339D, 4273566K

Pınarbaşı güneyinde yığılım karmaşıklarının yanı sıra masif ofiyolit kütleleri de tespit edilmiştir (Şekil 3.85a-d). Söz konusu ofiyolitik kayaçlar Güzelsu, Çayini ve Bostanlık civarında geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Bu ofiyolitik kayaçlar ağırlıklı olarak okyanusal kabuğun manto bölümüne ait ultramafik kayaçlardan meydana gelmektedir. Ultramafik kayaçlar ağırlıklı olarak harzburjit ve dünitlerle temsil edilmektedir. Ofiyolitin kabuk bölümü ait kayaçlar sadece Güzelce köyü civarında sınırlı bir alanda yüzlek vermekte olup, kümülat gabrolarla temsil edilmektedir.

Şekil 3.86'daki KB-GD yönlü jeolojik enine kesitte yukarıda bahsedilen ofiyolit, yığılım karmaşığı ve Bozkır birliğine ait karbonatların birbirleriyle olan ilişkileri gösterilmiştir. Kesit hattının KB'sında (Demircili köyü civarında) ofiyolitik kayaçlar baskın olarak serpantinize peridotitlerle temsil edilmekte olup, tektonik olarak yığılım karmaşığının üzerinde yer almaktadır. Kesit hattının yaklaşık orta bölümünde Şekil 3.86'da da gösterildiği üzere yığılım karmaşığı karbonatların üzerine tektonik olarak gelmektedir. Kesit hattının güney doğusunda ise vadi içlerinde gözlenen yığılım karmaşıklarının platform karbonatların üzerinde erozyondan korunmuş kalıntılar oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.86).



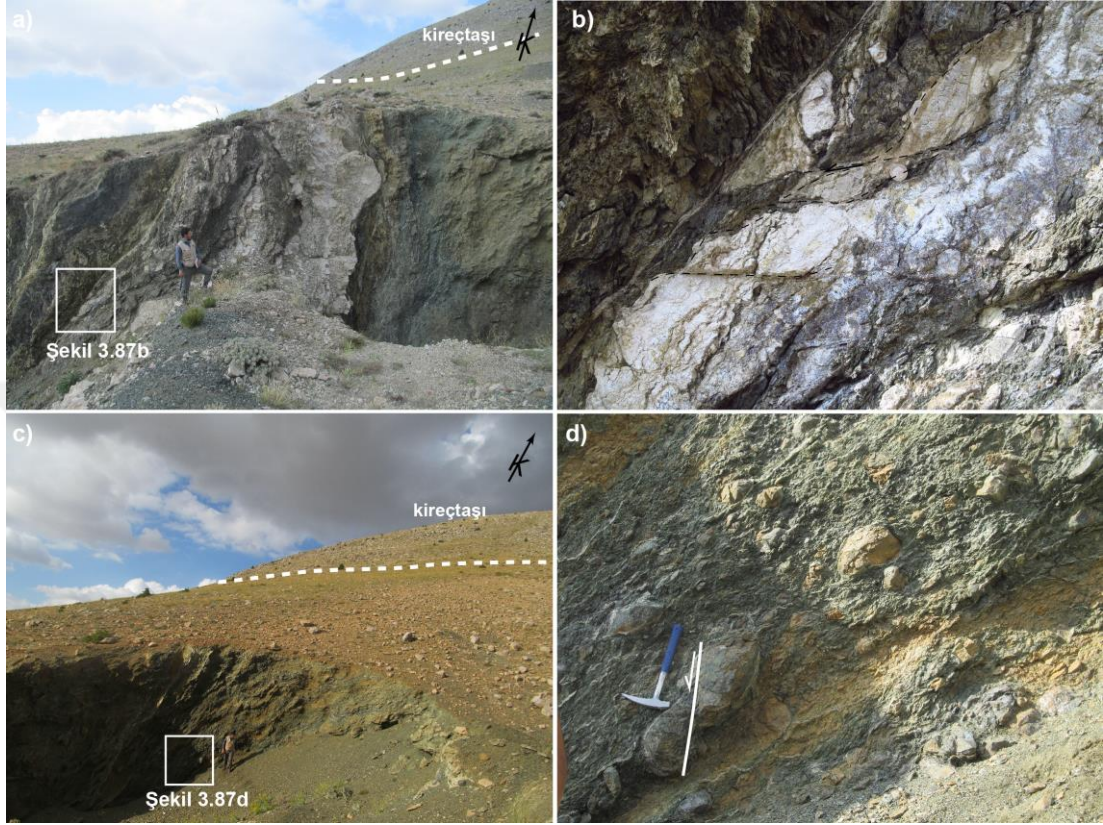
Şekil 3.85. Bozkır Birliğine ait karbonatların önünde yer alan peridotitlerin görünüm (b) Pınarbaşı güneyinde yer alan masif ofiyolit kütesinin genel görüntüsü, (c) Güzelce köyü civarında yer alan ultramafik-mafik kümülatların yakından görünümü, (d) ofiyolite ait taze dunitlerin yakından görüntüsü Koordinat: (a) 36S, 753374D, 4254960K, (b) 37S, 241479D, 4251219K (c) 37S, 242228D, 4259027K, (d) 37S, 241287D, 4249280K



Şekil 3.86. Soğanlı Dağı bölgesinde yüzeyleyen ofiyolit, yığışım karmaşığı ve Bozkır birliğinin ilişkisini gösteren A-A' (KB-GD yönlü) jeolojik enine kesit. Kesit güzergâhı şekil 3.80'deki harita üzerinde gösterilmiştir

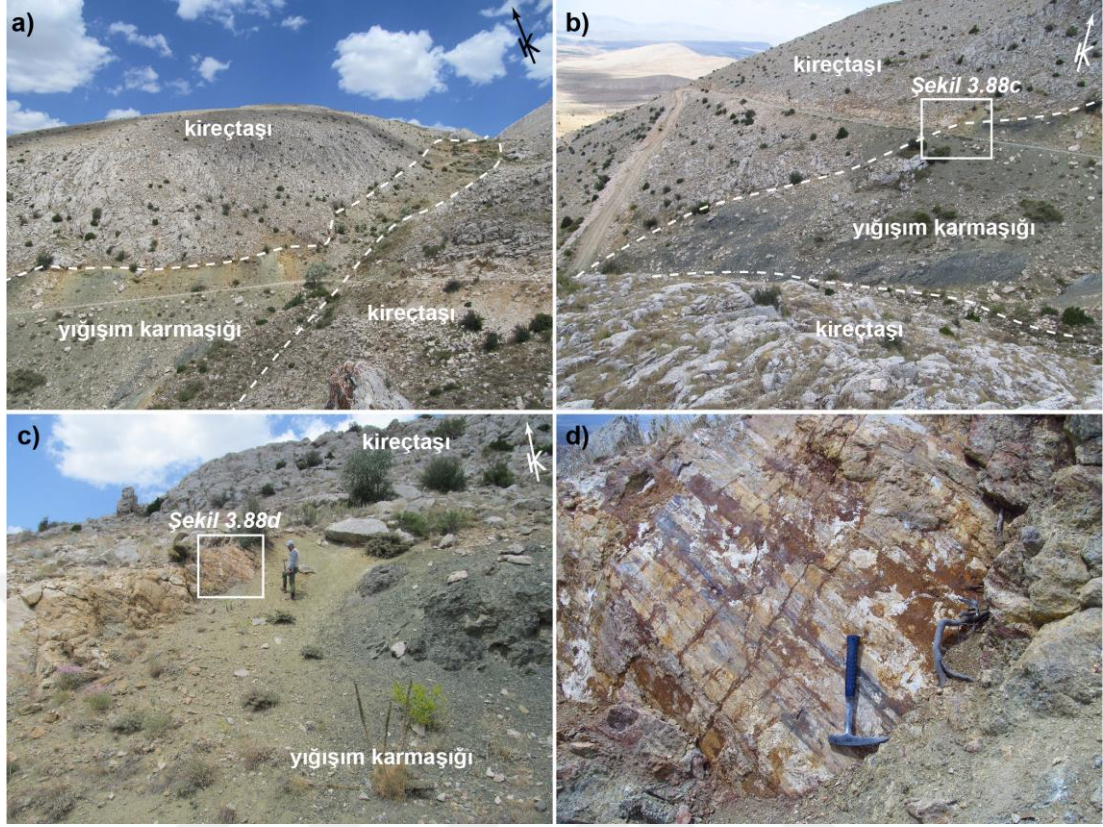
Dadaloğlu köyü güneydoğusunda yığışım karmaşığı Bozkır birliğine ait karbonatların üzerine tektonik olarak gelmektedir (Şekil 3.87a-d). Bu iki birimin tektonik dokanağında yapılan gözlemler yığışım karmaşıklarının karbonatlar üzerine yerleşme süreçleriyle ilgili ve daha sonra karbonatların yükselmesine dair önemli ipuçları sunmaktadır. İki birim arasındaki tektonik dokanakta yoğun şekilde makaslanmış serpantinler ve kireçtaşları yer almaktadır. Yığışım karmaşığı ve

platform karbonatları arasındaki makaslama zonu detaylı olarak incelendiğinde serpantin ve kireçtaşı bloklarının normal faylardan etkilendiklerini gösteren binişik yapılar tespit edilmiştir (Şekil 3.87b, d).



Şekil 3.87. Dadaloğlu köyü güneydoğusunda yığışım karmaşığı ile Bozkır birliği arasındaki tektonik dokanak boyunca gözlenen makaslama zonunun (a, c) genel ve (b, d) yakın görünümü. Bakış yönü; (a, b) GD-KB. Koordinat; (a, b) 37S 249898D 4261914K, (c, d) 37S 250018D 4261955K

Bu durum yığışım karmaşıklarının önce karbonatların üzerine itildiğini ve sonra Torosların yükselme süreçlerine bağlı oluşan gerilmeler neticesinde normal faylarla tekrar konumlandıklarına işaret etmektedir. Benzer bir gözlem, Dadaloğlu köyünün daha güneydoğusundaki Aslantaş köyü civarında da gözlemlenmiştir. Bu alanda karbonatlar üzerinde dar ince uzun şeritler halinde uzanan yığışım karmaşığının, karbonatlar ile olan tektonik dokanaklarında vev atımlı faylar tespit edilmiştir (Şekil 3.88a-d)



Şekil 3.88. (a, b) Aslantaş köyü civarındaki Bozkır birliğine ait karbonatların üzerinde ince dar şeritler halinde uzanan yığışım karmaşığının genel görünüşleri. Karbonatlar ile yığışım karmaşığı arasındaki tektonik dokanağının (c) genel ve (d) yakın görünümü. Bakış yönü (a, c) GB-KD, (b) GD-KB. Koordinat; (a, b) 37S 349754D 4253101K, (c, d) 37S 249740D 4253240K

4. PETROGRAFİK ÖZELLİKLER VE MİNERAL KİMYASI

İnceleme alanı içerisinde yüzeyleyen ofiyolitik ve metamorfik kayaçların mineral topluluklarının tayin edilebilmesi için ince kesitler hazırlanmış ve petrografik analizler gerçekleştirilmiştir. Petrografik analizler neticesinde uygun görülen örneklerden ise minerallerin kimyasal bileşimlerinin tayini için mineral kimyası analizleri yapılmıştır.

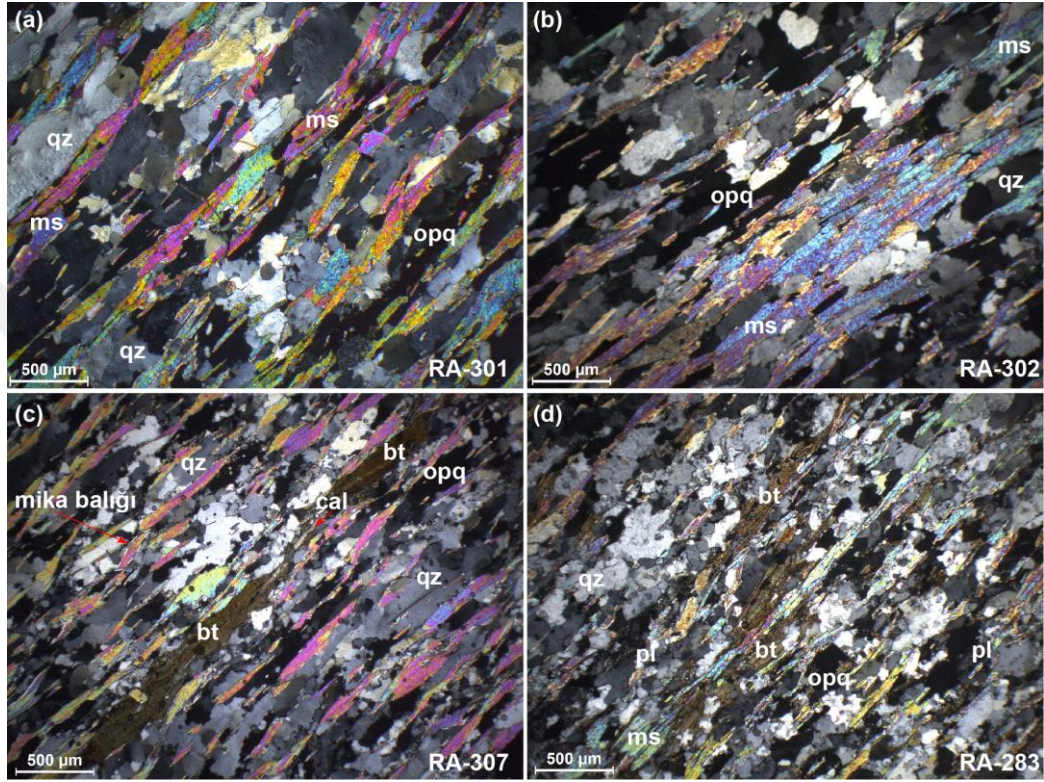
4.1. Felahiye Bölgesi

Felahiye bölgesinde yer alan metamorfik ve ofiyolitik kayaçlardan ve bunları kesen granitoidlerden örnekler derlenmiş olup söz konusu kayaçlara dair yapılan petrografik değerlendirmeler aşağıda anlatılmıştır.

Felahiye bölgesinde Akdağ Masifi'ne ait metamorfikler başlıca mikaşist, granat-mikaşist, kalkşist, mermer ve amfibolit türü metamorfik kayaçlarla temsil edilmektedir. Mikaşist örnekleri kuvars, ± plajiyoklaz, ± muskovit, ± biyotit, ± granat, ± sillimanit, ± K-feldspat, ± klorit, ± kalsit ve opak mineral topluluğundan meydana gelmektedirler (Şekil 4.1a-d). Zirkon, apatit ve rutil mineralleri ise aksesuar mineral olarak gözlenmektedir. Mikaşistlerin petrografik incelemeleri doğrultusunda mineral bolluklarına göre kuvars-muskovit şist, kuvars-biyotit şist, biyotit-muskovit şist ve sillimanit-granat-biyotit şistlerle temsil edildikleri saptanmıştır. Mikaşistler yaygın olarak lepidoblastik (Şekil 4.1a-d) ve porfiro-lepidoblastik doku türlerini sergilemektedir.

Karaşeyh kuzeyinde yüzlek veren mikaşistler kuvars-muskovit şist olarak tanımlanmış olup kayaçlar temel olarak kuvars, muskovit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.1a, b). Lepidoblastik doku sergileyen kayaçlardaki muskovit ve opak mineralleri kayacın yapraklanmasına uyumlu olarak lineasyon sergilemektedirler (Şekil 4.1c, d). Benzer dokusal özellikler sunan, Elçi köyü civarındaki kuvars-muskovit şistler kuvars, muskovit, biyotit, plajiyoklaz, kalsit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.1c). Söz konusu kayaçlarda makaslanmaya işaret eden mika balığı yapıları tespit edilmiştir (Şekil 4.1c). Kuvars

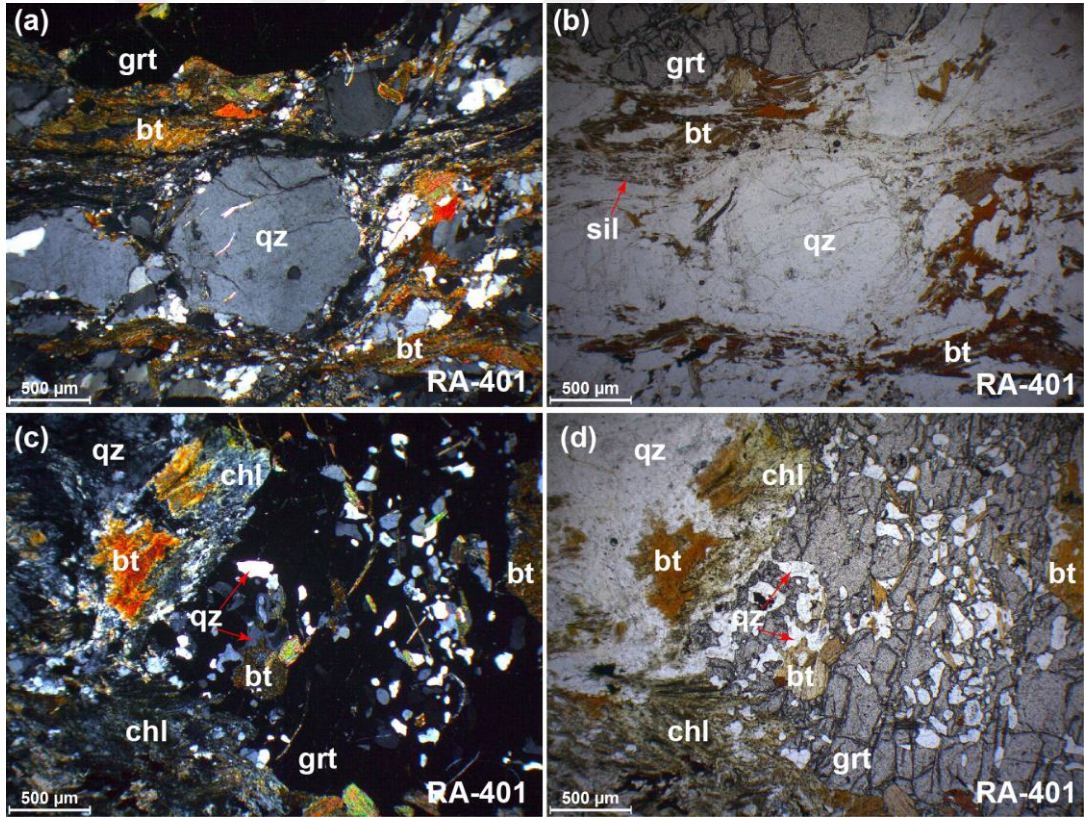
mineralleri kayacın foliasyonuna paralel olarak uzamış halde gözlenmektedir (Şekil 4.1c). Alabaş köyü civarındaki biyotit-muskovit-şistlerin muskovit ve biyotit mineralleri modal bolluk açısından birbirine yakındır (Şekil 4.1d). Kayaçlardaki mika minerallerinde klorite, plajiyoklaz minerallerinde ise kil minerallerine dönüşümler gözlenmiştir.



Şekil 4.1. (a, b) Karaşeyh köyü kuzeyinden derlenen RA-301 ve RA-302 numaralı lepidoblastik dokulu mikaşist örneklerinin polarize ışık altındaki görünüşleri. (c) Mika balığı yapıları içeren RA-307 numaralı kuvars-muskovit şist örneğinin polarize ışık altındaki görünümü. (d) Alabaş köyü güneyinden derlenen RA-283 numaralı biyotit-muskovit şist örneğinin polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; cal, kalsit; ms, muskovit; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars

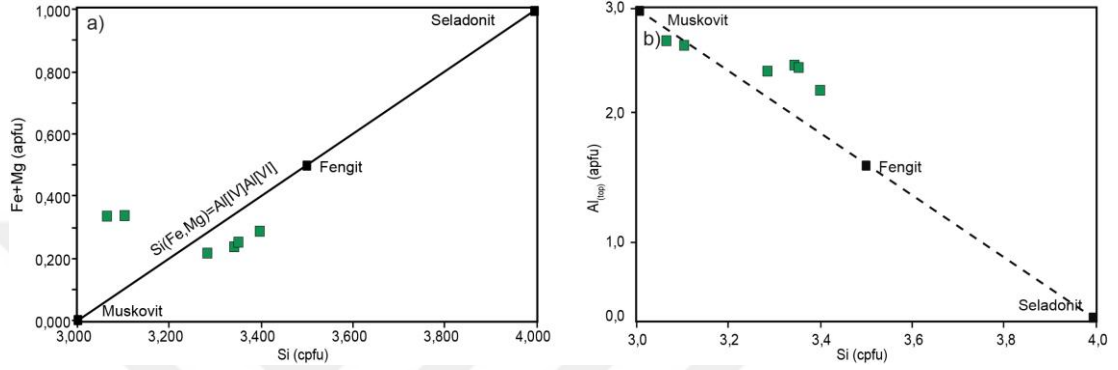
Silahtar köyü doğusundaki şistlerden derlenen RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneği granat, biyotit, muskovit, kuvars, plajiyoklaz, sillimanit, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.2a, b). Kayaçta aksesuar olarak zirkon mineralleri mevcuttur. Muskovit mineralleri tali oranda gözlenmekte olup opak minerallere eşlik etmektedir. Sillimanit mineralleri fibrolitik kristaller halinde gözlenmektedir. Porfiro-lepidoblastik doku sergileyen kayaçta, makaslama dokuları da gözlenmektedir (Şekil 4.2a, b). Kayacın makaslanmış bölümlerinde mineraller oldukça ince taneli haldedir. Granatlar ve iri taneli kuvars mineralleri kayaçtaki

porfiroblastları temsil etmektedir (Şekil 4.2a-d). Kuvars minerallerinde basınç serbestlemesinin bir göstergesi olan alt tane oluşumları bulunmaktadır. Granat mineralleri büyük oranda öz şeklini kaybetmiş olup dokusal özellikleri pre-kinematik kökenli olduklarını işaret etmektedir (Şekil 4.2c, d). Granat minerallerinden itibaren oluşmuş basınç gölgelerinin bulunduğu alanlarda gerileyici başkalaşım ile ilişkili klorit gelişimleri saptanmıştır (Şekil 4.2c, d). Bununla birlikte, granat mineralleri içerisinde bol miktarda kuvars ve biyotit kapanımları mevcuttur. Kapanım halinde bulunan mineraller kayacın genel lineasyonuna aykırılık sergilemektedir (Şekil 4.2c, d). Granatlar içerisindeki kapanımlar (kuvars, biyotit) ve granatlardan itibaren gelişen klorit minerallerinin varlığı göz önüne alındığında kayacın birden çok kez başkalaşıma maruz kaldığı görülmektedir. Ayrıca, bu durumun granat minerallerinin pre-kinematik süreçlerden ve gerileyici başkalaşımdan etkilendiklerini gösteren önemli bir delil olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Silahtar köyü doğusundan derlenen RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğindeki kuvars porfiroblastının ve makaslama yapılarının (a) polarize ve (b) doğal ışık görünümü. Granat minerali içerisindeki kayacın foliasyonuna aykırılık sunan kuvars ve biyotit kapanımlarının ve granat mineralinin basınç gölgesi alanında gelişen klorit minerallerinin (c) polarize ve (d) doğal ışık görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; chl, klorit; grt, granat; opq, opak mineral; qz, kuvars; sil, sillimanit

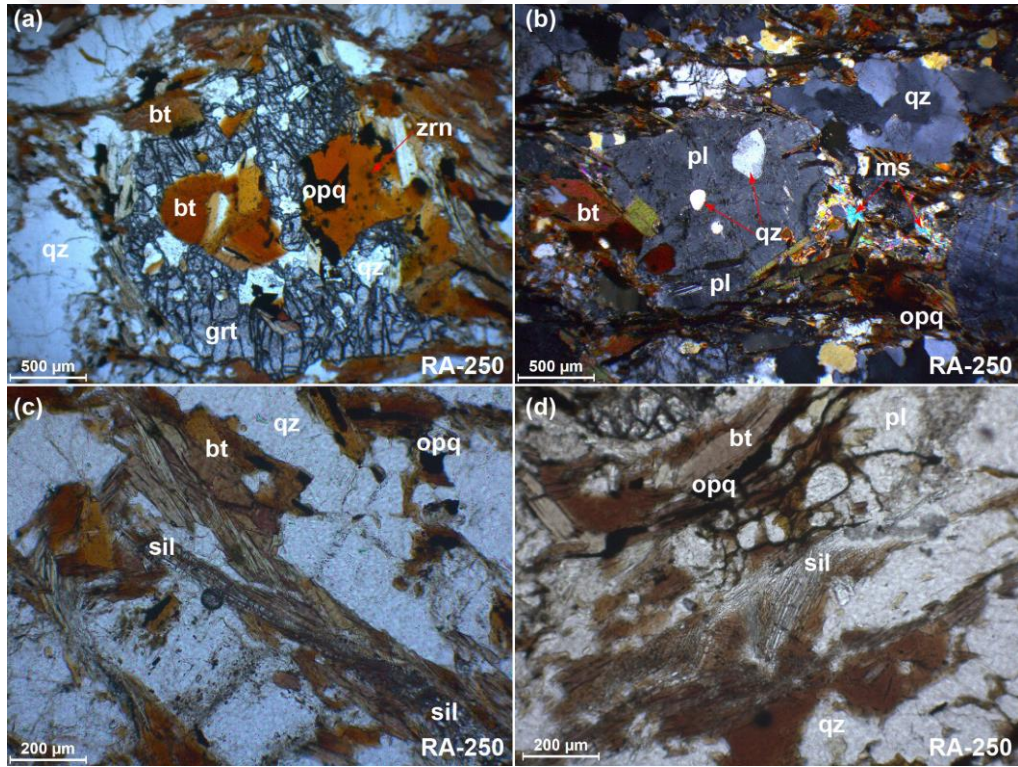
RA-401 numaralı örneğin mineral kimyası analizlerine göre granat mineralleri baskın olarak almandin ($Alm_{0.76-0.81}Prp_{0.13-0.17}Grs_{0.02-0.06}Sps_{0.01-0.04}$) bileşimiyle temsil edilmektedir. Aynı örneğe ait ak mika mineralleri ise muskovit ve fengit arasında bileşim sunmaktadır (Şekil 4.3a, b). Kayaçtaki biyotit minerallerinin X_{Mg} değerleri 0.40 ila 0.42 arasında değişen dar bir bileşim aralığını yansıtmaktadır. Kayaç içerisindeki K-feldspat mineralleri ise ortoklaz ($Or_{86.7-88}$) bileşimindedir.



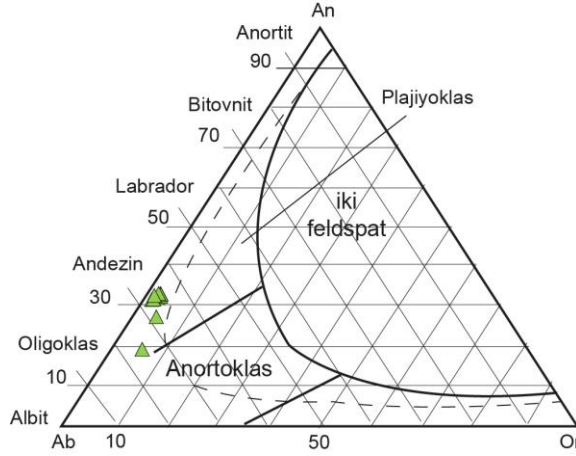
Şekil 4.3. Silahtar köyü doğusundan derlenen RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğine ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması

RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneği ise Obruk köyü batısındaki şistlerden derlenmiştir. Kayaç granat, biyotit, muskovit, kuvars, plajiyoklaz, sillimanit, K-feldspat ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.4a-d). Aksesuar mineral olarak zirkon ve apatit mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.4a, b). Muskovit minerallerinin modal bolluğu % 1-2 civarındadır. Sillimanit mineralleri kayacın lineasyonuyla uyumluluk sergilemekte olup ince uzun iğnemsî kristal yapılarıyla karakteristiktir (Şekil 4.4c, d). RA-401 numaralı örneğe benzer şekilde, bu örnekteki granat mineralleri de pre-kinematik oluşuma sahiptir. Ancak, bu örneğe ait granat mineralleri RA-401 numaralı örnekten farklı olarak daha yüksek spessartin ve göreceli olarak daha düşük almandin içeriğine ($Alm_{0.64-0.66}Prp_{0.14-0.17}Grs_{0.04}Sps_{0.14-0.18}$) sahiptir. Granat porfiroblastlarının (~ 2 mm) çeperlerinde yenme dokuları mevcut olup kırık ve çatlaklı bir yapıya sahiptir (Şekil 4.4a, b). Granat minerallerinde kuvars, biyotit ve opak mineral kapanımları mevcut olup kapanım halinde olan biyotitlerin konumu kayacın lineasyonuna aykırılık sergilemektedir. Ancak, RA-401 numaralı örnekteki granat ve biyotit minerallerinden itibaren yaygın olarak gelişen klorit mineralleri, bu örnekte gözlenmemektedir. Kuvars minerallerinin tane boyları değişkenlik sergilemekte olup deformasyona bağlı olarak meydana gelmiş alt tane

oluşumları tespit edilmiştir. Kaba taneli feldspat mineralleri (~ 1 mm) matriksteki minerallerin dizilimine aykırılık sunmaktadır. Bununla birlikte, bazı kaba taneli feldspat mineralleri biyotit ve kuvars kapanımları içermektedir (Şekil 4.4b). Ancak, kapanım halinde olan kuvars mineralleri matriksteki kuvars minerallerinden farklı olarak yuvarlaklaşmış kristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 4.4b). Mineral kimyası analizlerine göre kayadaki plajiyoklaz niteliğindeki feldspat minerallerinin andezin ve oligoklaz ($Ab_{64.30-74.86}$) arasında değişen bileşime sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Biyotit minerallerinde kayacın foliasyonuna yaklaşık paralel olarak uzanan demir kusmaları mevcuttur (Şekil 4.4c, d). Yüksek TiO_2 içeriğine (% ağı. 1.8 – 2.9) sahip olan biyotit minerallerinin X_{Mg} değerleri 0.49 - 0.53 arasında değişiklik göstermektedir. Kayadaki modal bolluğu ~ %2 civarında olan muskovit minerallerinin Si değerleri formül başına 3.07 ila 3.10 arasında değişmektedir.

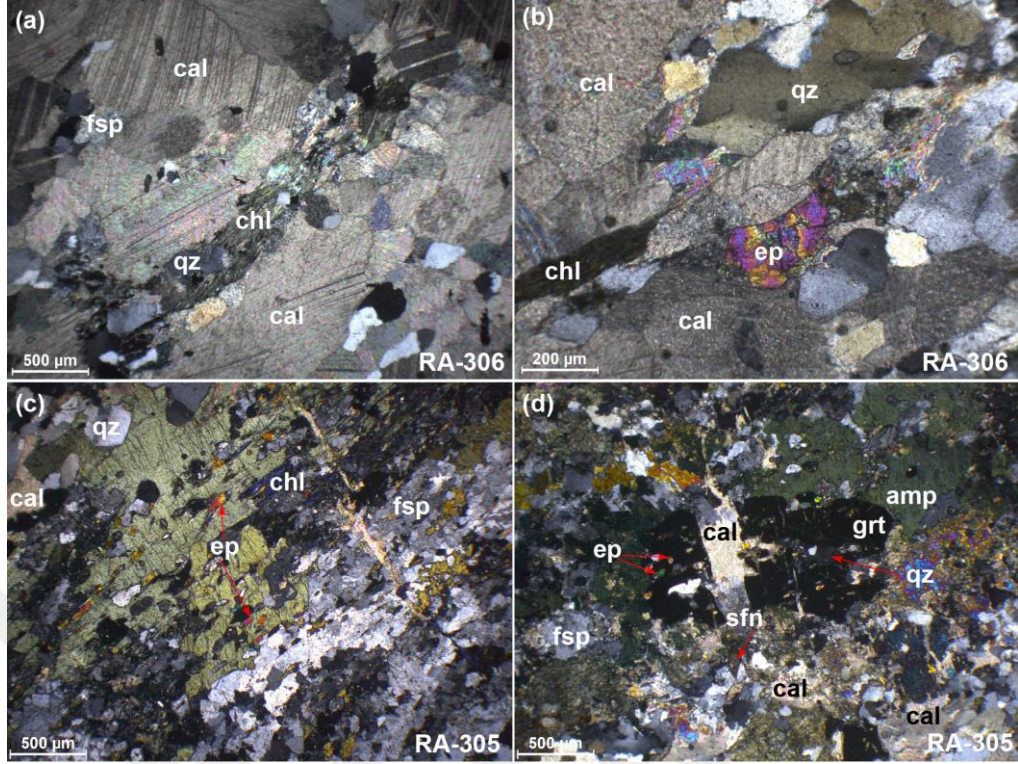


Şekil 4.4. Obruk köyü batısından derlenen RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğinin doğal (a, c, d) ve polarize (d) ışık altındaki görünümü. (a) Granat ve (b) plajiyoklaz porfiroblastları içerisindeki kuvars ve biyotit kapanımlarının görünümü. (c, d) Sillimanit ve biyotit minerallerinin birlikteliğinin görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; grt, granat; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars; sil, sillimanit; zrn, zirkon



Şekil 4.5. RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotit şist örneğine ait plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

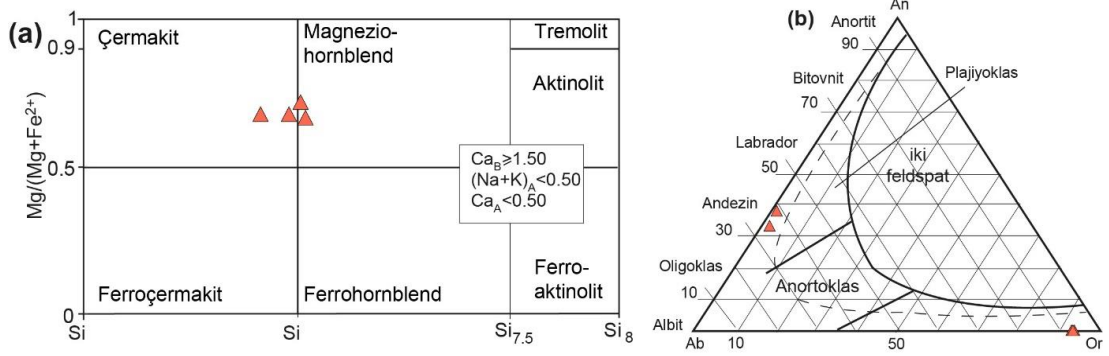
Kalkıştillerin petrografik incelemelerinde başlıca kalsit, kuvars, epidot, plajiyoklaz, biyotit, amfibol, granat, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana geldikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.6a-d). Örneğin, RA-306 numaralı kalkışist örneği lepidogranoblastik doku sunmakta olup kalsit, kuvars, feldspat, biyotit, klorit, epidot, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.6a, b). Kayaçtaki baskın mineral türünü oluşturan kalsitler poligon kristaller halinde gözlenmektedir. Aynı alandan derlenen RA-305 numaralı kalk-şist örneğinin ise biyotit, amfibol, granat, kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat, klorit, epidot, kalsit, sfen, apatit ve opak minerallerden meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6c, d). Kayaç grano-nematoblastik doku sergilemektedir (Şekil 4.6c, d). Kayaçtaki amfibol ve granat mineralleri içerisinde kayacın lineasyonuyla uyumluluk sunan epidot ve kuvars kapanımları mevcuttur (Şekil 4.6c, d). Granat, biyotit ve amfibol minerallerinden itibaren gelişen klorit dönüşümleri tespit edilmiştir (Şekil 4.6c). Özellikle, biyotit mineralleri büyük oranda klorit minerallerine dönüşmüştür. Granat minerallerinin çatlakları boyunca kalsitler ikincil olarak yerleşmiştir (Şekil 4.6d). Bu durum kayacın post-kinematik süreçlerden etkilendikleri göstermektedir. Granatların çevresinde amfibol gelişimiyle kendini gösteren reaksiyon dokuları, klorit gelişimleri ve granatlardaki kemirilme dokuları bu kayacın birden fazla başkalaşıma maruz kaldığının önemli bir delilidir.



Şekil 4.6. (a, b) RA-306 numaralı kalkşist örneğinin polarize ışık altındaki görüntüleri. (c) RA-305 numaralı kalkşist örneğindeki lineasyonla uyumluluk gösteren amfibol mineralleri içerisindeki epidot kapanımlarının polarize ışık altındaki görünümü. (d) Aynı kayaçtaki epidot ve kuvars kapanımları içeren ve ikincil kalsit damarları tarafından kesilen granat mineralinin polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cal; kalsit; chl, klorit; ep, epidot; fsp, feldspat; grt, granat; qz, kuvars; sfn, sfen

RA-305 numaralı kalkşist örneğinin mineral kimyası analizlerine göre granat minerallerinin almandin, grossüler ve spesartin içeriklerinin ($Alm_{30-32}Prp_{0.8}Grs_{27-31}Sps_{31-34}$) birbirlerine yakın oldukları ve dar bir bileşim aralığında değiştikleri tespit edilmiştir. Aynı örneğe ait amfibol minerallerinin X_{Mg} değerleri 0.66-0.71 arasında değişiklik sergilemekte olup Leake ve diğ. (1997) amfibol sınıflamasına göre magnezyumca zengin hornblend ve çermakit bileşimleriyle temsil edilmektedir (Şekil 4.7a). Kalkşist örneğindeki plajiyoklaz mineralleri andezin ($Ab_{60.6-64.7}$) bileşimine sahiptir (Şekil 4.7b). Kayaçtaki K-feldspat mineralleri ise ortoklaz ($Or_{92.8-93.6}$) ile temsil edilmektedir (Şekil 4.7b).

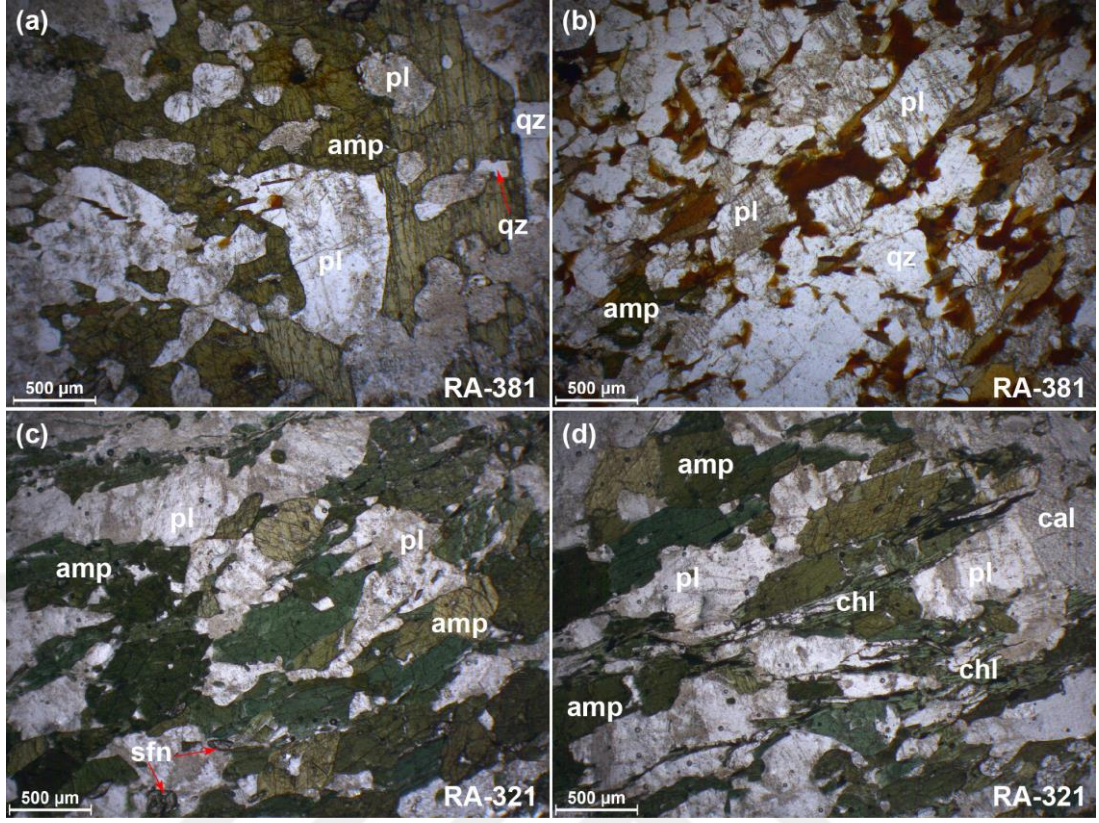
Akdağ masifine ait amfibolitik kayaçlar amfibol, + plajiyoklaz, + klorit, ± epidot, ± biyotit ± sfen, ± apatit ± kalsit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.8a-d). Söz konusu mineraller kayacın foliasyonuyla paralel olup çoğunlukla birbirleriyle dokanak ilişkisi sunmaktadırlar.



Şekil 4.7. RA-305 numaralı kalkışit örneğinin; (a) amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre), (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

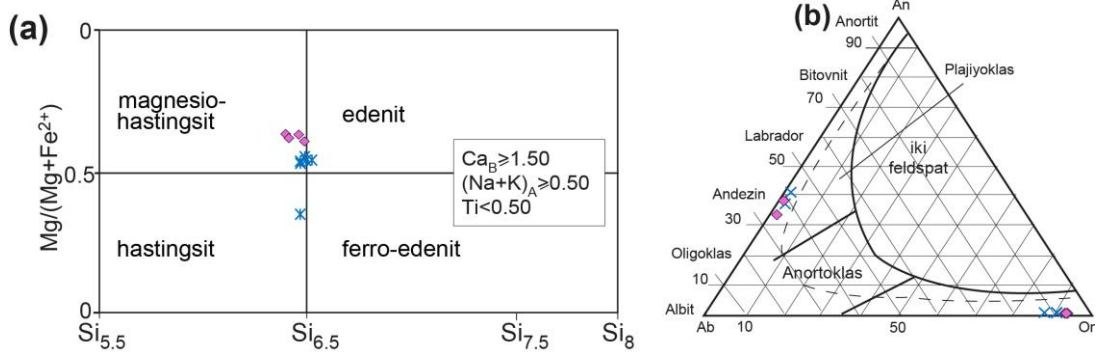
Amfibolitler genel olarak nematoblastik doku sergilemektedir. Karışeyh köyü civarından derlenen RA-381 numaralı amfibolit örneği amfibol, biyotit, plajiyoklaz, kuvars, sfen, kalsit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.8a, b). Kayacın bir bölümünde biyotitler ve kuvarslar baskın mineral bileşimini oluşturmaktadır (Şekil 4.8b). Tali orandaki kalsit mineralleri amfibolit örneğindeki parajenezin bir parçasını oluşturmaktadır. Sfen minerallerinin bazıları ikizlenme göstermekte olup bazı sfen mineralleri iri taneli (~ 0.5 mm) olarak kristalleşmiştir. Amfiboller içerisinde plajiyoklaz ve kuvars mineralleri kapanım halinde yer almaktadır (Şekil 4.8a). Amfibol minerallerinin bazılarının zonlu yapıya sahip oldukları gözlenmektedir. Kayacın çatlaklarında ikincil olarak gelişmiş klorit mineralleri tespit edilmiştir. Bazı plajiyoklazlardan itibaren ise kalsit dönüşümleri tespit edilmiştir. Amfibol minerallerinden itibaren biyotit gelişimleri gözlenmektedir. Bu durum söz konusu kayacın en az iki defa başkalaşmış olduğunun bir göstergesidir.

Amarat köyü kuzeydoğusundaki amfibolitlerden derlenmiş olan RA-321 numaralı örneğin amfibol, plajiyoklaz, K-feldspat, klorit, epidot, sfen, apatit ve opak minerallerden meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.8c, d). Ayrıca, kayaçta ikincil olarak gelişmiş kalsit damarları saptanmıştır (Şekil 4.8d). Kayaç nematoblastik doku sergilemekte olup amfibol ve klorit mineralleri kayacın foliasyonuyla uyumluluk göstermektedir. Söz konusu kayaçtaki koyu yeşil renklerdeki amfibol mineralleri uzun ve çubuksu görünüme sahiptirler (Şekil 4.8c, d).



Şekil 4.8. Akdağ masifinden derlenen RA-381 numaralı amfibolit örneğine ait (a) kuvars ve plajiyoklaz kapanımı içeren amfibollerin ve (b) kayacın göreceli olarak biyotit ve kuvars minerallerince zengin olduğu bölümünün doğal ışık altındaki görünüşleri. (c, d) RA-321 numaralı amfibolit örneğine ait yeşil renkli pleokroizmaya sahip çubuksu amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; cal, kalsit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars; sfn, sfen

RA-321 numaralı örneğe ait amfibol mineralleri dar bir bileşim aralığında olup (X_{Mg} değerleri 0.61 - 0.63) magnezyumca zengin hastingsit türündedir (Şekil 4.9a). Plajiyoklaz mineralleri ise andezin ($Ab_{72.1-74.7}$) bileşimine sahiptir (Şekil 4.9b). Ayrıca, kayaç içerisinde tali oranda gözlenen K-feldspat mineralleri ortoklaz ($Or_{98.7-98.9}$) bileşimine sahiptir (Şekil 4.9b). RA-381 numaralı örneğin amfibol minerallerine ait X_{Mg} değerleri (0.35 - 0.55) göreceli olarak daha geniş bir aralık sunmakta olup hanstingsit, magnezyumca zengin hanstingst ve edenit bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.9a). Aynı örneğe ait plajiyoklaz mineralleri andezin labrador arasında değişen bileşime sahiptir (Şekil 4.9b). Kayaçtaki K-feldspat mineralleri ise ortoklaz ($Or_{88-91.3}$) bileşimine sahiptir (Şekil 4.9b). Biyotit minerallerinin X_{Mg} değerleri ise dar bir aralık sunmakta olup 0.52 - 0.53 arasında değişiklik göstermektedir.

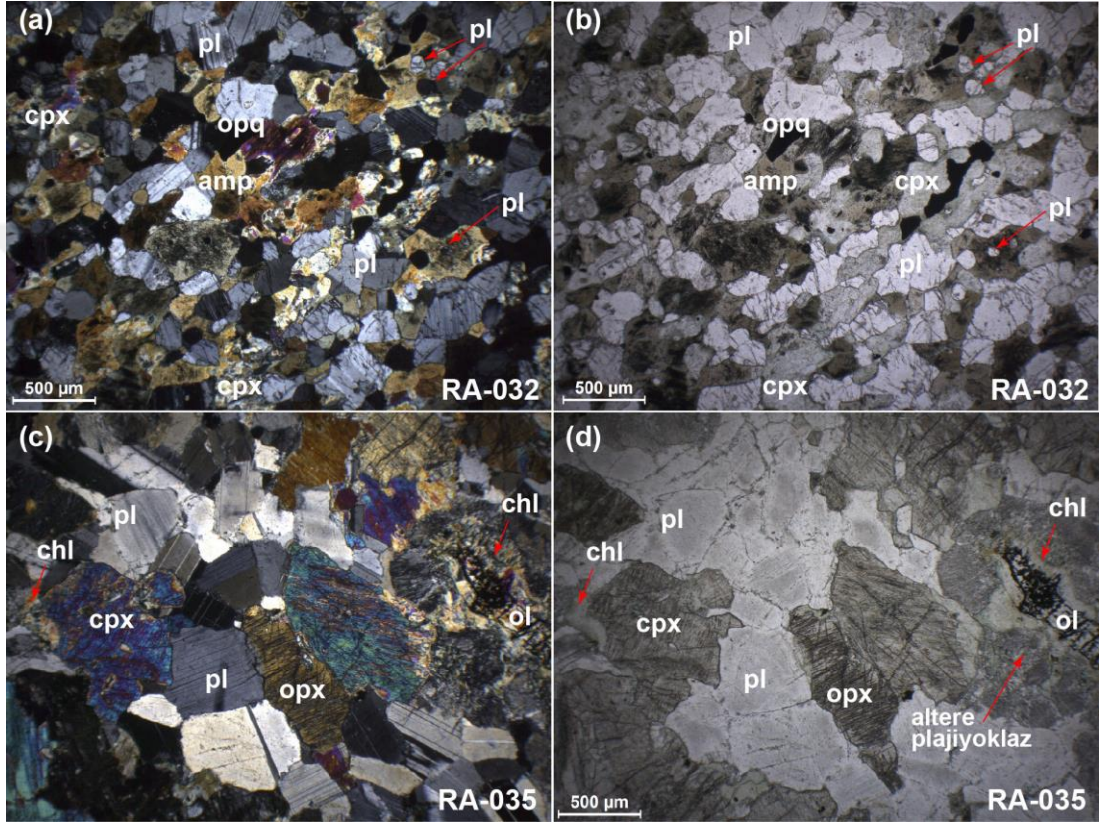


Şekil 4.9. RA-321 ve RA-381 numaralı amfibolit örneklerinin; (a) amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre), (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

Felahiye bölgesinde yüzlek veren ofiyolitik kayalara ait gabroyik ve bazaltik kayalar petrografik olarak incelenmiştir. Kardeş doğusunda yüzlek veren katmanlı gabrolardan yapılan petrografik incelemeler sonucunda buradaki gabroyik kayaların mineral bolluklarına göre gabro ve olivin gabrolarla temsil edildiği tespit edilmiştir. Söz konusu gabrolar klinopiroksen + plajiyoklaz ± ortopiroksen ± olivin ± amfibol ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.10a-d). Gabrolardaki kümülat dokuları yaygın olarak poikilitik dokular ve kayacın tabaklanmasına paralel uzanım sunan plajiyoklaz ve piroksen mineralleriyle tanımlanabilmektedir (Şekil 4.10a-d). Bu kümülat kayalarındaki minerallerin kristallenme sırası, olivin gabro örnekleri için olivin, plajiyoklaz ve piroksen, gabro örnekleri için ise plajiyoklaz, piroksen ve amfibol olarak tespit edilmiştir.

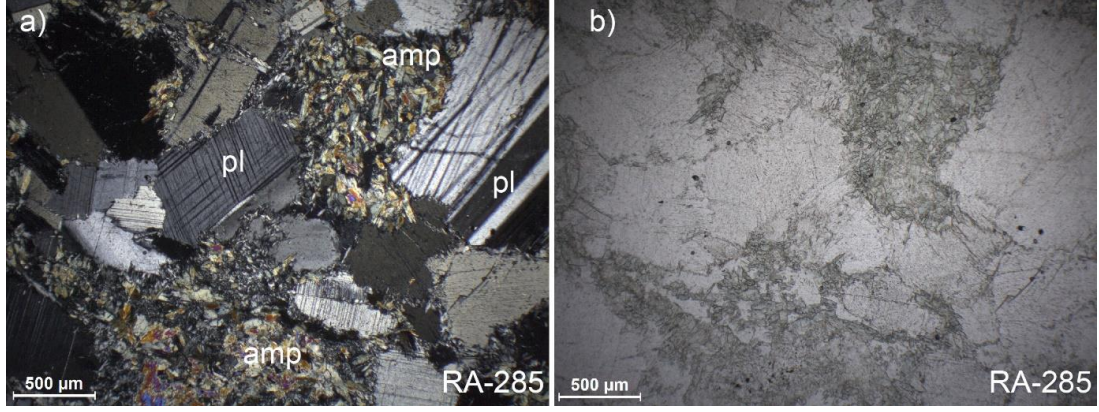
RA-032 ve RA-035 numaralı örnekler Kardeş köyü doğusundaki katmanlı gabrolardan derlenmiştir. RA-032 numaralı örnek gabro olarak tanımlanmıştır. Kayaç klinopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.10a, b). Kayaç taneli doku sunmaktadır. Plajiyoklaz mineralleri kayacın katmanlı yapısı ile uyumlu olarak uzanmaktadır. Plajiyoklazlar genel olarak taze olup yer yer kil minerallerine dönüşüm de gözlenmektedir. Amfibol ve klinopiroksen mineralleri içerisinde yuvarlak kristaller halinde plajiyoklaz mineralleri gözlenmiştir (Şekil 4.10a, b). Amfibol minerallerinin klinopiroksen mineralleri çeperlerinden itibaren gelişim göstermesi (Şekil 4.10a, b), amfibollerin uralitleşme neticesinde oluştuklarına işaret etmektedir. RA-035 numaralı örnek ise olivin gabro olarak tanımlanmış olup olivin, ortopiroksen klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.10c, d). Ortopiroksen

mineralleri modal bileşim olarak yaklaşık % 2 civarındadır. Olivin mineralleri büyük oranda bozmuş olup klorit ve manyetit minerallerine dönüşmüştür (Şekil 4.10c, d). Benzer şekilde, klinopiroksen minerallerinden itibaren de aktinolitik amfibol ve klorit gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 4.10c, d). Plajiyoklazlar genel itibariyle diğer minerallere göre daha taze nitelikte olup altere olivin minerallerinin dokanaklarındaki plajiyoklazlar alterasyondan etkilenmiştir (Şekil 4.10c, d).



Şekil 4.10. Karaşeyh köyü doğusundan derlenen RA-032 ve RA-035 numaralı gabro örneklerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görüntüleri. (a, b) Plajiyoklaz minerallerinin uzun eksenleri kayacın katmanlı yapısına paralellik göstermektedir. (c, d) Klinopiroksen ve olivin minerallerinden itibaren gelişen klorit minerallerinin görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; cpx, klinopiroksen; opq, opak mineral; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz

Karaşeyh köyü doğusundaki gabrolardan derlenen bir diğer örnek RA-285 numaralı katmanlı gabro örneğidir. Kayaç plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.11a, b). Kayaçtaki plajiyoklaz mineralleri iri taneli olup büyük çoğunluğu belirgin polisentetik ikizlenmeler sunmaktadır (Şekil 4.11a). İnce çubuksu görünüme sahip olan amfibol mineralleri plajiyoklazlar arasında yığınlar halinde gözlenmektedir (Şekil 4.11a, b).

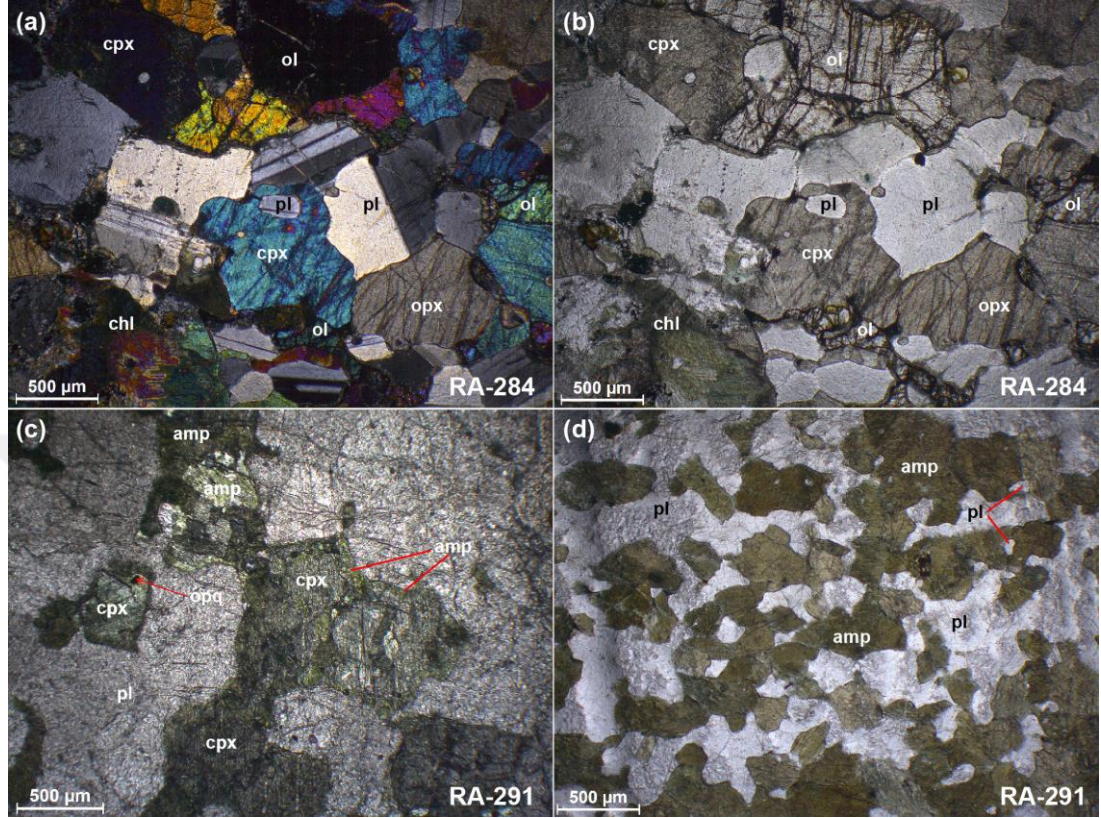


Şekil 4.11. Kardeşeyh doğusundaki katmanlı gabrolardan derlenen RA-285 numaralı gabro örneğindeki polisentetik ikizlenmeli plajiyoklazların ve ince çubuksu amfibol minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz

RA-284 ve RA-291 numaralı katmanlı gabro örnekleri aynı bölgeden derlenmiştir. Göreceli olarak taze olan RA-284 numaralı örnek olivin gabro olarak tanımlanmıştır. Kayaç klinopiroksen, plajiyoklaz, olivin ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.12a, b). Klinopiroksen mineralleri içerisinde plajiyoklaz ve olivin minerali kapanımları mevcuttur (Şekil 4.12a, b). Olivin minerallerinde klorit ve manyetit minerallerine dönüşüm yaygındır (Şekil 4.12a, b). Klinopiroksen minerallerinin çeperlerinden itibaren de klorit gelişimi gözlenmiştir. Kayaca ait olivin minerallerinin forsterit içerikleri dar bir aralık sergilemekte olup 67.5 ilâ 69.6 arasında değişiklik göstermektedir. Aynı örneğe ait klinopiroksen mineralleri ojit ve diyopsit bileşimine ($Wo_{36.2-44.1} En_{41.7-45.9} Fs_{13.0-18.6}$) sahip olup ağırlıklı olarak ojitlerden meydana gelmektedir (Şekil 4.13a). Plajiyoklaz mineralleri ise bitovnit ($An_{71.8-73.4}$) bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.13b).

RA-291 numaralı kümülat gabro örneği plajiyoklaz, klinopiroksen, amfibol ve ilmenit minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.12c, d). Aksesuar olarak apatit ve zirkon mineralleri mevcuttur. Plajiyoklaz mineralleri ağırlıklı olarak labrador bileşimi sunmaktadır (Şekil 4.13b). Klinopiroksen mineralleri diyopsit ($Wo_{45.4-48.2} En_{42.6-44.2} Fs_{7.7-8.6}$) bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.13a). Kayaçtaki amfibol mineralleri klinopiroksenlere kıyasla modal bolluk açısından daha baskındır. Kayaçta iki ayrı amfibol türü oluşumu gözlenmektedir. Bunlardan ilki, klinopiroksen minerallerinin çeperlerinde gözlenen yeşil renkli amfibol mineralleridir (Şekil 4.12d). Yeşil renkli amfibol mineralleri magnzeyumca zengin-hornblend ve

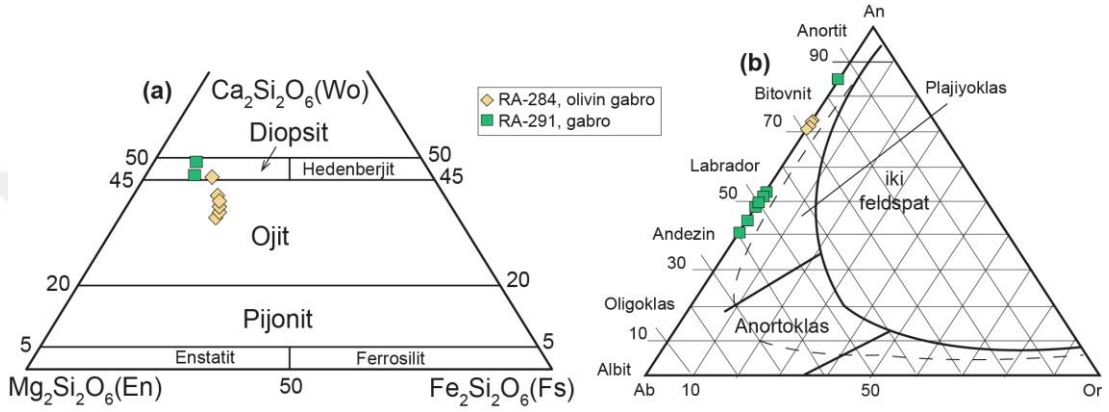
aktinolitik hornblend bileşimine (Şekil 4.14) sahip olup $X_{Mg\#}$ ve Si apfu değerleri sırasıyla, 0.84 - 0.86 ile 7.31 - 7.49 arasında değişmektedir.



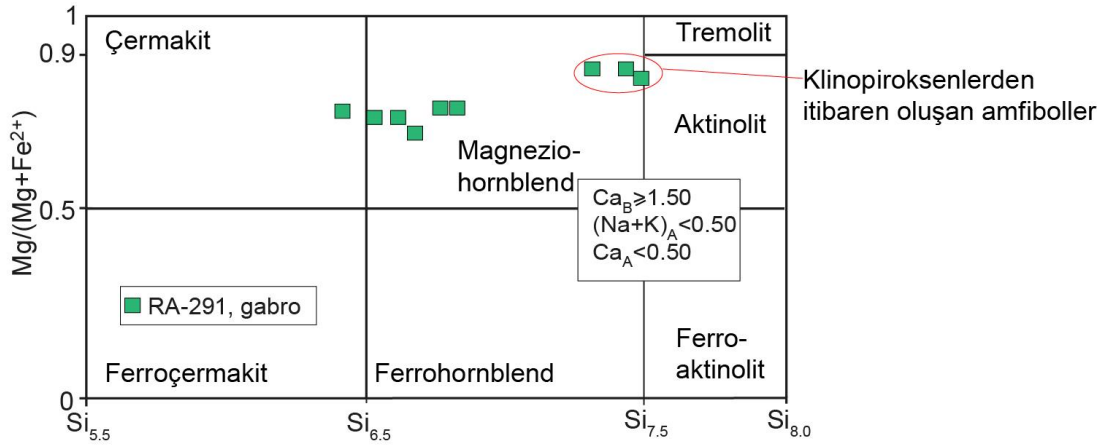
Şekil 4.12. RA-284 numaralı olivin gabro örneğindeki plajiyoklaz kapanımları içeren klinopiroksen minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. (c) RA-291 numaralı gabro örneğindeki klinopiroksen minerallerinin çeperlerinde gelişmiş yeşil renkli amfibollerin doğal ışık altındaki görünümü. (d) Aynı örnekteki plajiyoklaz kapanımları kahverengi amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; chl, klorit; cpx, klinopiroksen; ol, olivin; opq, opak; opx, ortopiroksen; pl, plajiyoklaz

İkinci türdeki amfibol mineralleri ise, kayacın tabakalanmasına paralellik sunan kahverengi pleokroizmaya sahip olup plajiyoklaz kapanımları içermektedir (Şekil 4.12d). Magnezyumca zengin-hornblend bileşimine (Şekil 4.14) sahip olan kahverengi amfibol minerallerinin kayacın genel dokusuyla uyumluluk sergilemesi, magmatik kökene sahip olduklarını işaret etmektedir. Bununla birlikte, kahverengi amfibol minerallerinin yüksek TiO_2 (% ağı. 1.71 - 2.31) içeren amfibol mineralleri magmatik kökenli olduklarını desteklemektedir. Otten (1984)'ün amfibollerin Ti içeriklerine göre kalibre edilmiş yarı kantitatif termometresinde, kahverengi amfibol mineralleri için 769 ile 853 °C arasında değişen sıcaklıklar elde edilmiştir. Buna karşın, aynı termometreye göre yeşil renkli amfibol mineralleri için 567 ile 591 °C

arasında değişen daha düşük sıcaklık değerleri elde edilmiş olup kahverengi amfibollere kıyasla oldukça düşük TiO₂ içeriklerine (% ağı. 0.18 – 0.36) sahiptirler. Dolayısıyla, kahverengi amfibollerin magmatik olarak kristallendikleri, yeşil renkli amfibollerin ise kayacın oluşumundan daha sonraki metasomatik süreçlerde (ör. uralitleşme) oluştukları söylenebilir. Kayaçta tespit edilen magmatik amfibol minerallerinin varlığı, bu kayaçların sulu bir kaynak alanında türediklerini gösteren bir delildir.



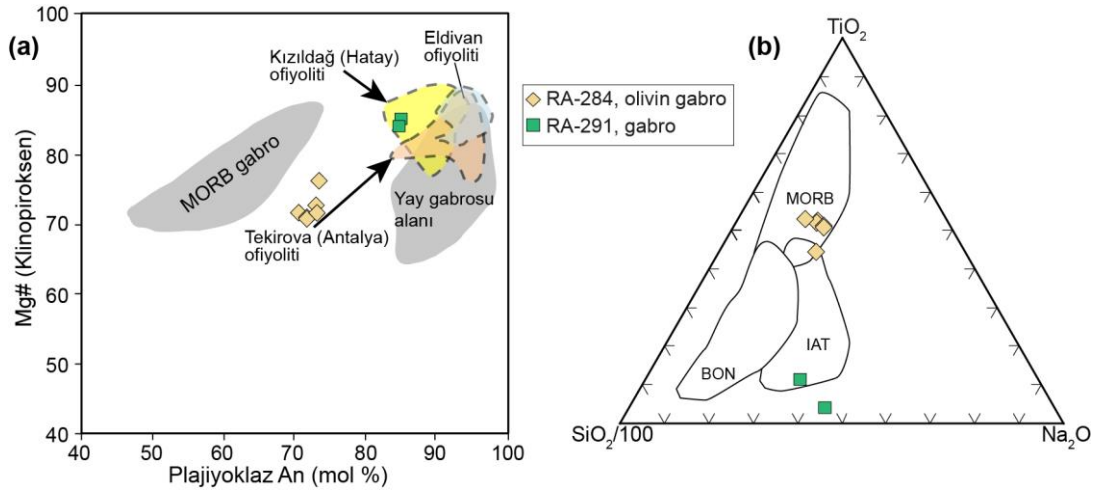
Şekil 4.13. RA-284 ve RA-291 numaralı gabro örneklerindeki; (a) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (Morimoto, 1988'e göre), (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri



Şekil 4.14. RA-291 numaralı gabro örneğine ait amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)

Piroksen ve plajiyoklaz minerallerinin bileşimleri, kümülat gabroların tektonomagmatik ortam koşullarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (ör. Leterrier ve diğ., 1982; Beccaluva ve diğ., 1989; Çelik ve diğ., 2013, 2019; Özkan ve

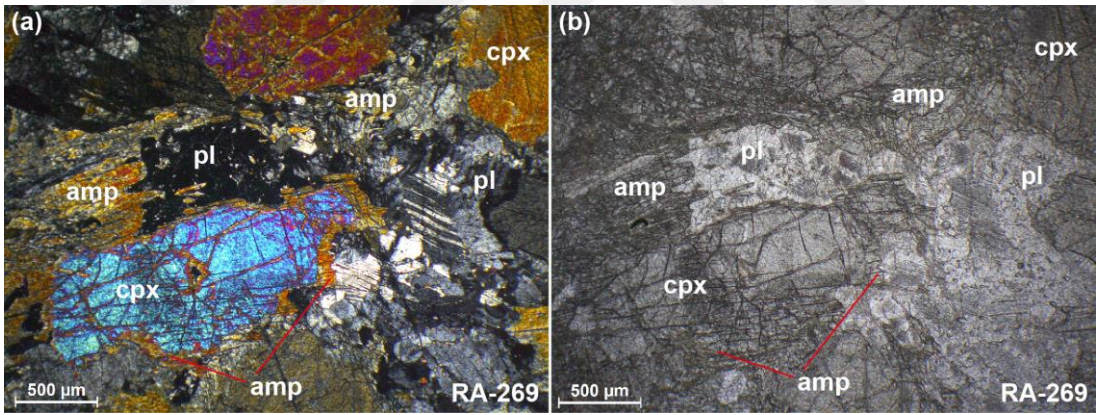
diğ., 2020). RA-291 numaralı gabro örneğindeki plajiyoklaz minerallerinin bazıları yüksek anortit içeriklerine sahiptirler (Şekil 4.13b). Plajiyoklaz minerallerinin yüksek anortit içerikleri sulu koşullarda kristallendiklerini işaret etmektedir (Burns, 1985; Ushioda ve diğ., 2014). Bununla birlikte, RA-291 numaralı gabro örneğinde tespit edilen magmatik kökenli amfibol minerallerinin varlığı bu kayaçların kökensel olarak sulu magmadan itibaren oluştuklarını desteklemektedir. Şekil 4.15a'daki diyagramda klinopiroksen minerallerinin Mg# değerleri ile plajiyoklaz minerallerinin An (% mol) içerikleri kıyaslanmaktadır. Bu diyagrama göre RA-291 numaralı gabro örneğine ait plajiyoklaz ve klinopiroksen minerallerinin yitimle ilişki Eldivan, Kızıldağ ve Tekirova ofiyolitlerin gabroyik kayaçlarıyla örtüşen benzer özelliklere sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.15a). Aynı diyagramda, RA-284 numaralı olivin gabro örneği, okyanus ortası sırtı bazaltları (MORB) ve yitimle ilişkili alanların yaklaşık ortasında yer almaktadır. Şekil 4.16b'deki üçgen diyagrama göre ise RA-284 numaralı olivin gabro örneğine ait klinopiroksen mineralleri MORB ve ada yayı toleyitleri (IAT) alanlarına iz düşmektedir. Bu diyagrama göre, RA-291 numaralı kümülat gabro örneğinin yitimle ilişkili IAT ve boninit alanlarına iz düştükleri görülmektedir (Şekil 4.15b). Dolayısıyla, Felahiye bölgesindeki ofiyolite ait kümülat gabroların yitim zonu üstü ortam koşullarında oluştukları ifade edilebilir.



Şekil 4.15. RA-284 ve RA-291 numaralı gabro örneklerine ait (a) plajiyoklazların An (% mol) bileşimleriyle klinopiroksenlerin Mg# değerlerinin kıyaslanması. MORB ve yay gabrosu alanları Burns (1985)'den alınmıştır. (b) TiO₂-Na₂O-SiO₂ üçgen diyagramı (Beccaluva ve diğ., 1989'a göre). Kızıldağ ve Tekirova ofiyoliti alanları Bağcı ve diğ. (2006)'dan, Eldivan ofiyoliti alanı Çelik ve diğ. (2013)'den alınmıştır. Kısaltmalar: BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları

Felahiye bölgesinde yer alan meta-gabrolar ayrıntıları genel jeoloji bölümünde aktarıldığı üzere serpantinit ve gabrolarla birlikte gözlenmekte olup arazide gözlemlerinde kıvrımlı ve foliasyonlu yapılarıyla tanımlanan başkalaşım izlerine sahip kayalardır. Meta-gabro türü kayalar başlıca amfibol, plajiyoklaz, klinopiroksen ve opak minerallerden meydana gelmektedir.

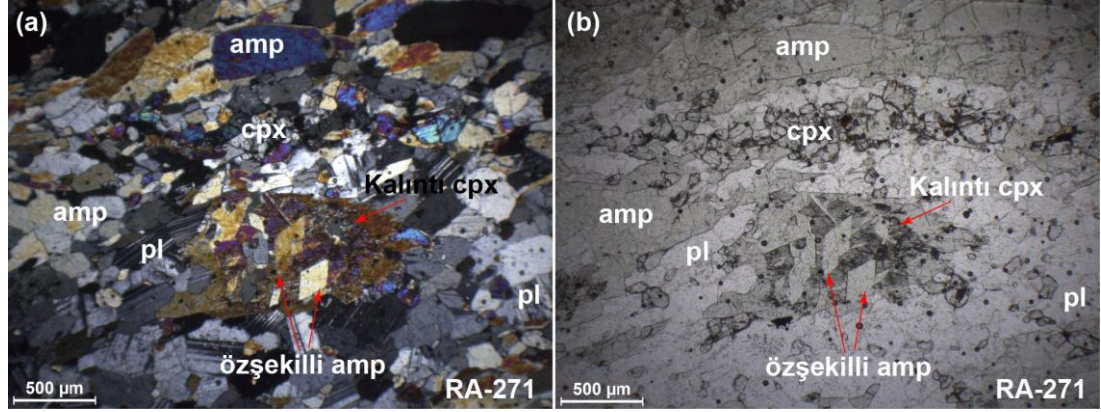
Obruk köyü civarından derlenmiş olan RA-269 numaralı meta-gabro örneği klinopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.16a, b). Kayacın genel olarak alterasyona maruz kalmış olup iri taneli (~ 2 mm) klinopiroksen minerallerinin kenarlarından itibaren bozuşmalar ve amfibol gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 4.16a, b). Ayrıca, kayacın ayrılmış bölümlerinde ince taneli, özşekilli ve zayıf pleokroizmalı ikincil amfibol gelişimleri de tespit edilmiştir (Şekil 4.16b). Plajiyoklaz minerallerinin de birçoğu alterasyona maruz kalmış olmasına rağmen, bazı bölümlerinde polisentetik ikizlenme sunan taze korunmuş plajiyoklaz mineralleri de görülebilmektedir (Şekil 4.16b). Plajiyoklazların ayrılmış bölümlerinde serisit minerallerine dönüştükleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. Obruk köyü civarından derlenen RA-269 numaralı meta-gabro örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz

RA-271 numaralı meta-gabro örneği, yukarıda detayları sunulan Obruk köyü GD'daki RA-269 numaralı gabro örneği ile aynı serpantinit dilimi içerisinden derlenmiştir. Meta-gabro örneği klinopiroksen, plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.17a, b). Plajiyoklaz mineralleri genellikle iyi gelişmiş polisentetik ikizlenmeye sahip olup bol miktarda çok ince taneli (< 0.1 mm) amfibol kapanımları içermektedir. (Şekil 4.17a, b). Klinopiroksen minerallerinin bir bölümü foliasyonla uyumlu ince taneli kristallerle temsil edilmekte

iken, diğer bir bölümü kalıntı iri taneli (~ 1 mm) kristallerle temsil edilmektedir (Şekil 4.17a, b).

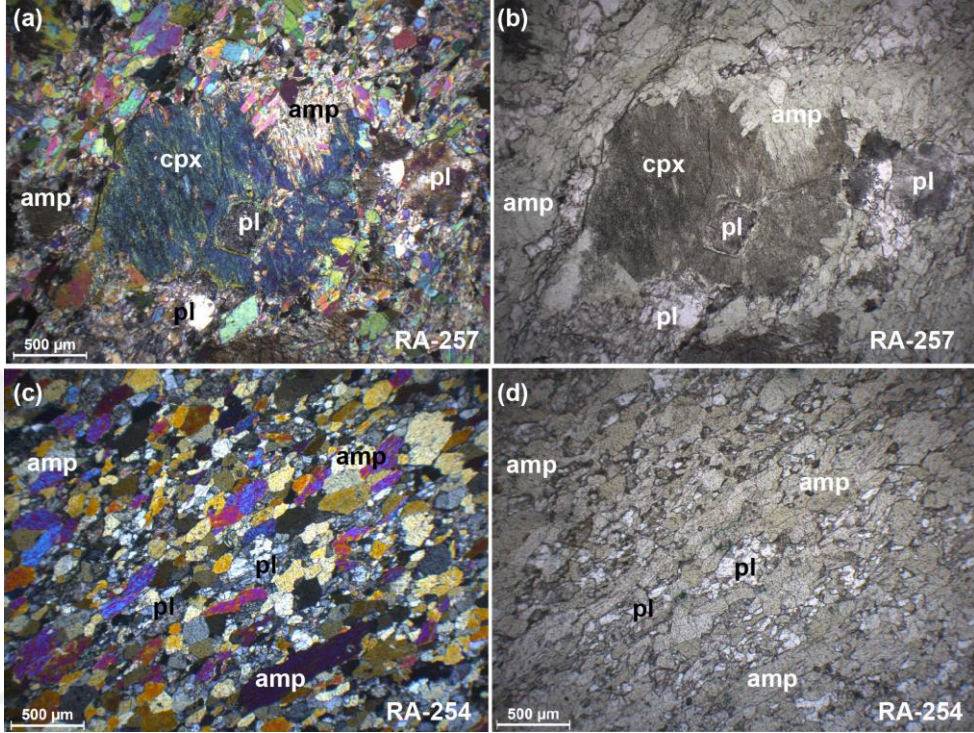


Şekil 4.17. Obruk köyü doğusundan derlenen RA-271 numaralı meta-gabro örneğine ait farklı dokusal özellikler sunan klinopiroksen ve amfibol minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz

Benzer şekilde, kayacın farklı süreçlerde oluşmuş amfibol mineralleri dokusal olarak ayrıt edilebilmektedir. İlki, kayacın yönlü dokusuyla uyumlu olarak gelişmiş çubuksu amfibol mineralleriyle temsil edilmektedir. İkincisi ise iri taneli amfibol ve kalıntı klinopiroksen minerallerinin iç kesimlerinde gözlenen özşekilli ve kayacın yönlü dokusuna aykırı duran amfibol mineralleriyle temsil edilmektedir (Şekil 4.17a, b). Bu dokusal özellikler kayacın farklı başkalaşım süreçlerinden etkilendiklerini işaret etmektedir.

RA-257 numaralı meta-gabro örneği dokusal özellikleri ve mineral topluluğu açısından RA-271 numaralı meta-gabro örneğine benzerdir (Şekil 4.18a, b). Kayacın belirgin bir yönlenme gözlenmekte olup plajiyoklaz mineralleri içerisinde amfibol kapanımları yer almaktadır. İri taneli (~ 2 mm) kalıntı klinopiroksen mineralleri kayacın yönlü dokusuna aykırılık sunmakta ve çeperlerinden itibaren amfibol gelişimleri saptanmıştır (Şekil 4.18a, b). Kalıntı klinopiroksen mineralleri içerisindeki plajiyoklaz kapanımlarının varlığı kayacın kümülat köküne sahip olduğunu işaret etmektedir (Şekil 4.18a, b). Bu durum, “Tüm Kayaç Jeokimyası” bölümünde sunulan meta-gabroların jeokimyasal özellikleriyle de uyumludur. RA-254 numaralı örnek arazide, çevresindeki diğer meta-gabrolara göre daha belirgin yapraklanma sunan amfibolitize meta-gabrolardan derlenmiştir. Kayaç amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmekte olup nematoblastik doku

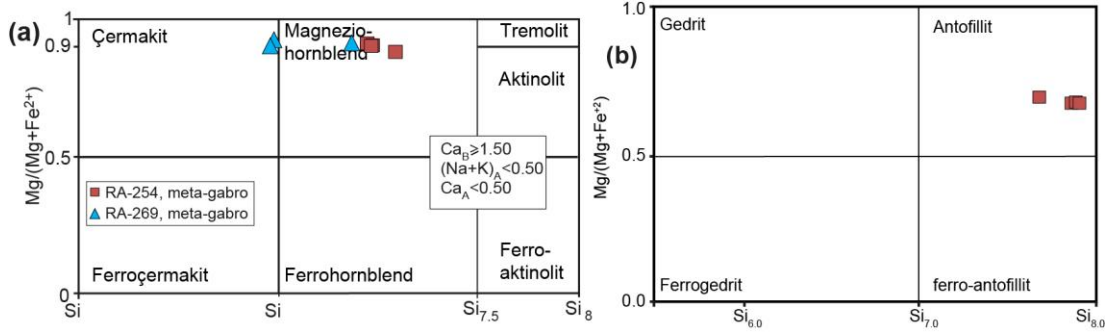
sergilemektedir (Şekil 4.18c, d). Kayaçtaki amfibol ve plajiyoklaz mineralleri foliasyona paralel uzanmaktadır. Plajiyoklazlardan itibaren muskovit gelişimleri gözlenmektedir. Ayrıca, kayacın bazı bölümlerinde çatlaklar boyunca akışkanlar ikincil damarlar olarak tezahür etmişlerdir.



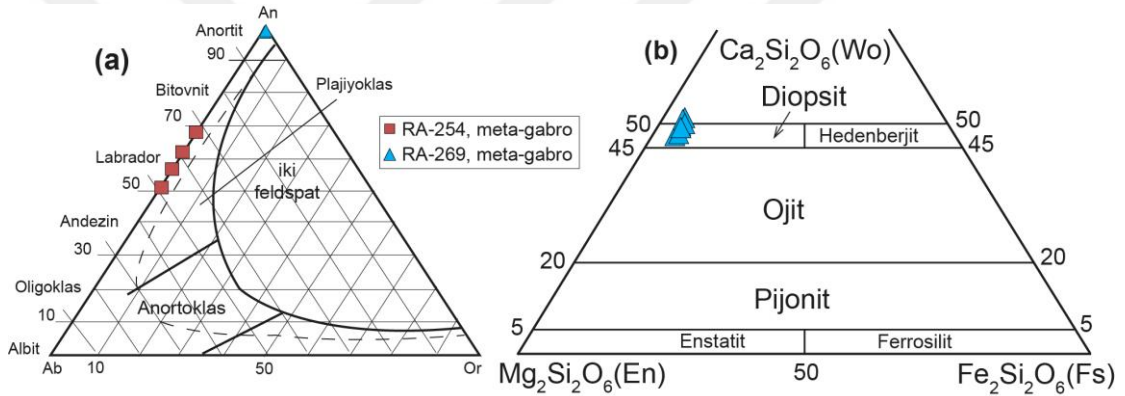
Şekil 4.18. Obruk köyü doğusundan derlenen RA-257 numaralı meta-gabro örneğine ait plajiyoklaz kapanımı içeren kalıntı klinopiroksen minerallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Aynı alandan derlenen RA-254 numaralı amfibolitize meta-gabro örneğinin (c) polarize ve doğal ışık (d) altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz

RA-254 ve RA-269 numaralı meta-gabro örnekleri üzerinde mineral kimyası için seçilmiş ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan mineral kimyası analizleri sonucunda RA-254 numaralı meta-gabro örneğine ait amfibol minerallerinin magnezumlu hornblend ve antofillit bileşiminde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.19a, b). Amfibol minerallerinin X_{Mg} değerleri magnezumlu hornblendler için 0.88 ila 0.92 arasındadır, antofillitler için ise 0.68 ila 0.70 arasında değişmektedir. Bu örneğe ait plajiyoklaz minerallerinin bileşimleri labrador ve bitovnit ($An_{50.9-67.9}$) arasında değişim sergilemektedir (Şekil 4.20a). RA-269 numaralı meta-gabro örneğine ait klinopiroksenlerin diyopsit ($Wo_{47.0-50.5}En_{45.2-48.8}Fs_{3.6-4.4}$) bileşiminde (Şekil 4.20b), plajiyoklaz minerallerinin ise anortit ($An_{99.4-99.8}$) bileşiminde (Şekil 4.20a) oldukları saptanmıştır. Aynı örneğe ait amfibol minerallerinin ise Leake ve diğ. (1997)

sınıflamasına göre çermakit ve magnezyumlu hornblend (Şekil 4.19a) bileşiminde (X_{Mg} 0.8 - 0.9) oldukları belirlenmiştir.



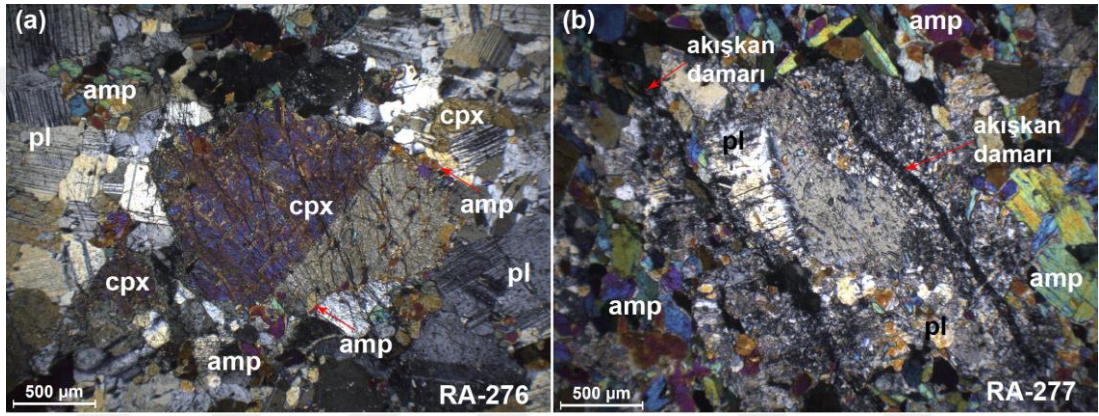
Şekil 4.19. Obruk köyü doğusundan derlenmiş olan RA-254 ve RA-269 numaralı meta-gabro örneklerine ait (a, b) amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)



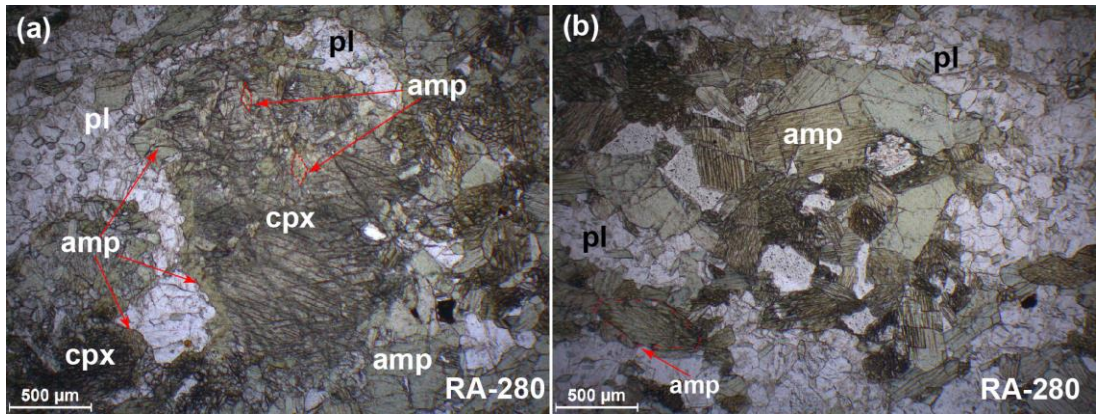
Şekil 4.20. Obruk köyü civarından derlenmiş olan RA-254 ve RA-269 numaralı meta-gabro örneklerine ait (a) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri, (b) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri

Alabaş köyü güneyinde yüzlek veren meta-gabrolarda Obruk köyü civarındakilerine benzer şekilde kalıntı mineral ve dokular tespit edilmiştir. Örneğin, blasto-granüler dokulu RA-276 numaralı meta-gabro örneğinde ikizlenme sunan ve boyutları 2 mm'ye kadar kalıntı klinopiroksen mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.21a). Benzer şekilde, kayacın iyi gelişmiş polisentetik ikizlenmeye sahip olan boyutları 2 mm'ye kadar ulaşan plajiyoklaz mineralleri gözlenmiştir. Ancak, kayacın başkalaşım ile ilişkili rekristalize bölümleri ince taneli (< 0.5 mm) amfibol ve plajiyoklaz minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.21a). RA-277 numaralı meta-gabro örneği, RA-276 numaralı örneğe kıyasla daha belirgin yönlü dokuya sahip olan amfibolitize bir kayaç niteliğindedir. Nematoblastik doku sergileyen kayaç kalıntı klinopiroksen (~ % 1-2), amfibol (~ % 60), plajiyoklaz (~ % 40) ve opak minerallerden meydana

gelmektedir (Şekil 4.21b). Plajiyoklazlar içerisinde rastgele dağılım sunan ve diğer amfibollerden farklı olarak çubuksu bir geometriye sahip olan ince taneli (< 0.1 mm) amfibol gelişimleri gözlenmektedir. Ayrıca, kayaç ikincil ince akışkan damarları tarafından kesilmekte olup akışkan damarlarının geçtiği alanlardaki plajiyoklaz minerallerinin bozuştukları tespit edilmiştir (Şekil 4.21b). RA-280 numaralı örnek, aynı bölgeden derlenen bir diğer amfibolitize meta-gabro örneğini temsil etmektedir. Kayaç amfibol, klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmekte ve granoblastik doku sunmaktadır (Şekil 4.22a, b). Kalıntı klinopiroksen mineralleri kayacın yaklaşık % 2'sini oluşturmaktadır.

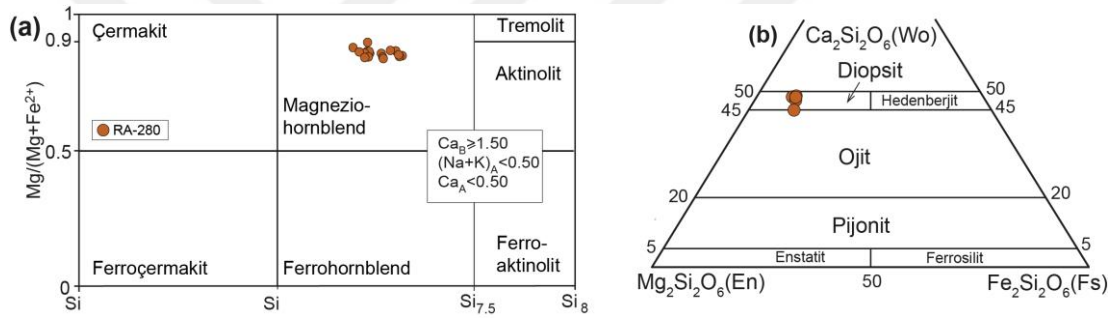


Şekil 4.21. (a) RA-276 numaralı meta-gabro örneğine ait ikizlenme sunan iri taneli kalıntı klinopiroksen minerallerinin polarize ışık altındaki görünümü. (b) RA-277 numaralı örneğe ait ince akışkan damarlarının geçtiği alanlardaki bozuşmuş plajiyoklaz minerallerinin polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz



Şekil 4.22. (a) RA-280 numaralı meta-gabro örneğindeki kalıntı klinopiroksenlerin çeperlerinde ve iç kısımlarında gelişen amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünümü. (b) Aynı örnekteki özşekli ve yarı özşekli amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz

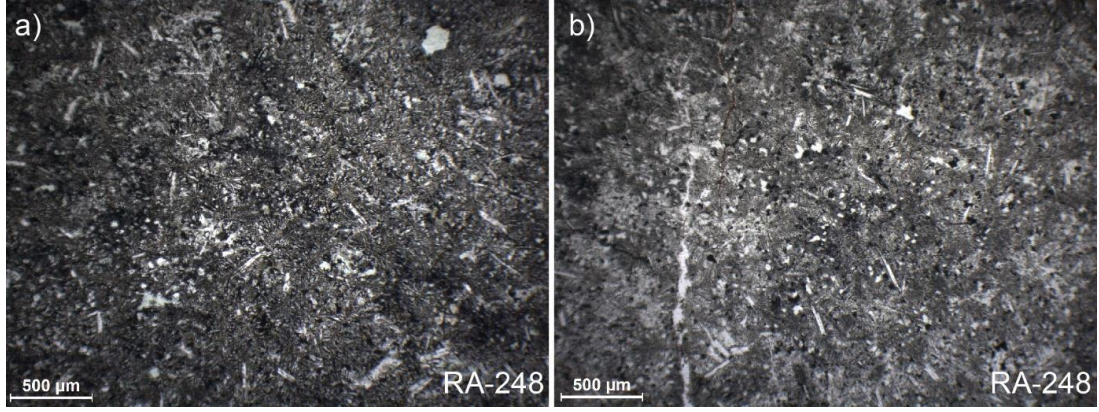
Kalıntı klinopiroksen minerallerinin diğer meta-gabro örneklerinde olduğu gibi çeper kısımlarında amfiboller tarafından ornatıldıkları ve iç kısımlarda da özşekilli amfibol oluşumları içerdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.22a). Kayacın ana bölümünü oluşturan iri taneli (0.5 - 1 mm) amfibol mineralleri yeşil renkli pleokroizma sunmakta olup özşekilli ve yarı özşekilli tanelerden oluşmaktadır (Şekil 4.22b). Amfibol minerallerinin plajiyoklaz mineralleriyle düzgün sınır ilişkilerine sahip olmaları, bu mineral çiftlerinin dengede olduklarını işaret etmektedir. Bu örnekteki amfibol mineralleri X_{Mg} değerleri 0.84 ila 0.90 arasında değişen dar bir bileşim aralığı sunmakta olup Leake ve diğ. (1997)'nin amfibol sınıflamasına göre magnezyumca zengin-hornblend türündedir (Şekil 4.23a). Aynı örneğe ait klinopiroksen mineralleri ise diyopsit bileşimindedirler (Şekil 4.23b). Plajiyoklaz mineralleri ise yüksek anortit ($An_{80.4-91.4}$) içeriğine sahiptirler.



Şekil 4.23. RA-280 numaralı meta-gabro örneğindeki; (a) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997), (b) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (Morimoto, 1988'e göre)

RA-248 numaralı bazalt örneği Obruk köyü batısındaki Yamula barajı kıyısı boyunca yüzeyleyen ofiyolite ait yastık yapılı bazaltlardan derlenmiştir. Söz konusu kayaç klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmekte olup mikrolitik doku sergilemektedir (Şekil 4.24a, b). Kayaç içerisinde hem ikincil olarak meydana gelmiş hem de kayaçtaki gaz boşluklarını dolduran klorit, kuvars ve kalsit mineralleri yaygınca gözlenmektedir.

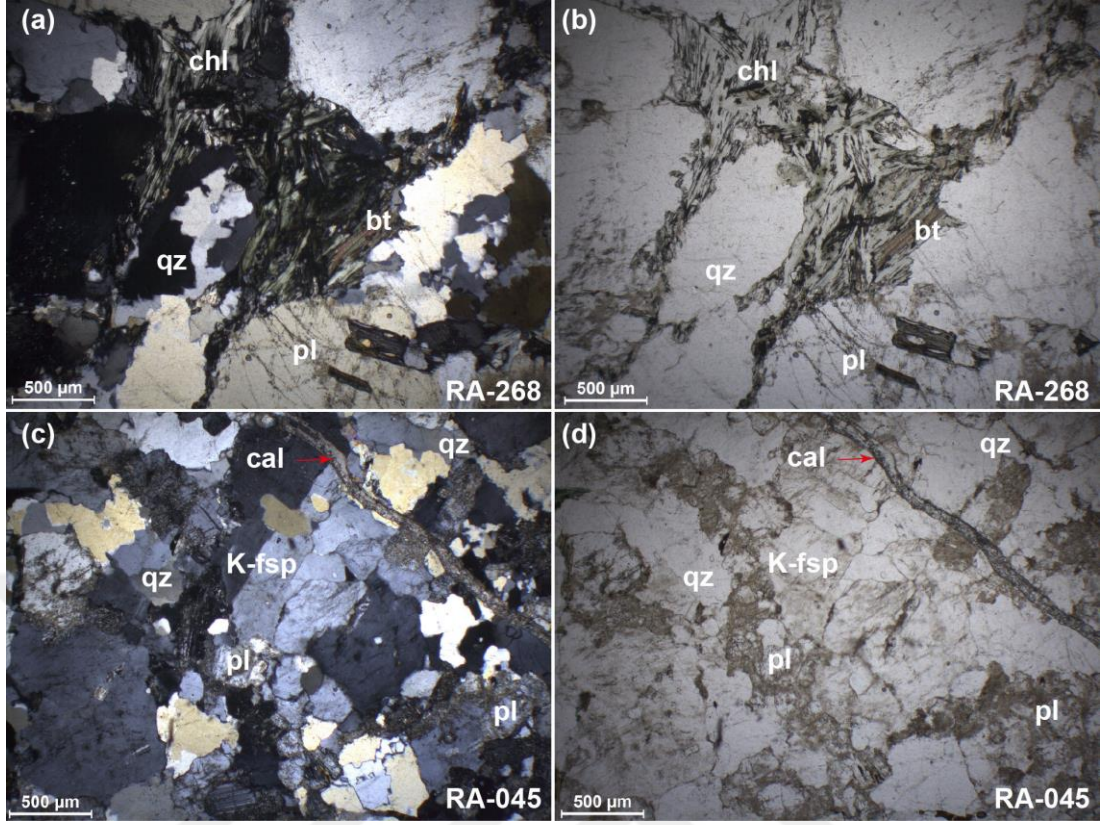
Felahiye bölgesinde yer alan granitoid sokulum kayaçlarından yapılan petrografik gözlemler doğrultusunda bu kayaçların başlıca granit, kuvars monzonit, granodiyorit bileşimlerine sahip olduklarına tespit edilmiştir. Granitler ve kuvars monzonitler en yaygın gözlenen kayaç türleridir.



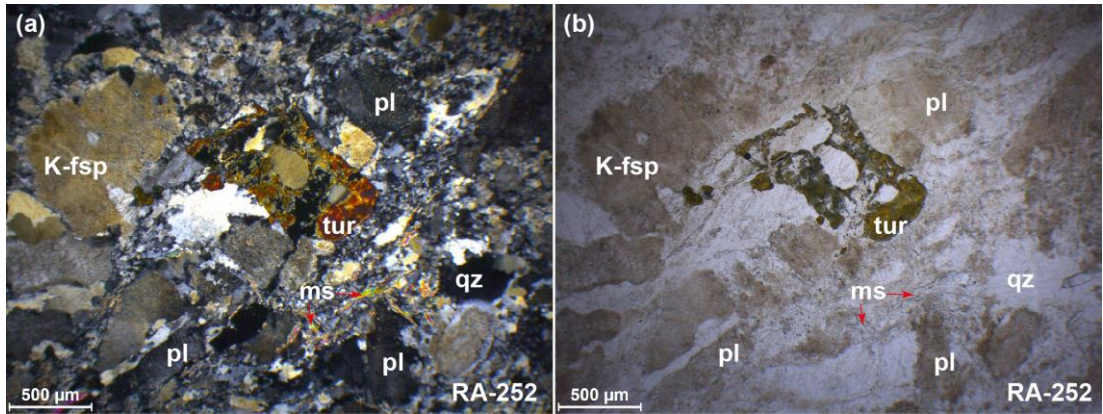
Şekil 4.24. (a, b) Obruk köyü batısındaki Yamula barajı kıyısında yer alan yastık yapılı bazaltlardan derlenen mikrolitik dokulu RA-248 numaralı örneğin doğal ışık altındaki görünüşleri

Granitler başlıca kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat, biyotit, muskovit ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.25a-d). Sfen, turmalin, apatit ve zirkon mineralleri bu kayalarda tespit edilen aksesuar ve tali minerallerdir. Örneğin, RA-268 numaralı granit örneği Obruk köyü civarından derlenmiştir. Kayaç plajiyoklaz, kuvars, K-feldspat, biyotit, sfen, turmalin, zirkon ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.25a, b). Taneli doku sergileyen kayaçta yer yer grafik dokular tespit edilmiştir. Kayaçta yer alan feldspat mineralleri nispeten korunmuş durumda olup bazılarında epidot ve serisit minerallerine dönüşümler mevcuttur. Biyotit mineralleri ise kuvars ve plajiyoklazların arasında yapraksı görünüşleri ile ayırt edilmektedir. Ancak, biyotit minerallerinden itibaren klorit gelişimleri yaygınca gözlenmektedir (Şekil 4.25a, b). RA-045 numaralı örnek taneli dokulu sergileyen bir diğer granitik kayaç örneğidir. Mafik mineraller açısından oldukça fakir olan kayaç altere biyotit, kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat ve opak minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.25c, d). Feldspat minerallerinde kil ve kalsit minerallerine dönüşüm gözlenmektedir. Ayrıca, kayacın çatlaklarında ince kalsit damarı gelişimleri mevcuttur (Şekil 4.25c, d). Epidot ve muskovit mineralleri kayaçta gözlenen diğer alterasyon mineralleridir.

Açık renkli arazi görünümüne sahip olan RA-252 numaralı granit örneği turmalin-muskovit granit olarak tanımlanmıştır. Kayaç kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat, turmalin, muskovit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.26a, b).



Şekil 4.25. Biotit mineralleri büyük oranda klorite dönüşmüş olan RA-268 numaralı granit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. İkincil kalsit damarları tarafından kesilen RA-045 numaralı granit örneğinin (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: bt, biyotit; cal, kalsit; K-fsp, K-feldspat; qz, kuvars; pl, plajiyoklaz

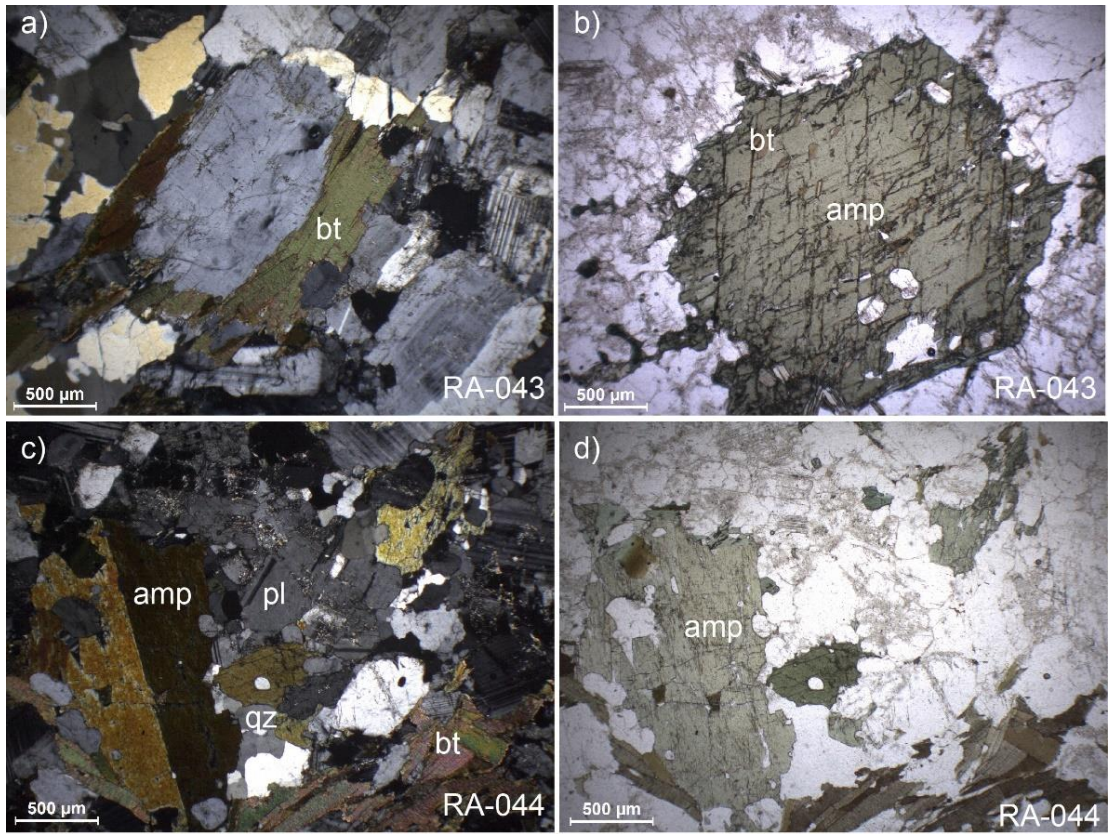


Şekil 4.26. Obruk köyü doğusundan derlenen RA-252 numaralı turmalin içeren granit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: K-fsp, K-feldspat; ms, muskovit; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars tur, turmalin

Kataklastik dokuya sahip olan kayaçtaki muskovitlerde dalgalı sönme ve bükülmeler gözlenmektedir. Kuvars minerallerinde alt tane oluşumları şeklinde deformasyon izleri tespit edilmiştir. Feldspatlar ve turmalin minerallerinde içerisinde

yuvarlaklaşmış kuvars kapanımları mevcuttur (Şekil 4.26a, b). Benzer şekilde, plajiyoklaz mineralleri içerisinde yersel olarak kuvars kurtçukları tespit edilmiştir. Plajiyoklaz minerallerinde kil minerallerine dönüşüm olağandır. K-Feldspatlarda pertitleşme şeklinde oluşumlar gözlenmektedir.

Obruk köyü doğusundan derlenen RA-043 ve RA-044 numaralı örnekler taneli dokulu gösteren granodiyorit olarak tanımlanmıştır. Kayaçlar kuvars, K-feldspat, plajiyoklaz, biyotit, amfibol ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.27a-d).

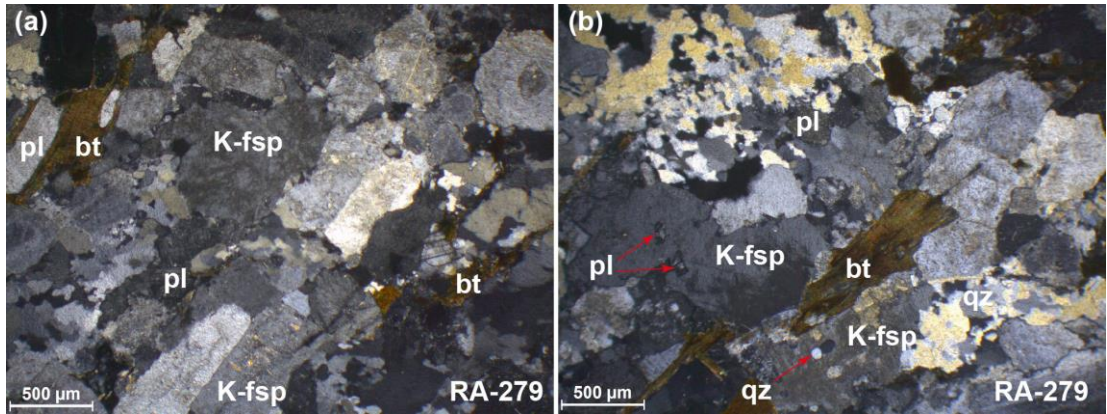


Şekil 4.27. Obruk köyü civarından derlenen RA-043 ve RA-044 numaralı granodiyorit örneklerinin ve polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görünümleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; qz, kuvars; pl, plajiyoklaz

Kayaçlar içerisinde aksesuar mineralleri olarak yaygınca zirkon ve apatit mineralleri tespit edilmiştir. Taneli doku sunan granodiyorit örneklerinde, plajiyoklaz ve kuvars mineralleri arasında gelişen grafik dokular da görülebilmektedir. Plajiyoklaz minerallerinde ikizlenmeler olağan olup bazı plajiyoklazlarda serisit minerallerine dönüşüm saptanmıştır (Şekil 4.27a, c). Çoğunlukla yarı özşekilli olan amfibol mineralleri içerisinde plajiyoklaz, kuvars ve biyotit kapanımları gözlenmektedir

(Şekil 4.27b-d). Amfibol mineralleri RA-043 numaralı örnekte diğer örneğe kıyasla oldukça iri taneli (~ 2 mm) olarak kristalleşmiştir. Yeşil renkli pleokroizma sunan amfibol mineralleri genel olarak özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde gözlenmekte olup çift yönlü dilinimleri iyi şekilde görülebilmektedir (Şekil 4.27b). Ayrıca, amfiboller içerisinde kuvars ve plajiyoklaz kapanımları içermektedirler (Şekil 4.27b). Amfibol ve biyotit minerallerinden itibaren klorit gelişimleri olağandır (Şekil 4.27c, d).

Kuvars monzonit örneklerinin mineral topluluğu başlıca kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat, biyotit ve opak mineral şeklindedir (Şekil 4.28a, b). Örneğin, Alaca köyü güneyindeki meta-gabroları kesen açık renkli dayktan alınan RA-279 numaralı kuvars monzonit örneği kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat, biyotit ve opak minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.28a, b). Ayrıca, aksesuar mineral olarak sfen ve zirkon mineralleri de gözlenebilmektedir. Kayaç taneli doku sergilemektedir. Biyotit minerallerinde kloritleşme olağandır. Feldspat minerallerinde ise ikincil muskovit ve epidot oluşumları tespit edilmiştir. İri taneli (~ 1.5 mm) K-feldspat minerallerin karlsbad ikizlenmesi görülebilmektedir (Şekil 4.28a). Ayrıca, geç safhada kristallenen iri taneli K-feldspat minerallerinde plajiyoklaz ve kuvars kapanımları kapsamaktadır (Şekil 4.28a, b). Kayaç içerisindeki bazı plajiyoklaz minerallerinde bileşimsel zonlanma gözlenmektedir. Kuvars minerallerinde kayacın deformasyon süreçlerinden etkilendiğine işaret eden alt tane oluşumları ve dalgalı sönme saptanmıştır (Şekil 4.28b).

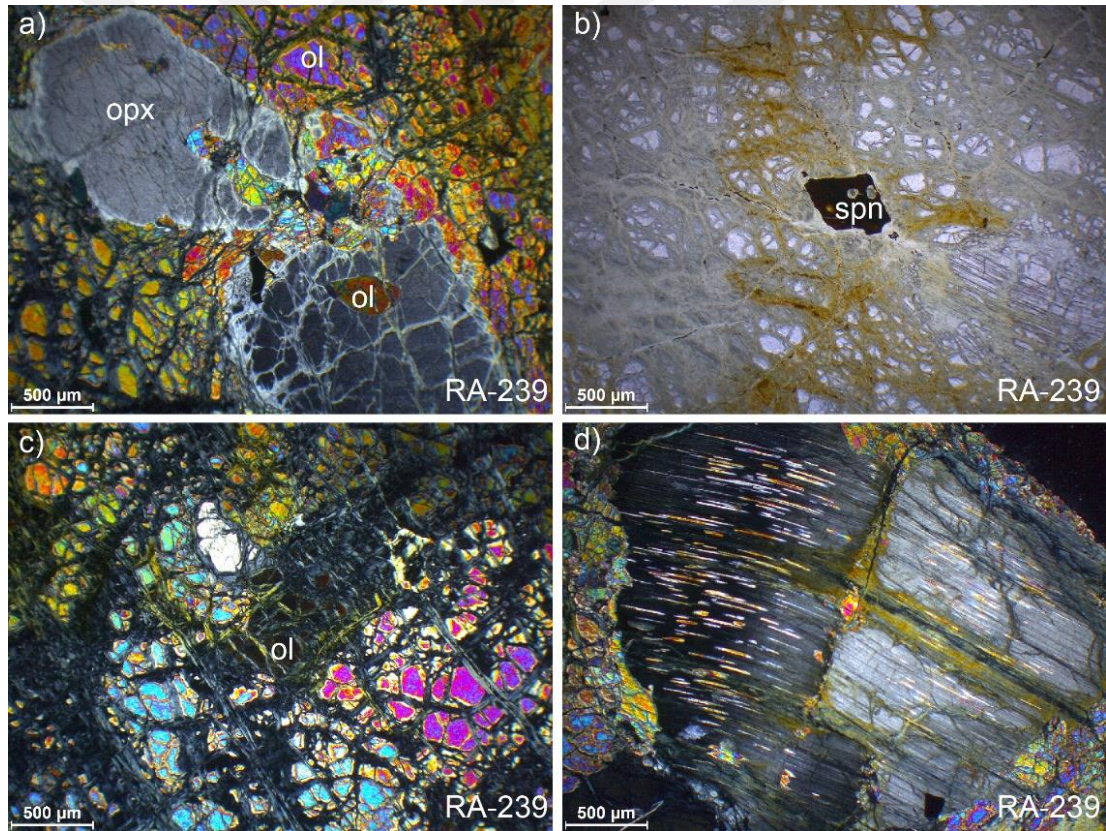


Şekil 4.28. Alabaş köyü güneyinden derlenen RA-279 numaralı kuvars monzonit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: bt, biyotit; K-fsp, K-feldspat; pl; plajiyoklaz; qz, kuvars

4.2 Tuzla Gölü Bölgesi

Tuzla Gölü bölgesinde ofiyolite ait ultramafik kayaçlar, bazaltlar ve bunları kesen dolerit, andezit ve plajiyogranit daykları yer almaktadır. Ayrıca, Paleosen yaşlı volkanik kayaçlar geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Bahsi geçen kayaç grupları mineralojik ve petrografik olarak değerlendirilmiş ve elde edilen veriler aşağıda aktarılmıştır.

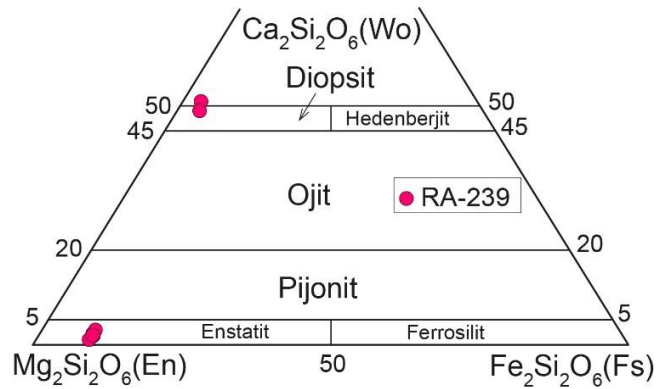
Petrografik incelemeler neticesinde ofiyolite ait ultramafik kayaçların göreceli olarak taze korunmuş kısımlarının serpantinize harzburjitlerle temsil edildikleri tespit edilmiştir. Bölgedeki ultramafik kayaçlardan derlenen RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneği olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.29a-d).



Şekil 4.29. Tuzla gölü bölgesindeki RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğinin (a, c, d) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. (a) Olivin kapanımı içeren ortopiroksen mineralinin genel görüntüsü. (b) Olivin kapanımları içeren kırmızı renkli spinel mineralinin görünümü. (c) Serpantin minerallerine dönüşmüş olivinlerin ve elek dokusunun görünümü. (d) Piroksen minerallerinden meydana gelen kink bantlaşmasının ve eksolüyon lamelleri boyunca gelişen klinopiroksen minerallerinin görüntüsü. Kısaltmalar: ol, olivin; opx, ortopiroksen; spn, spinel

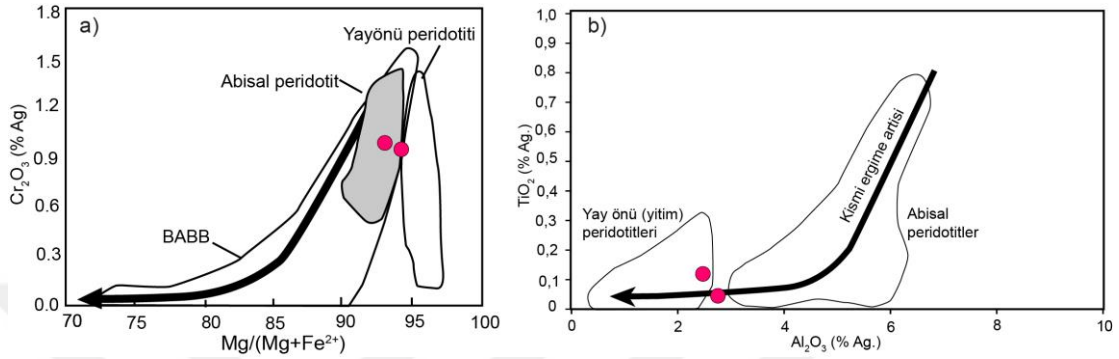
Kayaçtaki serpantinleşmenin oranı yaklaşık % 60 civarında olup elek dokusu tanımlanabilmektedir. Buna bağlı olarak olivinlerden itibaren oluşan serpantin minerallerine dönüşüm kayaç içinde yaygınca gözlenmektedir (Şekil 4.29a-c). Ortopiroksen mineralleri içerisinde olivin kapanımları saptanmıştır (Şekil 4.29a). Ayrıca, ortopiroksen minerallerinin içerisinde eksolüsyon lamelleri şeklinde klinopiroksen minerali gelişimleri mevcuttur (Şekil 4.29d). Piroksen minerallerinde dalgalı sönmenin ve kink bantlaşmasının varlığı kayacın deformasyon süreçlerinden etkilendiğini gösterir en önemli delildir (Şekil 4.29d). Spineller koyu kırmızı renklere gözlenmektedir (Şekil 4.29b). Spinellerin modal bolluğu yaklaşık %1-2 civarında olup içerisinde olivin kapanımları içermektedir (Şekil 4.29b).

RA-239 numaralı örneğe ait olivin, piroksen ve spinel minerallerinden mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Olivin minerallerinin forsterit (fo) içerikleri %ağ. 90.1 ile 90.6 arasında değişmektedir. Klinopiroksen mineralleri diyopsit ile temsil edilmekte olup $En_{46.5-47.5}Wo_{48.6-50.6}Fs_{2.9-3.6}$ bileşimine sahiptir (Şekil 4.30). Mg sayısı (Mg#) değerleri sırasıyla 92.99 ila 94.14 aralığında değişim gösteren klinopiroksenlerin, Cr_2O_3 içerikleri %ağ. 0.95-0.99, Al_2O_3 içerikleri ise %ağ. 2.5-2.8 arasında değişen değerlere sahiptirler. Ortopiroksen mineralleri ise enstatit ile temsil edilmekte ve $En_{88.0-90.1}Wo_{1.1-2.3}Fs_{8.9-9.2}$ bileşimine sahiptirler (Şekil 4.30). Ortopiroksenlerin Mg# değerleri, klinopiroksenlere göre nispeten daha düşük olup 90.62-81.04 arasında değişen değerlere sahiptirler. Cr_2O_3 ve Al_2O_3 içerikleri ise sırasıyla %ağ. 0.62-0.75 ve %ağ. 2.3-2.9 arasında değişiklik göstermektedirler. Spinellerin Cr sayısı (Cr#) değerleri 44.56-45.78 arasında değişen değerlere sahip iken Mg# değerleri 58.51-59.61 arasında değişen değerlere sahiptir.

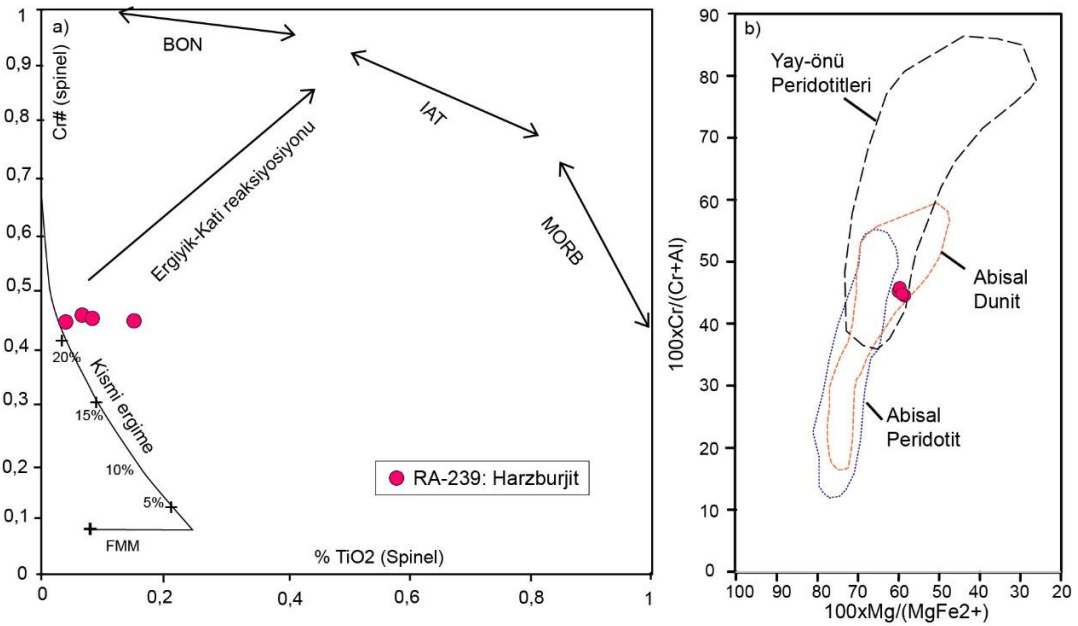


Şekil 4.30. RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri

Klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile Cr₂O₃ içeriklerinin kıyaslandığı diyagramda serpantinize harzburjit örneği abisal ve yay önu peridotitleri alanına iz düşmektedir (Şekil 4.31a). Buna karşın TiO₂ ve Al₂O₃ içeriklerinin kıyaslandığı diyagramda, klinopiroksenlerin düşük Al₂O₃ içerikleriyle yitimle ilişkili yay önu peridotitlerinden benzerlik sunduğu görülmektedir (Şekil 4.31b).



Şekil 4.31. (a) RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğine ait klinopiroksenlerin Cr₂O₃ içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. Abisal peridotit alanı; Johnson ve diğ. (1990), yay-önü peridotitleri alanı; Ishii ve diğ. (1994) ve yay gerisi havza bazaltları alanı; Hawkins ve Allan (1994). (b) Klinopiroksenlerin, TiO₂ ve Al₂O₃ içeriklerinin karşılaştırılması. Abisal ve yay önu peridotitlerinin değişim aralığı sırasıyla Hebert ve diğ. (1990) ve Ishii ve diğ. (1994)'den alınmıştır



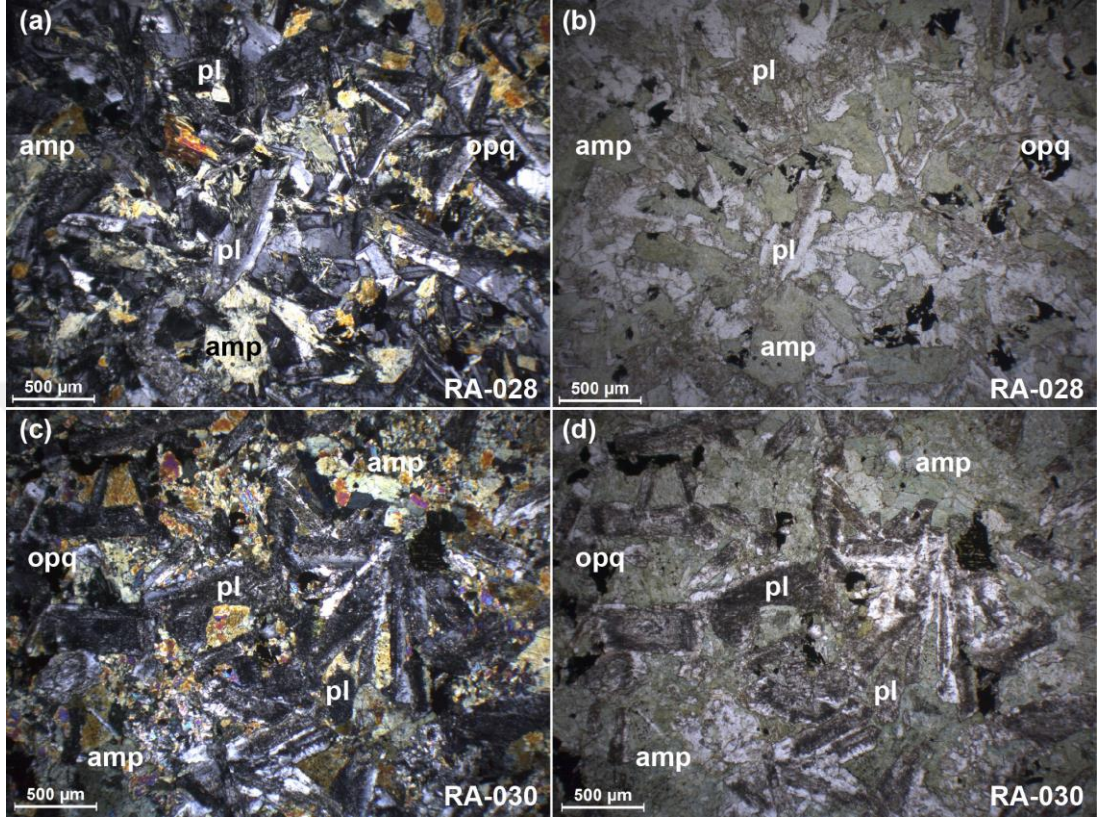
Şekil 4.32. (a) RA-239 numaralı serpantinize harzburjit örneğine ait spinellerin Cr# değerleri ile TiO₂ içeriklerinin kıyaslanması (Pearce, 2000'e göre). (b) Spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (Dick ve Bullen, 1984'a göre). Kısaltmalar: FMM, Fertil MORB Mantosu; BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları

Spinellerin TiO_2 içeriklerine karşın $Cr\#$ değerlerinin kıyaslandığı diyagramda, serpantinize harzburjit örneğinin fertil MORB mantosu bileşimine göre yaklaşık % 20 civarındaki bir kısmı ergime neticesinde oluşmuş manto peridotitleriyle benzerlik sunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.32a). Öte yandan, spinellerin $Mg\#$ değerlerindeki değişime karşın $Cr\#$ değerlerindeki değişiminin kıyaslandığı diyagramda, serpantinize harzburjit örneğinin abisal peridotitlerden ziyade yay önu peridotitleriyle ilişkili oldukları görülmektedir (Şekil 4.32b).

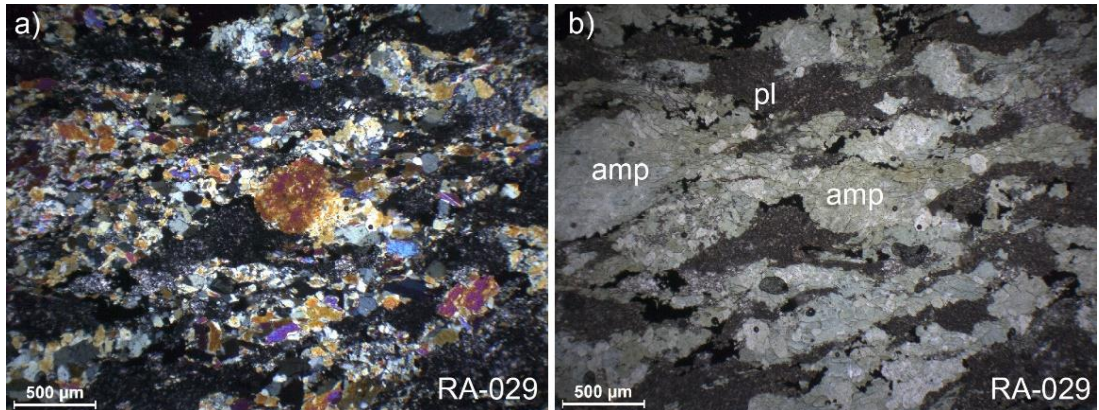
Tuzla Gölü bölgesindeki ultramafik ve bazaltik kayaçları kesen dolerit daykları petrografik olarak incelendiklerinde başlıca amfibol, klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana geldikleri tespit edilmiştir. Epidot, klorit, prehnit ve kuvars mineralleri dolerit dayklarında yaygın olarak gözlenen alterasyon ürünleridir. Söz konusu dolerit daykları genellikle sub-ofitik doku sergilemektedirler. Dolerit örnekleri içerisinde yer alan piroksen minerallerin büyük bölümünün amfibol minerallerine dönüştükleri tespit edilmiştir. Örneğin, Karahıdırlı köyü civarından RA-028 ve RA-030 numaralı dolerit örnekleri amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.33a-d). Kayaçlardaki iri taneli çubuksu plajiyoklaz minerallerinin aralarını dolduran amfibol mineralleri sub-ofitik dokuyu oluşturmaktadır (Şekil 4.33a-d). RA-028 numaralı dolerit örneğinde kayaçtaki mineral topluluğuna tali oranda kuvars mineralleri eşlik etmektedir. Aynı örnekteki amfibol mineralleri ince çubuksu görünümüne sahip aktinolitik amfibollerle temsil edilmektedir (Şekil 4.33a, b). RA-030 numaralı dolerit örneğindeki plajiyoklazlar genellikle önemli ölçüde alterasyondan etkilenmiş (serisitleşme ve epidotlaşma) olmalarına rağmen, taze kalmış bölümleriyle diğer minerallerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.33c, d). Benzer şekilde kayaçtaki amfibol minerallerinden itibaren klorit gelişimleri tespit edilmiştir. Ayrıca, kayaçta çatlaklar boyunca ikincil olarak yerleşmiş epidot, kuvars ve plajiyoklaz mineralleri gözlenmiştir.

RA-029 numaralı dolerit örneği Karahıdırlı köyü kuzeyindeki serpantinize peridotitleri kesen diğer dolerit dayklarından farklı olarak makaslanmış dolerit daykından derlenmiştir. Oldukça deforme bir görünüme sahip olan kayaç milonitik doku sergilemektedir (Şekil 4.34a, b). Kayaç amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.34a, b). Prehnit ve klorit mineralleri kayaç içerisinde ikincil oluşumlar olarak saptanmıştır. Plajiyoklaz minerallerinin büyük çoğunluğu oldukça bozuşmuş ve ince taneli kristaller halinde gözlenmektedir

(Şekil 4.34a, b). Kayaçta deformasyona bağlı olarak gelişen makaslama yapıları amfibol minerallerindeki kıvrımlı yapılarla tanımlanabilmektedir. Ayrıca, amfibol minerallerinde deformasyona işaret eden dalgalı sönmeler tespit edilmiştir.



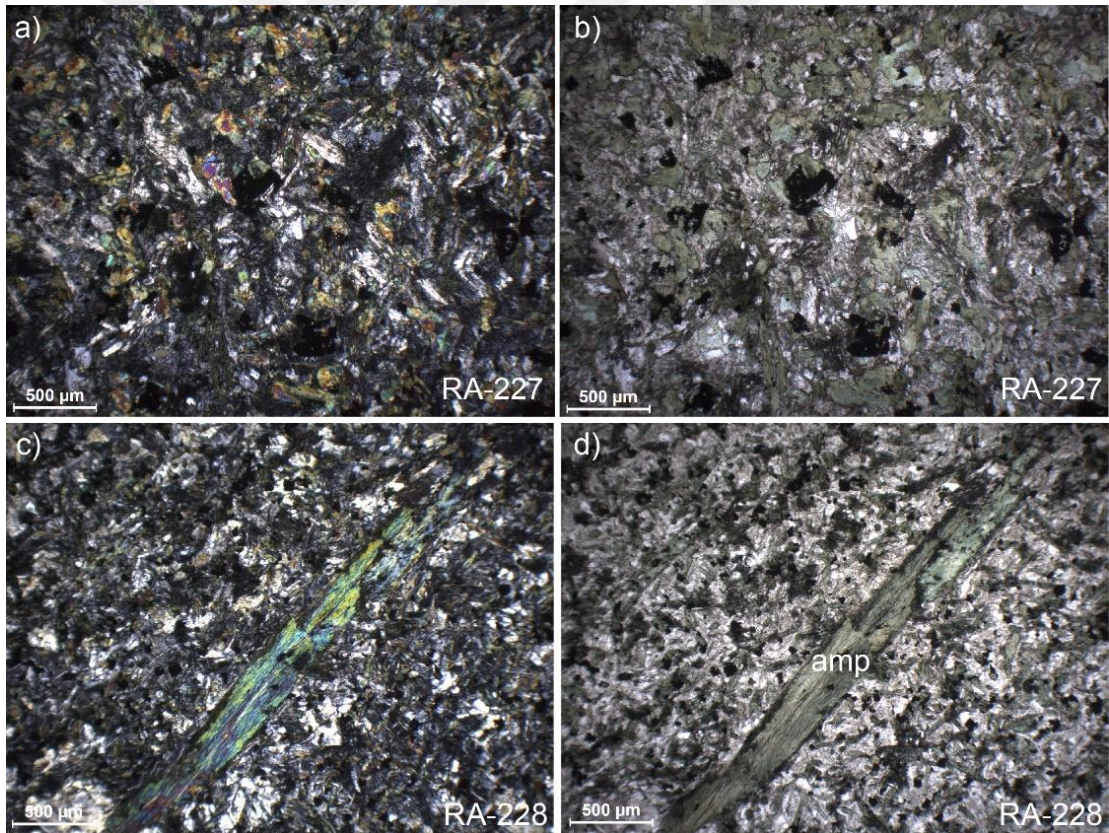
Şekil 4.33. Karahıdırlı köyü civarından derlenen sub-ofitik dokulu RA-028 ve RA-030 numaralı dolerit örneklerindeki amfibol ve altere plajiyoklaz minerallerinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görüntüleri



Şekil 4.34. Karahıdırlı köyü kuzeyinden derlenen RA-029 numaralı dolerit örneğine ait amfibol ve plajiyoklaz minerallerinde gözlenen deformasyonun (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz

Karahıdırlı köyü kuzeyinde yüzlek veren ofiyolite ait bazaltlar başlıca plajiyoklaz, piroksen, amfibol ve opak minerallerinden meydana gelmektedir. Bazaltlar mikrogranüler, mikrolitik ve mikrolitik porfirik dokular sergilemektedir. İkincil olarak gelişmiş prehnit damarları doleritlerde olduğu gibi bazaltlarda da gözlenebilmektedir. Bazaltlar genel olarak bozuşmaya maruz kalmış ve buna bağlı olarak piroksenlerde amfibol dönüşümleri saptanmıştır.

Karahıdırlı köyü kuzeybatı bölümündeki bazaltik kayalardan RA-227 ve RA-228 numaralı bazalt örnekleri derlenmiştir. Söz konusu bazalt örnekleri petrografik olarak incelendiklerinde kayaların piroksen, amfibol, plajiyoklaz, klorit ve opak minerallerden meydana geldikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.35a-d). Kayalar sırasıyla mikrogranüler (Şekil 4.35a, b) ve mikrolitik porfirik (Şekil 4.35c, d) doku sergilemektedirler.

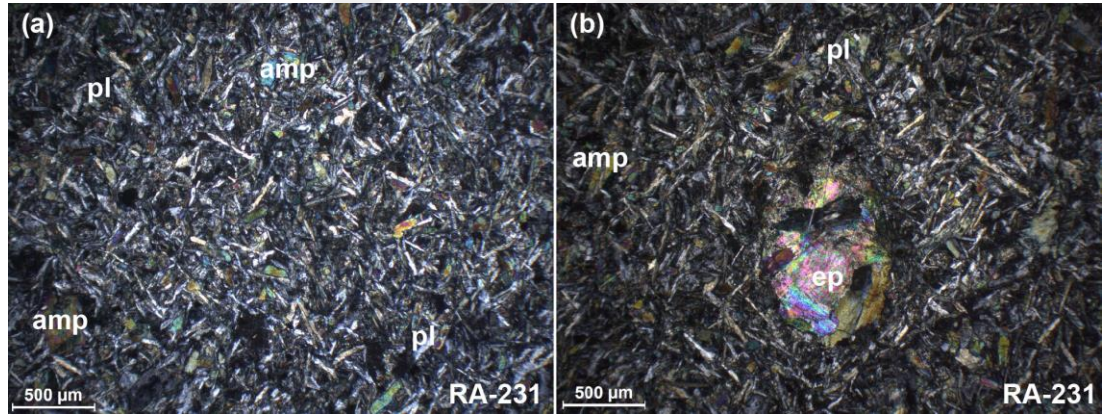


Şekil 4.35. Karahıdırlı köyü batı ve kuzeybatı bölümünden derlenen RA-227 ve RA-228 numaralı bazalt örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümleri. Kısaltmalar: amp, amfibol

RA-227 numaralı örneğe ait piroksen mineralleri bozuşmaya bağlı olarak büyük oranda amfibol minerallerine dönüşmüştür. RA-228 numaralı örneğe ait plajiyoklaz

mineralleri çubuksu (mikrolitler halinde) bir görünüme sahip olup RA-227 numaralı örneğe kıyasla daha ince tanelidir. Öte yandan her iki örneğe ait plajiyoklaz minerallerinde epidot minerallerine dönüşümler tespit edilmiştir. RA-228 numaralı örneğe ait amfibol mineralleri de plajiyoklazlara benzer şekilde çubuksu bir görünüm sergilemektedirler. Aynı zamanda bu bazalt örneğinde uzunlukları 3 mm'ye kadar ulaşan aktinolitik amfibol kristalleri tespit edilmiştir (Şekil 4.35c, d).

Aynı alandan derlenen bir diğer örnek RA-231 numaralı bazalt örneğidir. Söz konusu örnek RA-230 numaralı örneğin alındığı plajiyogranit daykı tarafından kesilmektedir. Pilotaksitik dokulu olan bazalt örneğinin ana mineralojisini plajiyoklaz, amfibol ve opak mineraller oluşturmaktadır (Şekil 4.36a, b) Aksesuar olarak sfen mineralleri mevcuttur. Klorit ve epidot mineralleri kayaçtaki alterasyon ürünleridir. Kayaç içerisinde yer alan plajiyoklaz mineralleri çubuksu görünüme sahiptirler. Kayacın gaz boşlukları kuvars ve epidot mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.36b). Ayrıca, gaz boşlukları içerisinde demir ayrışmaları ve kusmaları yer almaktadır.

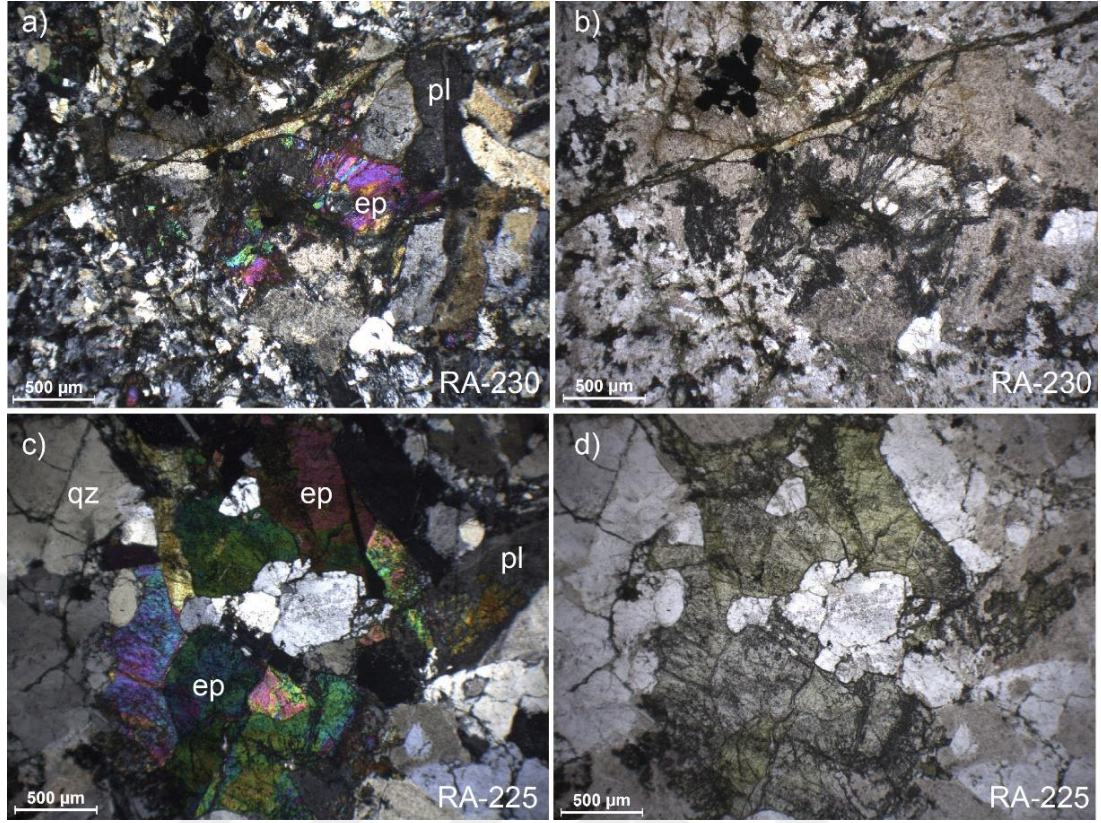


Şekil 4.36. (a) Karahıdırlı köyü civarından derlenen RA-231 numaralı bazalt örneğine ait mikrolitler şeklindeki plajiyoklaz minerallerinin polarize ışık altındaki görünümü. (b) Aynı örnekteki epidot minerali tarafından doldurulmuş gaz boşluğunun polarize ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; ep, epidot; pl, plajiyoklaz

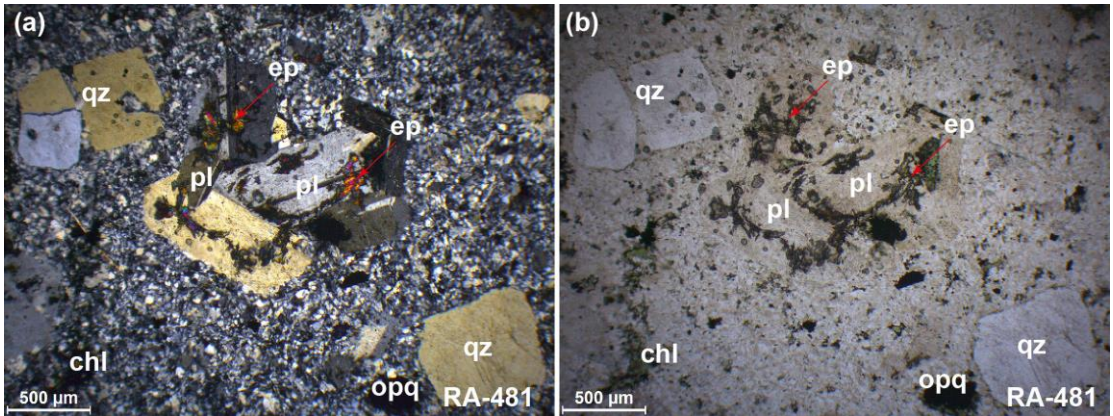
Karahıdırlı köyü kuzeyindeki bazaltları yoğun olarak kesen plajiyogranit daykları başlıca plajiyoklaz, kuvars, amfibol, klorit, epidot ve opak minerallerden meydana gelmekte olup granüler ve porfirik doku sergilemektedirler. Kayaçtaki çatlakların büyük bölümü klorit/epidot mineralleri tarafından doldurulmuştur. Mafik mineraller açısından oldukça zayıf olan bu plajiyogranit örneklerindeki amfibol minerallerinin modal bolluğu %5'in altındadır. Plajiyogranitlerdeki iri taneli epidot mineralleri ise

çoğunlukla kırık ve çatlaklar boyunca gözlenmiştir. Örneğin, RA-230 numaralı plajiyogranit örneği Karahıdırlı köyü kuzey batısında yer alan ve RA-231 numaralı bazalt örneğini kesen plajiyogranit daykından alınmıştır. Genel olarak iri taneli bir görünüme sahip olan plajiyogranit örneği plajiyoklaz, kuvars, epidot, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.37a, b). Özellikle plajiyoklaz mineralleri alterasyon süreçlerinden önemli ölçüde etkilenmiş ve kil ve epidot minerallerine dönüşmüşlerdir (Şekil 4.37a, b). Epidot mineralleri kayaç içerisinde iri yığınlar halinde gözlenmektedir. RA-225 numaralı plajiyogranit örneği aynı bölgedeki bazaltları kesen bir diğer plajiyogranit daykından derlenmiştir. Söz konusu örnek mineralojik olarak RA-230 numaralı plajiyogranit örneğiyle büyük oranda benzerlik sunmakta olup göreceli olara daha kaba taneli minerallerden oluşmaktadır. Kayaç petrografik olarak kuvars, plajiyoklaz, epidot, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.37c, d). Ayrıca, aksesuar olarak zirkon ve apatit mineralleri tespit edilmiştir. Plajiyoklaz minerallerinden itibaren epidot gelişimleri oldukça yaygındır. Bununla birlikte epidot mineralleri kayacın çatlakları içerisinde iri taneler (~ 2 mm) halinde gözlenebilmektedir (Şekil 4.37c, d).

RA-225 numaralı plajiyogranit örneğinden yapılan mineral kimyası analizleri neticesinde, örneğe ait plajiyoklaz minerallerinin albit bileşimine ($Ab_{94.21-98.94}$) sahip oldukları tespit edilmiştir. Kayaçtaki epidot mineralleri yüksek XFe^{3+} değerlerine (0.67-0.94) sahip olup pistazit bileşimine sahiptir. Aynı alandan derlenen bir diğer plajiyogranit örneği RA-481 numaralı örnektir. Kayaç mikrogranüler-porfirik doku sergilemekte olup kuvars, plajiyoklaz, epidot, biyotit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.38a, b). Kayaç büyük oranda bölgede yüzlek veren diğer plajiyogranitlerle benzerlik sunmaktadır. Epidot mineralleri plajiyoklazlardan itibaren gelişmiştir (Şekil 4.38a, b). Biyotit mineralleri tali oranda görülmekte olup büyük oranda klorit ve opak minerallere dönüşmüştür. Kuvars ve plajiyoklaz fenokristallerinin boyutları 2 mm'ye kadar ulaşmakta ve bazılarının yarı özşekli oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.38a, b). Hamuru oluşturan ince taneli kuvars ve plajiyoklaz mineralleri ise genellikle özşekilsiz olup kayaç içerisinde değişken tane boylarında bulunmaktadır.



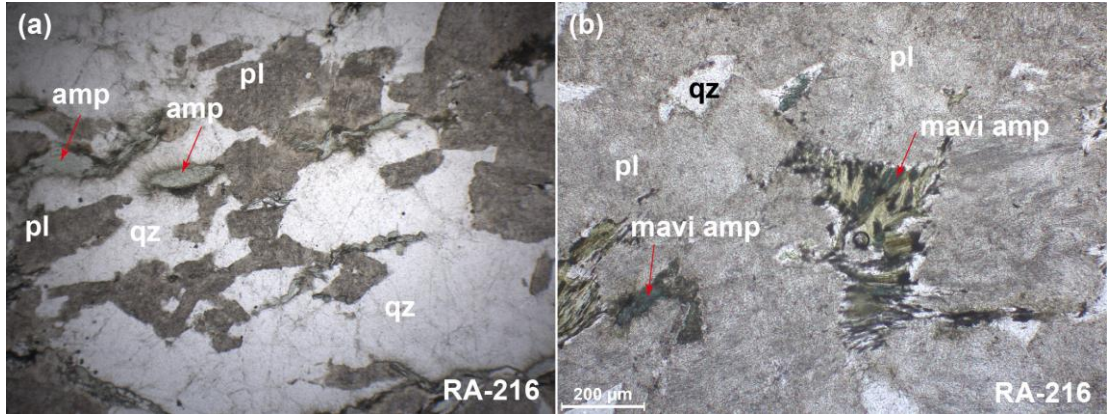
Şekil 4.37. Tuzla gölü batısından derlenen (a, b) RA-230 ve (c, d) RA-225 numaralı plajiyogranit örneklerin de ki mevcut mineral birlikteliğinin polarize (a, c) ve doğal (b, d) ışık altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: ep, epidot; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars



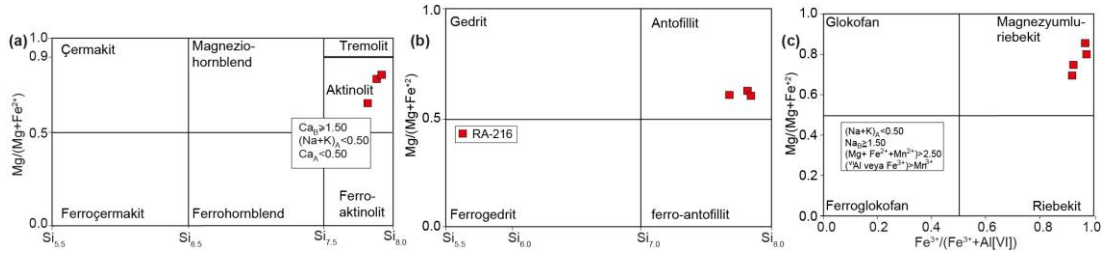
Şekil 4.38. Tuzla Gölü batısından derlenen RA-481 numaralı plajiyogranit örneğindeki ince taneli kuvars ve plajiyoklaz minerallerinden oluşan hamur içerisinde yer alan yarı özşekilli kuvars ve epidotlaşma sunan plajiyoklaz fenokristallerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: chl, klorit; ep, epidot; opq, opak mineral; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars

Karahıdırlı köyü güneyindeki serpantinize peridotitleri kesen plajiyogranit daykı yapılan petrografik incelemelerde plajiyoklaz, kuvars, amfibol, klorit ve ilmenit minerallerinden oluştuğu ve taneli doku sergilediği tespit edilmiştir (Şekil 4.39a, b).

Aksesuar olarak apatit ve zirkon mineralleri mevcuttur. Plajiyoklaz mineralleri alterasyon süreçlerinden yoğun olarak etkilenmiş olup çok büyük oranda kil minerallerine dönüşmüştür (Şekil 4.39a, b). Plajiyoklazların taze bölümlerinden yapılan mineral kimyası analizlerine göre albit ($Ab_{92.2-99.1}$) bileşiminde oldukları belirlenmiştir. Kayaçtaki amfibol minerallerinin bileşimleri Karahıdırlı köyü kuzey/kuzeybatısında gözlenen plajiyogranitlerden farklıdır. Petrografik gözlemlerde amfibol minerallerinin açık yeşil ve mavi renkli olmak üzere farklı pleokroizma sundukları gözlenmiştir. Mineral kimyası analizleriyle de kayaçtaki amfibol minerallerinin farklı bileşimlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu analizlere göre, yeşil renkli amfiboller Leake ve diğ. (1997)'nin amfibol sınıflamasında değerlendirildiğinde antofillit (Mg-Fe-Mn amfibol) ve aktinolit (kalsik amfibol) bileşiminde oldukları anlaşılmıştır (Şekil 4.40a, b). Mavi renkli pleokroizmaya sahip olan amfibol mineralleri ise alkali amfibol türü olan riebekit bileşimine sahiptir (Şekil 4.40c). Antofillit bileşimine sahip amfibol mineralleri ise yüksek MgO (% ağı. 17.7 – 18.7), FeO (% ağı. 20.6 – 21.8) ve MnO (% ağı. 1.2 – 1.6) içerikleriyle diğer amfibol türlerinden ayrılmaktadır. Aktinolit bileşimli amfibol mineralleri yüksek CaO (% ağı. 8.8 – 11.5) içeriklerine sahiptirler. Riebekit bileşimli alkali amfibolleri ise karakteristik olarak % ağı. 6.3 ile 7.1 arasında değişen yüksek Na₂O içeriklerine sahiptir.

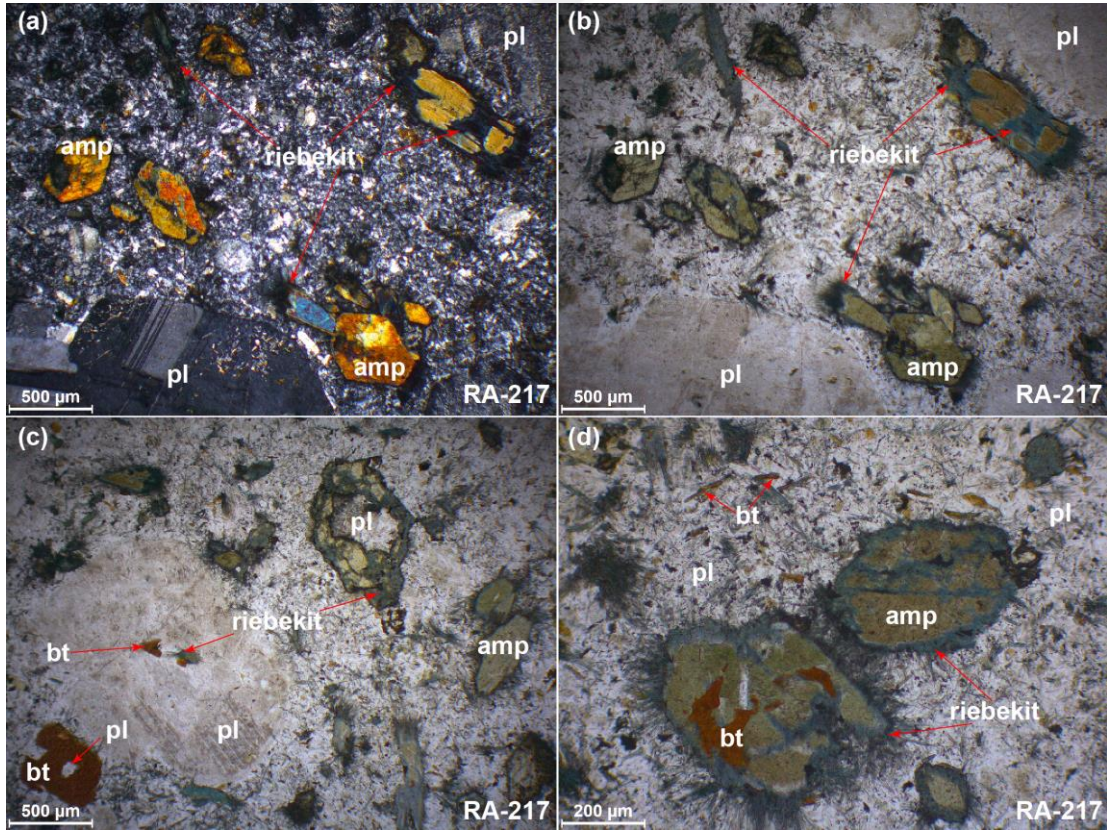


Şekil 4.39. (a, b) Karahıdırlı köyü güneyinden derlenen RA-216 numaralı plajiyogranit örneğindeki altere plajiyoklaz ve farklı bileşimlerdeki amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars



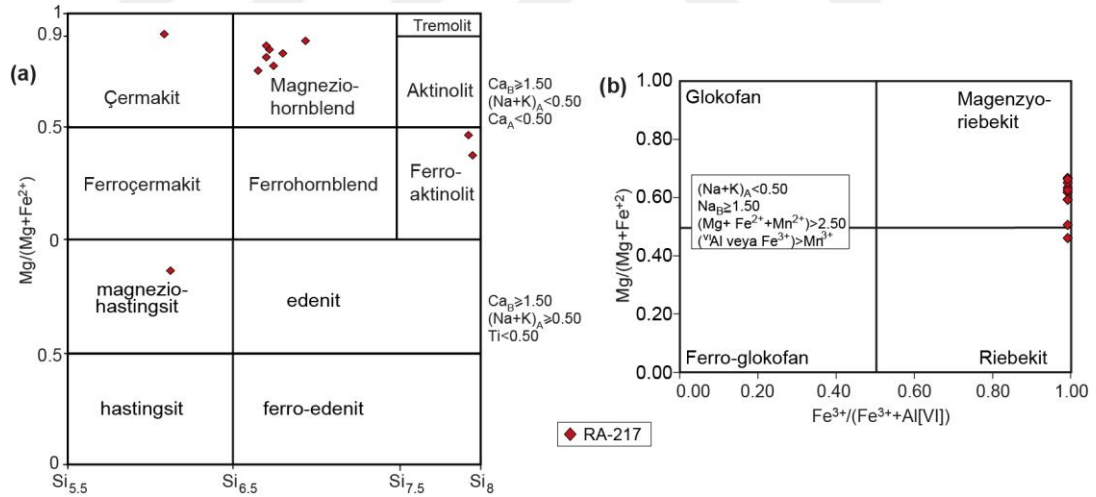
Şekil 4.40. Karahıdırlı köyü güneyinden derlenen RA-216 numaralı plajiyogranit örneğindeki amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)

Plajiyogranit daykının hemen 3 metre yakınında yer alan andezit daykı arazi gözlemlerinde mavimsi renge sahip olup petrografik gözlemlerinde bu alandaki plajiyogranit daykına benzer şekilde mavi amfibol oluşumları içerdiği tespit edilmiştir. Porfirik doku sunan kayacın ana mineral topluluğu plajiyoklaz, amfibol, biyotit, kuvars ve opak mineraller oluşmakta (Şekil 4.41a-d) olup aksesuar olarak zirkon mineralleri mevcuttur.



Şekil 4.41. RA-217 numaralı andezit örneğinin porfirik dokusunun ve mavi amfibol oluşumlarının (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. (c, d) Aynı örneğin kapanımlar içeren amfibol, biyotit ve plajiyoklaz minerallerinin ve yeşil renkli amfibol minerallerinin çeperlerinde ince ışınal çubuksu taneler halinde gelişen mavi renkli amfibol minerallerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; bt, biyotit; pl, plajiyoklaz

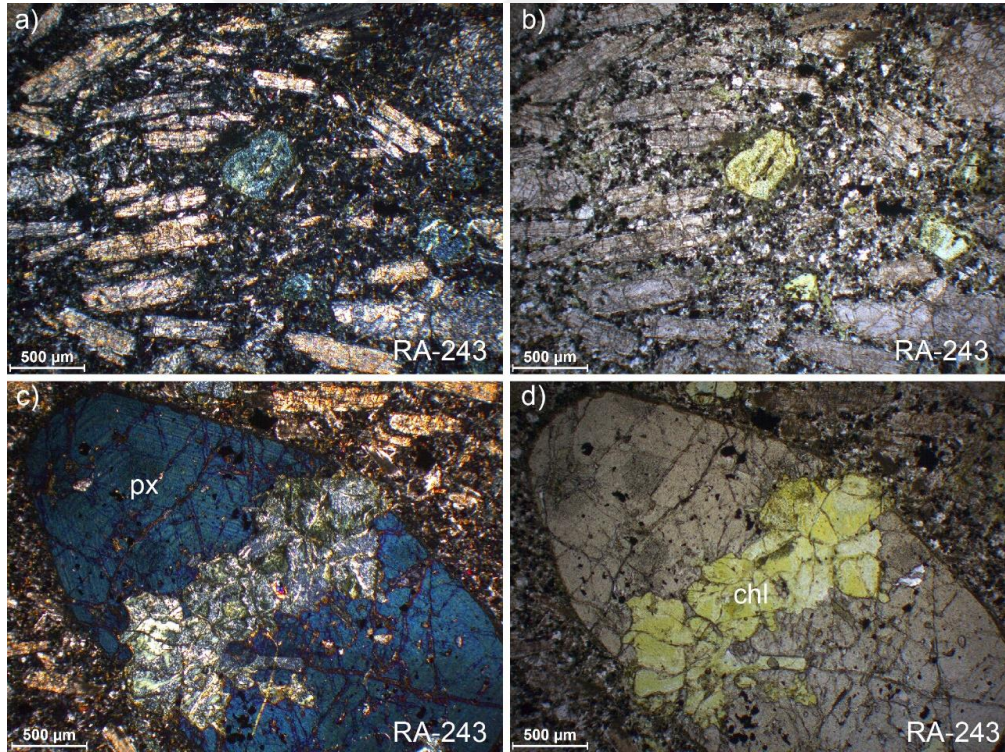
Fenokristaller halinde gözlenen amfibol, biyotit ve plajiyoklaz mineralleri özşekilli ve yarı özşekillidir (Şekil 4.41a-d). Kayacın ince taneli bölümünde yine amfibol, plajiyoklaz ve biyotit mineralleri yer almaktadır (Şekil 4.41a-d). Ayrıca, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz fenokristalleri içerisinde hamuru oluşturan ince taneli mineraller kapanımlar halinde gözlenebilmektedir (Şekil 4.41a-d). Örneğin, amfiboller içerisinde plajiyoklaz ve biyotit kapanımları gözlenmekte iken, plajiyoklazlar içerisinde de biyotit ve amfibol kapanımları mevcuttur (Şekil 4.41c, d). Plajiyoklaz mineralleri genel itibariyle taze olup yer yer serisitleşme göstermektedir. Biyotit mineralleri koyu kahverengi pleokroizmaya ve levhamsı görünümüne sahiptirler (Şekil 4.41c, d). Kayaçtaki amfibol mineralleri petrografik olarak iki farklı özellik sunmaktadır. Bunlardan ilki çift yönlü dilinimli, özşekilli ve yarı özşekilli amfibollerin esas çatısını oluşturan yeşil renkli amfibollerdir (Şekil 4.41a-d). İkinci tip amfibol mineralleri ise yeşil renkli amfibollerinden itibaren gelişim gösteren mavi renkli amfibollerdir (Şekil 4.41b-d). Hem yeşil renkli amfibollerin çeperlerindeki hem de kayacın hamurunu oluşturan ince taneli bölümdeki mavi amfiboller ince, çubuksu ve ışınal büyüme yapılarına sahiptirler (Şekil 4.41b-d).



Şekil 4.42. Karahıdırlı köyü güneyinden derlenen RA-217 numaralı andezit örneğindeki amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)

Andezit daykına ait amfibol, biyotit ve plajiyoklazların mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Petrografik özellikleri açısından farklılık sunan amfibol minerallerinin mineral kimyası analizleriyle de iki farklı niteliğe sahip oldukları tespit edilmiştir. Açık kahverengi ve yeşil pleokroizma sunan amfiboller Leake ve diğ. (1997)'nin amfibol sınıflamasına göre kalsik amfibol niteliğindeki çermakit,

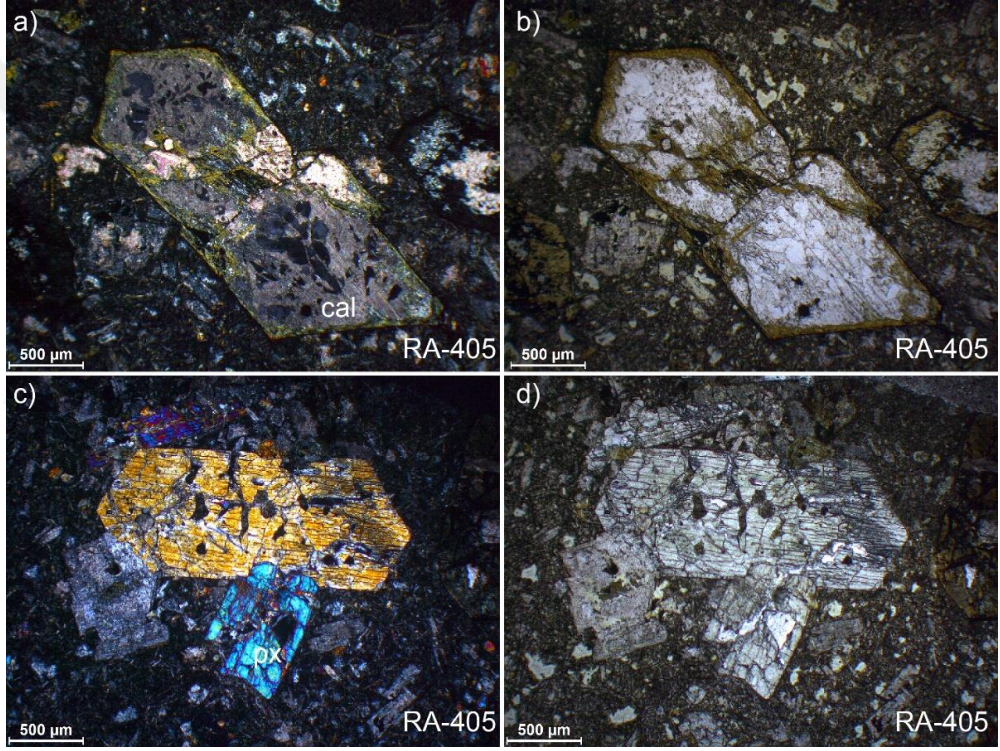
magnzeyumca zengin-hornblend, ferro-aktinolit ve magnzeyumca zengin-hastingsit bileşiminde oldukları anlaşılmıştır (Şekil 4.42a). Kalsik amfibollerin CaO ve Na₂O içerikleri sırasıyla % ağı. 10.9 – 11.6 ve % ağı. 1.2 ve 2.5 arasında değişmektedir. Yüksek Na₂O ve düşük CaO içeriğine sahip sodik amfibol niteliğindeki mavi renkli amfiboller ise riebekit ve magnezyumlu riebekit bileşimleriyle temsil edilmektedir (Şekil 4.42b). Kayaçtaki biyotit mineralleri yüksek TiO₂ (%ağı. 3.9 – 4.0) içeriklerine sahip olup X_{Mg} değerleri 0.61 ile 0.67 arasında değişim sunmaktadır. Aynı örneğe ait plajiyoklaz mineralleri ise albit (Ab_{91.37-99.05}) bileşimindedir. Bu alanda yer alan plajiyogranit ve andezit dayklarının hem konumsal olarak yakın olması hem de mineralojik ve petrografik özelliklerinin benzerlik sunması bu daykların kökensel olarak ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Kayaçlarda tanımlanan sodik amfibol oluşumlarıyla ilgili çıkarımlar “Bulgular ve Tartışma” bölümünde sunulmuştur.



Şekil 4.43. RA-243 numaralı bazalt örneğindeki mikrolitik porfirik dokunun ve klorit tarafından ornatılmış zonlu dokulu klinopiroksen fenokristalinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: px, piroksen; chl, klorit

Tuzla Gölü kuzeyinde yer alan Paleosen yaşlı filiş istifinin tabanında yüzlek veren volkanik kayaçlar klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana

gelmektedir (Şekil 4.43a-d). Örneğin, RA-243 numaralı bazalt mikrolitik porfirik doku sunmaktadır (Şekil 4.43a-d). Fenokristaller halinde gözlenen klinopiroksenler (~ 3 mm) yarı özşekilli ve özşekilli halde bulunmakta ve zonlu yapılar gözlenebilmektedir (Şekil 4.43c, d). Bazı klinopiroksen mineralleri ise psödomorflar halinde tamamen kloritlere dönüşmüş şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.43a, b). Plajiyoklaz mineralleri genel olarak mikrolitler halinde gözlenmiş olsa da fenokristaller olarak kayaç içerisinde yer alan plajiyoklaz mineralleri saptanmıştır (Şekil 4.43a-d). Fenokristaller halinde gözlenen plajiyoklaz mineralleri büyük oranda serisit minerallerine dönüşmüştür (Şekil 4.43a, b).



Şekil 4.44. Tuzla gölü kuzeybatısından derlenen RA-405 numaralı bazalt örneğine ait özşekilli klinopiroksen fenokristallerinin (a, c) polarize ve (b, d) doğal ışık altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: px, piroksen; cal, kalsit

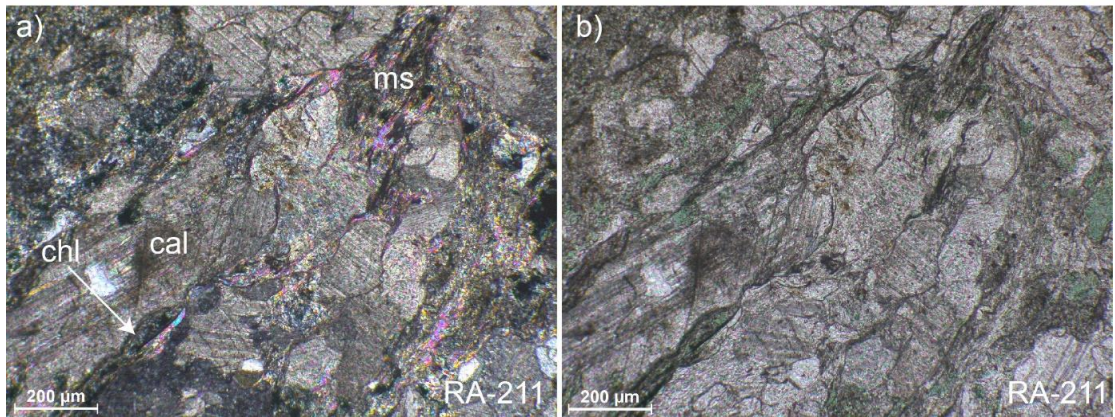
RA-405 numaralı bazalt örneği, mineral topluluğu açısından RA-243 numaralı örnekle büyük oranda benzerlik sunmaktadır. Mikrolitik-porfirik doku sergileyen kayaç klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.44a-d). Genel olarak gaz boşluklu bir yapıya sahip olan kayaçtaki gaz boşlukları epidot ve kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur. Klinopiroksen mineralleri genel olarak özşekilli ve yarı özşekilli fenokristaller halinde olup boyutları 3 mm'ye kadar ulaşmaktadır. Bazı klinopiroksen minerallerinde ikizlenme görülebilmektedir

(Şekil 4.44a-d). Ayrıca, klinopiroksen ve plajiyoklaz minerallerinin alterasyon sonucu ikincil klorit, epidot ve kalsit mineralleri tarafından ornatılmış oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.44a, b). Yukarıda petrografik özellikleri anlatılan volkanik kayaç örnekleri petrografik özellikleri açısından ofiyolite ait bazaltlarla farklılık sunmaktadır.

4.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi

Korumaz ve Hınzır Dağları bölgesinden derlenen metamorfik kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özellikleri tespit edilmiş ve seçilen örneklerin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kayaçlardan elde edilen veriler aşağıda anlatılmıştır.

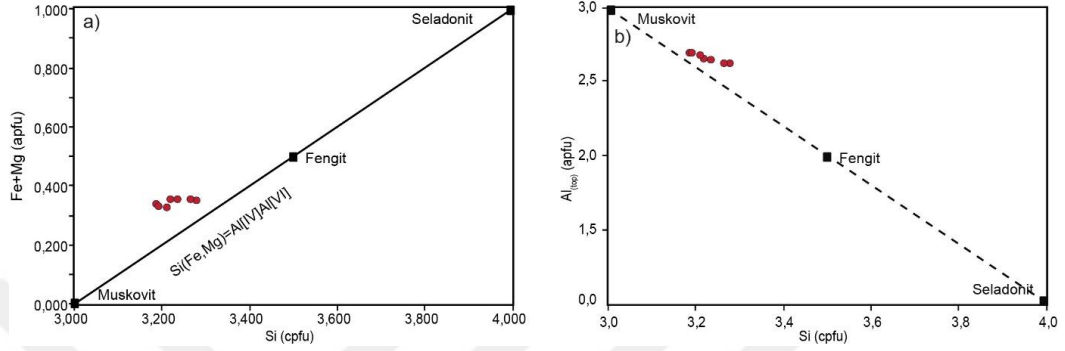
Korumaz Dağı bölgesinde Alt-Orta Triyas yaşlı meta-kırıntılılar olarak tanımlanan alandan derlenmiş olan RA-211 numaralı kalk-fillit örneği baskın olarak kalsit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.45a, b). Bunun yanı sıra kuvars, plajiyoklaz, klorit, ak mika ve opak mineraller de kayacın bünyesinde yer almaktadır. Klorit ve mika mineralleri kayacın foliasyonu ile uyumlu olarak gelişmiş olup genel olarak ince taneli olarak gözlenmektedirler (Şekil 4.45a, b). Kayaçta yapraklanma zayıf olup grano-lepidoblastik doku sergilemektedir (Şekil 4.45a, b).



Şekil 4.45. Korumaz Dağ bölgesindeki Alt – Orta Triyas yaşlı meta-kırıntılı ve meta-karbonatlı istifeye ait kalk-fillitlerden derlenen RA-211 numaralı örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cal, kalsit; chl, klorit; ms, muskovit

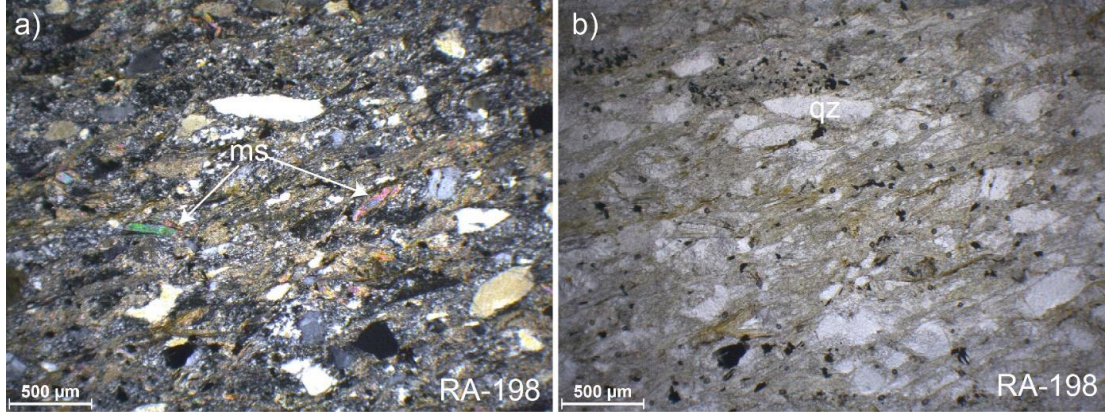
RA-211 numaralı örnek mineral kimyası analizi için seçilmiştir. RA-211 numaralı örneğin içinde yer alan ak mika minerallerinin Si değerleri formül başına 3.19 ile 3.28 arasında değişmektedir. Bununla birlikte ak mika mineralleri muskovite göre göreceli olarak daha yüksek Fe+Mg değerlerine sahip olup muskovit ve fengit

arasında yer alan bileşim değerine sahiptirler (Şekil 4.46a). Benzer şekilde, ak mikaların formül başına Si değerleri ile Al_{top} değerlerinin kıyaslandığı diyagramda da muskovit ilâ fengit arasında bileşim sergiledikleri görülmektedir (Şekil 4.46b). Aynı örneğe ait ak mikaların X_{Na} değerleri ise 0.04 ila 0.07 arasında değişiklik sergilemektedir.

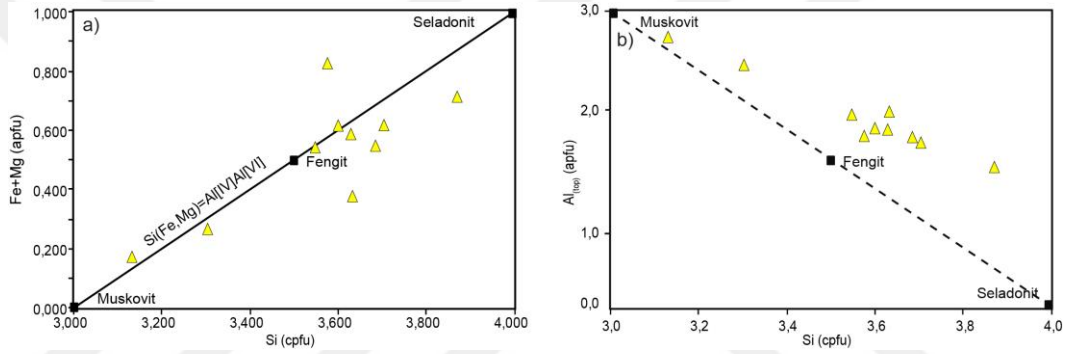


Şekil 4.46. Korumaz Dağ bölgesinden derlenen RA-211 numaralı kalk-fillit örneğine ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması

Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucunda yer alan metamorfik yığılma karmaşığı içindeki fillit bloğu kuvars, plajiyoklaz, ak mika, klorit, zirkon ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.47a, b). Grano-lepidoblastik doku sergileyen kayaç zayıf bir yönelme sunmaktadır. Kuvars minerallerinin modal bolluğu yaklaşık % 40 olup diğer minerallere oranla daha iri tanelidir (~ 0.5 mm; Şekil 4.47a, b). Kayaçta yer alan ak mika mineralleri çoğunlukla ince taneli (< 0.5 mm) olarak gözlenmekte olup göreceli olarak iri taneli (~ 0.3 – 0.5 mm) olan ak mika mineralleri ise kayacın lineasyonuna aykırılık sunmaktadır (Şekil 4.47a, b). RA-198 numaralı fillit örneğine ait ak mika minerallerinin Si değerleri formül başına 3.13 ila 3.87 arasında değişiklik göstermektedir. Aynı örneğe ait ak mikaların X_{Na} değerleri ise 0.01 ila 0.15 arasında değişiklik sergilemektedir. Bununla birlikte ak mika minerallerinin bazılarında muskovite göre göreceli olarak daha yüksek Fe+Mg değerlerine sahip olup muskovit ve fengit arasında yer alan bileşim değerine sahiptirler (Şekil 4.48a). Ak mikaların formül başına Si değerleri ile Al_{top} değerlerinin kıyaslandığı diyagramda da muskovit ilâ fengit arasında değişen geniş bir bileşim aralığı bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.48b).



Şekil 4.47. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki fillit bloğundan derlenen RA-198 numaralı örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: ms, muskovit; qz, kuvars

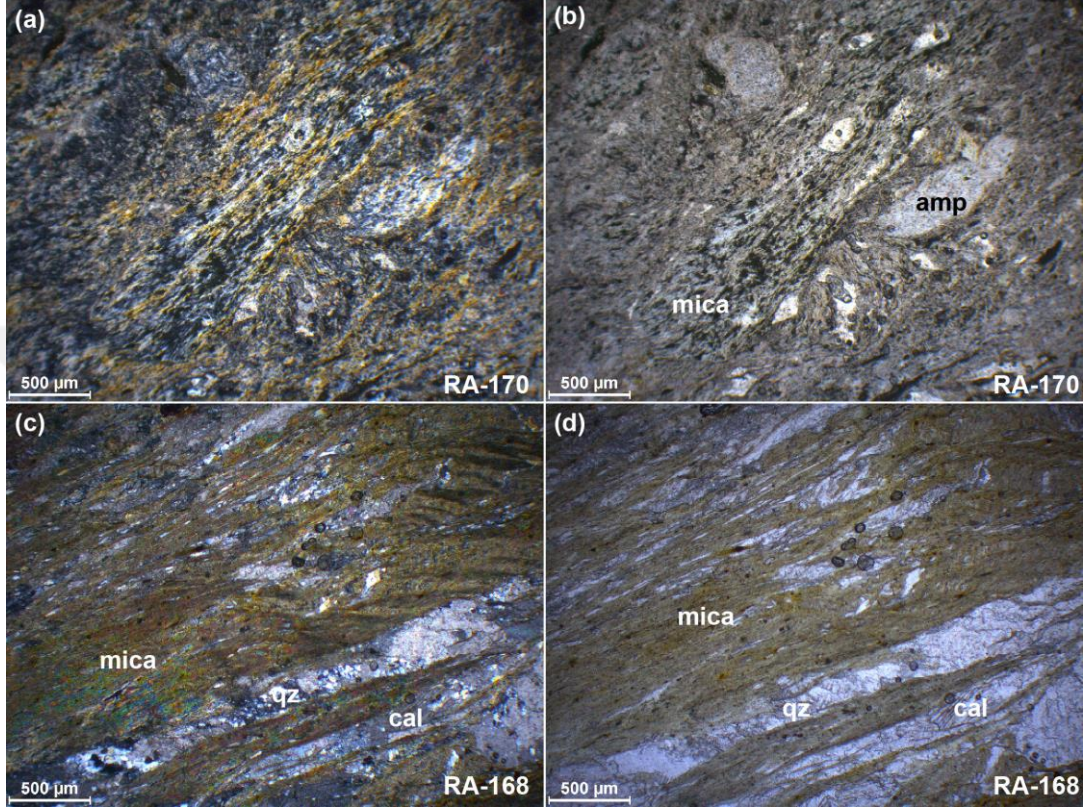


Şekil 4.48. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki fillit bloğundan derlenen RA-198 numaralı örneğine ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması

Hınzır dağ bölgesi kuzey ucundaki fillit bloğundan derlenen RA-170 numaralı örnek sodik amfibol, ak mika, kalsit, klorit, piroksen, kuvars ve kalsik amfibollerden meydana gelmektedir (Şekil 4.49a, b). Ak mika mineralleri kayaç içinde kümeler halinde gözlenmektedir. Kayaç genel olarak ince taneli (<0.2 mm) olup kalsit ve piroksen mineralleri kayaçtaki iri taneli mineralleri temsil etmektedir. Kayaçtaki ince taneli bölümleri temsil eden sodik amfibol ve ak mika minerallerinde kıvrımlı yapılar tespit edilmiştir. Aynı alanda yer alan ve metamorfik yığışım karmaşığının hamurunu temsil eden kalk-fillitlerden RA-168 numaralı örnek derlenmiştir.

Kayaç kuvars, plajiyoklaz, mika, klorit, kalsit ve opak minerallerden meydana gelmekte olup lepidoblastik doku sergilemektedir (Şekil 4.49c, d). İnce taneli olan kayaç içerisinde birden fazla deformasyon fazına işaret eden buruşma klivajları tespit

edilmiştir (Şekil 4.49c, d). Mika mineralleri, içerisinde miktarda opak mineral ve kuvars kapanımları yer almaktadır. Klorit ve mika mineralleri, kalsit ve kuvars mineralleriyle birlikte kayacın foliasyonuna paralel uzanım sergilemektedirler (Şekil 4.49c, d).

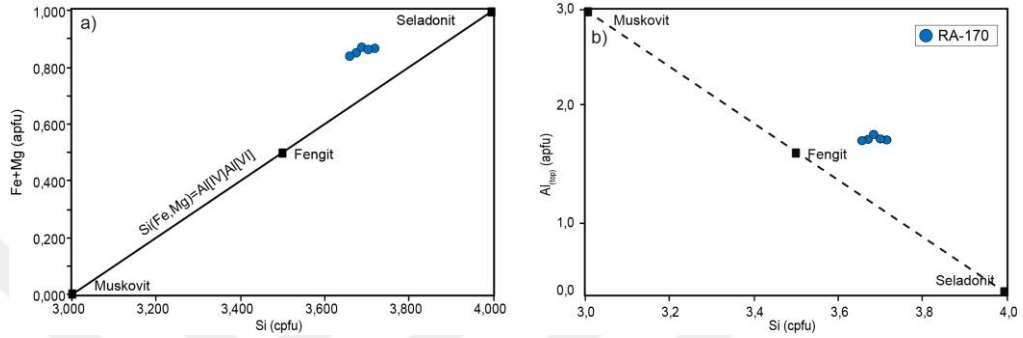


Şekil 4.49. Hınzır Dağ kuzey bölümünden derlenen RA-170 numaralı fillit ve RA-168 numaralı kalk-fillit örneklerinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; cal, kalsit; qz, kuvars

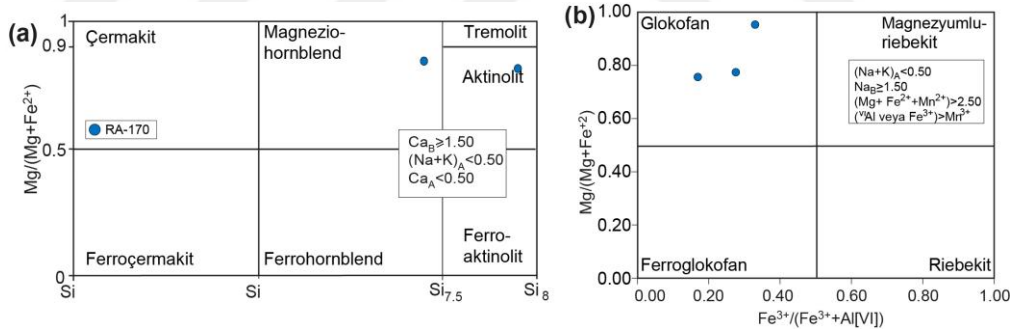
RA-170 numaralı örnek üzerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu örneğe ait mika minerallerinin Si değerleri 3.66 ila 3.72 arasında değişen dar bir bileşim aralığı sunmaktadır. Bununla birlikte ak mika mineralleri muskovite göre göreceli olarak daha yüksek Fe+Mg değerlerine sahip olup fengit ve seladonit arasındaki bir bileşime sahiptir (Şekil 4.50a). Bununla birlikte ak mikaların formül başına Si değerleri ile Al_{top} değerlerinin kıyaslandığı diyagramda da fengit bileşimine yakın oldukları görülmektedir (Şekil 4.50b).

RA-170 numaralı örneğe ait amfibollerin X_{Mg} değerleri 0.75 ila 0.95 arasında değişim göstermektedir. Aynı örneğe ait amfibol minerallerinin iki farklı bileşime sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.51a, b). Bunlardan ilki olan kalsik amfiboller

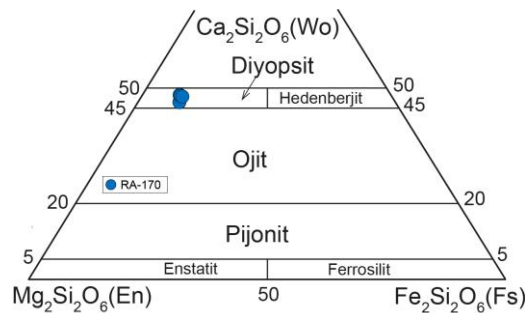
magnezyumca zengin-hornblen ve aktinolit bileşimi sergiler iken, sodik amfiboller glokofan bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.51, b). Kayaçtaki iri taneli klinopiroksen mineralleri ise diyopsit bileşimini yansıtmaktadır (Şekil 4.52). Ayrıca, diyopsit bileşimindeki klinopiroksen minerallerinin çeperlerinde sodik piroksen gelişimleri gözlenmiştir. Bu sodik piroksenler ise jadeyitik bileşime ($X_{jd} = 0.80$) sahip oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.50. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki fillit bloğundan derlenen RA-170 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması

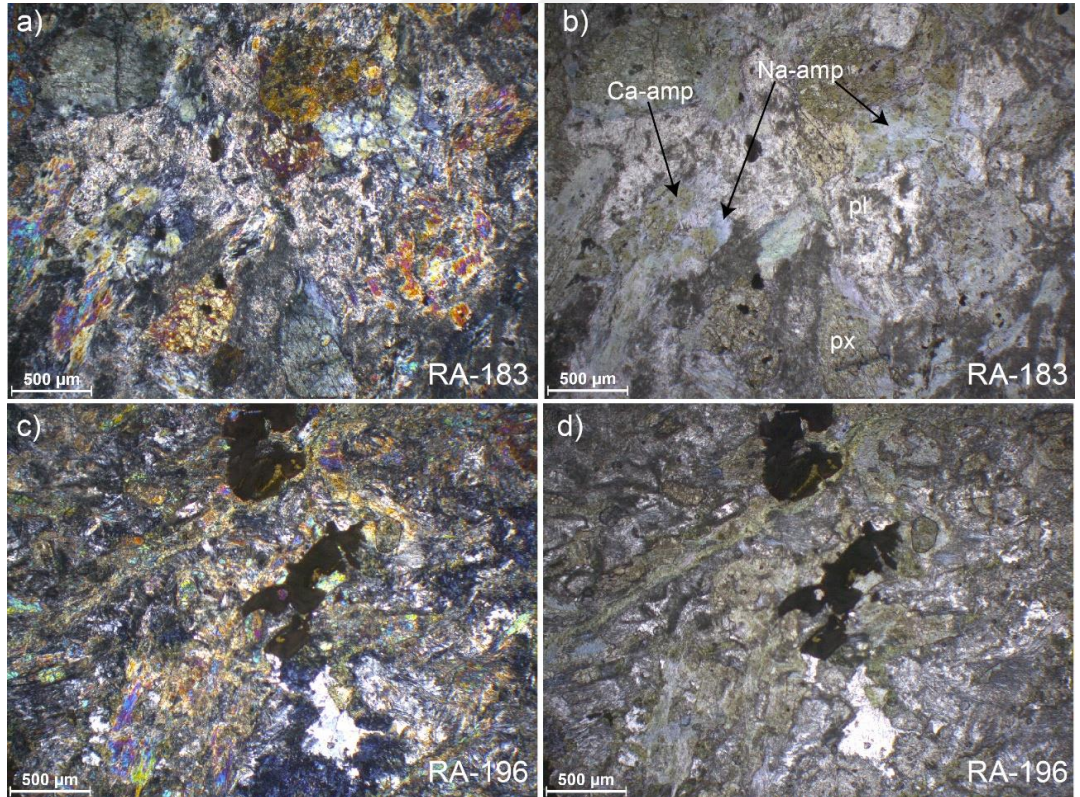


Şekil 4.51. RA-170 numaralı fillit örneğindeki amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)



Şekil 4.52. RA-170 numaralı fillit örneğine ait klinopiroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri. (Morimoto, 1988'e göre)

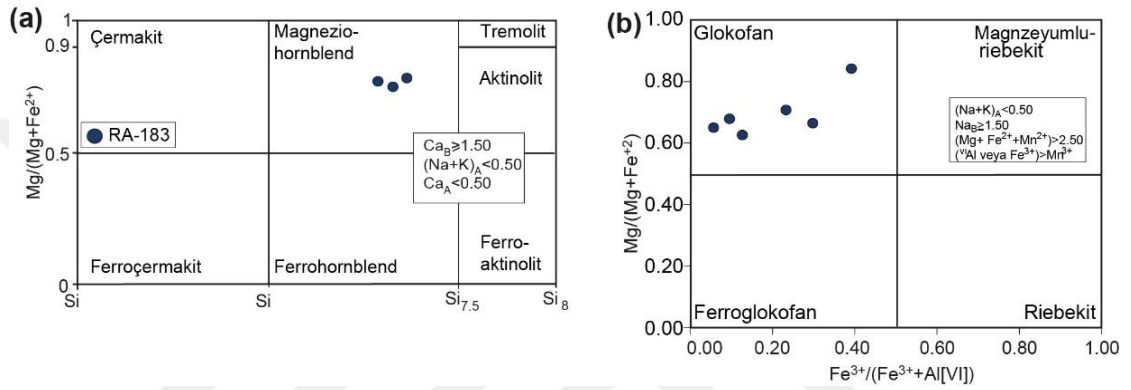
Hınzır ve Korumaz dağları bölgesinde yer alan yığılım karmaşıkları içinde metabazit ve meta-plajiyogranitler bloklar halinde yaygınca gözlenmektedir. Bu kayaçların başlıca sodik amfibol, sodik kalsik amfibol, kalsik amfibol, piroksen, plajiyoklaz, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana geldikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.53a-d). İkincil olarak albit ve prehnit gibi mineraller de kayaçlar içerisinde damarlar şeklinde yer almaktadır. Kayaçların genel itibariyle magmatik dokusunu korumuş olup bazı örneklerin ise alterasyon ve başkalaşımdan süreçlerinden yoğun etkilendikleri görülmüştür. Söz konusu metabazit türü kayaçlar içerisinde sodik amfibollerin varlığı bu kayaçların yüksek basınç düşük sıcaklık başkalaşımına maruz kaldıklarını göstermektedir. Örneğin, Hınzır dağı kuzey bölümünden derlenmiş olan RA-183 ve RA-196 numaralı metabazit örnekleri sodik amfibol, kalsik amfibol, plajiyoklaz, klinopiroksen, pumpelleyit, ak mika, klorit, sfen ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.53a-d).



Şekil 4.53. Hınzır dağı kuzey bölümünden derlenmiş olan RA-183 ve RA-196 numaralı metabazit örneklerinin polarize ve doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Ca-amp, kalsik amfibol; pl, plajiyoklaz; px, piroksen

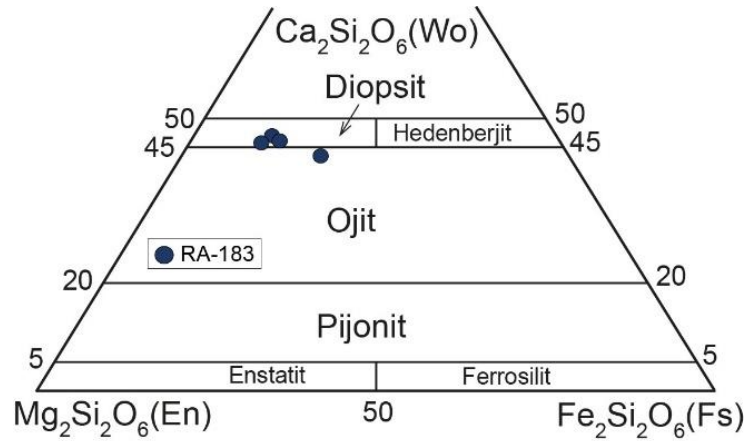
Söz konusu kayaçlar yukarıda bahsedildiği üzere magmatik dokusunu korumuş olan metabazitlere olarak gösterilebilir. RA-196 numaralı örnekte blasto-ofitik doku

tanımlanabilmektedir. Kayaçta kalsik amfibollerin ve klinopiroksenlerin çepçeplerinden itibaren sodik amfibol gelişimleri saptanmıştır (Şekil 4.53b, d). Akışkan girişine bağlı olarak oldukça altere bir görünüm kazanmış olan kayaçtaki plajiyoklaz mineralleri büyük oranda bozuşmuş durumdadır. Aynı zamanda yine bozuşma süreçlerine bağlı olarak gelişmiş klorit mineralleri her iki kayaç örneğinde de yaygınca gözlenmektedir. RA-183 numaralı metabazit örneğinin mineral kimyası analizine göre sodik amfiboller glokofan (Şekil 4.54a), kalsik amfiboller ise magnezyumlu hornblendlerle (Şekil 4.54b) temsil edilmektedir.



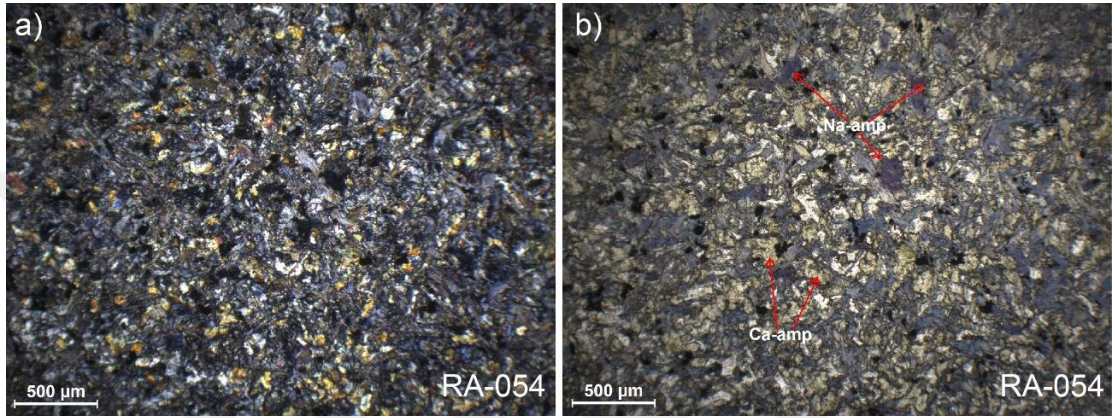
Şekil 4.54. (a, b) RA-183 numaralı metabazit örneğe ait amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)

Aynı örneğe ait klinopiroksen mineralleri ise baskın olarak diyopsit olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.55). Plajiyoklaz mineralleri ise hemen hemen albitik (Ab_{98.2-99.7}) saf uç üye bileşime sahiptirler. Fengitik bileşime sahip olan kayaçtaki ak mika mineralleri yüksek Si (3.6-3.7) ve Mg+Fe (0.6-0.7) değerlerine sahiptir.



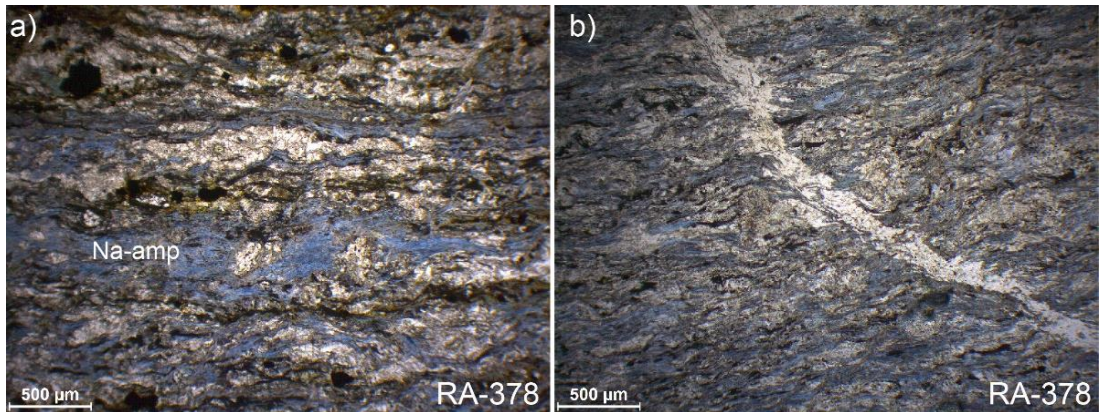
Şekil 4.55. RA-183 numaralı metabazite ait klinopiroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri. (Morimoto, 1988'e göre)

Hınzır dağının kuzeydoğu ucundan derlenmiş olan RA-054 numaralı metabazit örneği ince taneli plajiyoklaz, kuvars, sodik amfibol, sodik piroksen, kalsik amfibol ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.56a, b). Belirgin bir yönlenme sunmayan kayadaki sodik amfiboller doğal ışık altındaki koyu mavi ve mor renkli görüntüleriyle oldukça karakteristiktir (Şekil 4.56b). Bu örneklerdeki sodik amfibol minerali oluşumlarının, diğer örneklere benzer şekilde kalsik amfibollerin çeperlerinden itibaren geliştikleri gözlenmiştir (Şekil 4.56b).



Şekil 4.56. Hınzır Dağ kuzey ucundan derlenen RA-054 numaralı metabazit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. (b) Doğal ışık altında sodik amfiboller mavi ve mor renkli görünüme sahiptirler. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol, Na-amp, sodik amfibol

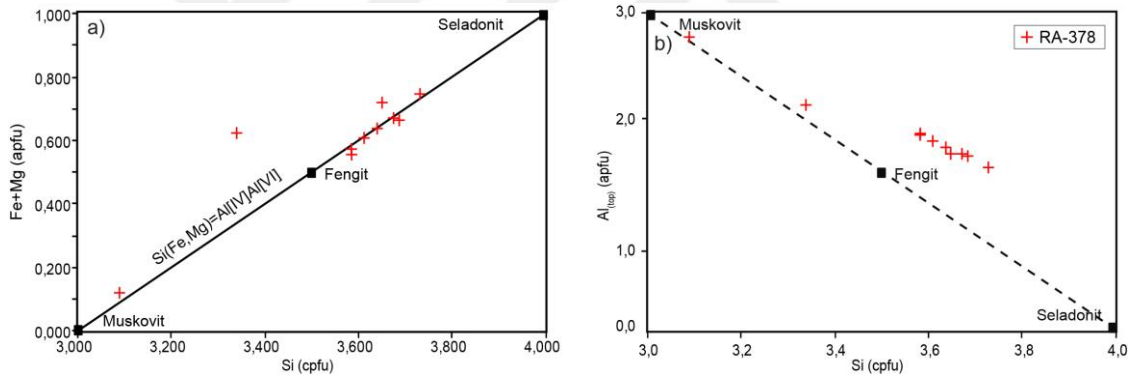
RA-378 numaralı numune Hınzır Dağ kuzey bölümünde yer alan metamorfik yığılım karmaşığı içinden derlenen bir başka metabazittir. Kayaç sodik amfibol, plajiyoklaz, klorit, kuvars ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.57a, b).



Şekil 4.57. Hınzır Dağ kuzey ucundan derlenen RA-378 numaralı metabazit örneğinin (a ve b) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol

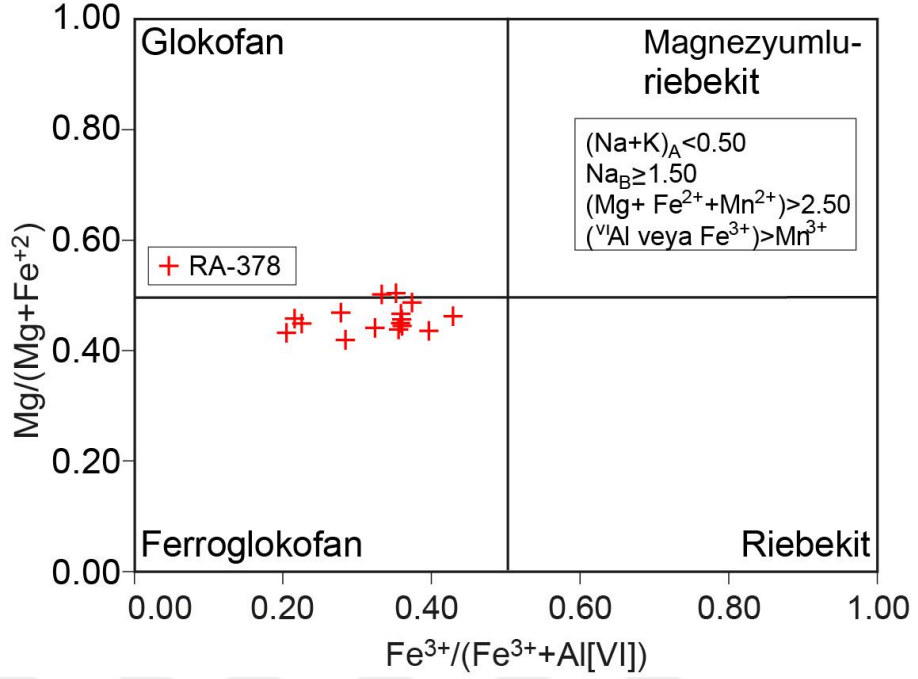
Magmatik dokusunu bütünüyle kaybetmiş olan kayaçta nematoblastik doku gözlenmektedir. Ayrıca, diğer metabazit örneklerinden farklı olarak kayaçta buruşma klivajı gözlenmektedir. Amfibol mineralleri tamamen sodik amfibollerden meydana gelmekte olup genellikle uzamış halde lineasyonu oluşturmaktadırlar. Ayrıca, kayaçta ikincil kuvars damaları tespit edilmiştir (Şekil 4.57b).

RA-378 numaralı örneğin mineral kimyası analizlerine göre ak mika minerallerinin Si değerleri 3.09 ila 3.73 arasında değişmektedir. Bununla birlikte ak mika mineralleri muskovite göre göreceli olarak daha yüksek Fe+Mg değerlerine sahip olup yaklaşık fengit bileşimini yansıtmaktadırlar (Şekil 4.58a). Bununla birlikte ak mikaların formül başına Si değerleri ile Al_{top} değerlerinin kıyaslandığı diyagramda da fengit bileşiminde olduğu görülmektedir (Şekil 4.58b). Aynı örneğe ait amfibol mineralleri ise glokofan ve ferroglokofan bileşimini yansıtır iken (Şekil 4.59), plajiyoklaz mineralleri de albit ($Ab_{87.07-99.71}$) bileşimindedirler.

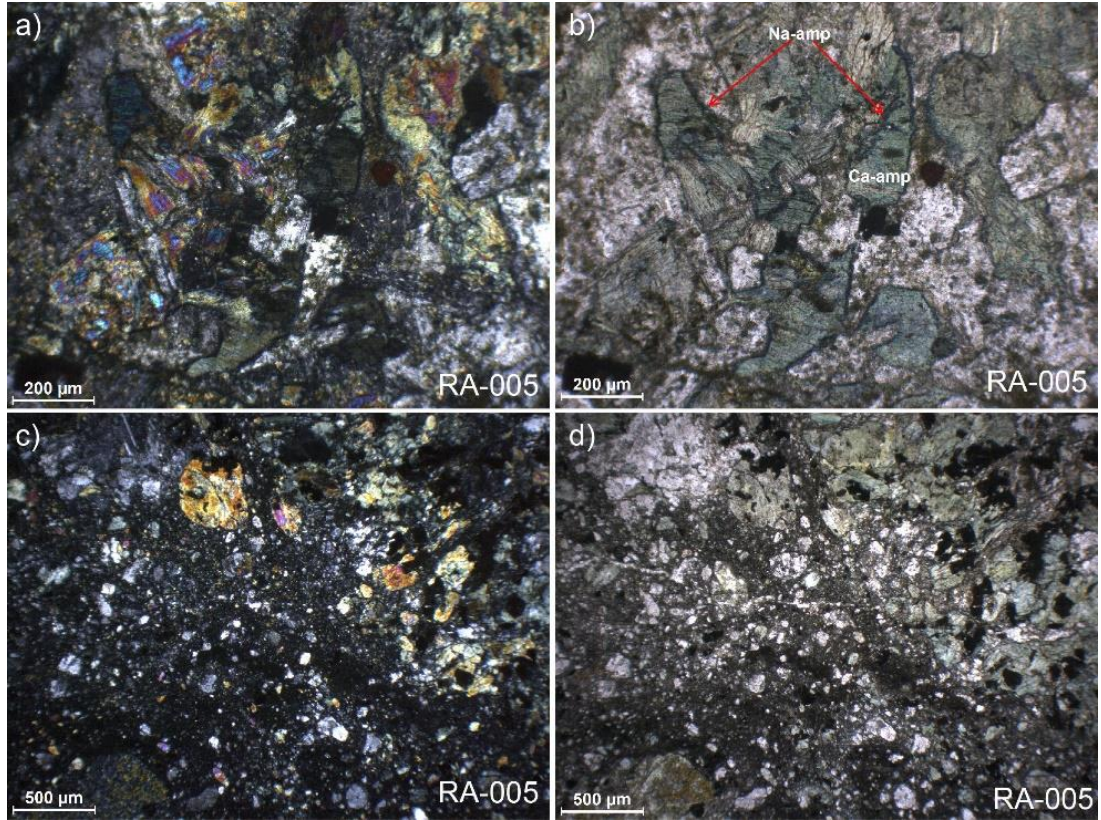


Şekil 4.58. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey ucundaki metabazit bloğundan derlenen RA-378 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) formül başına Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması

Korumaz Dağ bölgesinde yer alan metamorfik yığılım karmaşığı içerisinde derlenen RA-003 ve RA-005 numaralı metabazit örnekleri sodik amfibol, kalsik amfibol, sodik piroksen, klorit, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.60a, b). Kayaçlardaki kalsik amfibollerin çeperlerinden itibaren sodik amfibol gelişimleri mevcuttur (Şekil 4.60a, b). Kayacın deformasyondan etkilenmemiş kısımlarında, magmatik doku nispeten korunmuş durumdadır. Ancak, kataklastik deformasyondan etkilenmiş olan kayacın bazı bölümlerinde breşik doku gelişimleri gözlenmektedir (Şekil 4.60c, d).

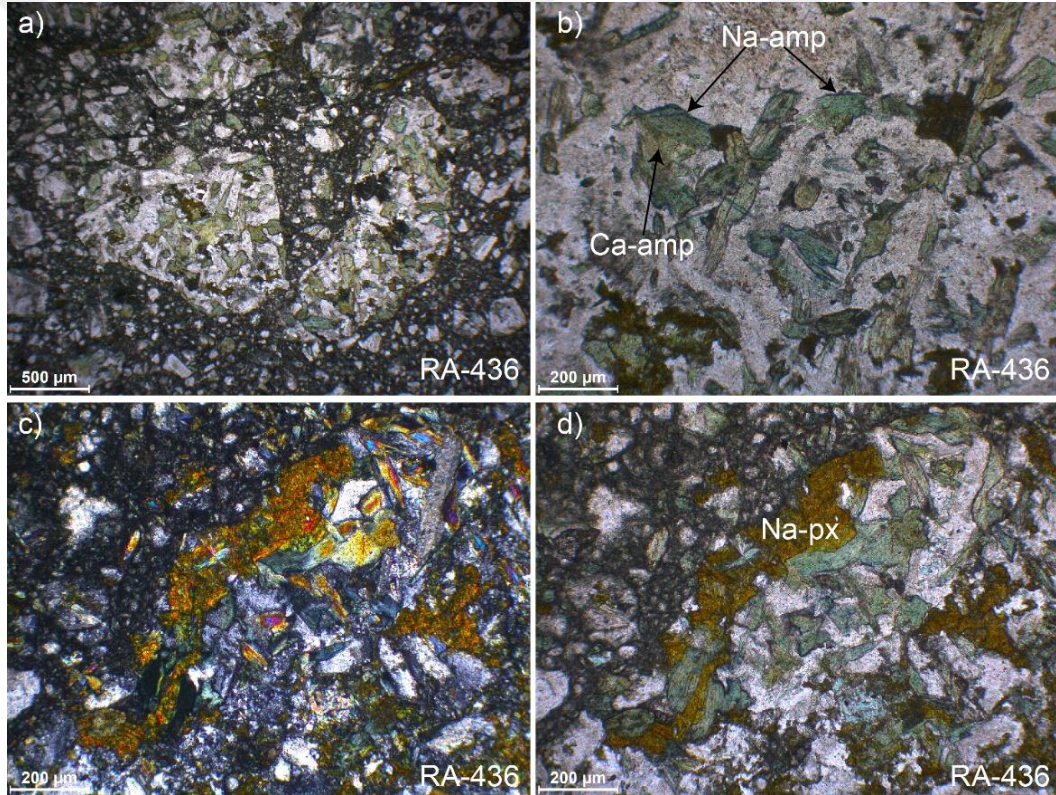


Şekil 4.59. RA-378 numaralı metabazit örneğine ait amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)



Şekil 4.60. RA-005 numaralı metabazit örneğinde Ca-amfibollerin çeperlerinde gelişen Na-amfibollerin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görünümü. Aynı kayadaki breşik dokunun (c) polarize ve (d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol; Na-amp, sodik amfibol

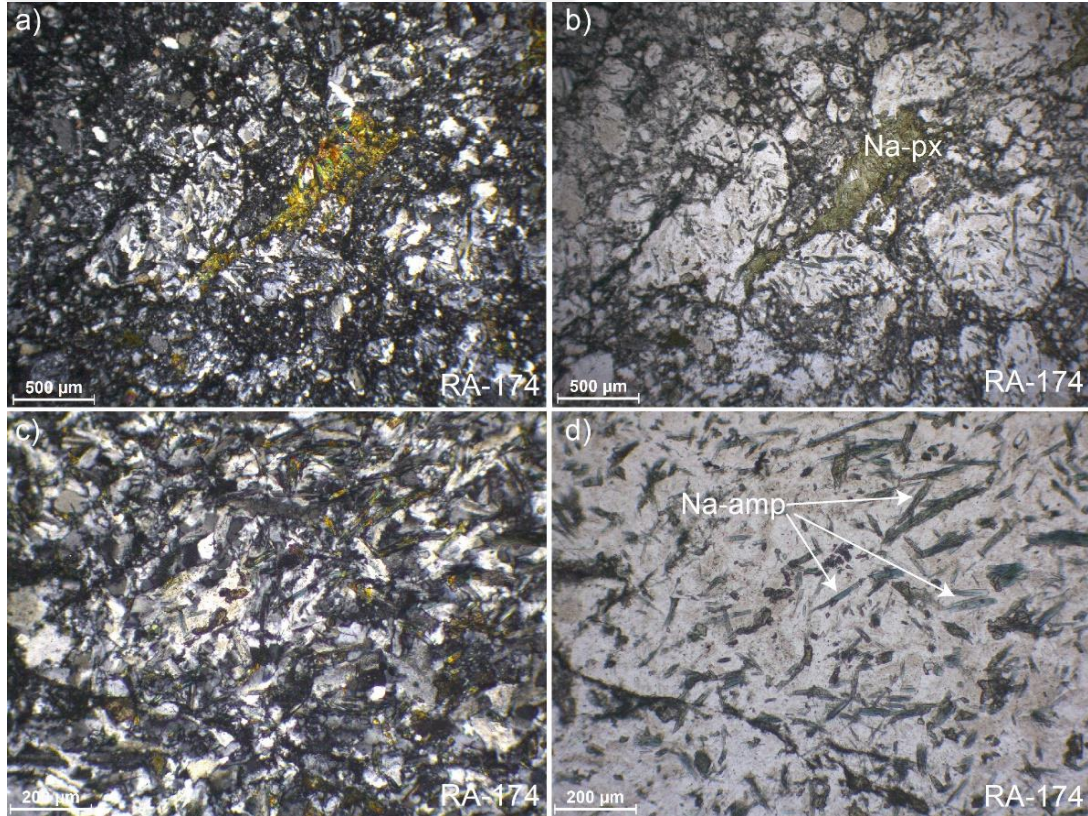
Ağcalı köyü doğusunda yer alan metamorfik yığışım karmaşığında metabazitler Korumaz ve Hınzır dağı bölgelerindeki metabazitlere benzer olarak plajiyoklaz, kalsik amfibol, sodik-piroksen, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.61a-d). Tektonik deformasyona bağlı olarak kayaç breşik doku kazanmıştır (Şekil 4.61a, b). Klorit gelişimleri kayacın mineral parajenezinin yanı sıra çatlaklarda ikincil olarak ta kendini göstermektedir. Kayaç, çatlaklar boyunca dolaşan akışkanların sonucunda ağsal bir görünüm kazanmıştır. Ayrıca, akışkan girişine bağlı olarak ikincil kuvars damarları gözlenebilmektedir. Kayaçtaki sodik piroksenler diğer minerallere kıyasla oldukça iri tane boyuna sahiptir (Şekil 4.61c, d). Diğer örneklerde olduğu kalsik amfibollerin çeperlerinden itibaren sodik amfibol gelişimleri gözlenebilmektedir (Şekil 4.61b).



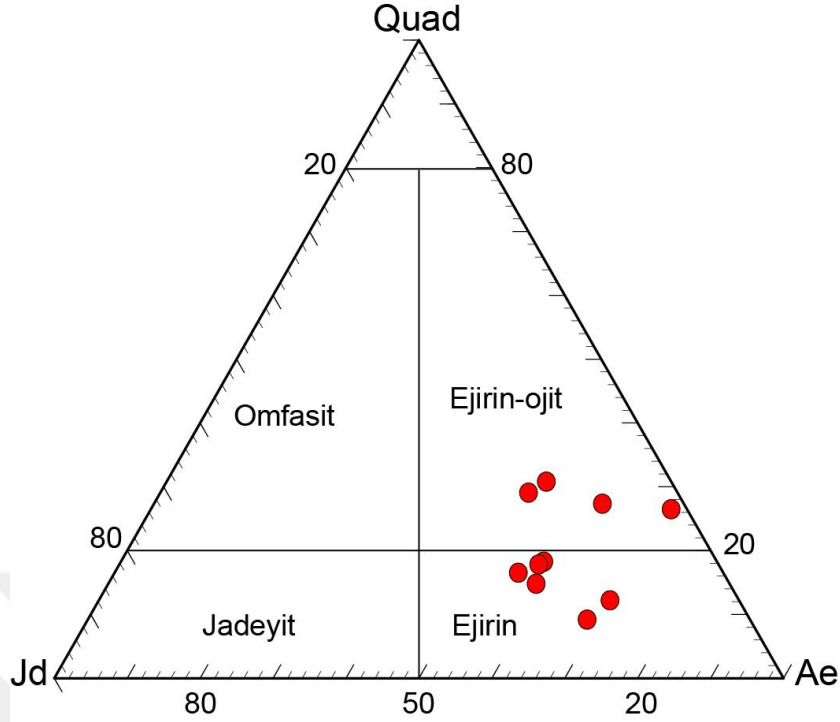
Şekil 4.61. Korumaz ve Hınzır Dağları arasında kalan alandan derlenmiş olan RA-436 numaralı metabazit örneğine ait (a, b) kalsik ve sodik amfibollerin görüntüsü, (c, d) sodik piroksenlerin genel görünümü. Kısaltmalar: Ca-amp, kalsik amfibol; Na-amp, sodik amfibol; Na-px, sodik piroksen

Petrografik incelemeler neticesinde Hınzır ve Korumaz dağı bölgesinde metamorfik yığışım karmaşığındaki meta-plajiyogranitlerin başlıca kuvars, plajiyoklaz, sodik ve kalsik amfibol, sodik piroksen, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana geldik tespit edilmiştir. Bu kayaçların bazılarında deformasyona bağlı olarak gelişmiş

kataklastik dokular ve akışkanların dolaşımını işaret eden mineral dönüşümleri tespit edilmiştir. Örneğin, RA-174 numaralı meta-plajiyogranit örneği sodik ve kalsik amfibol, sodik piroksen, kuvars, plajiyoklaz, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.62a, b). Plajiyoklaz mineralleri genel olarak damarlar şeklinde gözlenmiştir. Kayaç içindeki plajiyoklaz minerallerinden itibaren sodik piroksen gelişimleri tespit edilmiştir. Ayrıca, kayaç içindeki sodik amfiboller ince çubuksu görünüme sahiptirler. Sodik piroksenler genellikle kayacın çatlakları boyunca gelişmiştir (Şekil 4.62c, d). Kayaçtaki kuvars mineralleri kırıklı yapıda olup kataklastik doku sergilemektedir. RA-174 numaralı örnekte yapılan mineral kimyası analizine göre kayaç içinde yer alan sodik piroksenler ejirin ve ejirin-ojit bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.63).



Şekil 4.62. Hınzır Dağ kuzeydoğu bölümünden derlenen RA-174 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin (a ve b) sodik piroksenlerinin polarize ve doğal ışık altındaki görünümü (c ve d) aynı örneğe ait sodik amfibollerin çubuksu görünümü. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Na-px; sodik piroksen

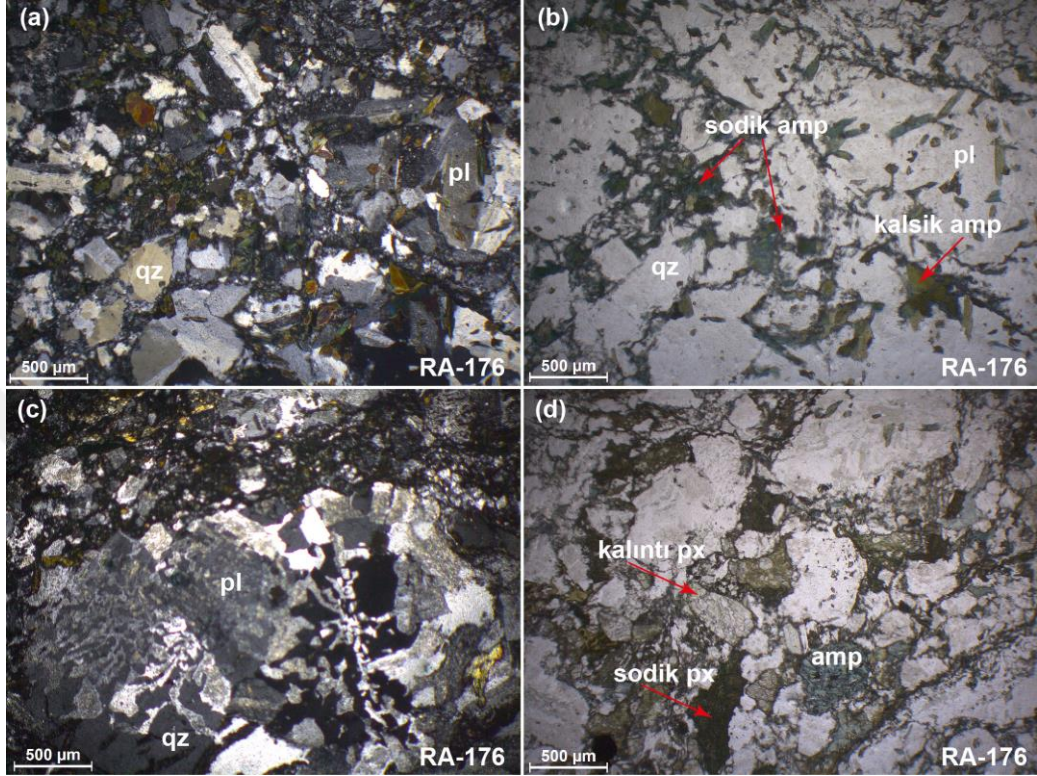


Şekil 4.63. Hınzır Dağ kuzeydoğu bölümünden derlenen RA-174 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait sodik piroksenlerin kimyasal bileşimleri (Morimoto, 1988'e göre)

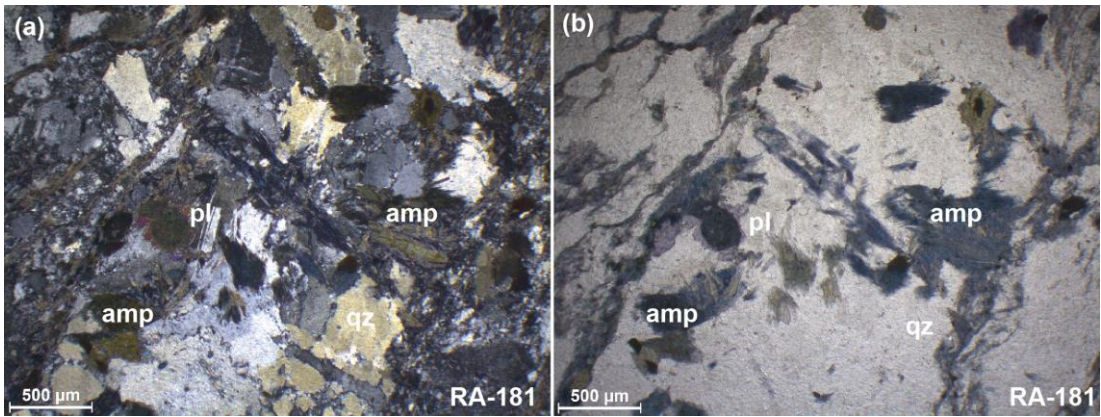
RA-176 numaralı meta-plajiyogranit örneği sodik amfibol, piroksen, kuvars, plajiyoklaz, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.64a-d). Göreceli magmatik taneli dokusunu korumuş olan kayada yer yer breşik bir yapıya da rastlanılmamaktadır (Şekil 4.64a, b). Kuvars ve plajiyoklaz mineralleri arasında gelişmiş grafik dokular da tespit edilmiştir (Şekil 4.64c). Kayadaki kataklastik deformasyona bağlı olarak oluşan plajiyoklaz minerallerindeki mikro fay oluşumları tespit edilmiştir. Sodik amfiboller genel olarak çubuksu görünüme sahiptir. Kayacın bazı bölümlerinde sodik amfibollerin iç kısmında kalsik amfiboller kalıntı olarak tespit edilmiştir. Sodik piroksen gelişimleri diğer meta-plajiyogranit örneklerinde gözlemlendiği gibi daha çok kayacın kırık ve çatlak düzlemleri boyunca gözlenmektedir (Şekil 4.64d). Ayrıca kayada tali oranda kalıntı magmatik piroksen mineralleri de gözlenmiştir (Şekil 4.64d).

RA-181, Hınzır Dağı bölgesi kuzeydoğu bölümündeki metamorfik yığılım karmaşığında derlenen bir diğer meta-plajiyogranit örneğidir. Kayacın kuvars, plajiyoklaz, sodik-amfibol, sfen ve opak minerallerden oluşan mineral topluluğuna sahiptir (Şekil 4.65a, b). Aksesuar olarak zirkon ve apatit mineralleri mevcuttur. RA-181 numaralı örneğe ait mineral kimyası değerlendirmelerimizde sodik amfibollerin

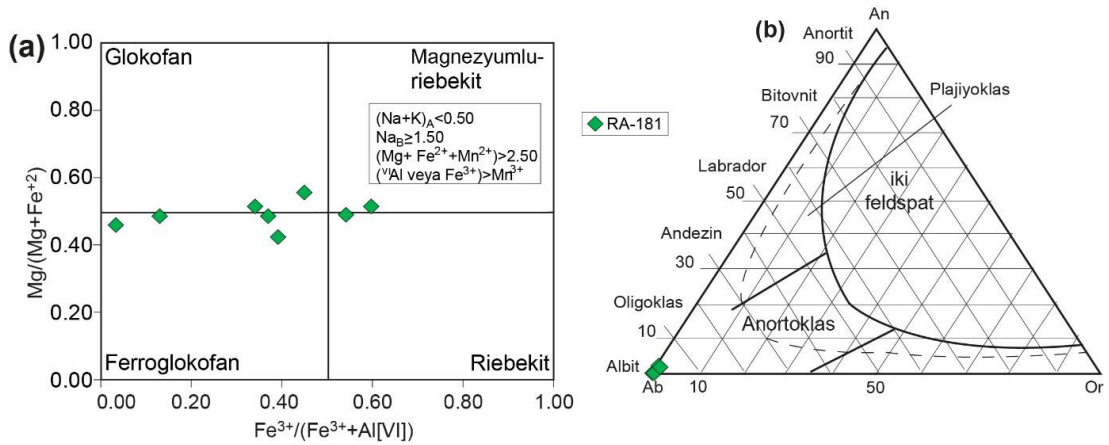
glokofan, ferroglokofan ve magnezyumlu riebekit bileşiminde oldukları saptanmıştır (Şekil 4.66a). Aynı kayaç örneğine ait plajiyoklaz mineralleri ise albit ($Ab_{97.5-99.8}$) bileşimindedir (Şekil 4.66b).



Şekil 4.64. Göreceli olarak taneli magmatik dokusunu korumuş olan RA-176 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait mineral topluluğunun (a) polarize (b) ve doğal ışık altındaki görünümü. (c) Aynı örnekte gözlenen grafik dokunun polarize ışık altındaki görünümü. (d) Kalıntı piroksen ve çatlaklar boyunca gözlenen sodik piroksenlerin doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: amp, amfibol; qz, kuvars; pl, plajiyoklaz; px, piroksen



Şekil 4.65. Hınzır Dağı kuzeybatı bölümünden derlenen RA-181 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars.

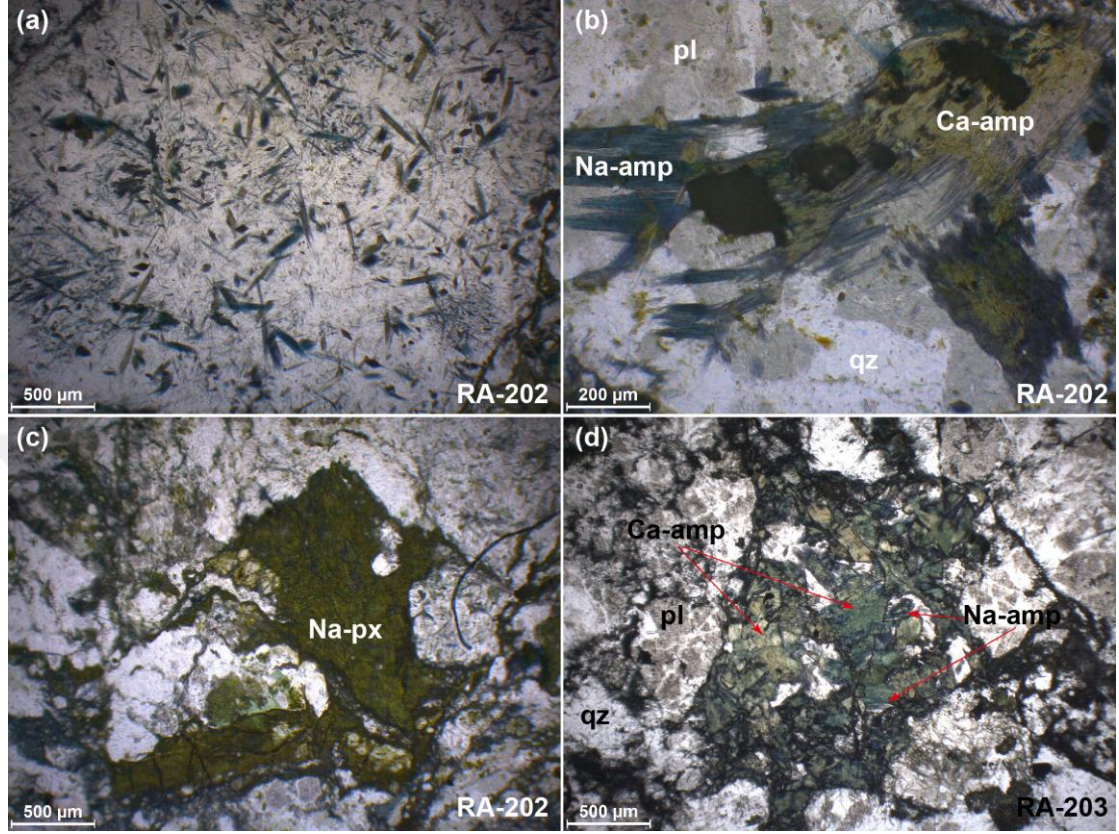


Şekil 4.66. RA-181 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin; (a) amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre). (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri

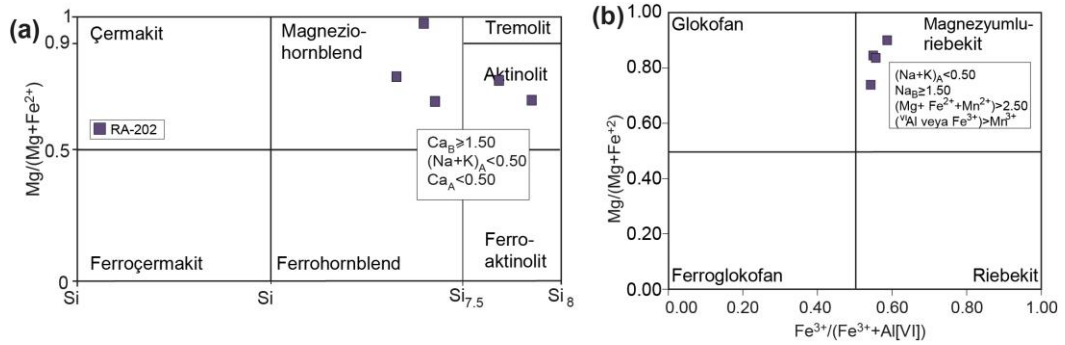
Korumaz Dağ bölgesinde yer alan meta-plajiyogranitler de Hınzır dağ bölgesindekilere benzer mineralojik ve dokusal özellikler sergilemektedir. Örneğin, Korumaz dağının güneydoğusundaki Yenisüksün köyü civarında yüzeyleyen metamorfik yığılım karmaşığı içerisindeki meta-plajiyogranitler kuvars, sodik amfibol, sodik-kalsik, kalsik amfibol, sodik piroksen, plajiyoklaz, klorit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.67a-d). Sodik amfiboller genel olarak çubuksu bir görünüm sunmaktadırlar (Şekil 4.67a, b). Amfibollerin tane boyları değişkenlik göstermekte olup çapları 0.5 mm'ye kadar ulaşmaktadır. İri taneli amfibollerin çeperlerinden itibaren sodik amfibol gelişimleri belirgin olarak gözlenebilmektedir (4.67b, d). Yeşil renkli pleokroizma sunan sodik piroksenler kayacın içerisinde iri yığınlar halinde gözlenmektedir (Şekil 4.67c). Ayrıca, kalıntı piroksenler de tespit edilmiştir. Kalıntı piroksenlerin çeperlerinden itibaren de sodik amfibol gelişimleri gözlenmektedir. Plajiyoklaz mineralleri nispeten tazeliğini korumuş olup yer yer serisitleşmeler mevcuttur. RA-203 numaralı meta-plajiyogranit örneğinde ise plajiyoklazlardan itibaren ikincil kalsit gelişimleri gözlenmiştir.

Söz konusu kayalar içerisinde derlenen RA-202 numaralı meta-plajiyogranit örneği mineral kimyası analizleri için seçilmiştir. Bu örneğe ait amfibol mineralleri kalsik ve sodik amfibollerden meydana gelen iki farklı bileşim sergilemektedir. Kalsik amfibollerin X_{Mg} değerleri (0.70-1.00) sodik amfibollerin X_{Mg} değerlerine (0.54-0.59) kıyasla daha yüksektir. Kayaçtaki kalsik amfiboller magnezimumca

zengin-hornblend ve aktinolit bileşimi sunmakta iken, sodik amfiboller magnezyumlu riebekit bileşimini yansıtmaktadırlar (Şekil 4.68a, b

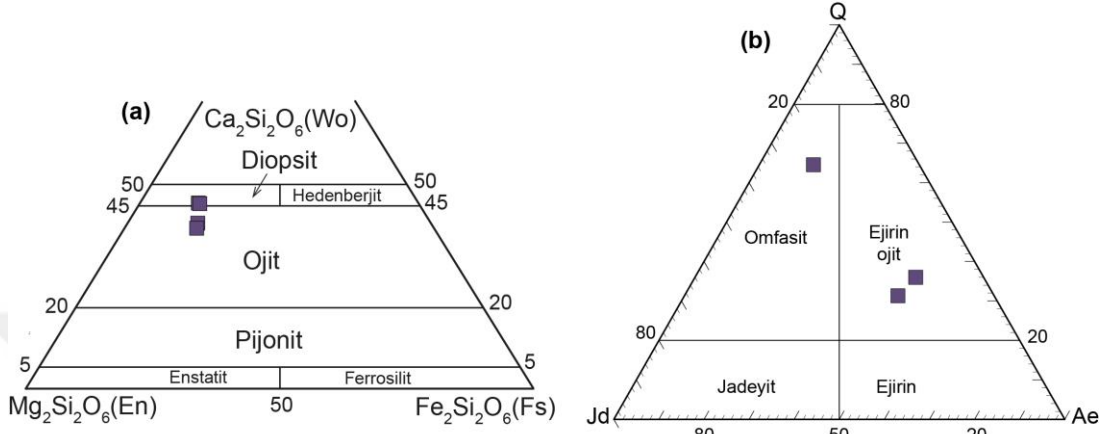


Şekil 4.67. Korumaz dağ bölgesinden derlenen (a-c) RA-202 ve (d) RA-203 numaralı meta-plajiyogranit örneklerinin doğal ışık altındaki görüntüleri. (a) İğnemsiz ve çubuksu şekillerdeki amfibollerin görünümü. (c, d) İri taneli kalsik ve sodik amfibollerin görünümü. (c) Yeşil pleokroizmalı sodik piroksen mineralinin görüntüsü
Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Ca-amp, kalsik amfibol; Na-px, sodik piroksen; pl, plajiyoklaz; qz, kuvars



Şekil 4.68. (a, b) RA-202 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait amfibol minerallerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)

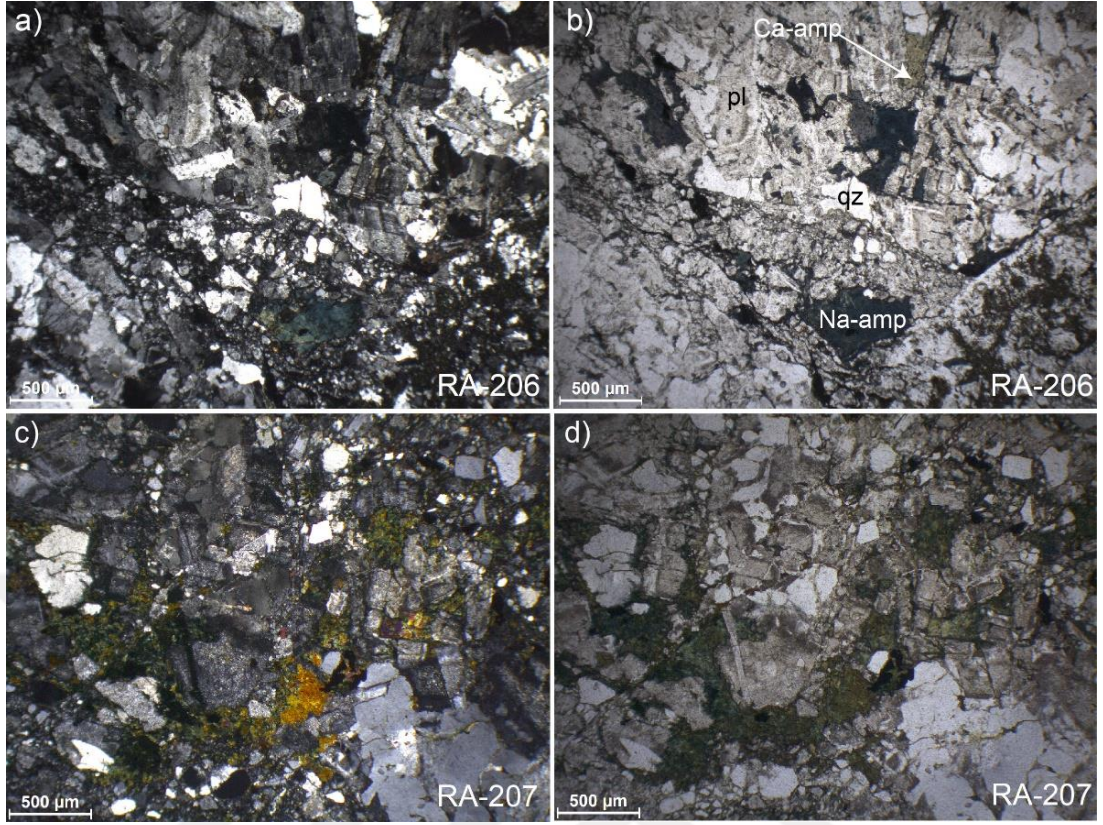
Kayaç içerisinde yer alan plajiyoklaz mineralleri de albit ($Ab_{99.65-99.86}$) bileşimi sunmaktadır. Aynı örneğe ait klinopiroksen mineralleri ise diyopsit ve ojit bileşimindedir (Şekil 4.69a). Kayaçtaki sodik piroksenler ise ejirin-ojit ve omfasit bileşimine (Şekil 4.69b) sahip olup X_{Jd} değerleri 0.15 – 0.29 arasında değişmektedir.



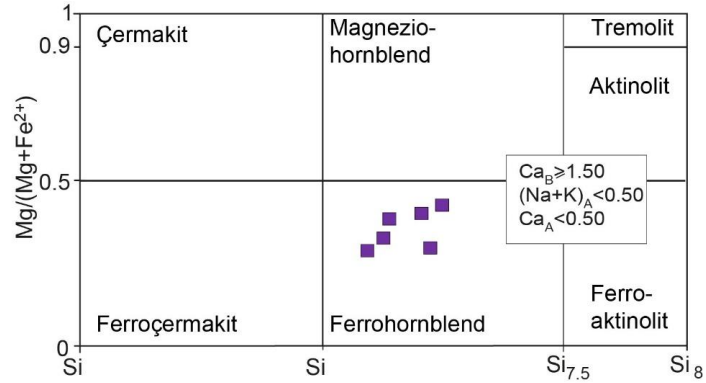
Şekil 4.69. (a, b) RA-202 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait piroksen minerallerinin kimyasal bileşimleri (Morimoto, 1988'e göre)

Yenisüksün köyü güneyindeki meta-plajiyogranitler diğer alanlardakilere benzer olarak kuvars, plajiyoklaz, sodik amfibol, kalsik amfibol, sodik piroksen, sfen, epidot, klorit ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.70a-d). Kayaçlar magmatik dokusunu korumuş olup blasto-granüler doku sunmaktadır. Sodik piroksenler pleokroik olup yeşil renkleriyle ayırt edilmektedir (Şekil 4.70c, d). Kayaçların çatlaklarında kuvars mineralleriyle birlikte gözlenen sodik piroksen mineralleri ışınal yapıya sahiptirler. Kayaçlar diğer meta-plajiyogranit örneklerine benzer şekilde breşik bir doku sergilemektedir (Şekil 4.70a-d). Kuvars ve plajiyoklaz mineralleri arasında grafik doku gelişimleri gözlenmektedir. RA-207 numaralı numunenin mineral kimyası sonucunda kayaçtaki amfibol minerallerinin ferro-hornblend bileşiminde oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.71). Plajiyoklazlar ise albit bileşimiyle temsil edilmektedir.

Hınzır dağı'nın Yılanlı yayla mevkiinde başkalaşımdan etkilenmiş ve yapraklanma sunan lisvenit türü kayaçlar yaygın olarak gözlenmektedir. Bu alandaki lisvenitlerin başlıca kalsit, kuvars, plajiyoklaz, mika, klorit ve opak minerallerden meydana geldikleri tespit edilmiştir.



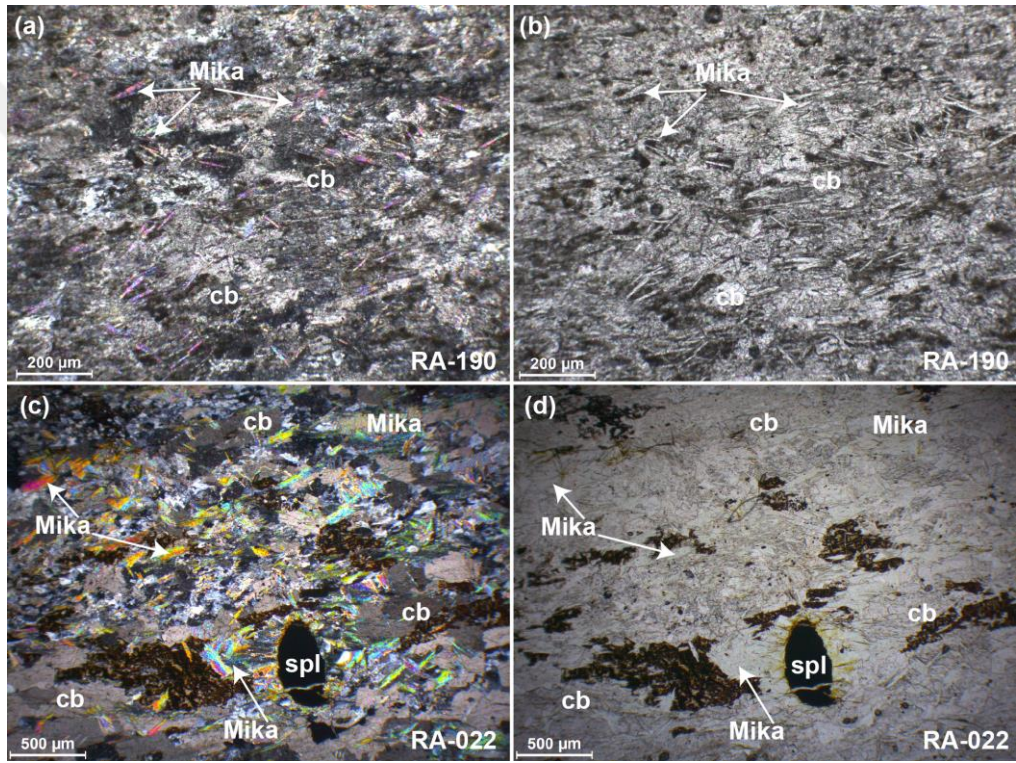
Şekil 4.70. Korumaz Dağı doğusundan derlenen RA-206 ve RA-207 numaralı meta-plajiyogranit örneklerinin polarize ve doğal ışık altındaki görüntüleri. Kısaltmalar: Na-amp, sodik amfibol; Ca-amp, kalsik amfibol; qz, kuvars



Şekil 4.71. RA-207 numaralı meta-plajiyogranit örneğine ait amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ., 1997'e göre)

Baskın olarak karbonat minerallerinden oluşan lisvenitlerde kalıntı kırmızı renkli spinel minerallerinin varlığı, bu kayaların kökensel olarak ultramafik kayalardan türediklerini desteklemektedir. Örneğin, sarı renkli arazi görünümüne sahip RA-190 numaralı lisvenit örneği, ince taneli (< 0.2 mm) kalsit, kuvars, mika, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.72a, b). RA-022 numaralı lisvenit

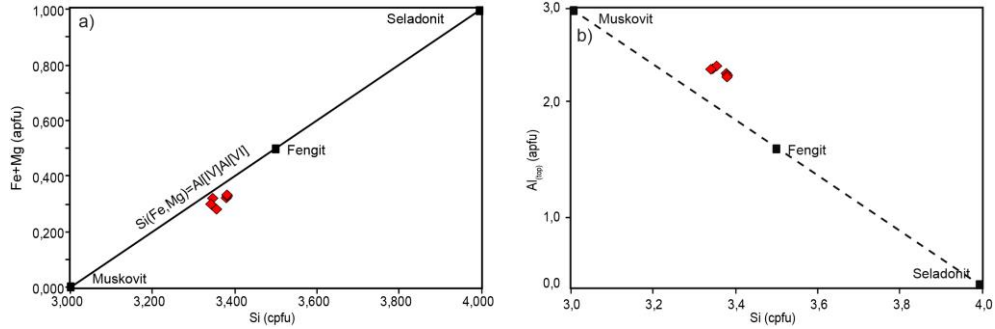
örneği yeşil renkli mika mineralleri nedeniyle arazide açık yeşil renkli görünümüne sahiptir. RA-190 numaralı numuneye kıyasla daha iri taneli minerallerden oluşan RA-022 numaralı Lisvenit örneği kalsit, plajiyoklaz kuvars, mika, klorit ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.72c, d). Her iki kayaçta yer alan mika mineralleri kalsitlerle birlikte foliasyonla uyumluluk sergilemektedir. Genel olarak kalsit mineralleriyle beraber gözlenen demir kusmaları özellikle RA-022 numaralı örnekte yaygınca gözlenmektedir (Şekil 4.72a, b). Ayrıca, RA-190 numaralı örnekte kalsit mineralleri kayaçtaki yönlenmeyi kesen ikincil damarlar şeklinde de yer almaktadır.



Şekil 4.72. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey tarafındaki Yılanlı yayla civarından derlenen RA-022 ve RA-190 numaralı lisvenit örneklerinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görünüşleri

RA-022 numaralı numunenin mineral kimyası analizlerine göre mika minerallerinin formül başına Si değerleri 3.34 ila 3.37 arasında değişmekte olup fengitik bileşim sunmaktadır (Şekil 4.73a, b). Bununla birlikte mika mineralleri göreceli olarak yüksek Cr_2O_3 (% ağı. 0.1 – 1.1) içeriklerine sahiptir. Kayaç içerisindeki karbonat mineralleri ise kalsit ve dolomitlerle temsil edilmektedir. Dolomit minerallerinin $FeO_{(toplam)}$ içerikleri % ağı. 6.2 – 4.17, MgO içerikleri % ağı. 19.2 - 20.8 ve CaO içerikleri ise % ağı. 29.9 - 30.3 arasında değişmektedir. Kalsit minerallerinin CaO

içerikleri % ağı. 57.4 - 56.9 arasında değişmektedir. Kayaçtaki spinel mineralleri yüksek Cr₂O₃ (% ağı. 56.9 – 57.1) içeriklerine sahip olup Cr# ve Mg# değerleri sırasıyla 72.4 – 72.8 ve 47.6 – 48.4 arasında değişmektedir.



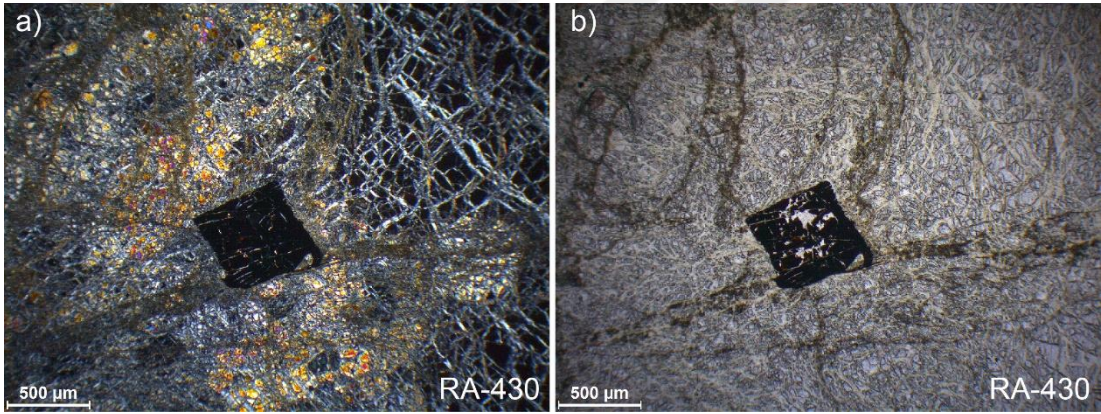
Şekil 4.73. Hınzır Dağ bölgesinin kuzey tarafındaki Yılanlı yayla civarından derlenen RA-022 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin (a) formül başına Si değerlerine karşı Fe+Mg değerlerinin kıyaslandığı diyagram, (b) Si değerlerine karşı Al_{top} değerlerinin kıyaslanması

4.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağ Çevresi

Pınarbaşı kuzeybatısındaki ve güneyindeki Soğanlı Dağı civarındaki alanlarda ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Bu alanlarda yer alan ofiyolit manto ve kabuk bölümüne ait kayaçlar ile ofiyolit ilişkili metamorfik kayaçlar mineralojik ve petrografik özellikler açısından incelenmiş ve söz konusu kayaçlara dair gözlemler aşağıda sunulmuştur.

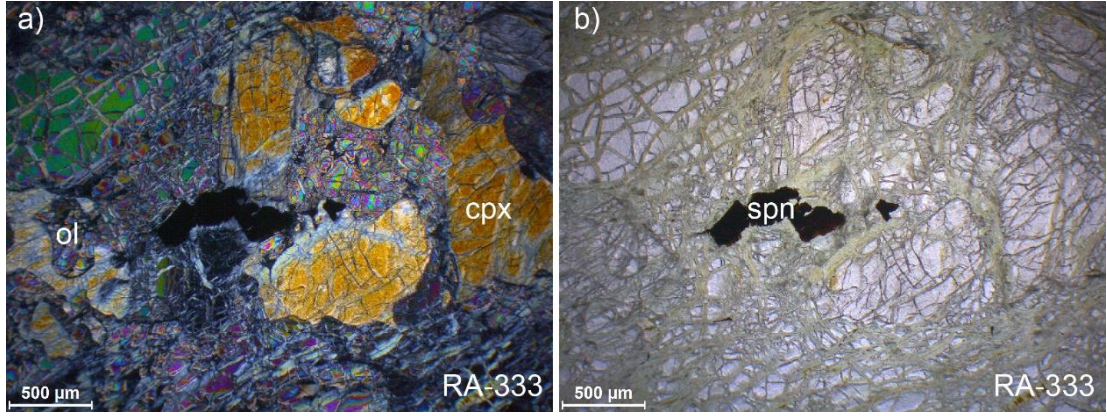
Pınarbaşı ve kuzeyinde yer alan ofiyolitik kayaçların manto tektonitlerine ait peridotitler farklı oranlarda serpantinleşme oranlarına sahip dünit ve harzburjitleten meydana gelmektedir. Söz konusu peridotitlerden yapılan petrografik incelemeler sonucunda, bu kayaçların olivin, + ortopiroksen, + krom-spinel, ± klinopiroksen ve opak minerallerden meydana geldikleri belirlenmiştir. Bahsi geçen minerallerin yanı sıra serpantin mineralleri de kayaçların serpantinleşme oranlarına paralel olarak kayaçlar içerisinde bulunmaktadır. Dünitlerdeki yarı özşekilli ve özşekilsiz krom-spineller genellikle koyu kırmızı ve siyah renklerde görülmektedir. Dünitlerde krom-spineller bol miktarda bulunmakta olup, bazılarında olivin kapanımları da tespit edilmiştir. Ayrıca, dünitler de serpantinleşmeye bağlı olarak gelişmiş elek dokusu yapıları gözlenmektedir. Bu elek dokuları saha gözlemlerinde de tespit edilmiştir. Bununla beraber olivinlerden itibaren klorit ve manyetit gelişimleri de kayaçlar içerisinde gözlenmiştir. Harzburjitle yaygın olarak taneli ve elek dokusu

sergilemektedirler. Harzburjitlerde yer alan piroksen minerallerinde eksolüsyon lamelleri tespit edilmiştir. İncelenen harzburjit örneklerindeki klinopiroksen mineralleri modal olarak %2 civarındadır. Harzburjitlerdeki spinel minerallerinin modal bolluğu ise ortalama %3 olarak tespit edilmiştir. Örneğin, Pınarbaşı civarındaki alanlardan derlenmiş olan RA-430 numaralı dünit örneği olivin ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.74a, b). Spinel minerallerinin modal bolluğu %1 civarındadır. Diğer kayalara kıyasla serpantinleşme derecesi göreceli olarak daha fazla olup, yaklaşık %60-70 civarındadır. Ayrıca, spinel minerallerinin bazıları yarı öz şekilli olarak görülmekte olup olivin kapanımları saptanmıştır. Deformasyon süreçlerinden etkilenmiş olan RA-430 numaralı dünit örneğindeki olivinler, diğer örneklerden farklı olarak oldukça ince taneli (< 0.1 mm) bir yapıya sahiptirler (Şekil 4.74a, b).

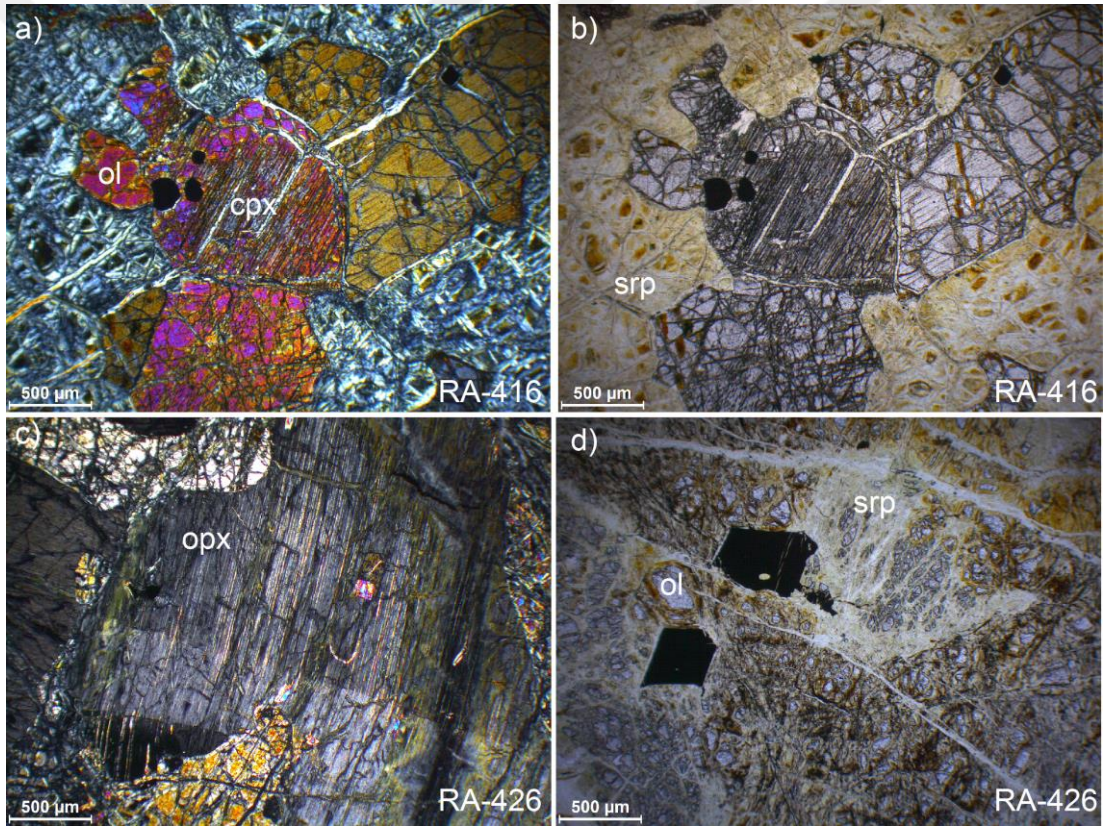


Şekil 4.74. Pınarbaşı civarından derlenen RA-430 numaralı dünit numunesi ve içerisinde özşekilli olarak gözlenen spinelin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü

Ofiyolit kütlelerine ait peridotitlere bir başka örnek Pınarbaşı kuzeybatısındaki alandan derlenen RA-333 numaralı harzburjit örneği verilebilir. RA-333 numaralı harzburjit örneği de yukarıda anlatılan petrografik özelliklere benzer şekilde ortopiroksen, klinopiroksen, olivin ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.75a, b). Piroksenlerde olivin kapanımları tespit edilmiştir. Kayaçtaki serpantinleşme yaklaşık göreceli olarak fazla olup bu oran yaklaşık %50 civarındadır. Spineller genellikle koyu kırmızı renklere görülmektedir (Şekil 4.75b). Kayaç içindeki olivinlerden itibaren bozuşma süreçlerine bağlı olarak ikincil olarak gelişen klorit mineralleri yaygınca görülebilmektedir.



Şekil 4.75. Melikgazi civarından derlenen RA-333 numaralı harzburgit örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü. Kısaltmalar: ol, olivin; cpx, klinopyroksen; spn, spinel.



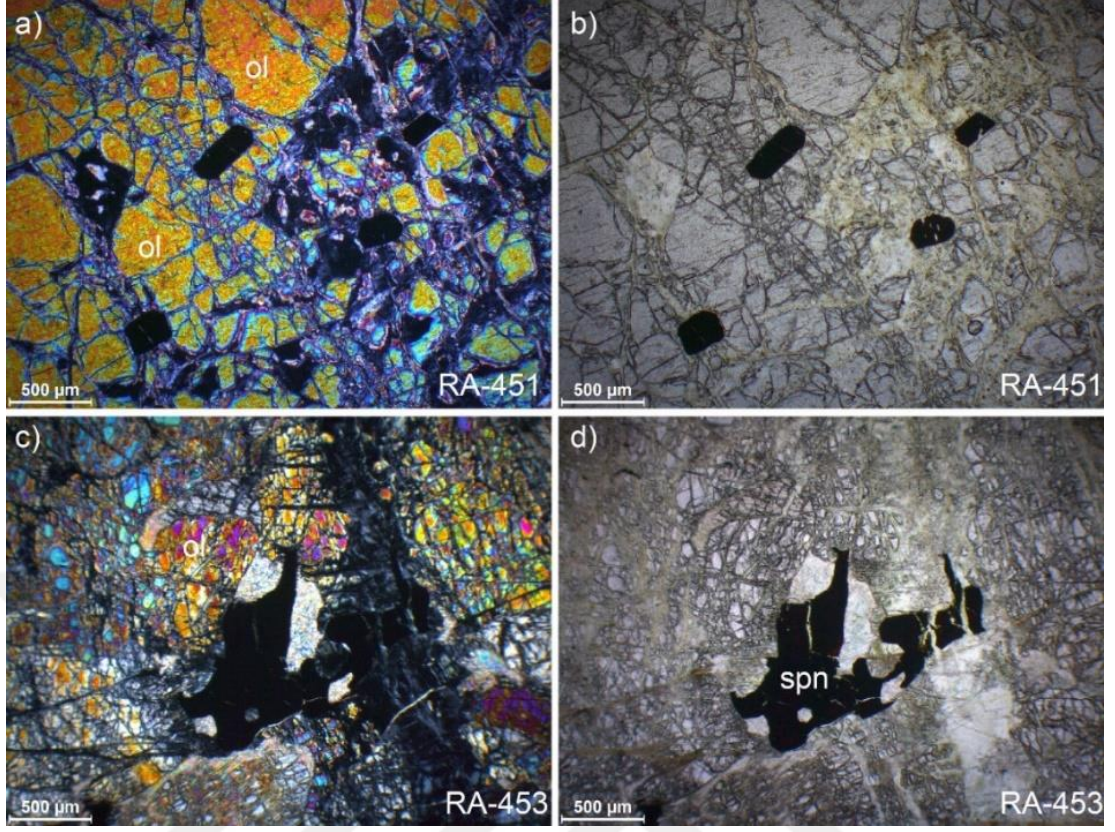
Şekil 4.76. RA-416 ve RA-426 numaralı harzburgit örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: cpx, klinopyroksen; ol, olivin; srp, serpantin

Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağı çevresinde yığışım karmaşıklarından ziyade ağırlıklı olarak ultramafik kayalarla temsil edilen masif ofiyolit kütleleri de geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Örneğin Artmak köyü civarından derlenen RA-416 numaralı serpantinize peridotit örneği, bu alanda yer alan ofiyolitleri temsil etmesi

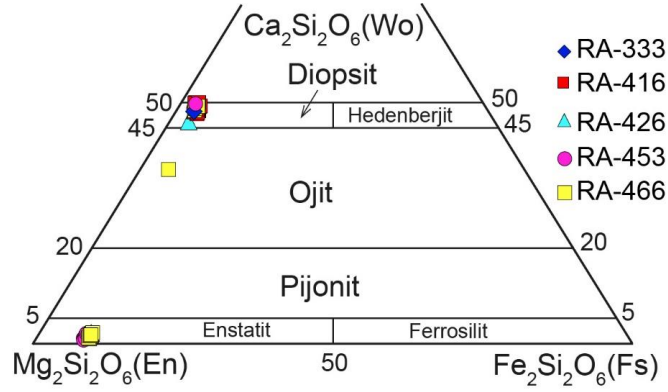
amacıyla alınmıştır (Şekil 4.76a, b). Kayaç, klinopiroksen, ortopiroksen, olivin ve spinel minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.76a, b). Kayaç serpantinleşmiş olup, bu oran yaklaşık %60 civarındadır (Şekil 4.76b). Kayaçtaki klinopiroksenlerin içerisinde spinel ve olivin kapanımları tespit edilmiştir. Ayrıca, spinel mineralleri içerisinde olivin kapanımları tespit edilmiştir. RA-426 numaralı harzburjit örneği ortopiroksen, klinopiroksen, olivin ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir. Kayaçtaki serpantinleşme oranı yaklaşık %50 civarındadır. Ortopiroksen minerallerinde olivin kapanımları görülmektedir (Şekil 4.76c). Spineller içerisinde de ortopiroksen minerallerinde olduğu gibi olivin kapanımları tespit edilmiştir (Şekil 4.76d). Ortopiroksen minerallerinde deformasyon süreçlerine işaret eden dalgalı sönmeler tespit edilmiştir. Spineller koyu kırmızı renklerde olup, kısmen öz şeklini korumuş olanlar gözlenmiş olsa da büyük oranda özşekillerini kaybetmişlerdir (Şekil 4.76d).

Pınarbaşı güneyinde yer alan alanlardan biri olan Dadaloğlu köyü güneyindeki ofiyolit dilimi içerisinde derlenen RA-451 numaralı dünit örneği bu alandaki en taze örneklerden biridir (Şekil 4.77a, b). Kayaçtaki serpantinleşme oranı %10'u geçmemektedir. Söz konusu kayaç, olivin ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.77a, b). Kayaçtaki spinel mineralleri çoğunlukla öz şekilsiz olup, spinel minerallerinde olivin kapanımları görülmektedir. Aynı alandan derlenen RA-453 numaralı harzburjit örneği, ortopiroksen, olivin ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.77c, d). Spinel mineralleri bu alandaki diğer örneklerle benzer şekilde olivin kapanımları içermektedir (Şekil 4.77c, d). Kayaçtaki serpantinleşme %40 civarındadır. Ortopiroksen minerallerinde olivin kapanımları yaygınca gözlenmiştir (Şekil 4.77c). İkincil olarak gelişmiş talk mineralleri görülmüş olup, minerallerde deformasyona işaret eden dalgalı sönmeler tespit edilmiştir.

Yukarıda petrografik özellikleri anlatılan serpantinize peridotit örneklerine ait mineral kimyası analiz sonuçları ve bu sonuçlar doğrultusunda ofiyolitik kayaçların oluşum ortamlarına dair çıkarımlar aşağıda sunulmuştur. Bu kayaçlara ait klinopiroksen, ortopiroksen, olivin ve spinel mineralleri analiz edilmiştir. Serpantinize peridotitlerdeki olivin minerallerinin forsterit içerikleri 90.30-91.46 arasında değişiklik göstermektedir. Pınarbaşı civarındaki serpantinize peridotitlere ait klinopiroksen mineralleri diyopsit bileşimiyle temsil edilmektedir $En_{47.23-59.25}-Wo_{35.94-49.84}-Fs_{2.14-4.67}$ (Şekil 4.78).



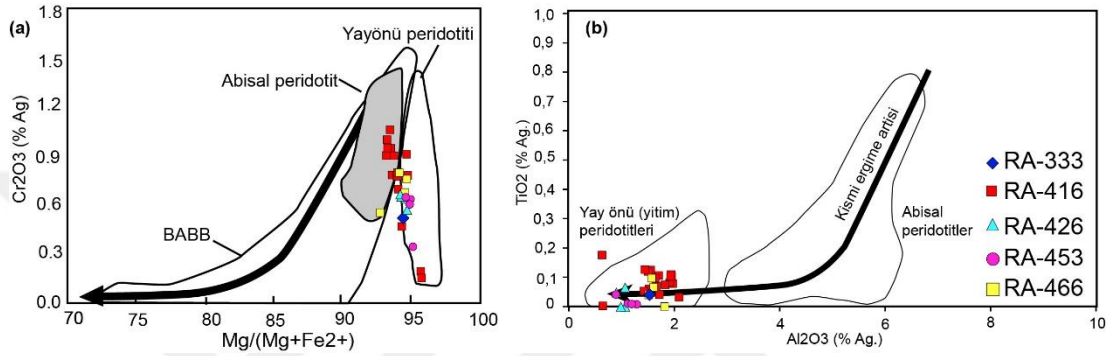
Şekil 4.77. Pınarbaşı civarından derlenen RA-451 numaralı dünit örneği ve RA-453 numaralı harzburgit örneğinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: ol, olivin; spn, spinel



Şekil 4.78. Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri

Ayrıca, RA-466 numaralı örnekte ojit bileşiminde klinopiroksen mineralleri de tespit edilmiştir (Şekil 4.78). Aynı kayalara ait ortopiroksen mineralleri ise ağırlıklı olarak enstatit (En_{89.17-91.12}-Wo_{0.52-2.07}-Fs_{7.95-9.09}) bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.78). Mg sayısı (Mg#) değerleri 93.18 ila 95.68 aralığında değişim gösteren

klinopiroksenlerin, Cr_2O_3 içerikleri % 0.15-1.06, Al_2O_3 içerikleri ise % 0.06-2.10 arasında değişen değerlere sahiptirler. Klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile Cr_2O_3 içeriklerinin kıyaslandığında Pınarbaşı ve civarındaki serpantinize peridotitlerin yay önu peridotitlerine benzer bir bileşime sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.79a). Aynı şekilde, TiO_2 ve Al_2O_3 içeriklerinin kıyaslandığı diyagramda, klinopiroksenlerin düşük Al_2O_3 içerikleriyle abisal peridotitlerden farklılık sunduğu ve yay önu peridotitleri alanında yer aldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.79b).

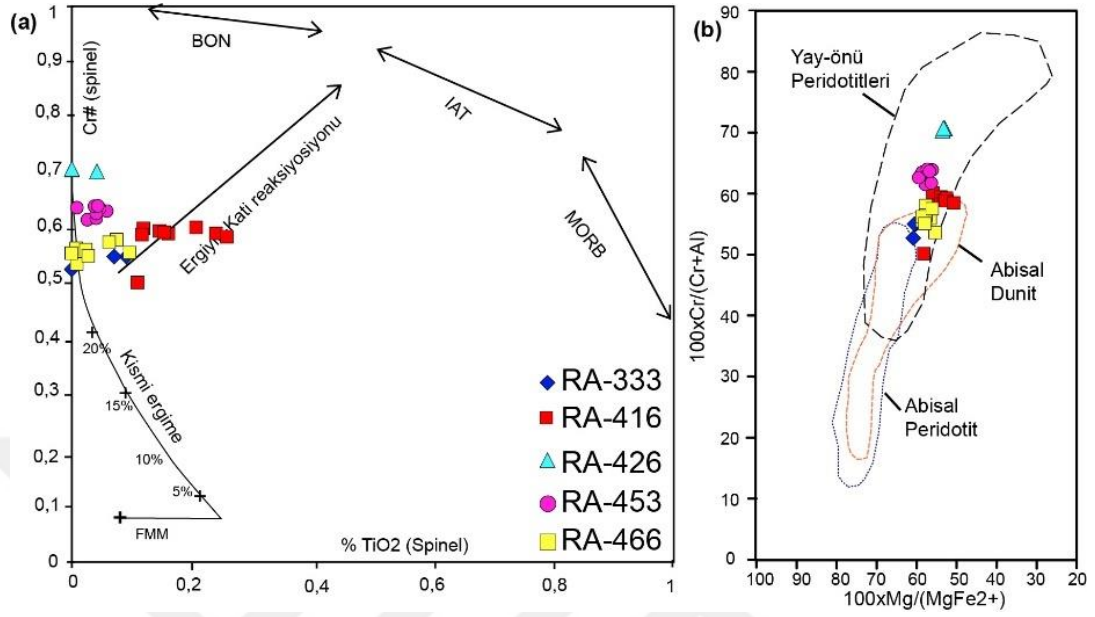


Şekil 4.79. (a) Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait klinopiroksenlerin Cr_2O_3 içeriklerinin Mg# değerleri ile karşılaştırılması. Abisal peridotit alanı; Johnson ve diğ. (1990), yay-önü peridotitleri alanı; Ishii ve diğ. (1994) ve yay gerisi havza bazaltları alanı; Hawkins ve Allan (1994). (b) Klinopiroksenlerin, TiO_2 ve Al_2O_3 içeriklerinin karşılaştırılması. Abisal ve yay önu peridotitlerinin değişim aralığı sırasıyla Hebert ve diğ. (1990) ve Ishii ve diğ. (1994)'den alınmıştır

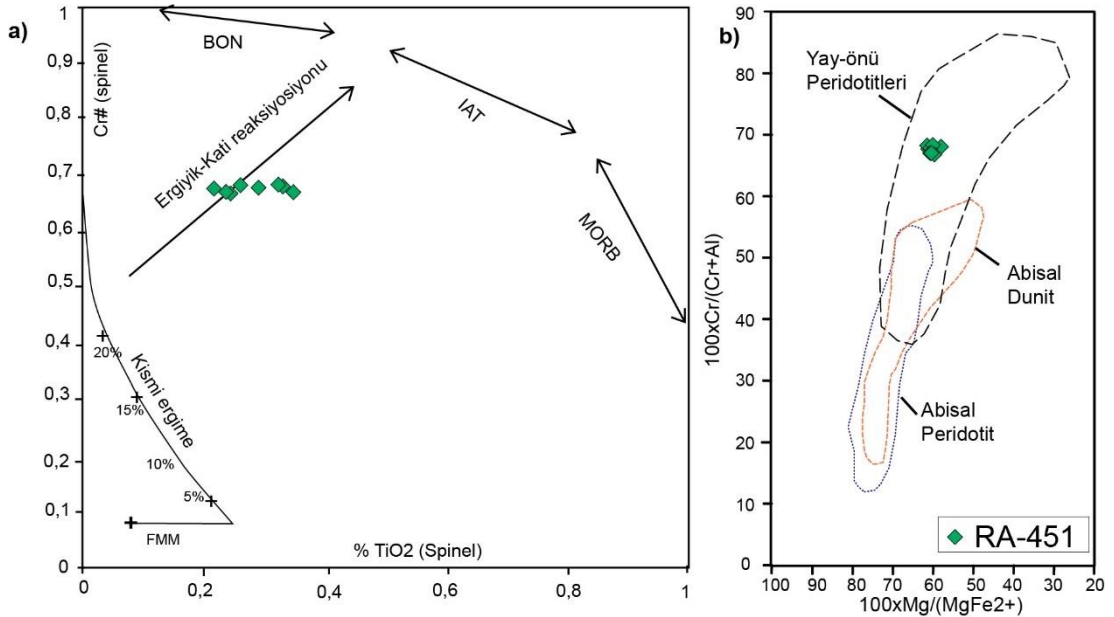
Spinellerin Cr sayısı (Cr#) değerleri 50.24-70.76 arasında değişen değerlere sahip iken Mg# değerleri 50.58-60.78 arasında değişen değerlere sahiptir. Spinellerin TiO_2 içeriklerine karşın Cr# değerlerinin kıyaslandığı diyagramda ise, serpantinize peridotitlerin fertil MORB mantosu bileşimine göre %20 üzerinde bir kısmı ergime neticesinde oluşmuş manto peridotitleriyle benzerlik sunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.80a). Spinellerin Mg# değerlerindeki değişime karşı Cr# değerlerindeki değişiminin kıyaslandığı diyagramda, serpantinize peridotitlerin yitimle ilişkili yay önu peridotitleri alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.80b).

Dadaloğlu köyünden derlenen RA-451 numaralı dünit örneği üzerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Bu örneğe ait olivin ve spinel mineralleri analiz edilmiştir. RA-451 numaraya ait olivin minerallerinin forsterit içerikleri 92.37-92.60 arasında değişiklik sunmaktadır. Aynı örneğe ait

spinel minerallerinin Cr sayısı (Cr#) değerleri 66-89-68.44 arasında değişen değerlere sahip iken Mg# değerleri 57.87-61.33 arasında değişen değerlere sahiptir.



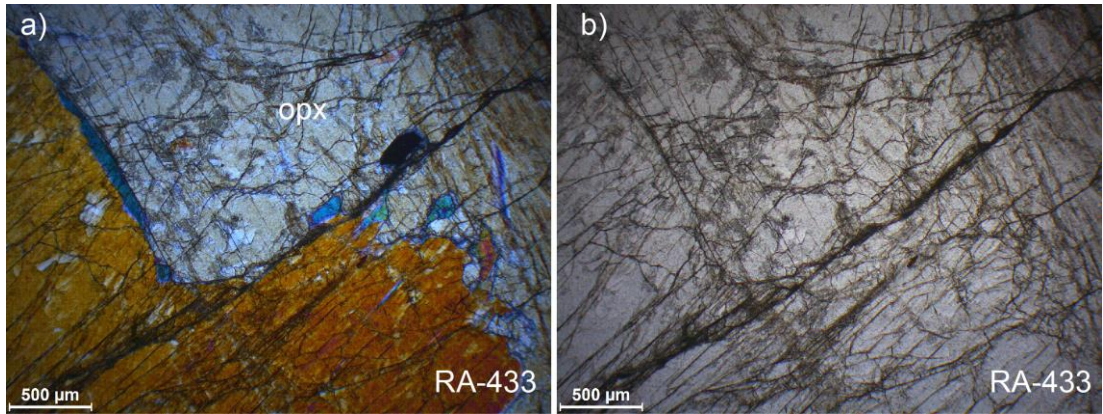
Şekil 4.80. (a) Pınarbaşı ve çevresinden derlenen serpantinize peridotit örneklerine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (Dick ve Bullen, 1984'a göre). (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO₂ içeriklerinin kıyaslanması (Pearce, 2000'e göre). Kısaltmalar: FMM; Fertil MORB Mantosu



Şekil 4.81. (a) RA-451 numaralı dunit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (Dick ve Bullen, 1984'a göre). (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO₂ içeriklerinin kıyaslanması (Pearce, 2000'e göre). Kısaltmalar: FMM; Fertil MORB Mantosu

Spinellerin TiO_2 içeriklerine karşın $Cr\#$ değerlerinin kıyaslandığı diyagramda ise, dünit örneğinin fertil MORB mantosu bileşimine göre %20 üzerinde bir kısmi ergime neticesinde oluşmuş manto peridotitleriyle benzerlik sunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.81a). Bununla birlikte manto kayacının yitim zonu üstü koşullarında oluşan ergiyikler tarafından modifiye edildiği görülmektedir (Şekil 4.81a). Spinellerin $Mg\#$ değerlerindeki değişime karşın $Cr\#$ değerlerindeki değişiminin kıyaslandığı diyagramda ise dünit kayacının benzer şekilde yitimle ilişkili yay önü peridotitleri alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.81b).

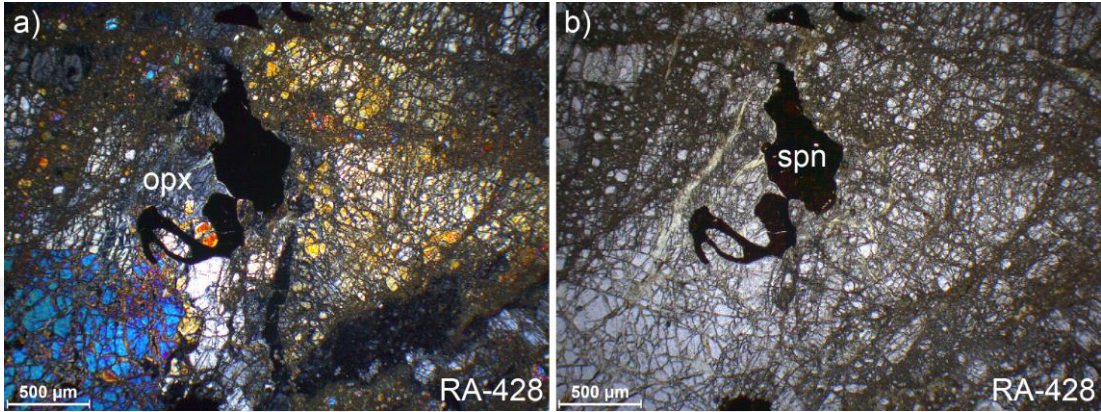
Pınarbaşı ve çevresinde ultramafik kayaları kesen piroksenit dayklarından derlenmiş olan RA-433 numaralı örnek ortopiroksenit olarak tanımlanmıştır. Oldukça kaba taneli olan kayaç klinopiroksen, ortopiroksen ve spinel minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.82a, b). Klinopiroksenler ağırlıklı olarak iri ortopiroksenlerin aralarında gözlenmektedir. Ortopiroksen minerallerinin boyutları 2 mm'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 4.82a). Kayaçta tespit edilmiş olan kink bantlaşması yapıları ve dalgalı sönme bu kayacın deformasyona uğradığının en önemli göstergesidir. Kayaç adkümülat dokusu sergilemektedir (Şekil 4.82a, b). Ayrıca ikincil olarak meydana gelmiş olan talk oluşumları ve kloritleşmeler tespit edilmiştir.



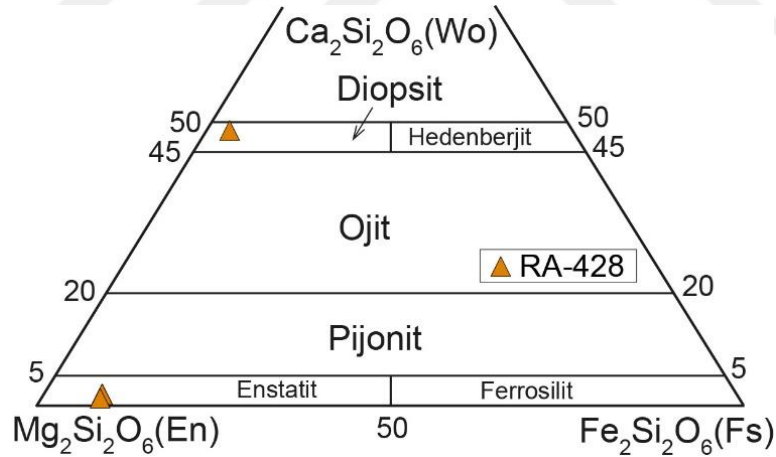
Şekil 4.82. Pınarbaşı güneybatısındaki piroksenit dilimi içerisinde RA-433 numaralı ortopiroksenit örneklerinin (a) polarize ve (b) doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: opx, ortopiroksen

Pınarbaşı civarındaki piroksenit dilimi içerisinde derlenen bir başka örnek olan RA-428 numaralı piroksenit örneğinin petrografik inceleme sonucunda ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinden meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.83a, b). Kayaçtaki serpantinleşme diğer örneklerle kıyasla göreceli olarak daha fazla olup yaklaşık %30 civarındadır. Piroksen minerallerinde diğer piroksenitlere benzer

şekilde deformasyona işaret eden dalgalı sönmeler tespit edilmiştir. Ayrıca, kayacın deformasyonuna bir başka delil olarak kataklastik yapılarda gösterilebilir (Şekil 4.83a, b). Spinel minerallerinin bazılarında ortopiroksen kapanımları yer almaktadır. Spineller solucan şeklindeki (vermiküler) kristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 4.83b). Opak mineraller modal bolluk açısından fazlalık göstermektedir.



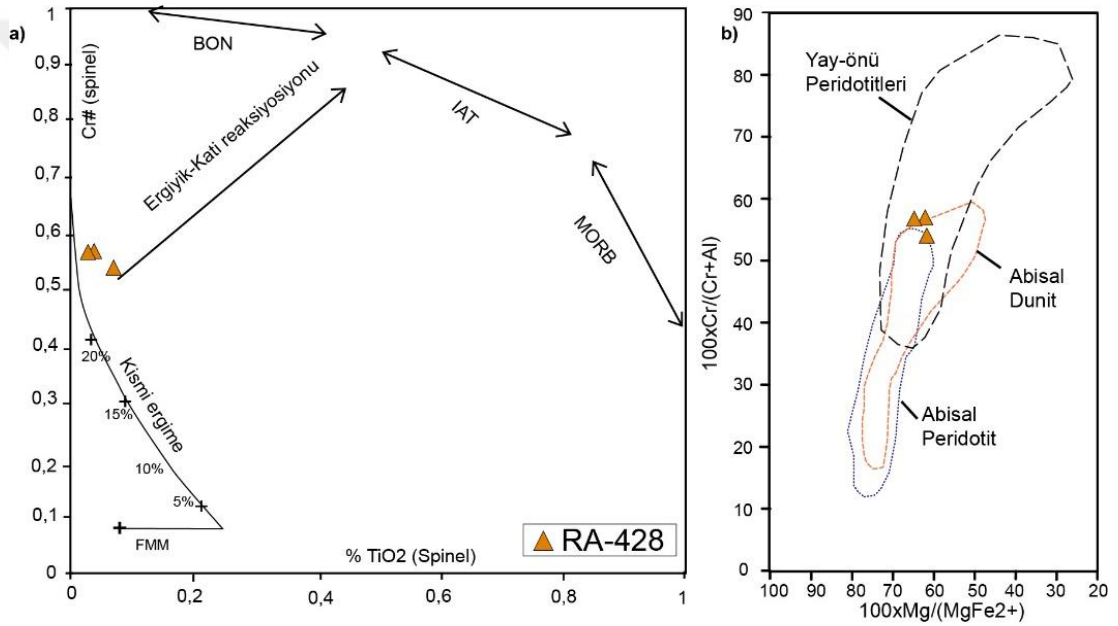
Şekil 4.83. Pınarbaşı civarından ve Bahçelik barajı civarından derlenen RA-428 ve RA-108 numaralı piroksenit örneklerinin polarize (a ve c) ve doğal ışık (b ve d) görüntüleri ve klinopiroksen minerallerinde yoğun olarak gözlenen kapanımlar. Kısaltmalar: opx, ortopiroksen; cpx, klinopiroksen; spn, spinel



Şekil 4.84. RA-428 numaralı piroksenit örneğine ait piroksenlerin kimyasal bileşimleri

Piroksenit örnekleri içinden seçilen RA-428 numaralı örnek üzerindeki mineral kimyası analizleri sonucunda klinopiroksen mineralleri diyopsit ($En_{48.52}-Wo_{48.23}-Fs_{3.13}$), ortopiroksen mineralleri ise enstatit ($En_{89.84-90.39}-Wo_{1.12-1.86}-Fs_{8.26-8.50}$), bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.84). Mg sayısı (Mg#) değerleri sırasıyla 93.95 değerinde olan klinopiroksenlerin, Cr_2O_3 içeriği % 0.64 ve düşük Al_2O_3 içeriği

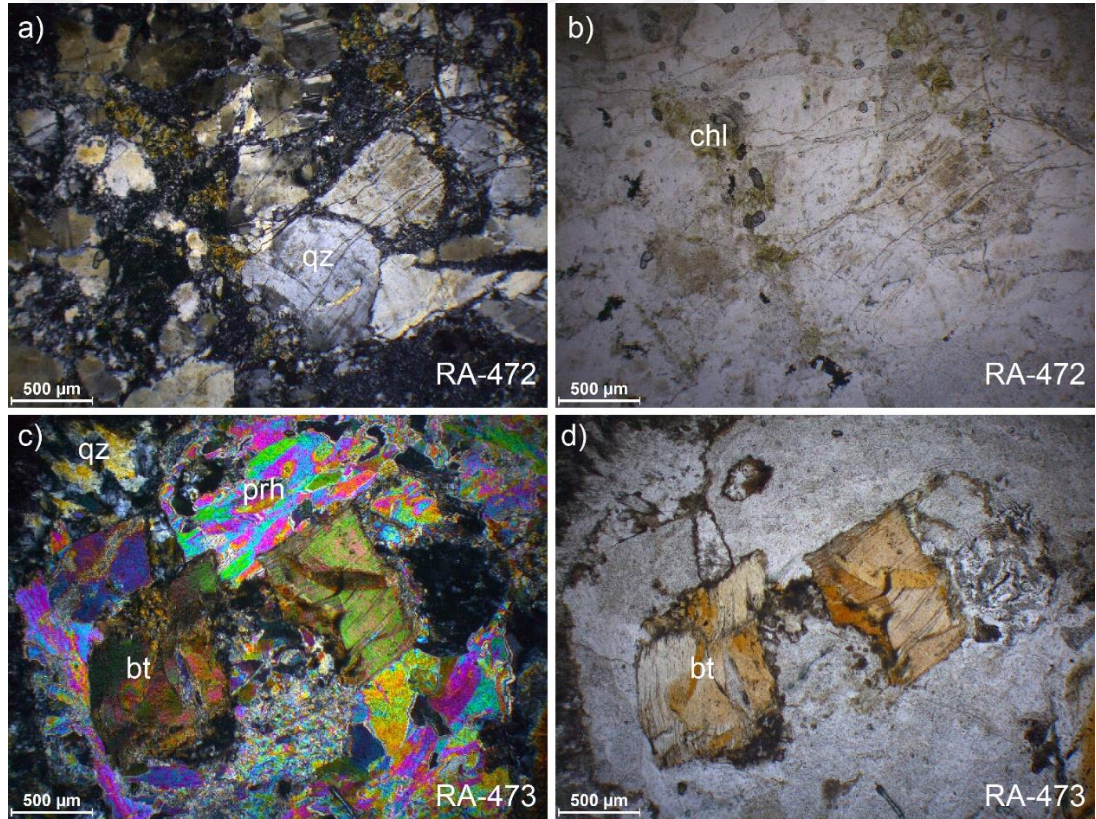
ise % 1.65 (<%2) değerine sahiptir. Bu durum söz konusu piroksenitlerin yitim zonu üstü koşullarında oluştuğuna işaret etmektedir. Spinellerin Cr sayısı (Cr#) değerleri 54.07-57.03 arasında değişen değerlere sahip iken Mg# değerleri 61.61-61.99 arasında değişen değerlere sahiptir. Spinellerin TiO₂ içeriklerine karşın Cr# değerlerinin kıyaslandığı diyagramda ise, serpantinize peridotitlerin fertil MORB mantosu bileşimine göre %20 üzerinde bir kısmı ergime neticesinde oluşmuş manto peridotitleriyle benzerlik sunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.85a). Spinellerin Mg# değerlerindeki değişime karşı Cr# değerlerindeki değişiminin kıyaslandığı diyagramda, serpantinize peridotitlerin yitimle ilişkili yay önu peridotitleri alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.85b).



Şekil 4.85. (a) RA-428 numaralı piroksenit örneğine ait spinellerin Cr# ve Mg# değerlerinin karşılaştırılması (Dick ve Bullen, 1984'a göre). (b) Spinellerin Cr# değerleri ile TiO₂ içeriklerinin kıyaslanması (Pearce, 2000'e göre). Kısaltmalar: FMM; Fertil MORB Mantosu

Pınarbaşı civarında yer alan Yukarıbeyçayır köyünün yakın çevresindeki serpantinize peridotitleri kesen plajiyogranit daykları kuvars, plajiyoklaz minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.86a, b). Aksesuar mineral olarak sfenler yaygınca görülmektedir. Bu alandaki RA-472 numaralı örnek mafik mineraller açısından oldukça fakir olup, bu mineraller kloritlerle temsil edilmektedir (Şekil 4.86b). Plajiyoklaz minerallerinde killeşmeler yaygınca gözlenmektedir. Kayacın genel görüntüsünde oldukça bozmuş olduğu ve deformasyona maruz kaldığı görülebilmektedir (Şekil 4.86a, b). Ayrıca, bol çatlaklı bir görünüme sahip olup,

çatlaklar boyunca bozuşmalar daha yoğun görülmektedir. Çatlaklarda çok ince olarak epidot gelişimleri tespit edilmiştir. Ayrıca, yersel olarak çatlakların bazı kısımlarında ikincil olarak gelişmiş prehnitler yer almaktadır. Kuvars minerallerinde deformasyona işaret eden bükülmeler gözlenmiştir (Şekil 4.86a). RA-473 numaralı örnek ise benzer şekilde kuvars, plajiyoklaz, prehnit, biyotit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.86c, d). Bu örnekte ise mafik mineraller ağırlıklı olarak biyotitlerle temsil edilmektedir (Şekil 4.86d). Kayaç içerisinde yer alan biyotit minerallerinin boyutları 1 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Biyotit minerallerinde kayaçtaki deformasyonu işaret eden kink bantlaşmaları görülmektedir (Şekil 4.86d). Aksesuar minerali olarak zirkon ve apatit mineralleri tespit edilmiştir. Prehnit mineralleri kayacın çatlaklarında ikincil olarak yaygınca yer almaktadır.

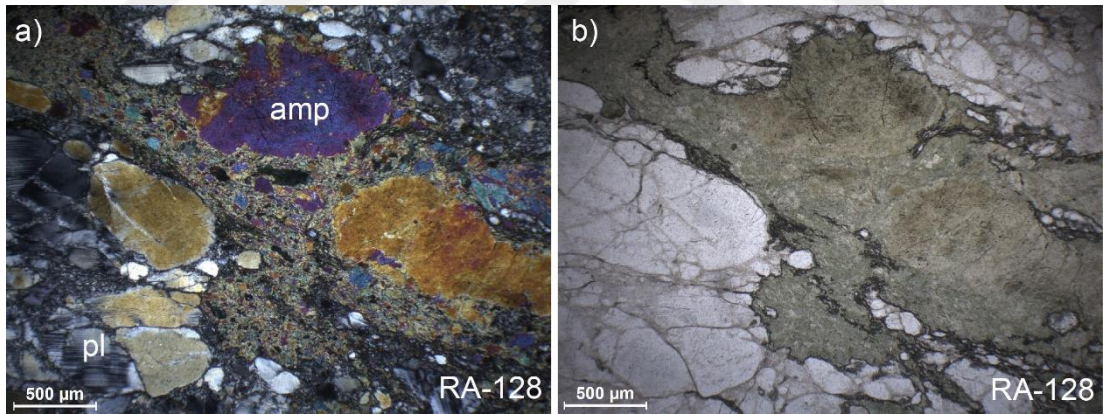


Şekil 4.86. Yukarıbeyçayır civarından derlenen RA-472 ve RA-473 numaralı plajiyogranit örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: bt, biyotit; chl, klorit; qz, kuvars; prh, prehnit

Pınarbaşı güneyindeki ofiyolitik kayaçların kabuk bölümüne ait gabroyik kayaçlar kümülat gabrolarla temsil edilmektedir. Bu alandaki gabroyik kayaçlar klinopiroksen, ortopiroksen, olivin, plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden

meydana gelmektedir. Gabroların büyük bölümünde kümülat dokusu net olarak ayırt edilebilmektedir. Olivin minerallerinde serpantinleşmeler görülmekte ve bazı olivin minerallerinden itibaren kloritleşmeler de gözlenmektedir. Piroksen mineralleri baskın olarak klinopiroksen olmakla beraber tali oranda ortopiroksen mineralleri de saptanmıştır. Bazı klinopiroksen minerallerinin çeperlerinden itibaren amfibol mineralleri gelişmiştir.

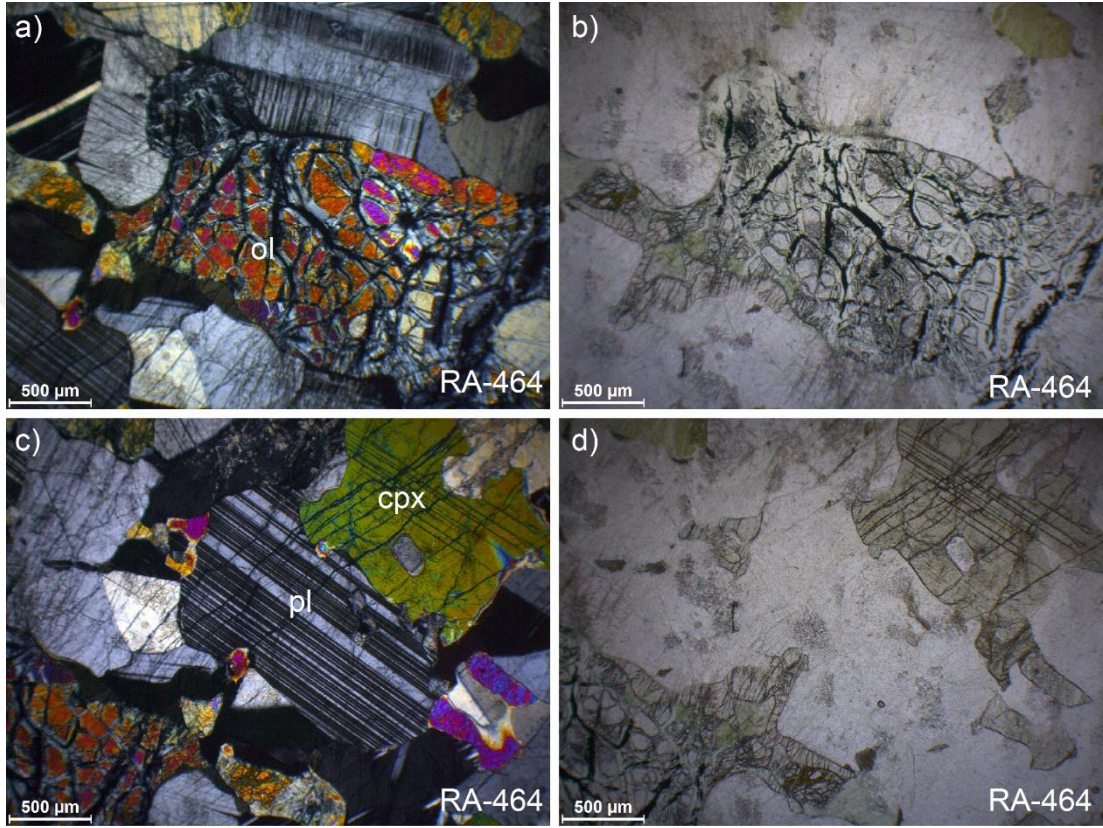
Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağ civarında yığılım karmaşıkları geniş yüzlek alanlarına sahiptir. Bu alanlardan biri olan Demircili köyü doğusundaki yığılım karmaşığı içindeki gabro bloklarının bazılarında mezoskopik gözlemlere göre yönlü dokular ve makaslama yapıları saptanmıştır. Bu yönlü dokular petrografik olarak da kendini göstermektedir. Söz konusu bloklardan derlenmiş olan RA-128 numaralı örnek plajiyoklaz, amfibol, klinopiroksen, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.87a, b). Kayaç genel olarak bol kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir (Şekil 4.87a). Kayaçta yer alan plajiyoklaz, amfibol ve piroksen mineralleri kayacın yönlenmesiyle paralel uzanıma sahiptirler (Şekil 4.87a, b).



Şekil 4.87. Demircili köyü doğusundaki yığılım karmaşığı içinden derlenen RA-128 numaralı makaslanmış gabro örneğinin polarize ve doğal ışık altındaki görüntüsü. Kısaltmalar: amp, amfibol; pl, plajiyoklaz

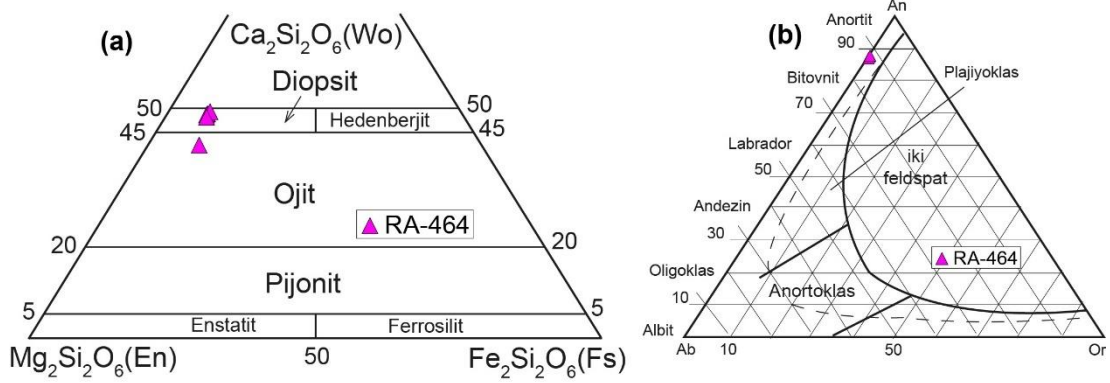
Ofiyolit kabuk bölümünü temsil eden kayaçlar masif kütleler halinde Soğanlı Dağı civarındaki ofiyolitler içerisinde sınırlı bir alanda yüzlek vermektedir. Güzelce köyü civarındaki alandan derlenen RA-464 numaralı kümülat gabro örneği olivin, klinopiroksen, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.88a-d). Kayaç olivin gabro olarak tanımlanmıştır. Nispeten taze olan örnek, kümülat dokusunu yansıtmaktadır (Şekil 4.88c). Kümülat dokusu plajiyoklaz ve piroksen minerallerinin uzun eksenlerinin kayacın magmatik tabakalanmasına paralellik

sunması ve poikilitik piroksen minerallerinin varlığı ile tanımlanabilmektedir. Kayaçtaki olivinlerden itibaren meydana gelen kloritleşmeler alterasyona bağlı ikincil olarak gelişmiştir (Şekil 4.88b, d). Plajiyoklaz mineralleri büyük oranda tazeliğini korumuş olup, polisentetik ikizlenmeler görülebilmektedir (Şekil 4.88c). Kayaçta piroksenler içerisinde plajiyoklaz kapanımları tespit edilmiştir.



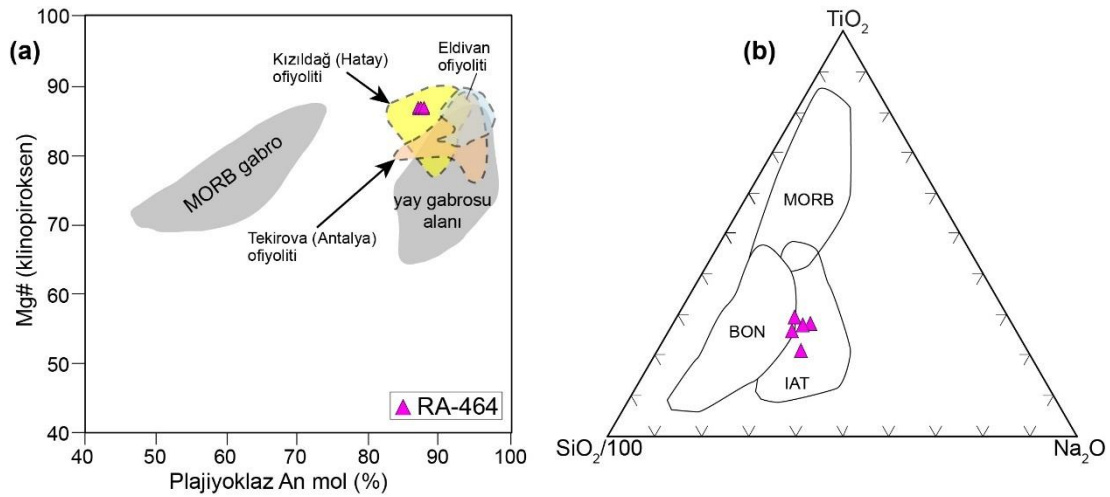
Şekil 4.88. Güzelce köyü civarından derlenen RA-464 numaralı olivin gabro örneğinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünümü. Kısaltmalar: ol, olivin; cpx, klinopiroksen; pl, plajiyoklaz

RA-464 numaralı örnek mineral kimyası analizi için seçilmiştir. Bu örneğe ait olivin, piroksen ve plajiyoklaz mineralleri analiz edilmiştir. RA-464 numaralı kümülat gabro örneğine ait olivin minerallerinin forsterit içerikleri 82.58-82.95 arasında değişiklik göstermektedir. Aynı örneğe ait piroksen mineralleri klinopiroksenlerden meydana gelmekte olup, diyopsit ve ojit bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 4.89a). Plajiyoklaz mineralleri ise kümülat gabrolara özgü anortit ($An_{86.89-87.71}$) bileşiminden oluşmaktadır (Şekil 4.89b).



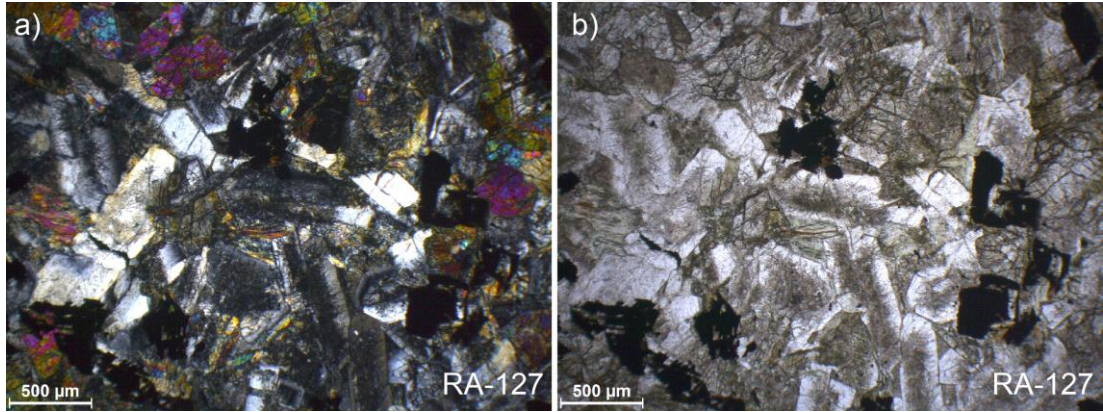
Şekil 4.89. RA-464 numaralı kümülat gabro örneğine ait (a) piroksenlerin kimyasal bileşimleri, (b) plajiyoklaz minerallerinin kimyasal bileşimi

Şekil 4.90a'daki diyagramda klinopiroksen minerallerinin Mg# değerleri ile plajiyoklaz minerallerinin An (% mol) içerikleri kıyaslanmaktadır. Bu diyagrama göre, RA-464 numaralı kümülat gabro örneğinin, yay gabrosu olduğu ve yitimle ilişki Eldivan, Kızıldağ ve Tekirova ofiyolitlerin gabroyik kayalarlarıyla örtüşen benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.90a). Şekil 4.90b'deki üçgen diyagrama göre RA-464 numaralı kümülat gabro örneğine ait klinopiroksen minerallerinin tümü yitimle ilişkili ada yay toleyitleri ve boninit alanlarına iz düşmektedir (Şekil 4.90b).



Şekil 4.90. RA-464 numaralı kümülat gabro örneğine ait (a) plajiyoklazların An (% mol) bileşimleriyle klinopiroksenlerin Mg# değerlerinin kıyaslanması, (b) TiO₂-Na₂O-SiO₂ üçgen diyagramı (Beccaluva ve diğ., 1989'a göre) ve MORB ve yay gabrosu alanları Burns (1985)'den alınmıştır. Kızıldağ ve Tekirova ofiyoliti alanları Bağcı ve diğ. (2006)'dan, Eldivan ofiyoliti alanı Çelik ve diğ. (2013)'den alınmıştır. Kısaltmalar: BON, boninit; IAT, ada yayı toleyitleri; MORB, okyanus ortası sırtı bazaltları

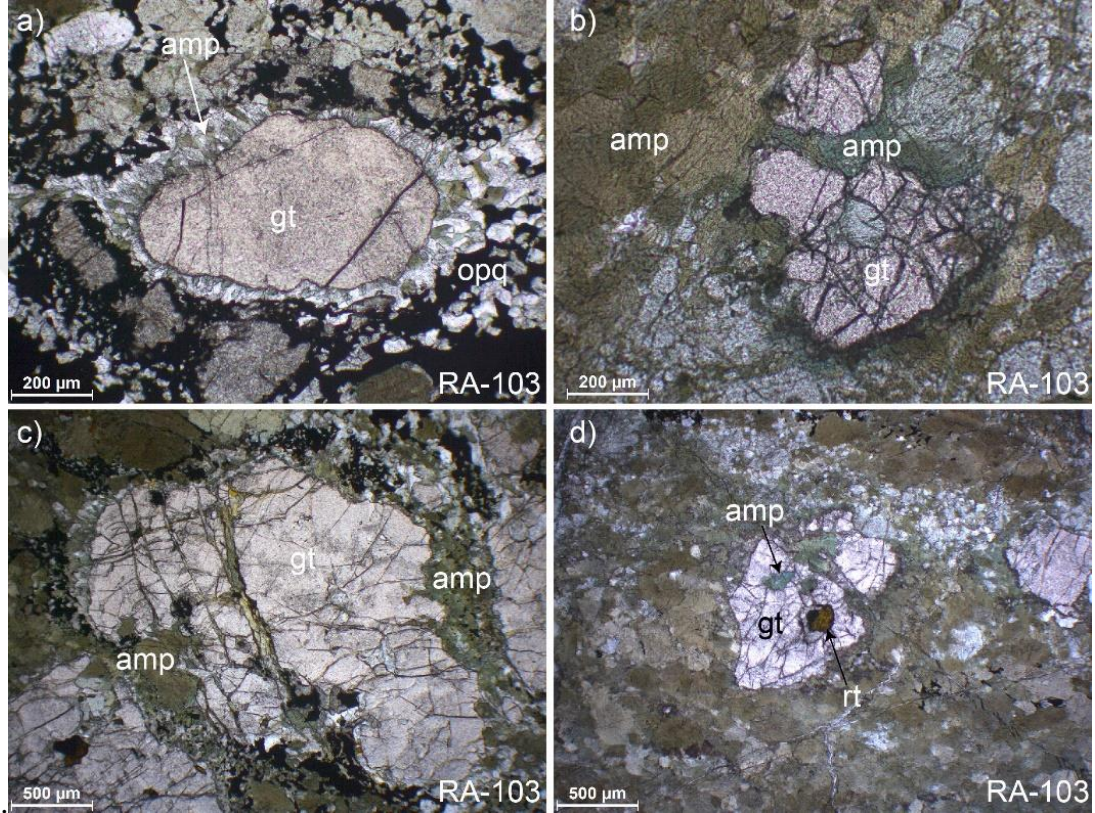
Soğanlı Dağı civarında yer alan yığılım karmaşıkları içindeki ofiyolitik kayaçları kesen dolerit daykları plajiyoklaz, piroksen, amfibol, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Subofitik doku sergileyen dolerit daykları genel olarak bozuşmaya maruz kalmışlardır. Piroksen minerallerinin çeperlerinden itibaren amfibol oluşumları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra amfibol minerallerinde klorit gelişimleri olağandır. Ayrıca, ikincil kuvars damarları kayaçlar içerisinde gözlenmektedir. Pınarbaşı bölgesinde ve güneydeki yığılım karmaşıkları içinde yer alan ofiyolitik kayaçlar birçok farklı alanda dolerit daykları tarafından kesilmektedir. Örneğin, Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağı derlenen RA-127 numaralı dolerit örneği plajiyoklaz, piroksen, amfibol, klorit ve opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.91a-b). Kayacın içerisine akışkan girişine bağlı olarak bozuşma yoğun olarak görülebilmektedir (Şekil 4.91a-b). Plajiyoklaz mineralleri çubuksu görünüme sahiptirler, ancak büyük bir bölümünde kil minerallerine dönüşüm gözlenmiştir (Şekil 4.91b). Kayaçlar petrografik olarak sub-ofitik doku sergilemektedirler (Şekil 4.91a-b).



Şekil 4.91. Pınarbaşı güneyindeki alandan derlenen RA-127 numaralı dolerit daykının polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü

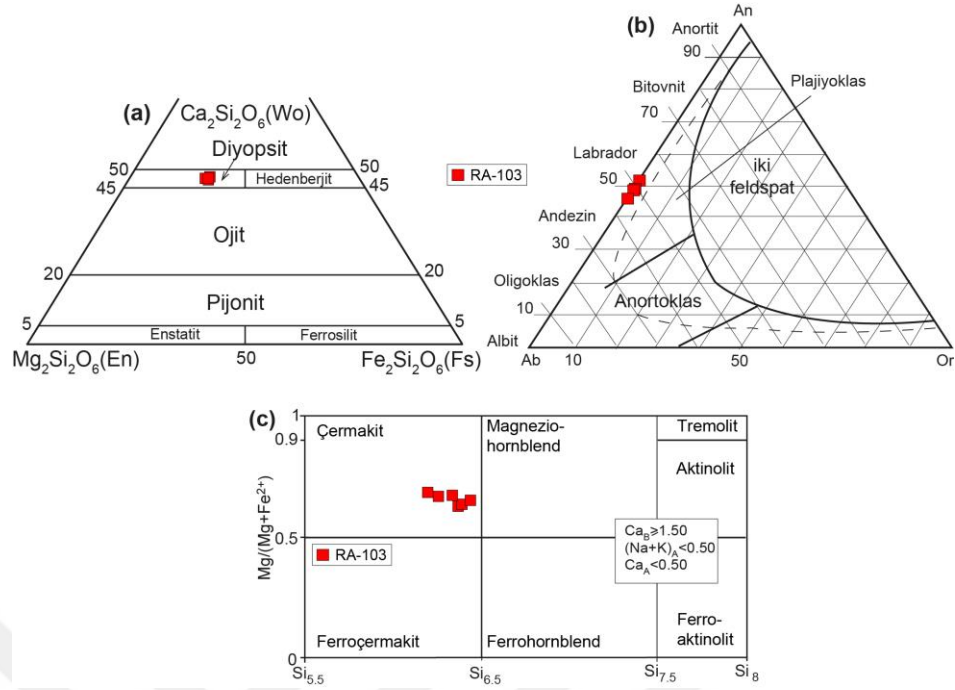
Ofiyolit tabanı metamorfiteğine ait granat-amfibolit örnekleri petrografik olarak, amfibol, piroksen, granat, plajiyoklaz, epidot, rutil, sfen, apatit ve opak minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 4.92a-d). Kayaçlar, porfiro-nematoblastik ve nematoblastik doku sergilemekte olup, kayaçlarda dengesizlik dokuları yaygınca gözlenmektedir (Şekil 4.92a, c). Granat minerallerinin çeperlerinden itibaren amfibol gelişimleri bulunmaktadır. Özşekilsiz granat porfiroblastlarının çapları 2 mm'ye kadar ulaşabilmektedir (Şekil 4.92c). Granat mineralleri içerisinde plajiyoklaz, amfibol, piroksen, rutil ve opak mineral kapanımları mevcuttur (Şekil 4.92d).

Kayaçların içerisinde akışkan dolaşımına bağlı olarak gelişmiş ikincil damarlar gözlenmektedir. Granat-amfibolitler içindeki bazı rutil mineralleri sfenler içerisinde kapanım olarak yer almaktadır. Bu durum kayacın birden çok başkalaşıma maruz kaldığının bir diğer göstergesi olup, kayacın öncelikle yüksek dereceli başkalaşıma maruz kalıp daha sonra göreceli olarak daha düşük dereceli başkalaşıma maruz kaldığı şeklinde değerlendirilmiştir.



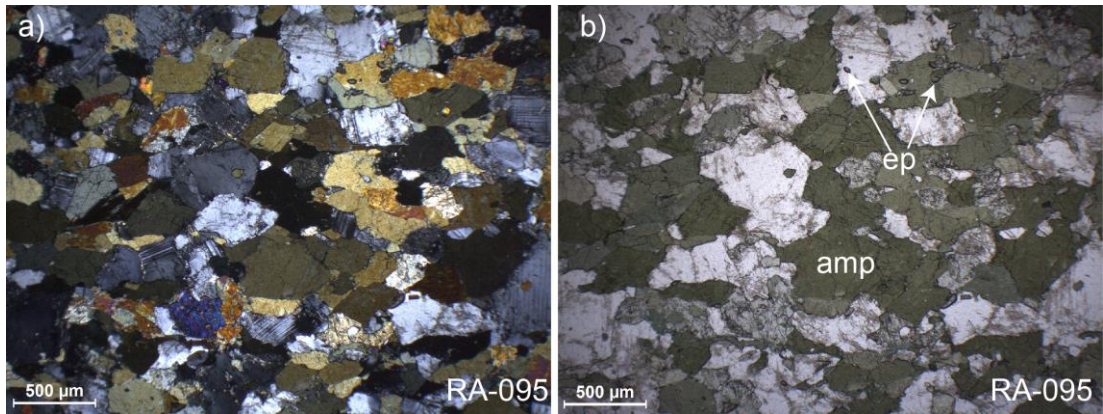
Şekil 4.92. Büyükgürleğen köyü civarından derlenen RA-103 numaralı granat-amfibolit örneğinin doğal ışık (a, b, c, d) altında görüntüsü ve dengesizliğe işaret eden tepkime dokuları. Kısaltmalar: gt, granat; amp, amfibol; opq, opak mineral; rt, rutil

Söz konusu metamorfik kayaçlardan derlenmiş olan RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneği üzerinde mineral kimyası çalışmaları yapılmıştır. Buna göre RA-103 numaralı örneğe ait klinopiroksen minerallerinin diyopsit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.93a). Plajiyoklaz mineralleri ise andezin ve labrador arasında değişen bileşim sergilemektedirler (Şekil 4.93b). Aynı örneğe ait amfibol minerallerinin X_{Mg} değerleri (0.63-0.69) dar bir aralık sunmakta olup çermakit bileşimindedir (Şekil 4.93c). Granat minerallerinin ise almandin ($Alm_{49-53}Prp_{19-21}Grs_{24-28}Sps_{0.1-0.2}$) içerikleri diğerlerine oranla baskın bileşim türünü oluşturmaktadır.



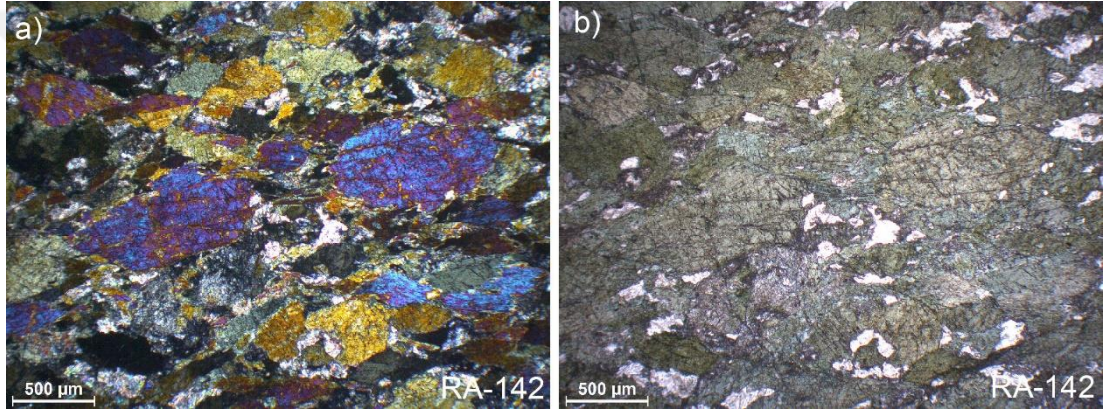
Şekil 4.93. Büyükgürleğen köyü civarından derlenen RA-103 numaralı granat-amfibolit numunesine ait (a) klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (Morimoto, 1988'e göre). (b) plajiyoklazların kimyasal bileşimleri (c) amfibollerin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ.,1997'e göre)

RA-095 numaralı epidot-amfibolit örneği ise amfibol, klinopiroksen, plajiyoklaz, epidot, sfen ve opak mineral topluluğundan oluşan epidot-amfibolit olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.94a, b). Kayaç nematoblastik doku sergilemektedir. Amfibol mineralleri içerisinde kapanım halinde plajiyoklaz saptanmıştır. Sfen mineralleri lineasyon ile paralellik sunmaktadır.



Şekil 4.94. Ofiyolit tabanı metamorfiteinden derlenen RA-095 numaralı epidot-amfibolit örneklerinin (a ve c) polarize ve (b ve d) doğal ışık altındaki görünüşleri. Kısaltmalar: px, piroksen; ep, epidot; amp, amfibol

Yukarıda bahsi geçen metamorfik kayaçların yanı sıra Pınarbaşı güneyindeki Soğanlı Dağ civarında yer alan yığılım karmaşıkları içerisinde de ofiyolit tabanı metamorfitlelerine ait olduğu düşünülen amfibolit türü kayaçlar yüzlek vermektedir. Örneğin, Pınarbaşı güneyinde yer alan yığılım karmaşığı içerisindeki amfibolitlerden derlenen RA-142 numaralı örneğin petrografik incelemesinde nematoblastik doku sergilediği ve amfibol, plajiyoklaz, apatit, klorit ve opak minerallerden meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 4.95a, b). Ayrıca kayaçta prehnit, epidot ve kalsit oluşumları tespit edilmiştir. Kayaçtaki iri taneli amfibol mineralleri arasında ince taneli ikincil amfibol gelişimleri mevcuttur (Şekil 4.95a, b). Plajiyoklaz minerallerinin ise büyük oranda ayrılmış oldukları görülmektedir (Şekil 4.95a, b).

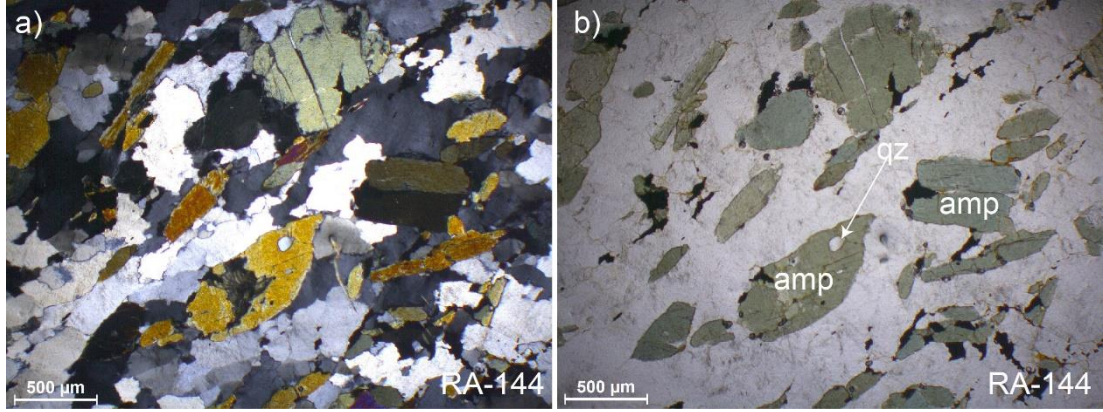


Şekil 4.95. Pınarbaşı güneyindeki yığılım karmaşığından derlenen RA-142 numaralı amfibolit örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü

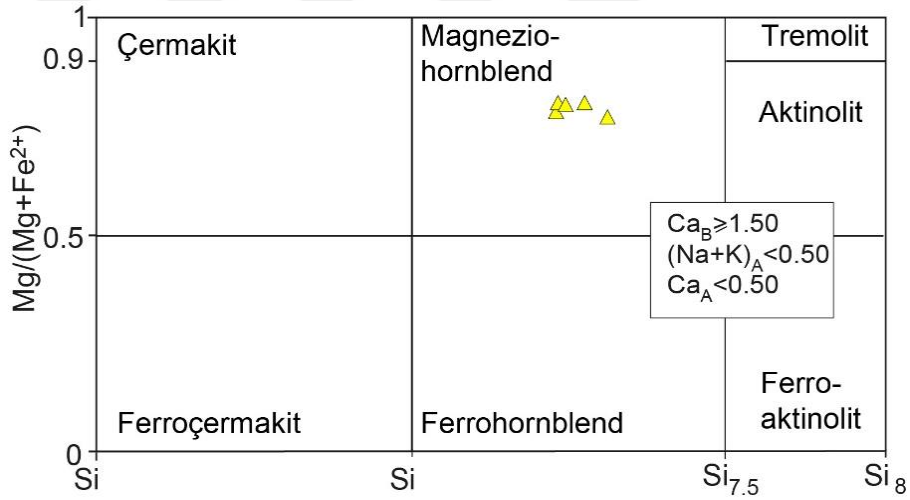
Aynı alanda amfibolitlerle beraberlik sunan amfibol-kuvarsist türü felsik kayaçlar yer almaktadır. Söz konusu kayaçlardan derlenmiş olan RA-144 numaralı örneğin amfibol, kuvars, klorit ve opak minerallerden meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.96a, b). Kayaçtaki amfibol mineralleri iyi gelişmiş olup, çoğunlukla özşekilli ve çubuksu bir görünüme sahiptir (Şekil 4.96b). Ayrıca, amfibol mineralleri içerisinde kuvars ve opak mineral kapanımları yer almaktadır. Genel jeoloji bölümünde saha gözlemleri aktarılan metamorfik kayaçların, petrografik özellikleri de Pınarbaşı ve civarındaki ofiyolit tabanı metamorfitleriyle uyumluluk sergilemektedir. Dolayısıyla, yığılım karmaşığındaki bu metamorfik kayaçlar için de taban metamorfitlerinin yığılım karmaşığı içerisine aktarılmış parçaları oldukları söylenebilir.

RA-144 numaralı örneğin mineral kimyası analizinde, amfibol minerallerinin X_{Mg} değerleri 0.77-0.81 arasında değişkenlik göstermektedir. Leake ve diğ., 1997 amfibol

sınıflama diyagramına göre RA-144 numaralı örneğe ait amfibol mineralleri magnezyumca zengin-hornblendlerle temsil edilmektedir (Şekil 4.97).

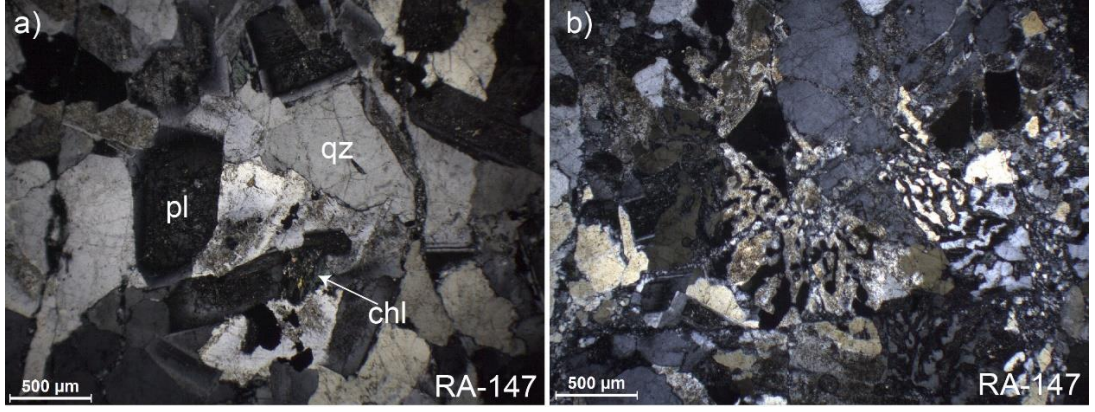


Şekil 4.96. Pınarbaşı güneyindeki yığılım karmaşığında derlenen RA-144 numaralı amfibol-kuarsşist örneğinin polarize (a) ve doğal ışık (b) altındaki görünümü. Kısaltmalar: amp, amfibol; qz, kuvars



Şekil 4.97. RA-144 numaralı kuvars-amfibol-şist örneğinin amfibollerinin kimyasal bileşimleri (Leake ve diğ.,1997'e göre)

Yine bu alanda serpantinler içerisinde yer alan ve dolerit bloğunu kesen plajiyogranit daykı tespit edilmiştir. Bu dayktan derlenmiş olan RA-147 numaralı örneğin petrografik incelemesinde kuvars, plajiyoklaz, amfibol, klorit ve opak minerallerden meydana geldiği saptanmıştır (Şekil 4.98a, b). Kayaçtaki amfibol minerallerinden itibaren klorit, plajiyoklaz minerallerinden itibaren ise epidot ve serisit minerali gelişimleri tespit edilmiştir. Taneli dokuya sahip olan kayaçta kataklastik ve grafik doku gelişimleri de gözlenmektedir (Şekil 4.98b).



Şekil 4.98. Soğanlı Dağı mevkiinden derlenen RA-147 numaralı plajiyogranit örneğinin polarize ışık (a, b) altındaki görüntüsü. (b) plajiyogranit örneğinde gözlenen grafik dokusu. Kısaltmalar: pl, plajiyoklaz;qz, kuvars; chl, klorit

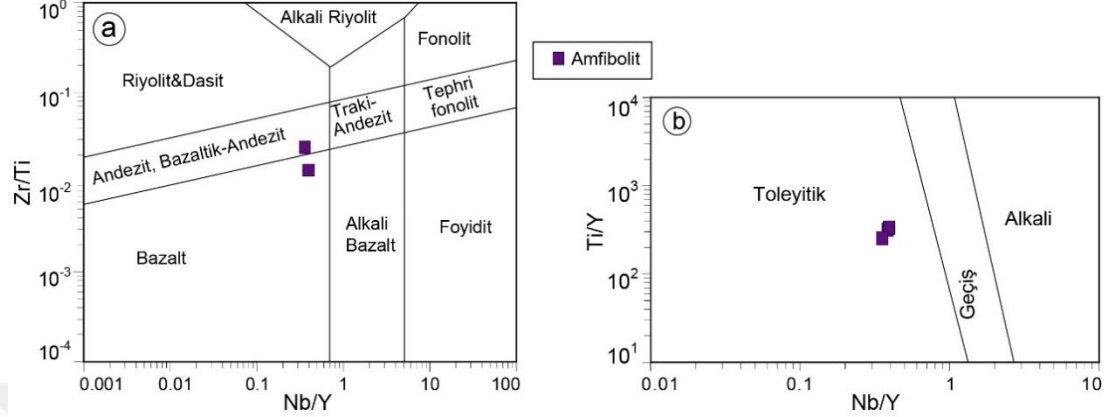
5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

Doktora tez çalışması kapsamında, çalışma sahası içerisinde yüzeyleyen ofiyolitik ve metamorfik kayaçların jeokimyasal özelliklerinin ve tektono-magmatik oluşum ortamlarının belirlenmesi amacıyla 107 adet örneğin tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element (NTE) analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda, Felahiye Bölgesinden ofiyolite ait gabrolar ve metamorfik kayaçlar, Tuzla Gölü bölgesindeki gabroyik kayaçlar, Korumaz ve Hınzır Dağları bölgesindeki metabazit ve meta-plajiyogranit türü metamorfik kayaçlar ve Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesinde ise ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar jeokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Tüm kayaç jeokimyası analizlerine ait ham sonuçlar Ek Tablo B’de sunulmuştur. Jeokimyasal olarak değerlendirilen kayaç grupları, farklı derecelerde alterasyon ve başkalaşım süreçlerinden etkilenmişlerdir. Genel olarak, Ba, Cs, K, Rb ve Sr gibi büyük iyon çaplı litofil elementlerin alterasyon ve başkalaşım süreçlerinden etkilenebilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (ör. Pearce, 1982; Pearce, 2014). Bu durumlar göz önüne alınarak tektono-magmatik ortam diyagramlarında ve jeokimyasal yorumlamalar esnasında bahsi geçen süreçlerde hareketsiz olan iz ve nadir toprak elementlerinin kullanımı tercih edilmiştir.

5.1. Felahiye Bölgesi

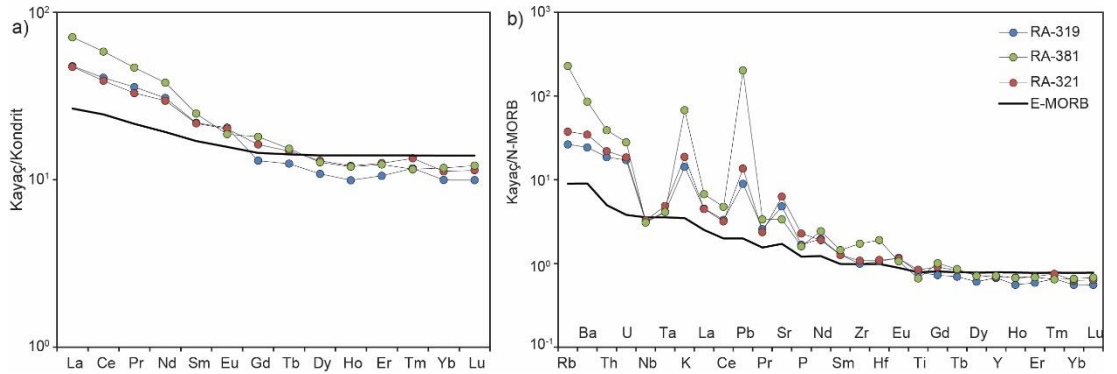
Felahiye bölgesinde yüzlek veren Akdağ Masifi’ne ait amfibolitler jeokimyasal olarak değerlendirilmiştir. Amfibolit örneklerinin SiO_2 içerikleri ve Mg# değerleri sırasıyla, 49.1 ile 53.2 (% ağırlık) ve 48.9 ile 53.0 arasında değişmektedir. Kayaçlar, Pearce (1996)’nın Zr/Ti-Nb/Y diyagramında bazalt ve bazaltik-andezit özelliği (Şekil 5.1a), Pearce (1982)’nin Ti/Y-Nb/Y diyagramında ise tüm örnekler toleyitik özellik sergilemektedirler (Şekil 5.1b). Amfibolit örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramında hafif nadir toprak (HNT) elementleri, ağır nadir toprak (ANT) elementlerine göre belirgin bir zenginleşme sunmakta iken ($\text{La}_N/\text{Yb}_N=4.2-6.0$), ANT elementleri ise göreceli olarak daha düz bir dağılım ($\text{Gd}_N/\text{Yb}_N=1.3-1.5$) desenine sahiptir (Şekil 5.2a). Aynı örnekler Normal

Okyanus Adası Bazaltlarına (N-MORB) göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında zenginleşmiş-MORB (E-MORB) benzeri dağılım deseni sunmasına karşın, negatif Nb ve Ta ile pozitif K, Pb ve Sr anomalisine sahiptirler (Şekil 5.2b).



Şekil 5.1. Felahiye bölgesinde Akdağ Masifi'nden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

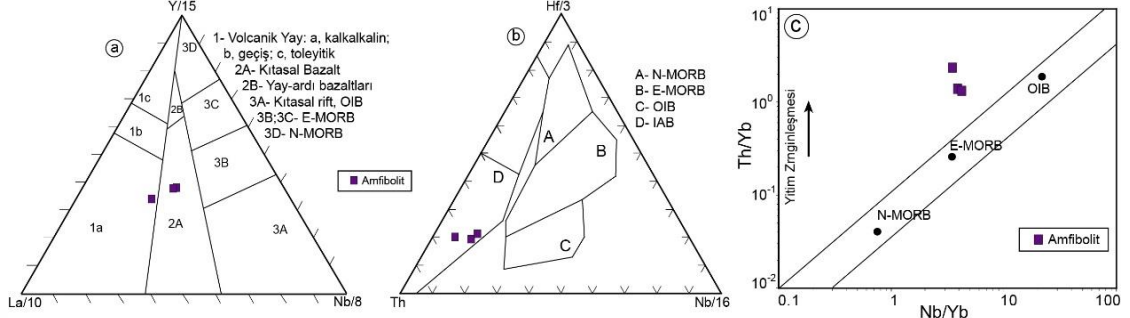
Benzer şekilde, Şekil 5.3'deki tektono-magmatik ayırım diyagramlarında amfibolit örneklerinin N-MORB ve E-MORB'dan farklı olarak kıtasal bazalt veya yay bazaltlarına benzer özelliklere sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 5.2. Felahiye bölgesindeki Akdağ Masifi'nden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler ve E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

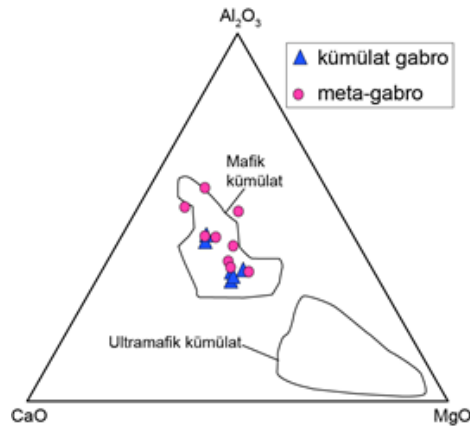
Y-La-Nb üçgen ayırman diyagramında amfibolit örnekleri kıtasal bazalt ve kalkalkalin yay volkanikleri alanlarına düşmekte iken Hf-Th-Nb üçgen ayırman diyagramında ise örneklerin tümü ada yayı bazaltları (IAB) alanına iz düşmektedir (Şekil 5.3a, b). Th/Yb oranlarına karşı Nb/Yb oranlarının kıyaslandığı diyagramda

amfibolit örneklerinin yitimle ilişkili olarak zenginleşmiş bir kaynak alanından türedikleri anlaşılmaktadır (Şekil 5.3c). Dolayısıyla, Felahiye civarındaki Akdağ Masifi'ne ait amfibolitlerin yay veya kıtasal bazaltlarla ilişkili kökene sahip oldukları önerilebilir.



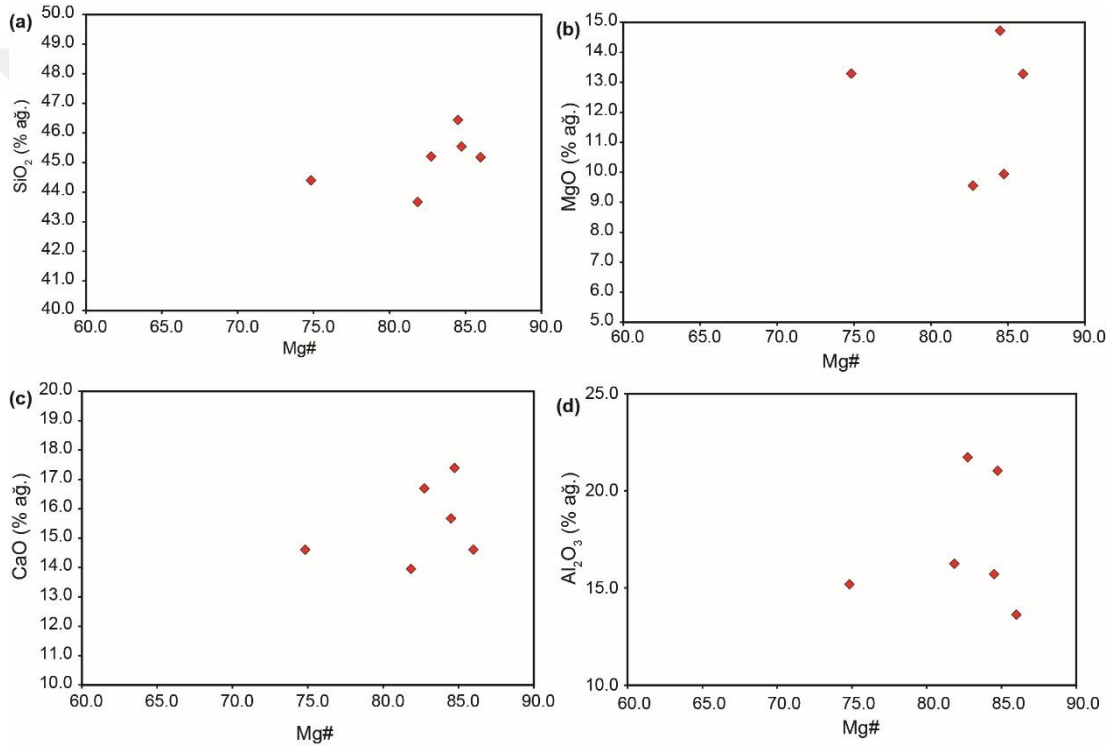
Şekil 5.3. Felahiye bölgesinde Akdağ Masifi'nden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı (Cabaniş ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (c) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırım diyagramı

Felahiye bölgesindeki ofiyolitik kayaçları temsilen derlenen gabro, meta-gabro, dolerit ve bazaltlardan örnekleri jeokimyasal olarak değerlendirilmiştir. Bölgedeki jeokimyasal olarak incelenen gabro ve meta-gabro örneklerinin arazi ve petrografik tanımlamalarında kümülat gabro niteliğinde oldukları belirlenmiştir. Kayaçların bu kümülat kökenli nitelikleri jeokimyasal özellikleriyle de desteklenmektedir. Örneğin, kümülat gabroların Coleman (1977)'nin Al_2O_3 -MgO-CaO ayırman diyagramında incelendiklerinde mafik kümülat alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Felahiye bölgesindeki kümülat gabro ve meta-gabro örneklerine ait Al_2O_3 -MgO-CaO üçgen diyagramı (Coleman, 1977'e göre)

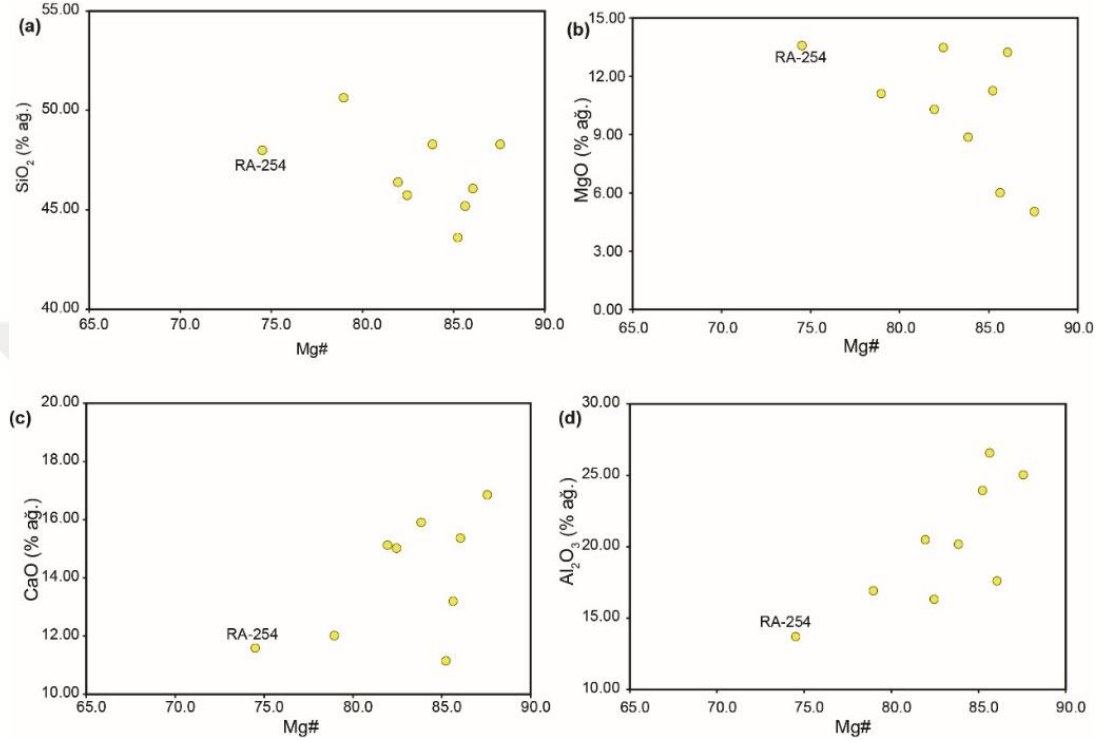
Kümülat gabro örnekleri, kümülat karakterleriyle uyumlu olarak yüksek Mg# (= $100 \times \text{molar MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}_{\text{toplam}})$) değerlerine (74.8-87.6) sahiptirler. Benzer şekilde kümülat gabrolara özgü yüksek Al_2O_3 (% ağı. 13.6-21.7), MgO (% ağı. 9.6-15.1) ve CaO (% ağı. 14.0-16.7) içeriklerine sahiptirler (Şekil 5.4). Kümülat gabrolar 43.7 – 46.4 (% ağı.) arasında değişen SiO_2 içeriklerine ve 74.8-87.6 arasında değişen Mg# değerlerine sahiptirler (Şekil 5.5). Al_2O_3 ve CaO içeriklerinin Mg# değerleriyle birlikte artış göstermesi, kümülat gabroların oluşumunda Al_2O_3 ve CaO miktarlarının önemli rol oynadığı klinopiroksen ve plajiyoklaz minerallerinin kayaçtaki birikimine işaret etmektedir.



Şekil 5.5. Felahiye bölgesindeki ofiyolite ait kümülat gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO_2 , (b) MgO, (c) CaO ve (d) Al_2O_3 içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması

Benzer şekilde meta-gabro örnekleri de kümülat gabrolara benzer şekilde yüksek Mg# değerlerine (75.8-87.6) sahip olup, Al_2O_3 ve CaO içerikleri sırasıyla 13.7-26.6 (% ağı.) ve 11.2-16.9 (% ağı.) arasında değişmektedir. Kümülat gabrolar 43.6 – 48.3 (% ağı.) arasında değişen SiO_2 içeriklerine sahiptirler (Şekil 5.6a). Meta-gabroların MgO içerikleri Mg# değerleriyle kıyaslandığında her ikisinde birlikte artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 5.6b). Al_2O_3 ve CaO içeriklerinin Mg# değerleriyle birlikte artış göstermesi (RA-254 numaralı örnek hariç), meta-gabroların oluşumunda yukarıda

anlatılan kümülat gabro örneklerine benzer şekilde Al_2O_3 ve CaO miktarlarının önemli rol oynadığı klinopirotksen ve plajiyoklaz minerallerinin kayadaki birikimine işaret etmektedir (Şekil 5.6c, d). RA-254 numaralı örnek ise diğerlerinden farklı olarak daha düşük Al_2O_3 ve CaO içeriklerine sahiptir (Şekil 5.6c, d).

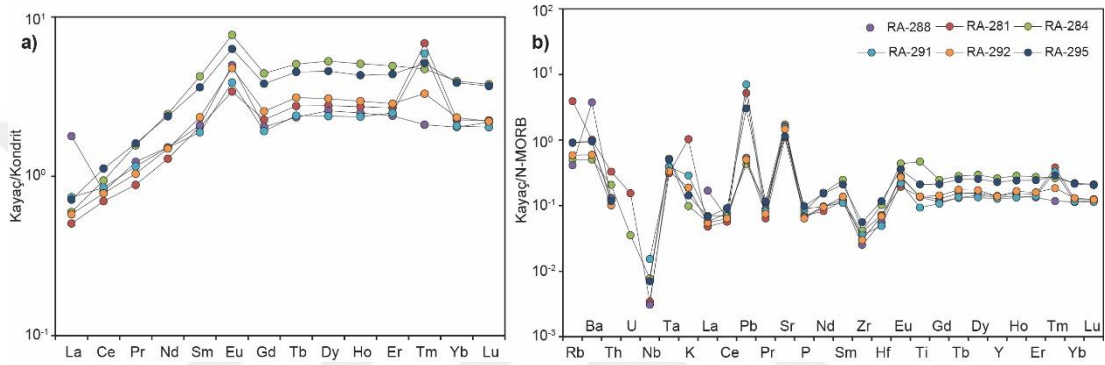


Şekil 5.6. Felahiye bölgesindeki meta-gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO_2 , (b) MgO, (c) CaO ve (d) Al_2O_3 içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması

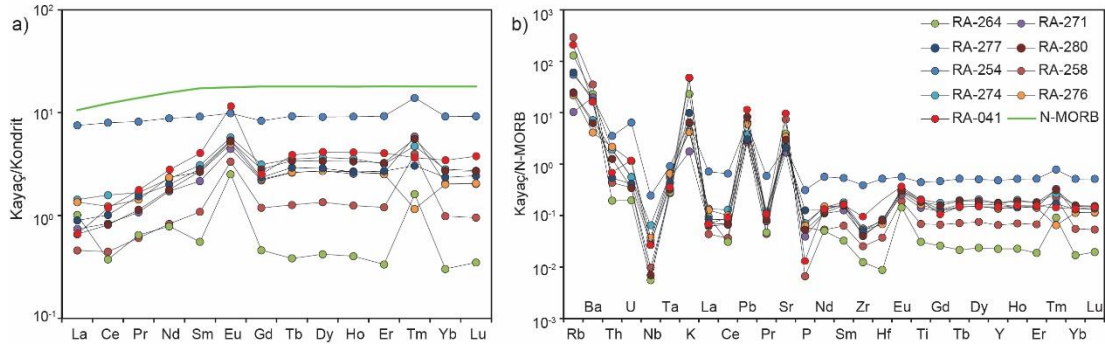
Kümülat gabro ve meta-gabro örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında genel itibariyle birbirlerine benzer dağılım deseni sundukları ve N-MORB'a kıyasla düşük NTE içeriklerine sahip oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 5.7a, 5.8a). Meta-gabro örnekleri kümülat gabro örneklerine kıyasla nadir toprak elementleri açısından farklı zenginleşme oranlarına sahiptirler (Şekil 5.7a; Şekil 5.8a). Aynı diyagramlarda meta-gabro ve kümülat gabroların (RA-254 numaralı meta-gabro örneği hariç) plajiyoklaz birikimine işaret eden kuvvetli pozitif Eu anomalisi ($Eu/Eu^*=1.6-5.0$) sundukları görülmektedir (Şekil 5.7a, 5.8a). Ayrıca kayalarda (RA-264 numaralı örnek hariç) HNT elementlerinin ANT elementlerine kıyasla belirgin bir tüketim sundukları ($La_N/Sm_N=0.1-0.9$; $La_N/Yb_N=0.2-0.9$) görülmektedir (Şekil 5.7a, 5.8a). Meta-gabrolara ait RA-254 numaralı örnek ise diğer örneklerden farklı olarak yaklaşık düz bir dağılım desenine ($La_N/Sm_N=0.8$; $Sm_N/Yb_N=1.1$) sahip olup, Eu/Eu^*

oranı 1.1'dir. Aynı kayaç grubuna ait RA-264 numaralı örneğin La_N/Sm_N ve La_N/Yb_N oranları sırasıyla, 1.8 ve 3.4'tür.

Kümülat gabro ve meta-gabro örnekleri N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında da benzer dağılım desenleri sergilemektedirler (Şekil 5.7b, 5.8b). Aynı diyagramda kayaçların Rb, Sr, K ve Pb gibi büyük iyonlu litofil (LIL) elementleri dışındaki diğer elementlerce N-MORB'a kıyasla oldukça tüketilmiş oldukları görülmektedir (Şekil 5.7b, 5.8b).



Şekil 5.7. Felahiye bölgesinden derlenen kümülat gabro numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göre)

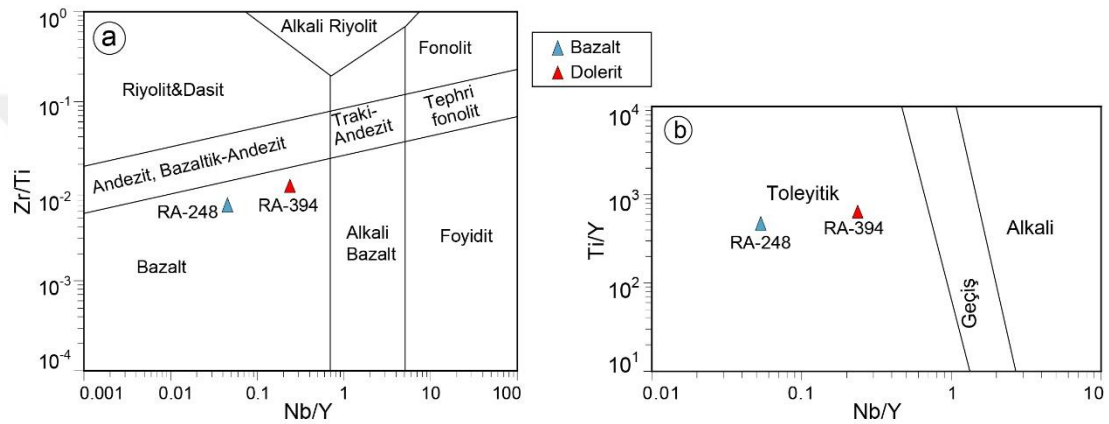


Şekil 5.8. Felahiye bölgesinden derlenen meta-gabro örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler ve N-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göre)

Yukarıda bahsedilen jeokimyasal özellikler göz önüne alındığında gabroların kümülat özelliğinde olması ve buna bağlı olarak tüm kayaç bileşimlerinin toplam magma bileşimini yansıtmama ihtimalleri nedeniyle bu kayaçlardan jeokimyasal olarak ortamsal çıkarım yapılmaktan kaçınılmıştır. Ancak, "Petrografik Özellikler ve Mineral

Kimyası” bölümünde kayaçlardaki piroksen ve plajiyoklazların mineral kimyası sonuçlarına göre bu kayaçların yitim zonu üstü ortam koşullarında oluştuğu görülmektedir. Dolayısıyla, Felahiye bölgesindeki ofiyolitik kayaçların yitim zonu üstü koşullarında oluşmuş SSZ ofiyolitleriyle temsil edildikleri önerilebilir.

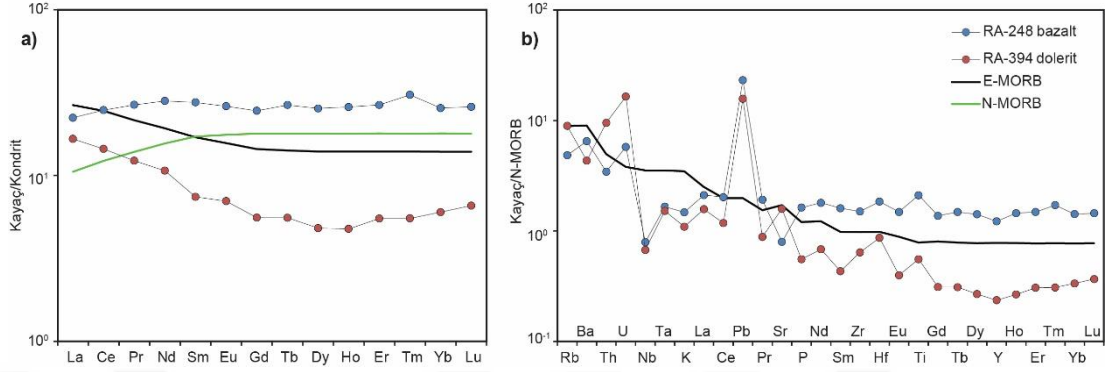
RA-248 numaralı bazalt örneği Yamula barajı civarında yüzlek veren yastık yapılı bazaltlardan, RA-394 numaralı dolerit örneği ise aynı bölgedeki kümülat gabroları kesen dolerit daykından derlenmiştir. Her iki örnekte jeokimyasal olarak toleyitik nitelikli bazalt özelliğine sahiptirler (Şekil 5.9a, b).



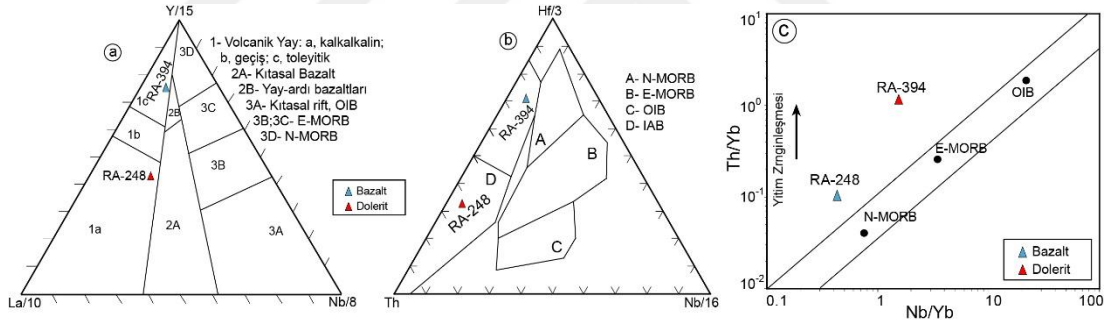
Şekil 5.9. Felahiye bölgesindeki bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996’a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982’e göredir)

Bu kayaçların kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında iki farklı dağılım deseni sundukları görülmektedir (Şekil 5.10a). Bazalt örneği HNT elementlerinde bir miktar tüketim ($La_N/Sm_N=0.8$) sunmakla birlikte N-MORB’a göre zenginleşmiş dağılım desenine sahiptir (Şekil 5.10a). Aynı diyagramda dolerit örneğinin HNT elementlerinde belirgin bir zenginleşme ($La_N/Sm_N=2.2$) gözlenmekte iken, orta ç nadir toprak elementlerinden ANT elementlerine doğru bir miktar artış ($Gd_N/Yb_N=0.9$) sunduğu gözlenmektedir (Şekil 5.10a). Her iki kayaç örneği N-MORB’a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında Rb, Ba, Th, U ve Pb elementlerinde belirgin zenginleşmeye sahip olup, kayaçların yitimle ilişkili kökene sahip olduğunu işaret eden negatif Nb anomalisi göstermektedirler (Şekil 5.10b). Y-La-Nb ve Hf-Th-Nb üçgen diyagramlarında bazalt ve dolerit örneği ada yayı bazaltları alanlarına iz düşmektedir (Şekil 5.11a, b). Th/Yb-Nb/Yb oranlarının kıyaslandığı diyagramda da bazalt ve dolerit örneklerinin yitimle ilişkili kaynak alanından türedikleri açıkça

görülebilmektedir (Şekil 5.11c). Bu jeokimyasal özellikleri yukarıda kümülat gabroların oluşum ortamları için önerilen SSZ ortam koşullarının bazalt ve doleritler içinde önerilebileceğini göstermektedir.

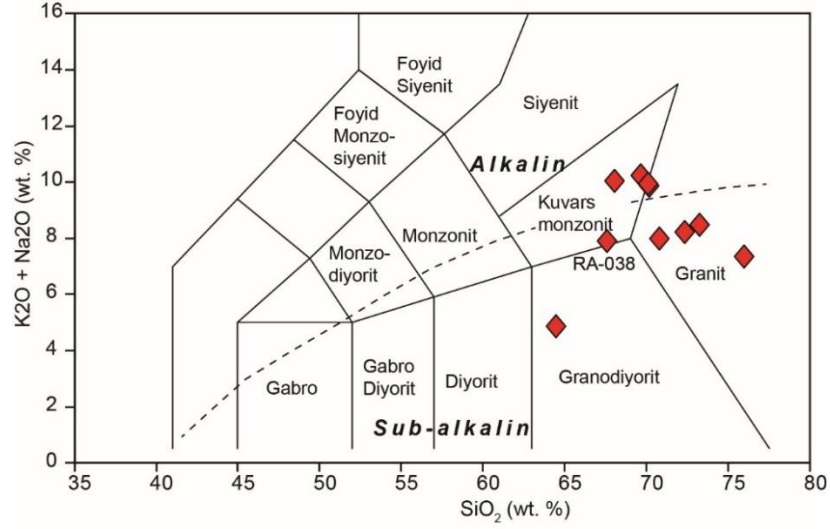


Şekil 5.10. Felahiye bölgesindeki bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler ve N-MORB ile E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göre)



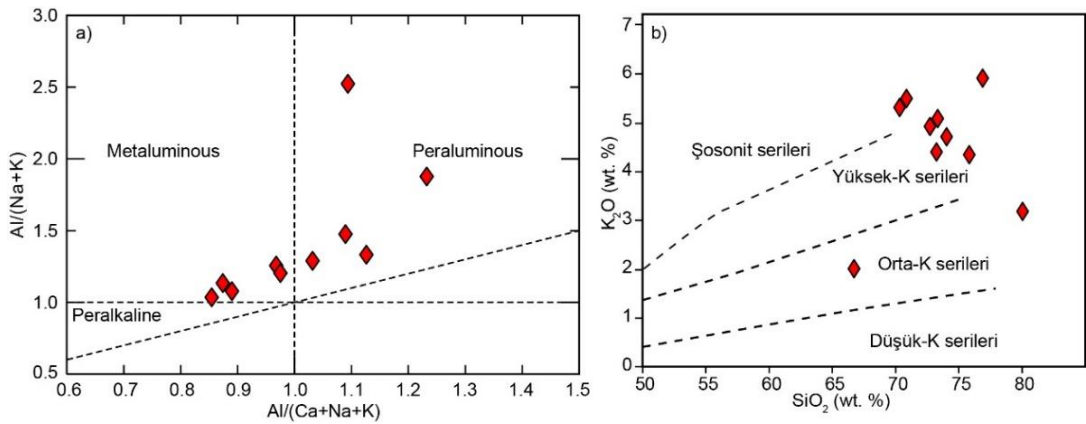
Şekil 5.11. Felahiye bölgesindeki bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (c) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırım diyagramı

Felahiye bölgesinde ofiyolitik kayaları ve Akdağ Masifi'ne ait metamorfik kayaları kesen sokulum kütlelerinden derlenen granitoid örneklerinin SiO₂ değerleri göreceli olarak dar bir aralık sergilemekte olup, 64.4 ilâ 75.9 (% ağı.) arasında, K₂O değerleri ise 1.9 ilâ 5.3 (% ağı.) arasında değişiklik göstermektedir. Granitik kayaların sınıflandırılmasında kullanılan toplam alkali silika (TAS) diyagramında Felahiye bölgesindeki sokulum kayalarının üç farklı bileşim sergilemektedirler (Şekil 5.12).



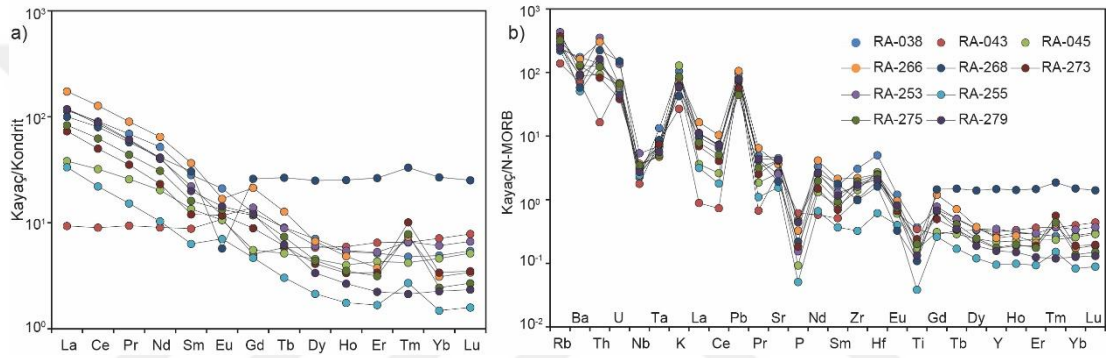
Şekil 5.12. Felahiye bölgesindeki sokulum kütlelerine ait granitoid kayaç örneklerinin TAS diyagramında sınıflandırılması. (Le Maitre ve diğ. 1989)'dan alınmıştır. Alkalen ve sub-alkalen alanları ayıran sınır Miyashiro (1978)'den alınmıştır

Buna göre granitik kayaçların granodiyorit, kuvars-monzonit ve granit bileşiminde olduğu görülmektedir (Şekil 5.12). Aynı diyagramda RA-038 numaralı kuvars monzonit örneği dışındaki diğer kuvars monzonit örnekleri alkali özellik sunmaktadır (Şekil 5.12). Granitoid örneklerinin alüminyum doygunluk indeksleri (ASI) [= molar $Al_2O_3/(CaO+K_2O+Na_2O)$] 0.87 ila 1.23 arasında değişmektedir. Söz konusu kayaçlar ASI diyagramında metaluminous ve peraluminous alanlarında iz düşmektedir (Şekil 5.13a). K_2O ve SiO_2 değerlerinin kıyaslandığı diyagramda ise granitoid örneklerinin orta ve yüksek K'lu serileri temsil ettikleri görülmektedir (Şekil 5.13b).

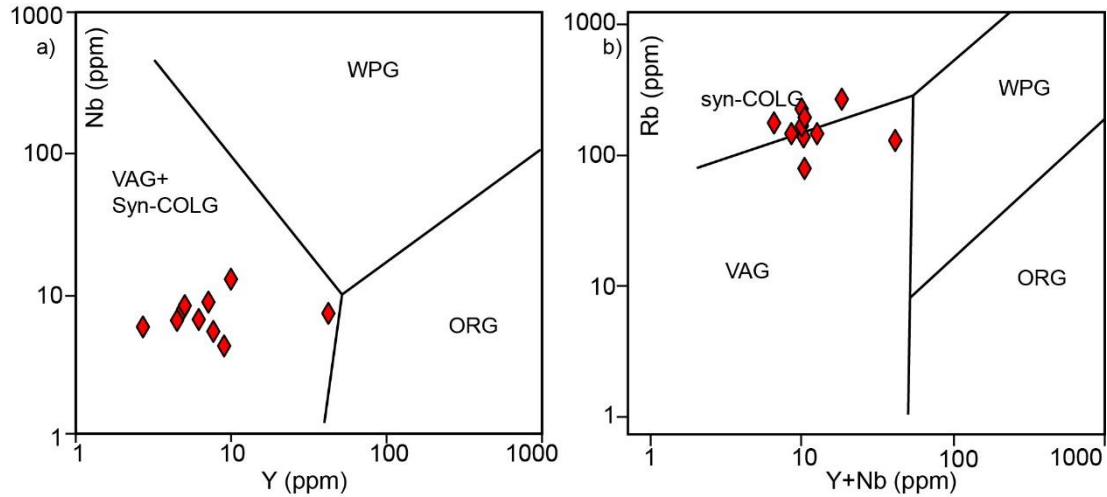


Şekil 5.13. Felahiye bölgesindeki granitoid sokulumlarından derlenen örneklerinin (a) Al doygunluk indeksi diyagramında (Maniar ve Piccolli, 1989'a göredir) ve (b) K_2O içeriklerinin SiO_2 içerikleriyle kıyaslandığı diyagram (Peccerillo ve Taylor, 1976'a göredir)

RA-043 numaralı granodiyorit örneği kondrite normalize edilmiş NTE diyagramında yaklaşık düz ($La_N/Sm_N=1.1$; $Sm_N/Yb_N=1.2$) bir dağılım desenine sahiptir (Şekil 5.14a). Aynı diyagramda RA-268 numaralı granit örneği HNT elementlerinde zenginleşme ($La_N/Sm_N=3.3$) sunmakta iken, ANT elementlerinde yaklaşık düz ($Sm_N/Yb_N=1.1$) bir gidiş sergilemekte olup, plajiyoklaz fraksiyonlaşmasını işaret eden kuvvetli negatif Eu anomalisine ($Eu/Eu^*=0.2$) sahiptir (Şekil 5.14a). Diğer granit ve kuvars monzonit örnekleri ise HNT elementlerince oldukça zenginleşme ve ANT elementlerine doğru azalan bir yönseme ($La_N/Yb_N=8.3-52.3$) sergiledikleri görülmektedir (Şekil 5.14a).



Şekil 5.14. Felahiye bölgesinden derlenen granit numunelerine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a aittir)



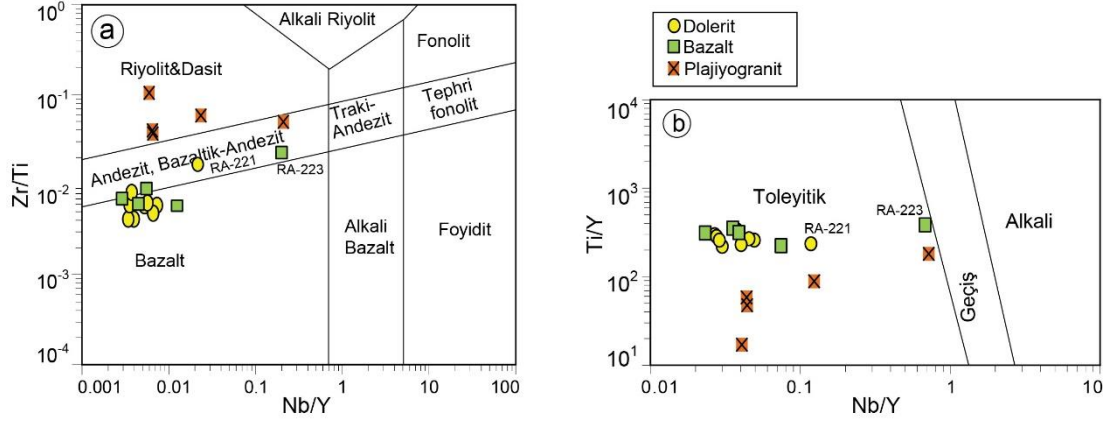
Şekil 5.15. Felahiye bölgesinden derlenen granit örneklerinin (a) Y-Nb içeriklerinin karşılaştırıldığı diyagram ve (b) Y+Nb içeriklerinin Rb içerikleriyle karşılaştırıldığı diyagram (Pearce ve diğ., 1984). Kısaltmalar: WPG; plaka içi granitler, VAG; volkanik yay granitleri, Syn-COLG; çarpışmayla eş zamanlı granitler, ORG; okyanus sırtı granitleri

N-MORB'a normalize edilmiş çoklu element diyagramında granitoid örneklerinin Rb, Ba, K, Pb elementlerinde oldukça zenginleşme göstermelerine karşın, Nb, P ve Ti elementlerinde tüketilme sergilemektedirler (Şekil 5.14b). Y ve Nb içeriklerinin kıyaslandığı diyagramda kayaçlar yay tipi veya çarpışmayla eş zamanlı granitler alanına iz düşmektedirler (Şekil 5.15a). Aynı kayaçlar Y+Nb ve Rb içeriklerinin kıyaslandığı diyagramda ise benzer olarak yay tipi granit ve çarpışmayla eş zamanlı oluşan granit alanlarında yer almaktadır (Şekil 5.15b).

5.2. Tuzla Gölü Bölgesi

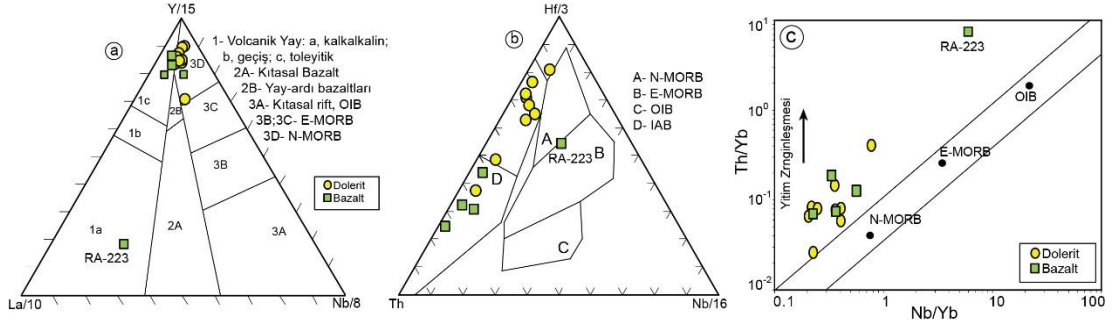
Tuzla gölü bölgesindeki bazalt, dolerit, andezit, plajiyogranit ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı volkanik kayaçlara ait örnekler jeokimyasal olarak değerlendirilmiştir. Bazalt (RA-223 numaralı örnek hariç) ve dolerit (RA-221 numaralı örnek hariç) örneklerinin Pearce (1996)'nın Zr/Ti-Nb/Y diyagramına (Şekil 5.16a) göre bazalt ve Pearce (1982)'nin Ti/Y-Nb/Y diyagramına göre de tüm bazalt örneklerinin toleyitik alanına iz düştükleri görülmektedir. (Şekil 5.16b). RA-223 ve RA-221 numaralı bazalt ve dolerit örnekleri ise Zr/Ti-Nb/Y diyagramında andezit, bazaltik-andezit alanına düşmektedir (Şekil 5.16a). Aynı diyagramlara göre plajiyogranit örneklerinin de toleyitik karakterde olup, andezit, bazaltik-andezit ve riyolit-dasit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 5.16a, b).

Y-La-Nb (Cabanis ve Lecolle,1989) tektonomagmatik ayırtman diyagramında bazalt (RA-223 numaralı örnek hariç) ve dolerit örnekleri toleyitik ve N-MORB alanlarına iz düşmektedir (Şekil 5.17a). Hf-Th-Nb (Wood ve diğ., 1979) üçgen ayırtman diyagramında ise aynı örnekler ada yayı bazaltları alanında yer almaktadırlar (Şekil 5.17b). RA-223 numaralı örnek Karahıdırlı köyü civarında yer alan ofiyolite ait bazaltlardan farklı olarak olistostromal istif içerisinde derlenmiştir. RA-223 numaralı bazalt örneği üçgen ayırtman diyagramlarda diğer bazalt örneklerinden farklı olarak kalkalkalen alanına ve N-MORB-E-MORB sınırına iz düşmektedir (Şekil 5.17a,b). Yitim bileşenin varlığının belirlenmesinde önemli bir ayırtaç olan Nb/Yb ve Th/Yb oranlarına karşılaştırıldığı diyagramda (Pearce, 1982), kayaçların tümünün manto yönelimi alanından farklılık sundukları ve buna bağlı olarak yitim bileşenin etkisi açıkça görülmektedir (Şekil 5.17c).



Şekil 5.16. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen bazalt, dolerit ve plajiyogranit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göre)

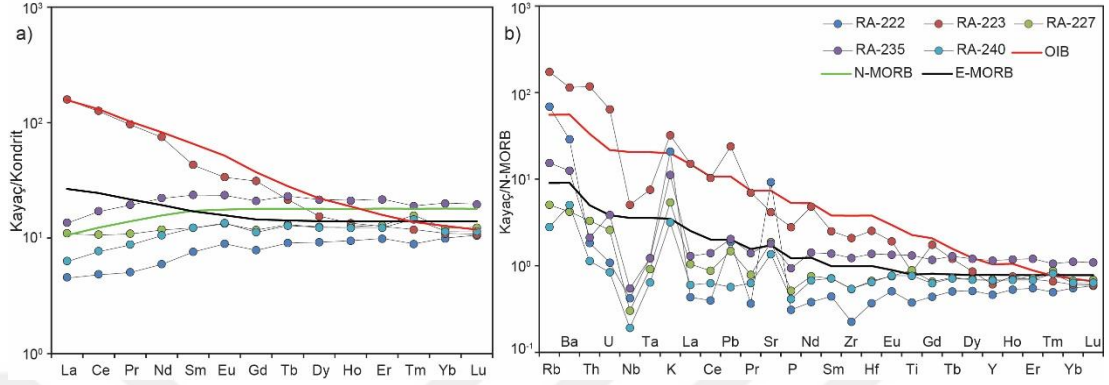
Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında bazalt (RA-223 numaralı örnek hariç) örnekleri HNT elementlerince tüketim, ANT elementlerinde ise yaklaşık düz bir dağılım deseni ($La_N/Yb_N=0.5-0.9$) sunmaktadırlar (Şekil 5.18a). RA-223 numaralı bazalt örneği ise diğer örneklerden farklı olarak OIB benzeri bir dağılım deseni ($La_N/Yb_N=14.6$) sunmaktadır (Şekil 5.18a). Dolerit örnekleri de benzer olarak HNT elementlerinde tüketim sergilemektedir ($La_N/Yb_N=0.2-0.6$) (Şekil 5.19a).



Şekil 5.17. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen bazalt ve dolerit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (c) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırım diyagramı

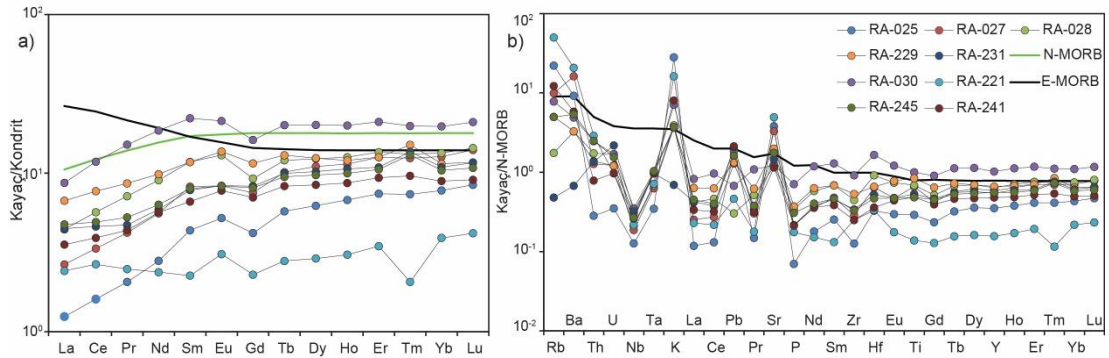
N-MORB'a normalize edilmiş çoklu element diyagramında RA-223 numaralı bazalt örneği hariç diğer bazalt örneklerinin tümü benzer özellikler sergilemektedirler (Şekil 5.18b). Söz konusu örnekler Şekil 5.18b üzerinde de görüldüğü üzere Rb, Ba, Sr gibi LIL elementlerince zenginleşme sergilemekte olup, yitim bileşenine işaret eden negatif Nb, Ta anomalisi de göstermektedirler (Şekil 5.18b). RA-223 numaralı bazalt

örneği ise NTE diyagramındaki duruma benzer şekilde OIB benzeri bir dağılım deseni sunmaktadır (Şekil 5.18b). Dolerit örnekleri de bazaltlarda olduğu gibi negatif Nb, Ta anomalisi ile yitim zonu üstü koşullarına ait özellikleri yansıtmaktadır (Şekil 5.19b).



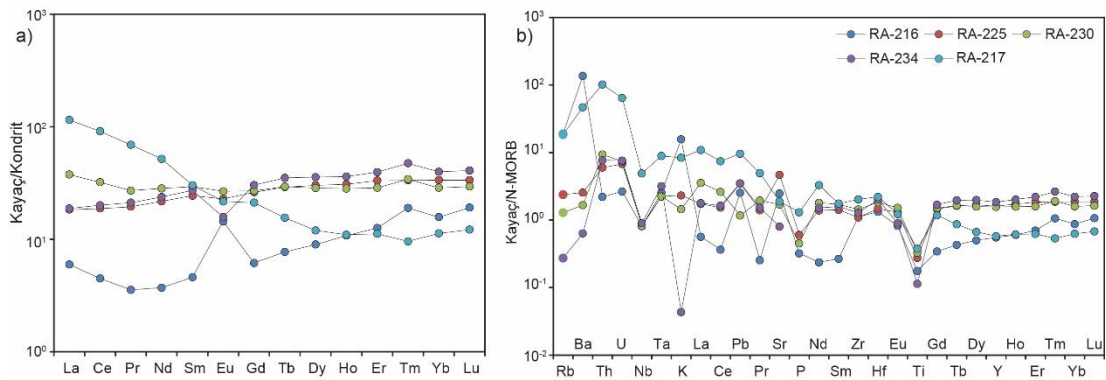
Şekil 5.18. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen bazalt örneklerine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler ve N-MORB ile E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

Karahıdırlı köyü batısındaki bazaltları kesen plajiyogranit örnekleri benzer jeokimyasal özellik sergilemektedirler. Söz konusu örneklerin kondrite normalize edilmiş NTE diyagramında La_N/Yb_N oranları 0.4-1.3 olarak, La_N/Sm_N oranları ise 0.7-1.3 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.20a). RA-234 numaralı plajiyogranit örneğinde plajiyoklaz fraksiyonlaşmasını işaret eden belirgin negatif Eu anomalisine ($Eu/Eu^*=0.5$) sahiptir (Şekil 5.20a).



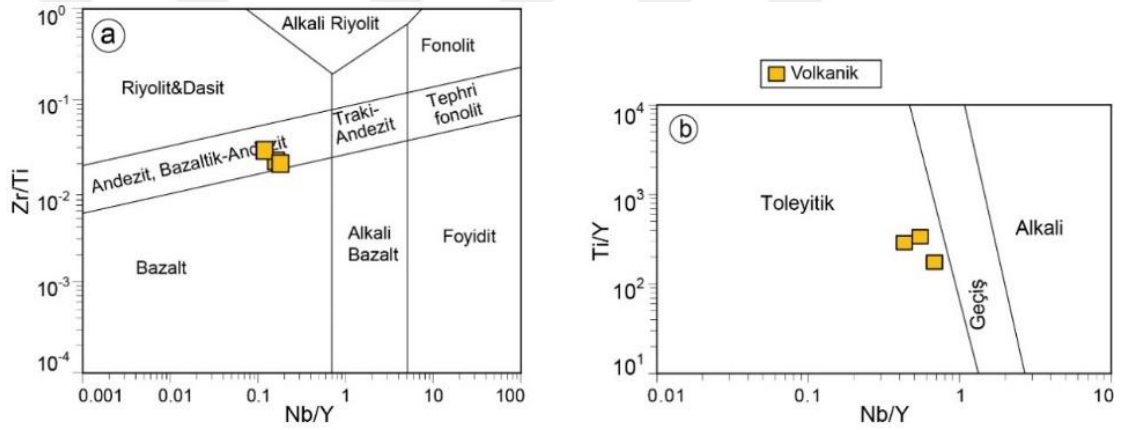
Şekil 5.19. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen dolerit örneklerine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler ve N-MORB ile E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

Plajiyogranit örneklerinin N-MORB'a normalize çoklu element diyagramında ise Rb, Ba, Ti elementlerince tüketilim gözlenmektedir (Şekil 5.20b). Ayrıca, bu kayalar yitim zonu üstü koşullarında oluştuklarını gösterir Th elementine karşı negatif Nb anomalisi sunmaktadırlar (Şekil 5.20b). Karahıdırlı köyü güneydoğusundan derlenen ve serpantinize peridotitleri kesen RA-216 numaralı plajiyogranit ve RA-217 numaralı andezit örnekleri Karahıdırlı köyü batısındaki plajiyogranit örneklerine göre farklı jeokimyasal sunmaktadır. RA-216 numaralı plajiyogranit örneği HNT elementlerinde kaşık şekilli dağılım deseni sunmakta iken ANT elementlerinde pozitif yönseme ($Gd_N/Yb_N=0.4$) gösteren dağılım desenine sahiptir (Şekil 5.20a). Ayrıca kayalar, plajiyoklaz birikimine işaret eden kuvvetli pozitif Eu anomalisi ($Eu/Eu^*=2.7$) sunmaktadır (Şekil 5.20a). Bu gibi pozitif Eu anomalisine sahip olan plajiyogranit türü kayalar farklı ofiyolitik alanlar içinde birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (ör. Topuz ve diğ., 2013). RA-217 numaralı andezit örneği HNT elementlerinden ANT elementlerine doğru tüketilim sergilemektedir ($La_N/Yb_N=10.2$) (Şekil 5.20a). N-MORB'a normalize edilmiş çoklu element diyagramında her iki örneğin de oluşumlarında yitim süreçlerinden etkilendiklerini gösteren Th elementine karşı negatif Nb anomalisine sahiptirler (Şekil 5.20b). Yukarıda anlatılan tüm bu jeokimyasal özellikler ve "Mineraloji ve Petrografi" bölümünde mineral kimyası sonuçları da göz önüne alındığında Tuzla Gölü civarında yüzlek veren ofiyolit kütlelerinin yitim zonu üstü koşullarında oluştuğu söylenebilir.

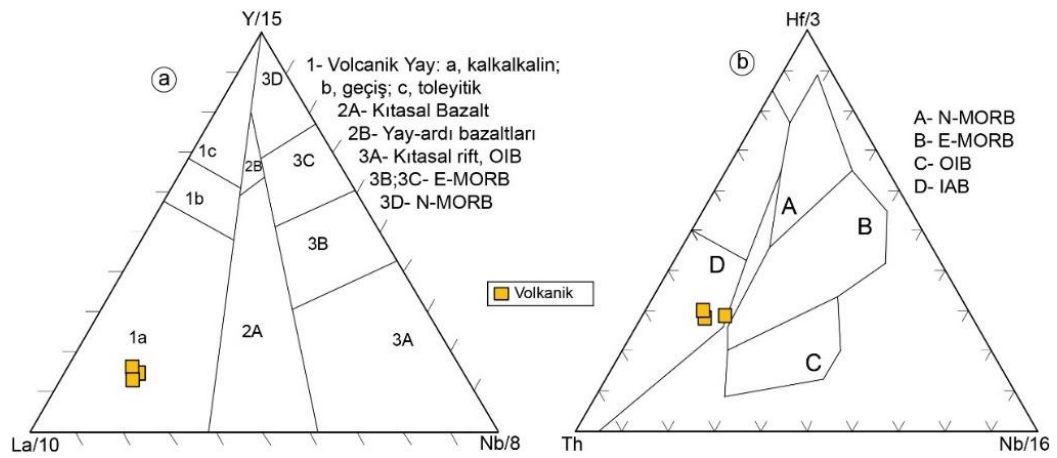


Şekil 5.20. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen plajiyogranit ve andezit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

Tuzla Gölü içerisinde ofiyolitik kayalardan farklı olarak Üst Kretase-Paleosen yaşlı volkanik kayalar yüzlek vermektedir. Bu volkanitlerden derlenen örnekler jeokimyasal olarak değerlendirilmiştir. Volkanik kayaların SiO_2 değerleri 47.1 ilâ 53.2 (% ağı.) arasında, K_2O değerleri ise 0.01 ilâ 3.8 (% ağı.), Na_2O değerleri 3.05 ilâ 5.26 (% ağı.) arasında, CaO değerleri 7.3 ilâ 12.7 (% ağı.) arasında Al_2O_3 değerleri ise 13.5 ilâ 16.4 (% ağı.) arasında, değişiklik göstermektedir. Volkanitlere ait örneklerin Pearce (1996)'nın Zr/Ti - Nb/Y diyagramına (Şekil 5.21a) göre andezit, bazaltik-andezit alanında yer almaktadırlar (Şekil 5.21a). Pearce (1982)'nin Ti/Y - Nb/Y diyagramına göre de tüm volkanik örneklerinin toleyitik alanına iz düştükleri görülmektedir. (Şekil 5.19b). Aynı volkanik kayaların üçgen ayırtman diyagramlarında ada yayı ile ilgili alanlarda olduğu görülmektedir (Şekil 5.22a, b).

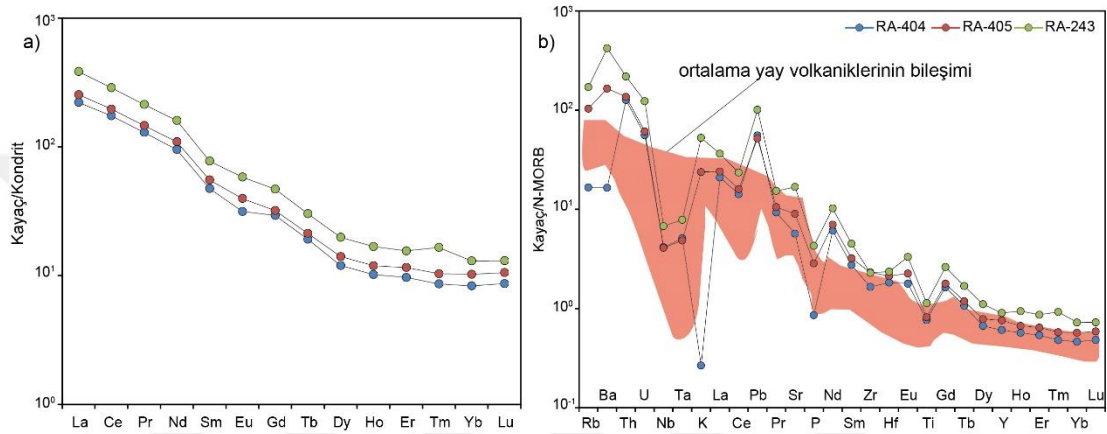


Şekil 5.21. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen volkanik kayalar örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göre)



Şekil 5.22. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen volkanik kayalar örneklerine ait (a) La - Y - Nb üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf - Th - Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre).

Volkanik kayaç örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında benzer desenler sergiledikleri görülmektedir (Şekil 5.23a). Tüm kayaçlar HNT elementlerinden ANT elementlerine doğru tüketilim sergilemektedir (Şekil 5.23a). Aynı kayaçların N-MORB'a normalize çoklu element diyagramında K, P ve Ti elementlerinde bariz bir tüketilim sergiledikleri görülmektedir (Şekil 5.23b). Aynı diyagramda, özellikle tüm kayaçlardaki Nb ve Ta negatif anomalisi, bu kayaçların yitimle ilişkili magmadan türediklerine dair önemli bir delildir (Şekil 5.23b).



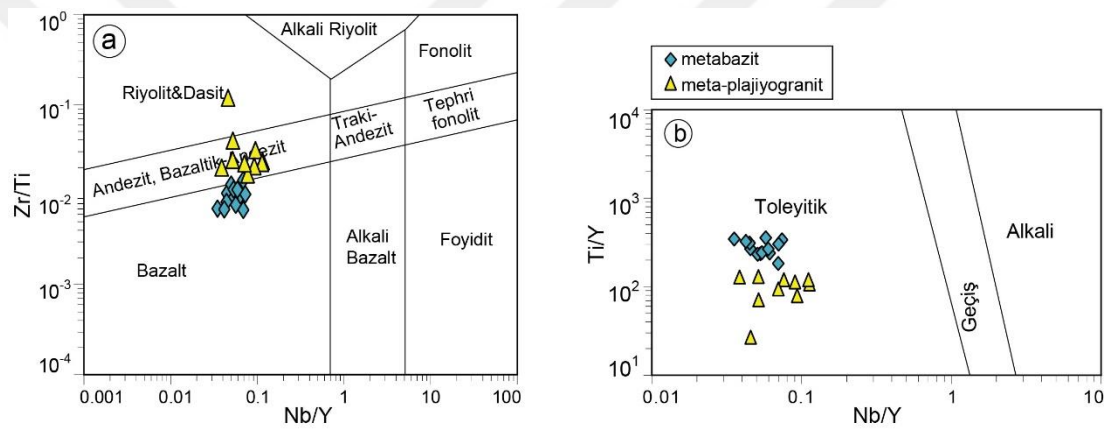
Şekil 5.23. Tuzla Gölü bölgesinden derlenen volkanik kayaç örneklerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir). (Volkanik yay bileşim verileri Kelemen ve diğ., 2003'den alınmıştır)

Dolayısıyla, Tuzla Gölü bölgesinde yer alan Üst Kretase-Paleosen yaşlı volkanik kayaçların yitim süreçlerinde meydana gelen bir ada yayının ürünleri olduğu düşünülebilir. Benzer jeokimyasal özellikler sergileyen volkanik kayaçlar Tuzla Gölü bölgesinin kuzeydoğusunda yer alan bölgelerde tespit edilmiştir (ör. Gökten ve Floyd, 1987). Söz konusu kayaçlardan yapılan jeokimyasal analizler Sivas havzasında kuzeydoğu güneybatı hattı boyunca bu tip ada yayıyla ilişkili, ofiyolitlere göre göreceli olarak daha genç yaş konaklarına sahip volkanik kayaçların varlığını ortaya koymaktadır.

5.3. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi

Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinde metamorfik yığışım karmaşıkları içerisinde yaygınca tespit edilmiş olan meta-plajiyogranit ve metabazitlere ait örnekler jeokimyasal olarak değerlendirilmiş ve ilgili sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Pearce, (1996)'nın Zr/Ti-Nb/Y diyagramına göre bazalt özelliği sunan metabazitlerin (Şekil 5.24a) Pearce, (1982)'nin Ti/Y-Nb/Y diyagramında toleyitik karakterinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.24b). Metabazit örneklerinin SiO₂ içerikleri (% ağı.) 50.7-57.3, Na₂O (%ağı.) 3.92-6.2 arasından değişiklik göstermekte olup, K₂O içerikleri ise (% ağı.) 0.2-2.7 arasındadır. Meta-plajjiyogranit örneklerinin SiO₂ içerikleri (% ağı.) göreceli olarak geniş bir dağılım sergilemekte olup 58.0-73.4, arasında Na₂O (%ağı.) 8.0-10.43 arasından değişiklik göstermekte olup, K₂O içerikleri ise (% ağı.) <1.0'dır. Meta-plajjiyogranit örnekleri Şekil 5.24'deki diyagramlar üzerinde değerlendirildiğinde andezit, bazaltik-andezit ve riyoilit-dasit bileşiminde oldukları anlaşılmaktadır.

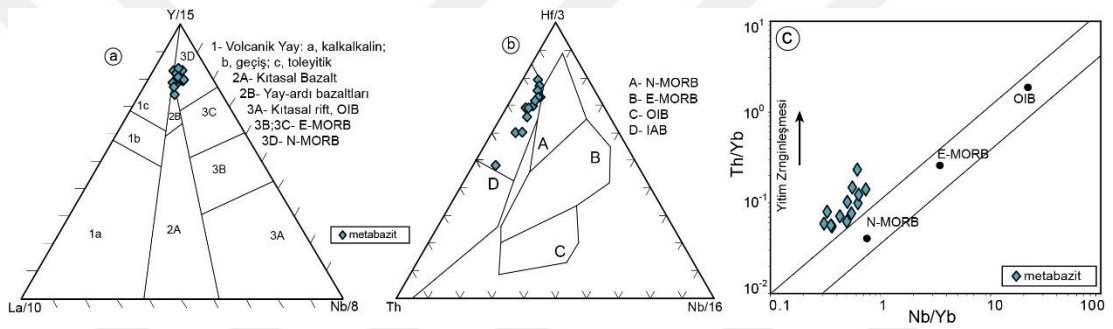


Şekil 5.24. Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinden derlenen metabazit ve meta-plajjiyogranit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

Metabazit örnekleri Cabanis ve Lecolle (1989)'un Y-La-Nb üçgen ayırtman diyagramında değerlendirildiklerinde tüm örneklerin N-MORB ve toleyitik volkanik yay alanlarına iz düştükleri görülmektedir (Şekil 5.25a). Aynı metabazit örnekleri Wood ve diğ. (1979)'un Hf-Th-Nb ayırım diyagramında ise ada yayı bazaltları alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.25b). Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) ayırtman diyagramında tüm metabazit örneklerin yitim bileşenine işaret eden alana iz düştükleri tespit edilmiştir (Şekil 5.25c).

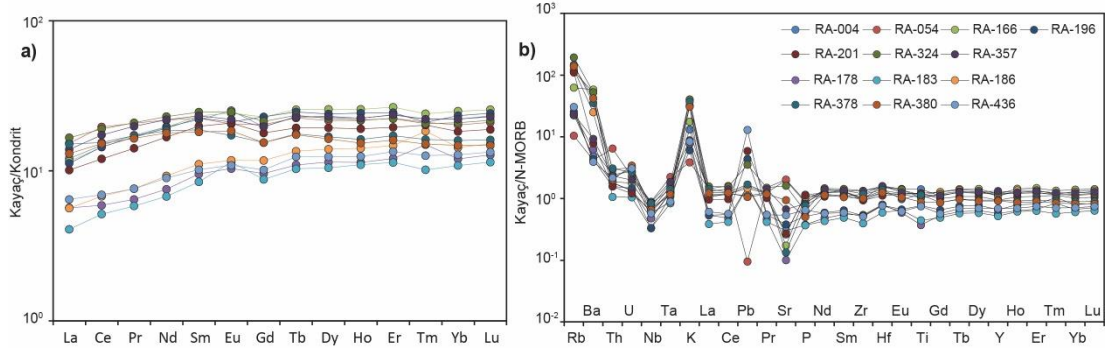
Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında metabazit örnekleri HNT elementlerinde hafif bir negatif yönelim sergilerken, ANT elementlerince yaklaşık düz bir dağılım deseni (La_N/Sm_N=0.5-0.7; Sm_N/Yb_N=0.9-1.2) sergilemektedir (Şekil

5.26a). Metabazit örnekleri aynı dağılım deseni sunmalarına karşın, NTE elementlerince farklı zenginleşme oranlarına sahiptirler (Şekil 5.26a). Metabazit örneklerinin bir bölümü kondrite göre yaklaşık 5-15 kat zenginleşme gösterirken, diğer bir bölümü ise 10-25 kat zenginleşme sunmaktadır (Şekil 5.26a). Aynı metabazit örnekleri N-MORB'a normalize edilmiş çoklu element diyagramında K, Rb, Ba ve Pb gibi LIL elementlerinde belirgin bir pozitif anomali sunmaktadır (Şekil 5.26b). Aynı diyagramda metabazitlerin yitimle ilişkili olduklarını gösterir şekilde, Th elementine karşı Nb elementinde tüketim görülmektedir (Şekil 5.26b). Bu jeokimyasal özellikler değerlendirildiğinde Hınzır ve Korumaz Dağları bölgesindeki tüm metabazit örneklerinin yitim zonu üstü koşullarında oluştuğu söylenebilir.

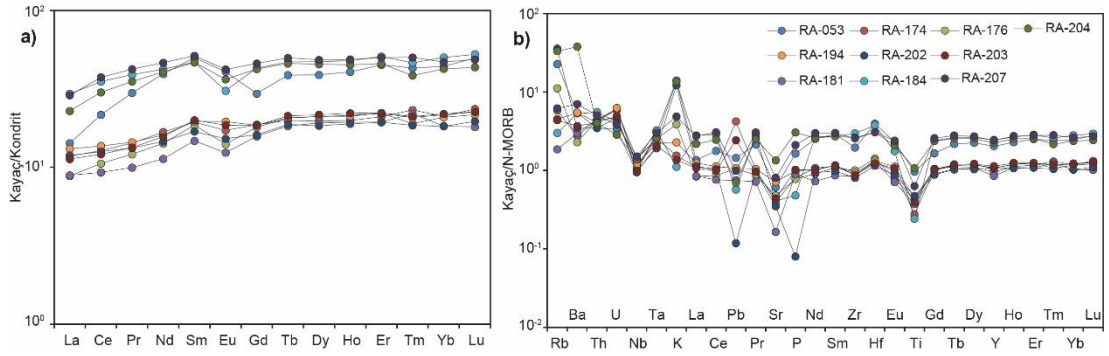


Şekil 5.25. Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinden derlenen metabazit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı (Cabaniş ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (c) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırım diyagramı

Meta-plajiyogranit örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında HNT elementlerinde negatif yönseme gözlenirken, ANT elementlerinde yaklaşık düz bir yönseme ($La_N/Sm_N=0.3-0.7$; $Sm_N/Yb_N=0.9-1.1$) görülmektedir (Şekil 5.27a). Meta-plajiyogranit örnekleri de metabazitlere benzer olarak NTE element içerikleri bakımından iki farklı zenginleşme oranı sergilemektedirler (Şekil 5.27a). Buna göre meta-plajiyogranitlerin bir bölümü NTE elementlerince yaklaşık 10 kat zenginleşme sergiler iken diğerleri ise 30-40 kat bir zenginleşme sergilemektedir. Meta-plajiyogranit örneklerinin Eu/Eu^* oranları 0.8 ilâ 1.06 arasında değişmektedir. N-MORB'a normalize edilmiş çoklu element diyagramında meta-plajiyogranitler yitim etkisi gösteren kayalarda olduğu gibi Ti ve Nb elementlerinde LIL elementlerine göre tüketim sunarlar (Şekil 5.27b). Hınzır ve Korumaz Dağları bölgesindeki metamorfik yığılım karmaşıkları içinde yer alan meta-plajiyogranit örneklerinin tümü metabazitlere benzer olarak yitim zonu üstü koşullarında oluşmuştur.



Şekil 5.26. Korumaz ve Hınzır dağ bölgelerinden derlenen metabazit numunelerine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler ve N-MORB ile E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

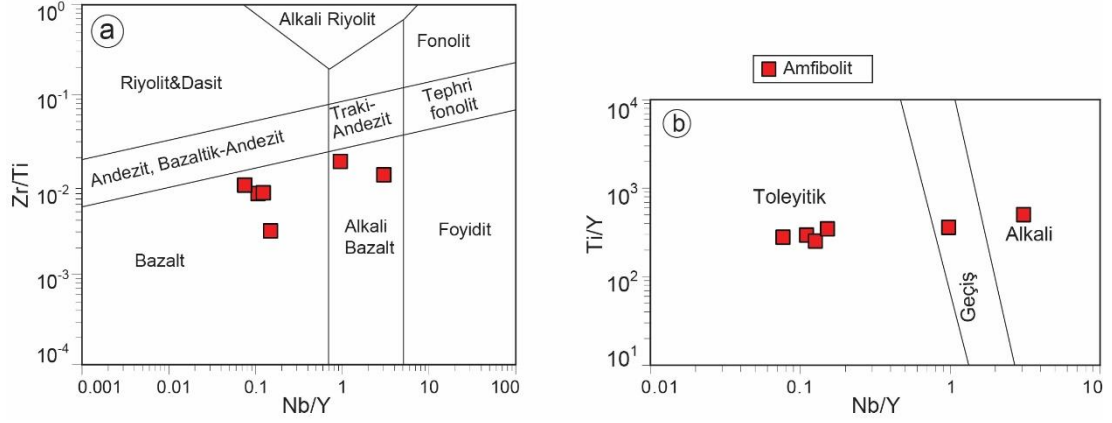


Şekil 5.27. Korumaz ve Hınzır dağ bölgelerinden derlenen meta-plajiyogranit numunelerine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

5.4. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi

Pınarbaşı civarından ve Soğanlı Dağı çevresinden derlenmiş olan amfibolit, kümülat gabro, plajiyogranit, bazalt, dolerit örnekleri ana, iz ve nadir toprak element içerikleri bakımından değerlendirilmiştir.

Pearce (1996)'nın $Zr/Ti-Nb/Y$ diyagramına göre amfibolit örnekleri alkali bazalt ve bazaltlarla temsil edilmektedir (Şekil 5.28a). Pearce (1982)'nin $Ti/Y-Nb/Y$ diyagramında ise aynı kayalar toleyitik, geçiş ve alkali alanlarına iz düşmektedir (Şekil 5.28b).

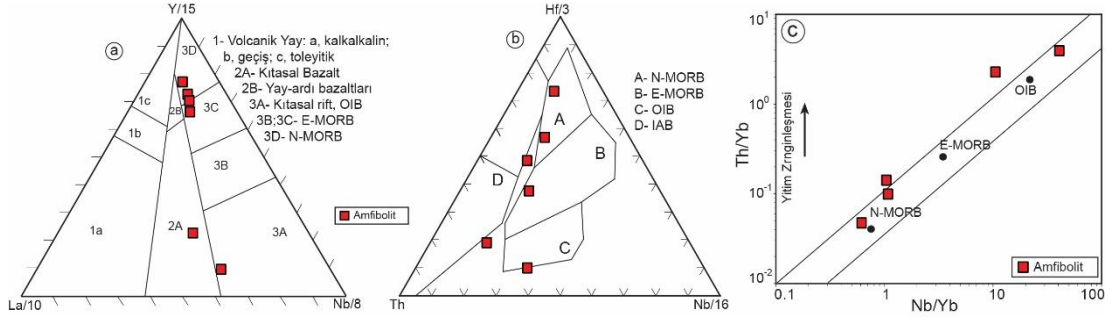


Şekil 5.28. Pınarbaşı bölgesinden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

La-Y-Nb ve Hf-Th-Nb diyagramlarında amfibolit örneklerinin farklı jeodinamik ortam koşullarını yansıttığı görülmektedir (Şekil 5.29a, b). Bu ayırtman diyagramlarına göre amfibolit örnekleri yitimle ilişkili alanlara, N-MORB, EMORB, OIB ve kıtasal bazalt alanlarına iz düşmektedir (Şekil 5.29a, b). Th/Yb oranlarının Nb/Yb oranlarına kıyaslandığı diyagramda ise amfibolit örnekleri manto yönsemesi üzerindeki N-MORB, OIB alanlarına ve yitim zenginleşmesinin görüldüğü kısımlarda yer almaktadır (Şekil 5.29c). Bu gibi farklı jeodinamik ortamlar Toros Kuşağı boyunca ve İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu içinde yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfitlelerinde yaygınca tespit edilmiştir (ör. Çelik, 2007, 2008; Çelik ve Chiaradia 2008; Çelik ve Delaloye 2003, 2006; Vergili ve Parlak, 2005; Çelik ve diğ. 2011; Çörtük ve diğ. 2016; Dilek ve Whitney 1997; Dilek ve diğ. 1999; Elitok ve Drüppel, 2008; Lytwyn ve Casey 1995; Parlak ve diğ. 1996, 2006; Alkan, 2019).

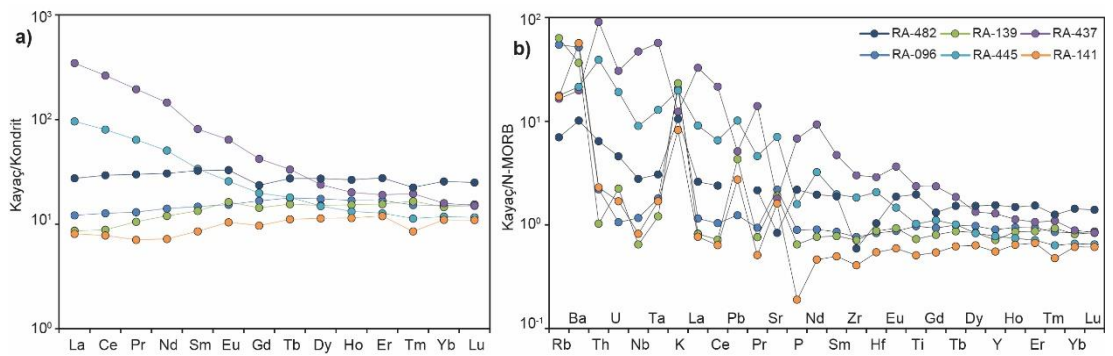
Şekil 5.30a'da yer alan kondrite normalize NTE diyagramında Pınarbaşı civarından ve yığışım karmaşığı içinden derlenen amfibolit örneklerinin üç farklı dağılım deseni sundukları görülmektedir. RA-437 ve RA-445 numaralı amfibolit örnekleri kondrite normalize edilmiş NTE diyagramında HNT elementlerinden ANT elementlerine doğru bir tüketim sergilemekte ve OIB benzeri bir dağılım deseni sunmaktadırlar ($La_N/Yb_N=8.1-21.8$) (Şekil 5.30a). RA-482, RA-141 ve RA-139 numaralı amfibolit örnekleri ise HNT elementlerinde tüketim sergilemekte olup ($La_N/Sm_N=0.5-0.9$), N-MORB benzeri bir dağılım deseni sunmaktadır (Şekil 5.30a). RA-096 numaralı

amfibolit örneği ise diğer örneklerden farklı olarak NTE diyagramında yaklaşık düz bir dağılım deseni sergilemektedir ($La_N/Yb_N=0.9$) (Şekil 5.30a).



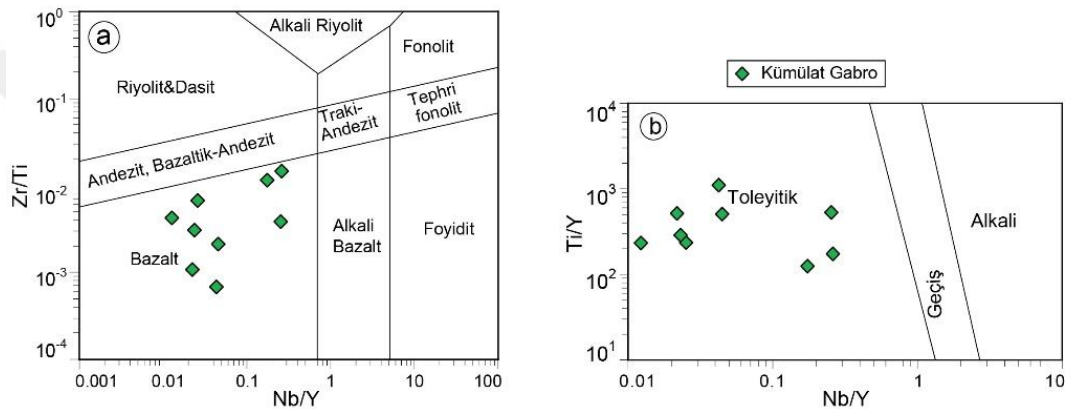
Şekil 5.29. Pınarbaşı bölgesinden derlenen amfibolit örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı (Cabaniş ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (c) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırım diyagramı

N-MORB'a normalize çoklu element diyagramında amfibolit örneklerinin büyük bölümünün Rb, Ba, Sr gibi LIL elementlerince zenginleştikleri görülmektedir (Şekil 5.30b). N-MORB'a normalize edilmiş çoklu element diyagramında RA-437 ve RA-445 numaralı amfibolit örneklerinin N-MORB'a göre zenginleştiği ve OIB benzeri bir dağılım deseni sunduğu görülmektedir (Şekil 5.30b). RA-482, RA-141 ve RA-139 numaralı örnekler ise diğer örneklere kıyasla daha fazla tüketilmiş bir görünüm sunmaktadır (Şekil 5.30b). Ayrıca, RA-096, RA-139 ve RA-141 numaralı örnekler aynı diyagramda negatif Nb, Ta anomalisi sunmaktadır (Şekil 5.30b). Bu durum söz konusu iki örneğin köken kayaların yitim süreçlerinde oluştuğunu göstermektedir.

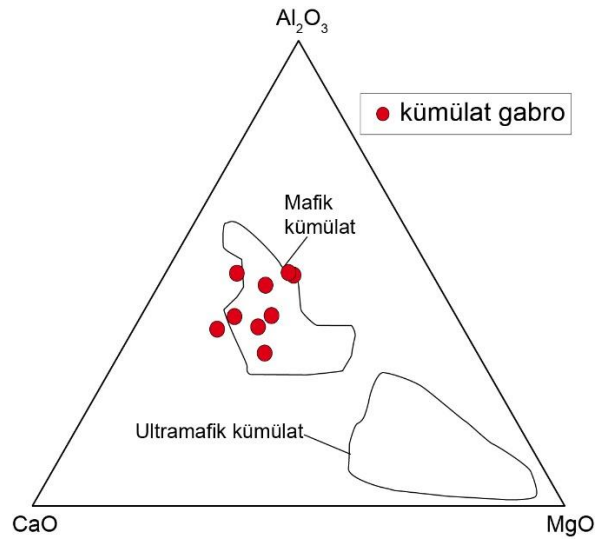


Şekil 5.30. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarından derlenen amfibolit numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarında yüzlek veren gabroyik kayaçların saha ve petrografik tanımlamalarında kümülat gabro niteliğinde oldukları tespit edilmiştir. Söz konusu kayaçların tüm kayaç jeokimyasal analizleri neticesinde de kümülat kayaçlara özgü jeokimyasal özelliklere sahip oldukları görülmektedir. Pearce (1996)'nın Zr/Ti-Nb/Y diyagramına göre kümülat gabro örnekleri bazalt alanına iz düşmektedir (Şekil 5.31a). Pearce (1982)'nin Ti/Y-Nb/Y diyagramında dağınık bir görünüm sergileyen kümülat gabro örneklerinin tümü toleyitik alanına iz düşmektedir (Şekil 5.31b). Aynı kayaçların Coleman (1977)'nin Al_2O_3 -MgO-CaO ayırtman diyagramında incelendiklerinde mafik kümülat alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.32).

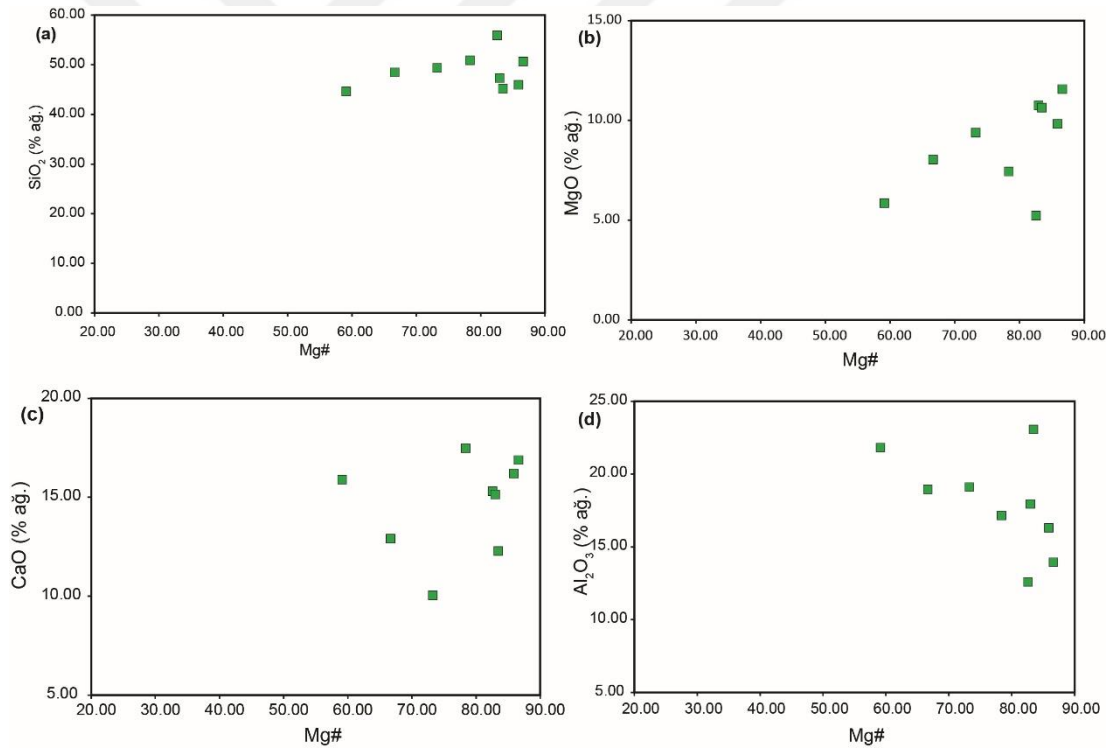


Şekil 5.31. Pınarbaşı ve çevresinden derlenen kümülat gabro örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)



Şekil 5.32. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesindeki kümülat gabro örneklerine ait Al_2O_3 -MgO-CaO üçgen diyagramı (Coleman, 1977'e göre)

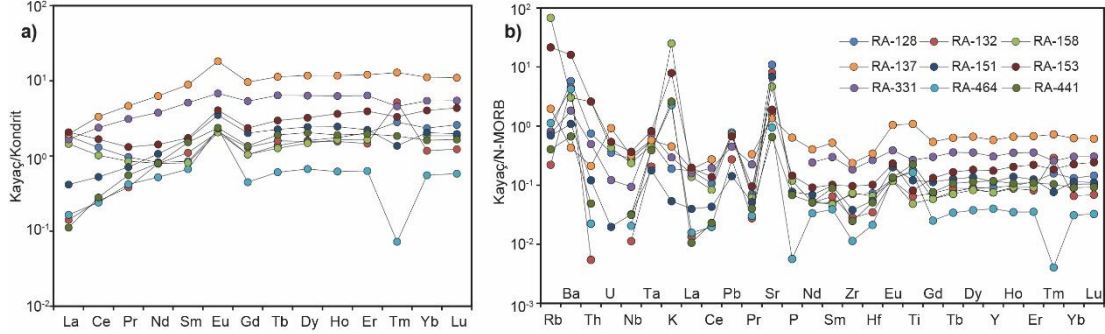
Gabro örnekleri kümülat jeokimyasal karakteriyle uyumlu olarak yüksek Mg# (= 100* molar MgO/(MgO+FeO_{toplam})) değerlerine (RA-128 numaralı örnek hariç) (59.1-86.6) sahiptirler (Şekil 5.33). RA-128 numaralı gabro örneğinin Mg# değeri diğer örneklerle kıyasla düşüktür ancak, diğer örneklerde olduğu gibi düşük SiO₂ içeriğinin yüksek Al₂O₃ ve CaO içeriklerine bağlı olarak bu örneğin de diğerlerinde olduğu gibi kümülat karakterinde olduğu söylenebilir. Tüm gabrolar, kümülat gabrolara özgü yüksek Al₂O₃ (% ağı. 13.9-21.8), MgO (% ağı. 5.86-11.57) ve CaO (% ağı. 10.0-17.5) içeriklerine sahiptirler (Şekil 5.33). Kümülat gabrolar 44.6 – 55.9 (% ağı.) arasında değişen SiO₂ içeriklerine ve 74.8-87.6 arasında değişen Mg# değerlerine sahiptirler (Şekil 5.33). Al₂O₃ ve CaO içeriklerinin Mg# değerleriyle birlikte artış göstermesi, kümülat gabroların oluşumunda Al₂O₃ ve CaO miktarlarının önemli rol oynadığı klinopiroksen ve plajiyoklaz minerallerinin kayaçtaki birikimine işaret etmektedir.



Şekil 5.33. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesindeki kümülat gabroların Mg# değerlerine karşı (a) SiO₂, (b) MgO, (c) CaO ve (d) Al₂O₃ içeriklerinin (% ağı.) kıyaslanması

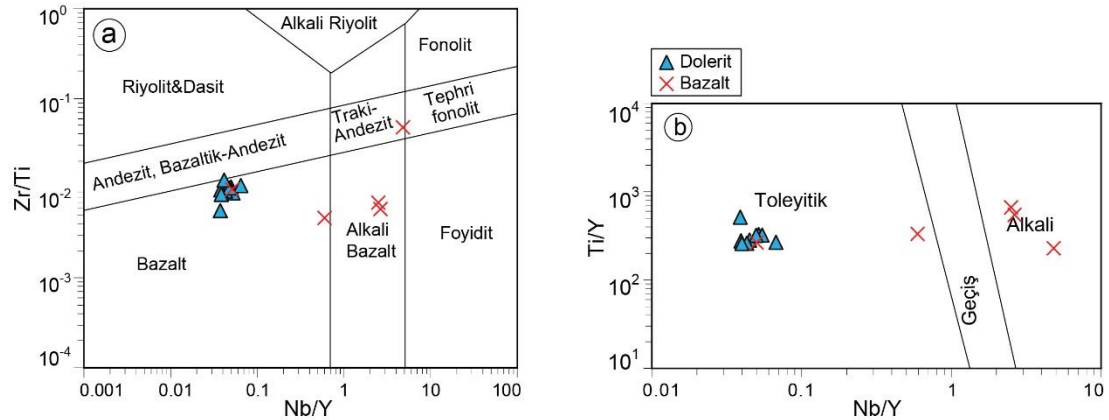
Kondrite normalize edilmiş NTE diyagramında kümülat gabro örnekleri HNT elementlerinde belirgin bir tüketim sergilemekte olup, aynı zamanda kümülat niteliğindeki kayaçlara özgü pozitif Eu anomalisi (Eu/Eu*=1.3-4.3) göstermektedirler (Şekil 5.34a). N-MORB'a normalize çoklu element diyagramında ise kümülat gabro

örnekleri N-MORB'a göre oldukça tüketilmiş bir görünüm sergilemekte olup, Pb, Sr, Rb ve Ba elementlerince zenginleşme sunmaktadır (Şekil 5.34b).



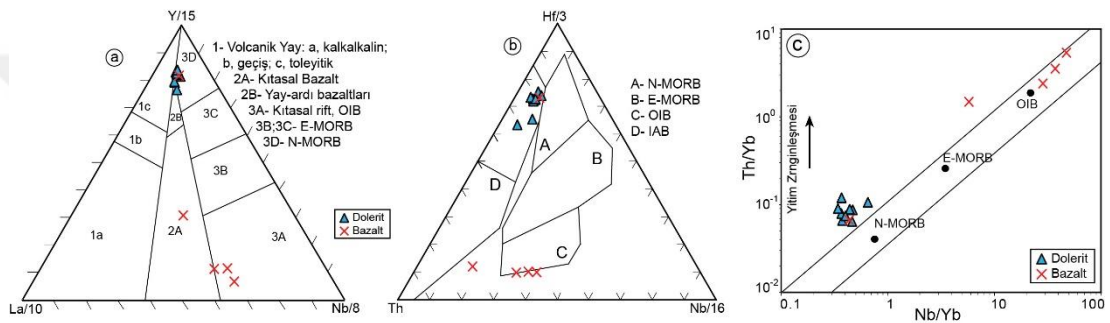
Şekil 5.34. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgesinden derlenen kümülat gabro numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

Pınarbaşı ve Soğanlı dağ çevresinden dolerit ve bazalt örnekleri derlenmiştir. Pearce (1996)'nın Zr/Ti-Nb/Y diyagramına göre dolerit örnekleri bazalt alanına, bazalt örnekleri ise doleritlere kıyasla daha değişken özellikler sergilemekte olup, bazalt, alkali bazalt ve traki-andezit alanlarına iz düşmektedir (Şekil 5.35a). Pearce (1982)'nin Ti/Y-Nb/Y diyagramında ise aynı kayalar dolerit örnekleri toleyitik, bazalt örnekleri ise toleyitik ve alkali alanlarına iz düşmektedir (Şekil 5.35b).

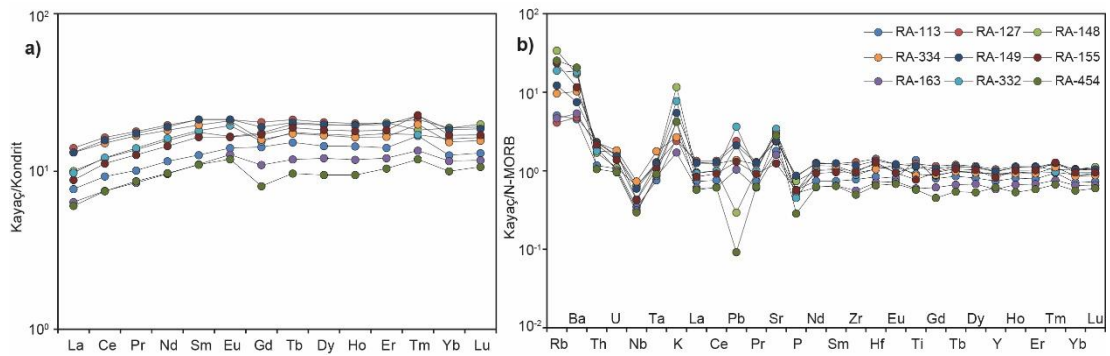


Şekil 5.35. Pınarbaşı ve çevresinden derlenen dolerit ve bazalt örneklerine ait (a) Zr/Ti oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1996'a göre) (b) Ti/Y oranlarının Nb/Y oranları ile karşılaştırılması (Pearce, 1982'e göredir)

La-Y-Nb ve Hf-Th-Nb ayırtman diyagramında dolerit örnekleri yitim süreçlerini işaret eden alana iz düşmektedir (Şekil 5.36a). Bazalt örnekleri ise farklı jeodinamik ortam koşullarını yansıtmakta olup La-Y-Nb üçgen diyagramında kıtasal bazalt, OIB ve yitim süreçleriyle ilgili alanlarda yer almaktadır (Şekil 5.36a, b). Aynı örnekler Hf-Th-Nb ayırtman diyagramında ise OIB ada yayı bazaltları alanlarında yer almaktadır (Şekil 5.36b). Th/Yb oranlarının Nb/Yb oranlarına kıyaslandığı diyagramda ise dolerit örnekleri yitim zenginleşmesinin görüldüğü kısımlarda yer almaktadır (Şekil 5.36c). Aynı diyagramda bazalt örnekleri manto yönsemesi üzerinde yaklaşık OIB alanında ve yitim zenginleşmesinin görüldüğü alanlarda bulunmaktadır (Şekil 5.36c).



Şekil 5.36. Pınarbaşı bölgesinden derlenen dolerit ve bazalt örneklerine ait (a) La-Y-Nb üçgen diyagramı (Cabanis ve Lecolle, 1989'a göre). (b) Hf-Th-Nb üçgen diyagramı (Wood ve diğ., 1979'a göre) (c) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982'e göre) tektonomagmatik ayırtma diyagramı

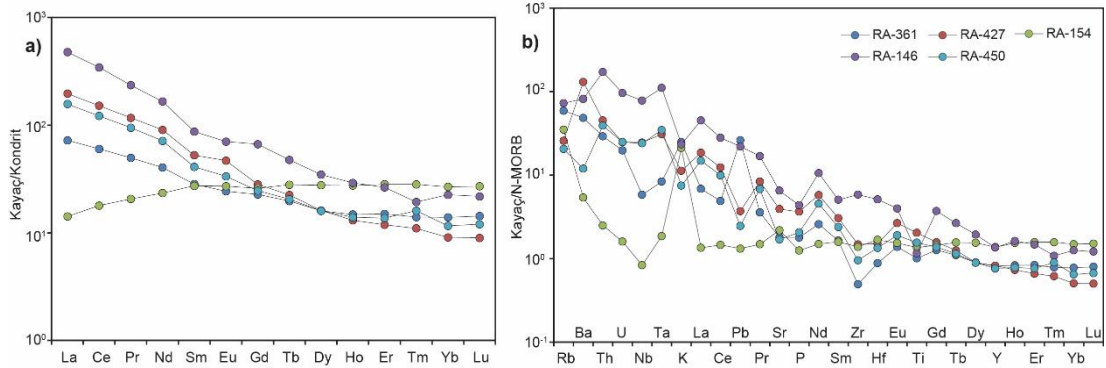


Şekil 5.37. Pınarbaşı bölgesinden derlenen dolerit daykı numunelerine ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaçların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler ve N-MORB ile E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

Kondrite normalize NTE diyagramında dolerit örnekleri HNT elementlerinde kısmen bir tüketim sergilemekte olup ($La_N/Sm_N=0.5-0.6$), ANT elementlerine doğru yaklaşık

düz bir dağılım deseni sunmaktadır ($Sm_N/Yb_N=0.9-1.2$) (Şekil 5.37a). Dolerit örneklerinin N-MORB'a normalize çoklu element diyagramında ise Th elementine karşı negatif Nb ve Ta anomalisi sunması yitimle ilişkili olduklarının en önemli göstergesidir (Şekil 5.37b).

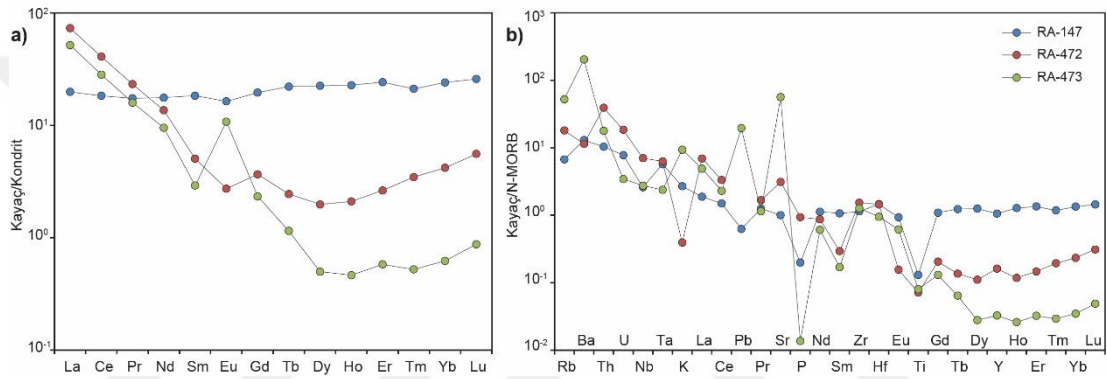
Bazalt örnekleri kondrite normalize NTE diyagramında iki farklı dağılım deseni sunmaktadır (Şekil 5.38a). RA-154 numaralı bazalt örneği HNT elementlerinde berlignin bir tüketim sergiler iken ($La_N/Sm_N=0.5$), diğer örneklerde HNT elementlerinden ANT elementlerine doğru tüketim sergiledikleri görülmektedir ($La_N/Yb_N=5.2-21.7$) (Şekil 5.38a). N-MORB'a normalize çoklu element diyagramında bazalt örneklerinin yaklaşık OIB benzeri bir dağılım deseni sunduğu görülmektedir (Şekil 5.38b). RA-154 numaralı örnek ise Th elementine karşı negatif Nb, Ta anomalisi sunmaktadır (Şekil 5.38b). Bu durum söz konusu bazalt örneğinin yitim süreçlerinde oluştuğunu göstermektedir. Benzer jeokimyasal karaktere sahip bazaltlar Toros kuşağı boyunca yer alan ofiyolitlerde ve yığışım karmaşıkları içerisinde tespit edilmiştir (ör. Çelik, 2009; Bağcı ve diğ., 2006; 2020).



Şekil 5.38. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinden derlenen bazalt numunelerine ait (a) kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalleştirilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalleştirilmiş değerler ve N-MORB ile E-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarından derlenen üç adet plajiyogranit örneği jeokimyasal olarak değerlendirilmiştir. RA-147 numaralı plajiyogranit örneğinin NTE diyagramında yaklaşık düz bir dağılım deseni sunduğu görülmektedir (Şekil 5.39a). RA-472 ve RA-473 numaralı örnekler ise HNT elementleri bakımından oldukça zenginleşmişlerdir ($La_N/Sm_N=14.5-17.7$) (Şekil 5.39a). Aynı zamanda ANT

elementleri kendi içerisinde kaşık şekilli bir dağılım deseni sunmaktadırlar (Şekil 5.39a). Aynı diyagramda RA-473 numaralı örneğin diğer plajiyogranitlerden farklı olarak pozitif Eu anomali ($Eu/Eu^*=4.1$) sunduğu görülmektedir (Şekil 5.39a). N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında kayalarda Rb, Ba, Th ve U elementlerinde belirgin pozitif anomali gözlenmesine karşın, P ve Ti elementlerinde tüketim gözlenmektedir (Şekil 5.39b). Aynı diyagramda, özellikle tüm kayalardaki Th elementine karşı, negatif Nb ve Ta anomali, bu kayaların yitim zonu üstü koşullarını yansıtan bir magmadan türediklerine işaret etmektedir (Şekil 5.39b).



Şekil 5.39. Pınarbaşı ve çevresinden derlenen plajiyogranit dayklarına ait (a) kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diyagramı. (b) Aynı kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (her iki diyagramda normalize edilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir)

6. BASINÇ-SICAKLIK KOŞULLARI

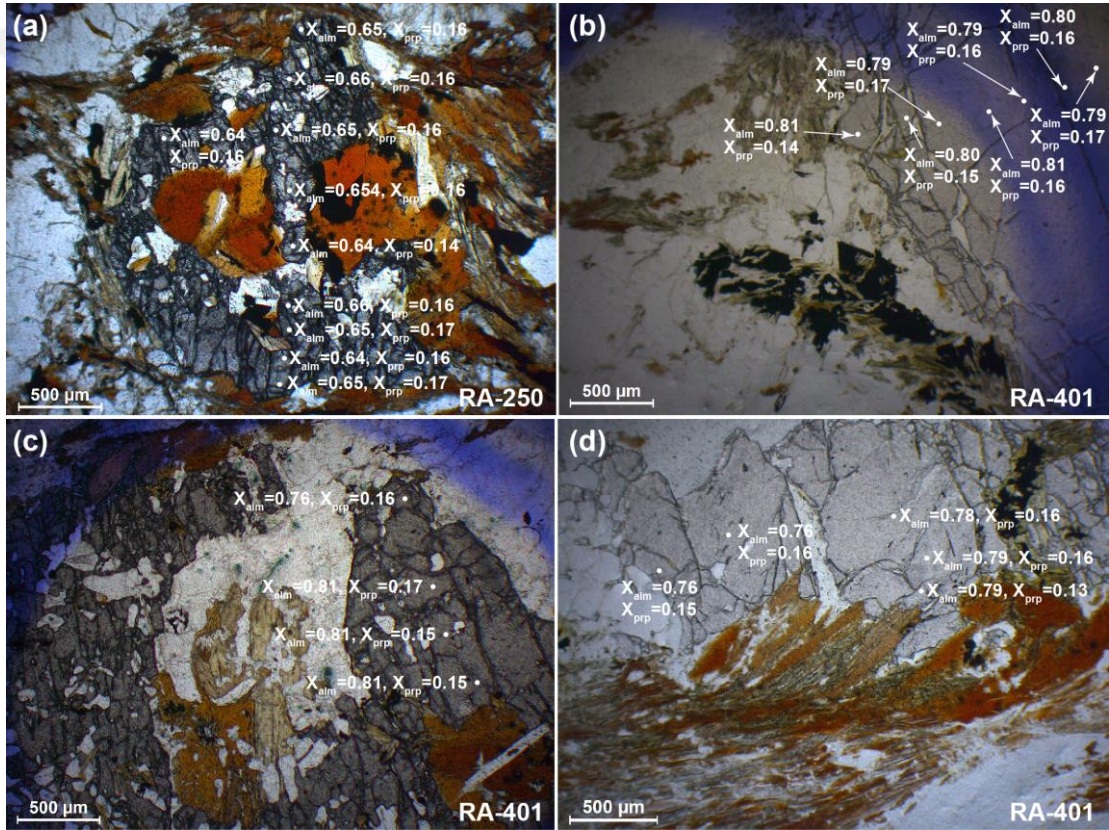
6.1. Felahiye Bölgesi

Felahiye bölgesinde yüzlek veren Akdağ masifine ait kırıntılı ve bazik kökenli metamorfik kayaçların basınç (P) – sıcaklık (T) koşullarının sınırlandırılması amacıyla geleneksel jeotermobarometrik yöntemler (ör. granat-biyotit ve amfibol-plajiyoklaz jeotermometresi) ve THERIAK-DOMINO (de Capitani ve Brown, 1987; de Capitani ve Petrakakis, 2010) yazılımı ile oluşturulan faz denge diyagramları kullanılmıştır. Felahiye bölgesinden P-T çalışmaları için sillimanit-granat-biyotitistler ve amfibolitler seçilmiştir.

Obruk köyü güneybatısından derlenen RA-250 ve Silahtar köyü doğusundan derlenen RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotitist örnekleri çalışma sahası içerisindeki Akdağ masifine ait yüksek dereceli başkalaşım kayaçlarını temsil etmektedir. Bu kayaçlar başlıca granat, biyotit, muskovit, kuvars, plajiyoklaz, sillimanit, ± K-feldspat, ± kordiyerit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Sillimanit türü alüminyum silikat mineralinin varlığı başkalaşım koşullarının sıcaklık vurgulu olduğunun önemli bir göstergesidir. Bir başka deyişle söz konusu kayaçların göreceli olarak yüksek sıcaklık – orta/düşük basınç koşullarında başkalaşıma uğradıkları ifade edilebilir. İncelenen örneklerin başkalaşım koşullarının geleneksel yöntemlerle belirlenmesi için Bhattacharya ve diğ. (1992)'ye ait granat ve biyotit minerallerinin Fe/Mg değiş-tokuş oranlarına göre kalibre edilmiş jeotermometresi ve Wu (2017)'in granat-biyotit-alüminosilikat-kuvars (GBAQ) jeotermobarometresi uygulanmıştır. Ayrıca Henry ve diğ. (2005)'in 4-6 kbar basınç koşuluna karşın biyotitlerin Ti içeriklerine göre kalibre edilmiş jeotermometresine göre hesaplamalar yapılmıştır.

RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotitist örneğine ait iri taneli ve kapanımlar içeren granat minerallinin çekirdek ve çeper kesimlerinden yapılan mineral kimyası analizlerine göre belirgin bir bileşimsel zonlanma sunmadığı ($Alm_{0.64-0.66}Pyp_{0.14-0.17}Grs_{0.04}Sp_{0.14-0.18}$) tespit edilmiştir (Şekil 6.1a). Granat tanesinin genel itibariyle bileşimsel olarak homojen yapıya sahip olması nedeniyle elde edilen basınç –

sıcaklık değerlerinin başkalaşımın zirve koşullarını temsil ettikleri düşünülmektedir. Kayaca ait granat-biyotit çiftlerinden Bhattacharya ve diğ., (1992)'in jeotermometresine göre 4.5 kbar sabit basınç değerine karşın 580 – 611 °C arasında değişen (ort: 592 ± 7 °C) sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Tablo 6.1). Henry (2005)'in biyotit minerallerinin Ti içeriğine göre kalibre edilmiş jeotermometresi RA-250 numaralı örnekteki biyotitler için 592 ile 687 °C arasında değişen (ort: 650 ± 20 °C) sıcaklık değerleri vermektedir (Tablo 6.1). Aynı örnek için Wu (2017)'nin GBAQ kalibrasyonuna göre 4.2 – 5.4 kbar (ort: 4.8 ± 0.3 kbar) arasında değişen basınç ve 638 – 683 °C arasında (ort: 658 ± 10 °C) değişen sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Tablo 6.1).



Şekil 6.1. (a) RA-250 ve (b, c, d) RA-401 numaralı örneklerden yapılan mineral kimyası analiz noktalarındaki granatların X_{alm} ve X_{prp} değerlerinin gösterimi

RA-401 numaralı örneğin mineral kimyası analizlerine göre granat mineralleri baskın olarak almandin ($Alm_{76-81}Prp_{13-17}Gr_{s0.02-0.06}Sps_{0.01-0.04}$) bileşimiyle temsil edilmektedir (Şekil 6.1b, c, d). Granatların çekirdek bölümünde X_{alm} ve X_{prp} değerleri sırasıyla 0.78 - 0.79 ve 0.16 - 0.17 iken çeper bölümünde bu değerlerin 0.80 - 0.81 ve 0.14 - 0.15 olduğu görülmektedir (Şekil 6.1b, c, d). Bu durum, granat tanelerinin dokanağındaki biyotitler ile zirve başkalaşım sonrasındaki Fe-Mg

değişimine işaret etmektedir. Bu nedenle zirve başkalaşım koşullarının belirlenmesi için granatların çekirdek bileşimleri ile matrikste yer alan biyotit minerallerinin bileşimleri kullanılmıştır. Granatların çekirdek bileşimleri ile matrikste yer alan biyotit minerallerinin bileşimleri kullanılarak Bhattacharya ve diğ. (1992)'in Fe-Mg değiş tokuş jeotermometresi ile yapılan hesaplamalarda 5 kbar basınç değerine karşın 630 ile 675 °C (ort: 653 ± 13 °C) arasında değişen sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Tablo 6.1). Aynı jeotermometreye göre granatların dış çeperleriyle dokanak halinde gözlenen biyotit minerali çiftinden ise 594 - 608 °C sıcaklık değerleri alınmıştır. Göreceli olarak daha düşük sıcaklık değerlerinin elde edilmesi yukarıda da bahsedildiği gibi kayaç içinde dokanak halinde olan granat ve biyotit minerallerinin zirve başkalaşımından sonraki evrede Fe-Mg değiş tokuşunda bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte granat içerisinde kapanım halinde yer alan biyotit ile dokanağındaki granat bileşimi için ilgili jeotermometre uygulandığında 599 - 609 °C sıcaklık değeri elde edilmiştir. Biyotit mineralinin granat içerisinde kapanım halinde bulunduğu göz önüne alındığında bu sıcaklık değerleri ilerleyen başkalaşım ile ilişkilendirilebilir. Granatların çekirdek bileşimleri ile matriksteki biyotit bileşimlerinin kullanıldığı, Wu (2017)'nin GBAQ jeotermobarometresi 4.3 – 5.2 kbar (ort: 4.8 ± 0.2 kbar) arasında değişen basınç değerleri ve 650 – 694 °C (ort: 673 ± 11 °C) arasında değişen sıcaklık değerleri vermiştir (Tablo 6.1). Aynı kalibrasyon granatların çeper bileşimi ile dokanağındaki biyotit bileşimi için uygulandığında 4.0 – 4.1 kbar basınç, 624 – 637 °C sıcaklık değerleri vermektedir. Benzer şekilde granatların çekirdek bileşimi ile kapanım halindeki biyotit mineralleri için uygulandığında ise 4.3 – 4.5 kbar basınç 625 - 635 °C sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Henry (2005)'in biyotitlerin Ti içeriğine göre kalibre edilmiş jeotermometresine göre matrikste yer alan biyotit mineralleri 683 ile 701 °C arasında değişen sıcaklık değerleri vermektedir (Tablo 6.1). Granatın dış çeperinde dokanak halindeki biyotitten 673 °C, granat içerisinde kapanım halindeki biyotitten mineralinden ise 636 °C sıcaklık değeri elde edilmiştir. Henry (2005)'in biyotit jeotermometresinin, granat-biyotit Fe-Mg değiş-tokuş jeotermometrelerine göre (Bhattacharya ve diğ. 1992; Wu, 2017) göreceli olarak daha yüksek sıcaklık değerleri sunması, biyotitlerin Ti içeriklerinin zirve başkalaşım koşulu sonrasındaki gerileyen başkalaşımından etkilenmediklerini işaret etmektedir.

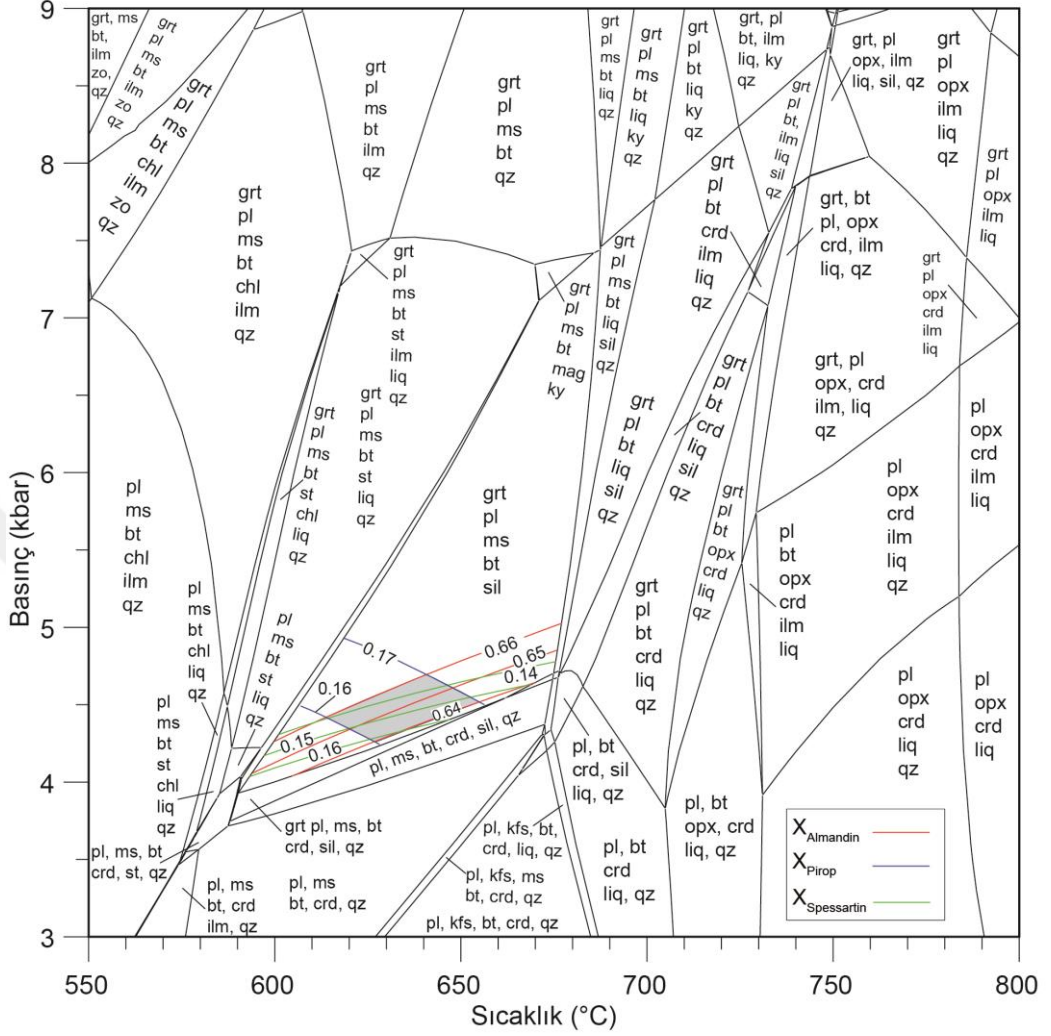
Tablo 6.1. Felahiye bölgesinde sillimanit-granat-biyotitli örneklerinden geleneksel yöntemlerle elde edilen basınç sıcaklık değerlerini özetleyen tablo

Örnek	Bölge	Basınç	Sıcaklık	Termometre	Referans
RA-250	Felahiye Bölgesi	4.5 kbar (sabit basınç)	592 ± 7 °C	granat-biyotit	Batcharya vd., 1992
		4-6 kbar (basınç aralığında)	650 ± 50 °C	biyotit-Ti	Henry vd., 2005
		4.8 ± 0.3 kbar	658 ± 10 °C	granat-biyotit-alüminosilikat-kuvars	Wu, 2017
RA-401	Felahiye Bölgesi	5 kbar (sabit basınç)	653 ± 13 °C	granat-biyotit	Batcharya vd., 1992
			683-701 °C	biyotit-Ti	Henry vd., 2005
		4.8 ± 0.2 kbar	673 ± 11 °C	granat-biyotit-alüminosilikat-kuvars	Wu, 2017

THERIAK-DOMINO (de Capitani ve Brown, 1987; de Capitani ve Petrakakis, 2010) yazılımı ile oluşturulan faz denge diyagramlarıyla P-T koşullarının sınırlandırılmasında granat-sillimanit-biyotitli örneklerinin toplam kayaç bileşimleri kullanılmıştır. Faz denge modellemelerinde kullanılan normalize edilmiş molar kütle bileşimleri tüm faz denge diyagramlarının üst bölümlerinde gösterilmiştir (Şekil 6.2a, b, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4). Faz denge diyagramlarındaki uygun O (molar oksijen) içeriklerinin belirlenmesi için sabit basınç altında (RA-250 için 4.5 kbar; RA-401 için 5.5 kbar) sıcaklık – molar oksijen değişim diyagramları kullanılmıştır (Şekil 6.2a, b). RA-250 numaralı örnek için faz denge modellemesi Mn-NCKFMASHTO (MnO-Na₂O-CaO-K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-O) sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. RA-401 numaralı örnekte ise granat minerallerinin çok düşük spessartin bileşimine ($X_{\text{sps}} = 0.01-0.04$) sahip olmaları nedeniyle, MnO içeriği modellemede ihmal edilmiştir. Bu açıdan RA-401 numaralı örnek için yapılan termodinamik hesaplamalar basitleştirilmiş NCKFMASHTO (Na₂O-CaO-K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-O) sistemi kullanılarak yapılmıştır. Mika minerallerinin her iki kayacın ana mineral topluluğu içerisinde yaygın olarak yer almasından dolayı, modelleme sistemi H₂O bakımından doygun olarak düşünülmüştür. Faz denge hesaplamalarında Holland ve Powell (2011)'in termodinamik veri seti (ds62, Şubat 2012; Doug Tinkham tarafından THERIAK-DOMINO formatına dönüştürülmüştür) kullanılmıştır. Mineral aktivite – bileşim (a-x) ilişkileri granat, klorit, biyotit, stavrolit, kordiyerit, ortopiroksen ve ilmenit için White ve diğ. (2014a, b), muskovit için Coggon ve Holland (2002), epidot için Holland ve Powell (1998), plajiyoklaz için Holland ve Powell (2003) ve Baldwin ve diğ. (2005), ergiyik için White ve diğ. (2007) ve manyetit için White ve diğ. (2000)'e göre hesaplanmıştır. Kuvars, sillimanit, kyanit ve andaluzit mineralleri saf uç üyeler olarak değerlendirilmiştir.

RA-250 Sillimanit-granat-biyotitlişistTüm alanlar mag ve H₂O içermektedir

(% Mol) Si(63.75)Ti(0.61)Al(17.30)Fe(4.78)Mn(0.033)Mg(3.32)Ca(2.58)Na(4.49)K(3.14)O(?)H(80)O(0.25)

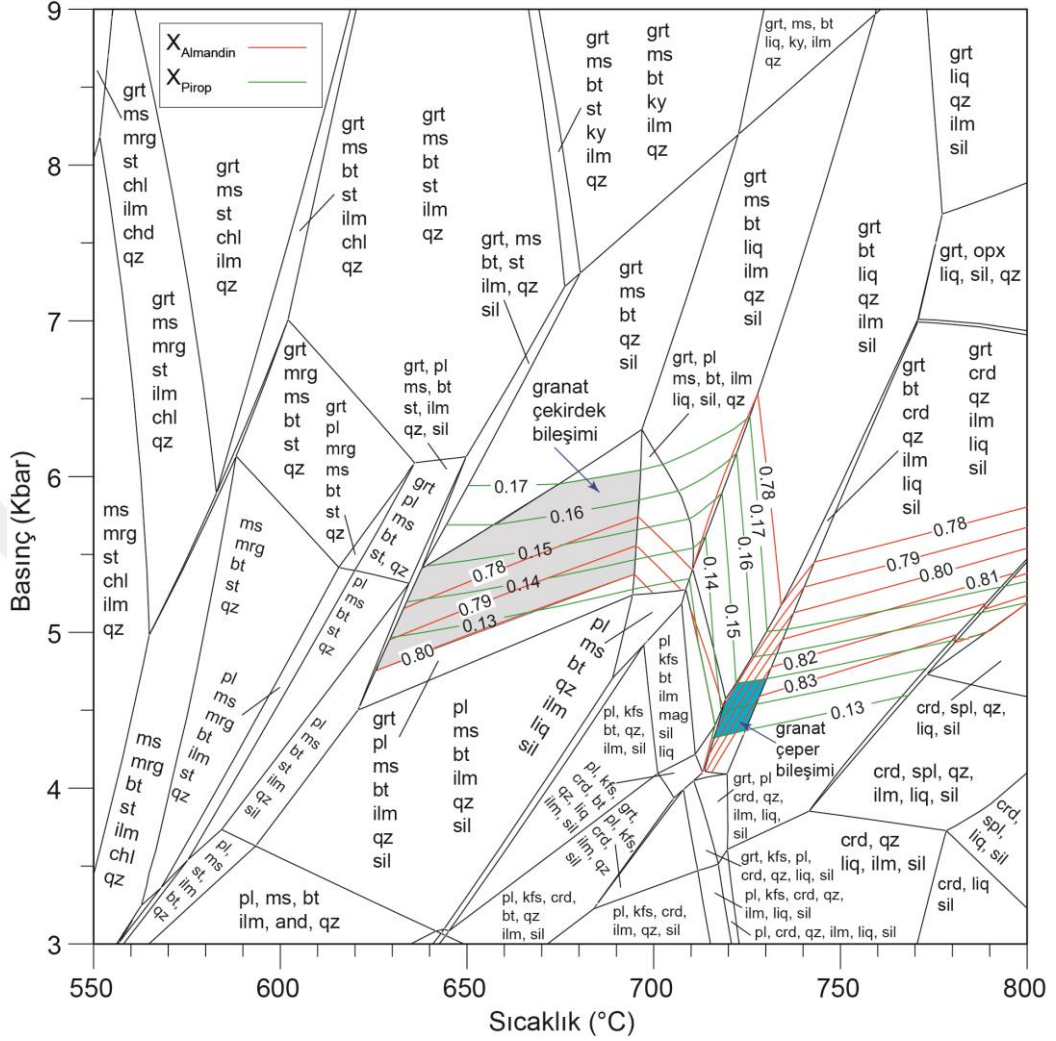


Şekil 6.3. RA-250 numaralı sillimanit-granat-biyotitlişist örneği için THERIAK-DOMINO yazılımı ile hesaplanan faz denge diyagramı. Eş bileşim eğrileri X_{almandin} için kırmızı, X_{pirop} için mavi ve $X_{\text{spessartin}}$ için yeşil çizgi ile gösterilmiştir. Gri renkli alan hesaplanan zirve koşulunu göstermektedir

Şekil 6.4'te ise RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotitlişist örneği için hesaplanan faz denge diyagramı sunulmuştur. Sunulan basınç - sıcaklık faz denge diyagramı 550 – 800 °C sıcaklık ve 3 – 9 kbar basınç aralığında hesaplanmıştır (Şekil 6.4). Bu örnekte başkalaşımın zirve noktasındaki mineral topluluğu kuvars, plajiyoklaz, biyotit, muskovit, sillimanit, granat, manyetit ve ilmenitten oluştuğu tespit edilmiştir. Bu mineral topluluğunun faz denge diyagramında 4.5 – 6.3 kbar ve 620 – 690 °C arasındaki göreceli olarak geniş bir alanda duraylı olduğu görülmektedir.

RA-401 Granat-sillimanit-biyotitTüm alanlar mag ve H₂O içermektedir

(% Mol) Si(60.33)Ti(0.66)Al(24.99)Fe(5.99)Mg(2.74)Ca(0.28)Na(0.2)K(4.81)O(?)H(60)O(0.1)



Şekil 6.4. RA-401 numaralı sillimanit-granat-biyotit örneği için THERIAK-DOMINO yazılımı ile hesaplanan denge faz diyagramı. Eş bileşim eğrileri X_{Almandin} için kırmızı ve X_{Pirop} için yeşil çizgi ile gösterilmiştir. Gri ve mavi renkli alanlar sırasıyla, granatların çekirdek ve çeper bileşimleri kullanılarak hesaplanan başkalaşım koşulunu göstermektedir. Mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre.

Yukarıda anlatıldığı üzere RA-401 numaralı örneğe ait granat taneleri çekirdek bölümlerinden çeper bölümlerine doğru bileşimsel zonlu yapı sunmaktadır. Geleneksel yöntemlerdeki jeotermobarometrik hesaplamalara göre granatların çekirdek bölümlerinin çeper bölümlerine göre daha yüksek basınç ve sıcaklık koşullarında oluştuğu ortaya çıkarılmıştır. Bu duruma benzer şekilde, granatların X_{alm} ve X_{prp} değerleri için hesaplanan eş bileşim eğrileri faz denge grafiği üzerine iz düşürüldüğünde, kayacın zirve başkalaşımına ait mineral topluluğunun granatların çekirdek bölümlerine ait X_{alm} (0.78-0.80) ve X_{prp} (0.16-17) değerleri ile kesiştiği

görülmektedir. Dolayısıyla kayacın zirve başkalaşımının 5.4 ± 0.7 kbar basınç ve 660 ± 30 °C sıcaklık koşullarında gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 6.4). Bu değerler, granatların çekirdek bileşimleri kullanılarak hesaplanan Wu (2017)'nin GBAQ jeotermobarometresinden elde edilen 4.8 ± 0.2 kbar basınç ve 673 ± 11 °C sıcaklık değerleriyle uyumluluk sunmaktadır. Granatların çeperlerine ait X_{alm} (0.81-0.83) ve X_{prp} (0.13-0.16) değerlerinin ise faz denge grafiğinde kuvars, biyotit, kordiyerit, sillimanit, granat, manyetit ve ilmenitten oluşan mineral topluluğu ile ~ 4.5 kbar basınç ve ~ 720 °C sıcaklık koşulunda kesiştiği görülmektedir (Şekil 6.4). Benzer şekilde göreceli olarak daha düşük basınç koşulları (~ 4 kbar) granatların çeper bileşimleri kullanılarak hesaplanan Wu (2017)'nin GBAQ jeotermobarometresinden elde edilmiştir. Elde edilen daha yüksek sıcaklık koşulları ise Henry (2005)'in Ti-biyotit jeotermometresinden elde edilen sonuçlar ($683 - 701$ °C) ile kıyaslanabilir. Dolayısıyla, bu durum kayacın zirve başkalaşım sonrasında göreceli olarak daha düşük basınç ve daha yüksek sıcaklık koşullarındaki başkalaşımından etkilendiğini işaret etmektedir.

Amarat köyü kuzeyinden derlenen RA-321 ve Karaşeyh köyü batısından derlenen RA-381 numaralı amfibolit örnekleri çalışma sahası içerisindeki Akdağ masifine ait bazik kökenli başkalaşım kayaçlarını temsil etmektedir. Bu amfibolit örneği için Holland ve Blundy (1994)'ün amfibol plajiyoklaz çiftlerinden yapılan jeotermometresine göre ortalama 4-5 kbar basınç değerine karşın $690 - 740$ °C arasında sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

6.2. Hınzır ve Korumaz Dağları Bölgesi

Metabazit ve meta-plajiyogranitler Korumaz ve Hınzır dağları bölgesindeki metamorfik yığışım karmaşıkları içerisinde en yaygın gözlenen metamorfik kayaç bloklarını temsil etmektedir. Bu metamorfik bloklar çoğunlukla yüksek basınç (YB) – düşük sıcaklık (DS) başkalaşım koşullarına karşılık gelen mineral topluluklarına sahiptir. Metabazit örneklerinde YB-DS başkalaşım koşullarını temsil eden mineral topluluğu sodik-kalsik ve sodik amfibol, albit, klorit \pm sodik piroksen, \pm fengit ve \pm kuvars mineralleri ile temsil edilmektedir. Meta-plajiyogranit örnekleri de benzer şekilde sodik ve sodik-kalsik amfibol, \pm sodik piroksen, klorit, albit ve kuvars mineral topluluğuna sahiptir. Ayrıca bazı fillit türü metamorfik kayaç bloklarında da

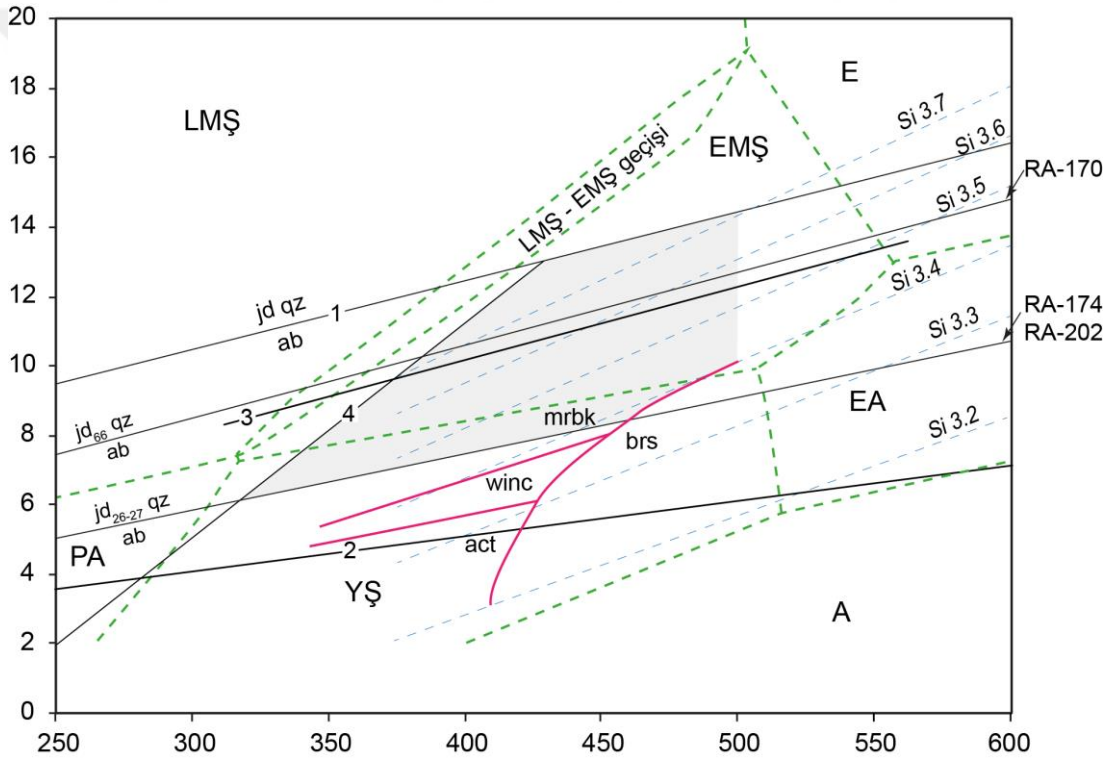
sodik amfibol, sodik piroksen, fengit, albit ve kuvars minerallerinden oluşan YB-DS başkalaşım koşullarına ait mineral toplulukları bulunmaktadır.

Metamorfik blokların genelinde ilksel doku ve mineraller korunmuştur. Bu bloklardaki YB-DS başkalaşım koşulları neticesinde gelişen mineraller genellikle ilksel magmatik minerallerin çeperlerinde (ör. kalıntı piroksenler çeperinde sodik amfiboller) ve kayada yer alan çatlaklar boyunca oluşmuştur. Bu tip kayalarda düşük tepkime kinetiğine bağlı olarak gerçek bir denge durumuna ulaşamamakta ve P-T koşullarının nicel olarak hesaplanabilmesi için gerekli olan indeks mineraller (ör. granat, kloritoyid, lavsonit) bulunmamaktadır. Dolayısıyla, metamorfik blokların YB-DS koşullarındaki başkalaşımın P-T değerlerinin jeotermobarometrik yöntemlerle kesin olarak sınırlandırılması güçtür. Bu nedenle metamorfik blokların başkalaşım koşulları faz diyagramları ve net-transfer tepkime eğrileri kullanılarak sınırlandırılmıştır. Mineral kimyası analizlerine göre minerallerin uç-üye aktivite değerleri Tim Holland'ın AX.2 programında hesaplanmıştır. Hesaplanan uç üye bileşimleri Holland ve Powell (1998)'nin termodinamik veri setini kullanan THERMOCALC (sürüm 3.33) yazılımına girilerek net-transfer tepkime eğrileri belirlenmiştir (Şekil 6.5).

Basıncın üst sınırı albitin duraylılık alanı temsil eden “albit = jadedit + kuvars (1)” reaksiyonu tarafından sınırlandırılmaktadır. Şekil 6.5'deki grafik üzerinde sodik piroksenlerin maksimum jadedit içeriklerine göre hesaplanan “albit = jadedit + kuvars” reaksiyonları aktarılmıştır. İncelenen örneklerde albit ve sodik piroksenlerin bir arada gözlenmesi nedeniyle, elde edilen basınç değerleri minimum basınç değerine karşılık gelmektedir. Buna göre, RA-170 numaralı fillit örneğindeki sodik piroksen analizi en yüksek jadedit içeriğini temsil etmekte olup 400 °C'de minimum ~10.5 kbar basınca işaret etmektedir. Daha düşük jadedit içeriğine sahip RA-174 ve RA-202 numaralı örnekler 400 °C sıcaklık değerine karşın minimum 7.5 kbar basınç değerine işaret etmektedir.

RA-378 numaralı metabazit örneğinden elde edilen yüksek basınçlı mineral topluluğu sodik amfibol + klorit + albit + fengit + kuvarsdır. Bu topluluktaki basınca duyarlı 2 ve 3 numaralı reaksiyonlar şunlardır (2) klorit + albit = klorit + sodik amfibol + H₂O, (3) klorit + albit + kuvars = paragonit + sodik amfibol + H₂O.

Şekil 6.5'te 2 ve 3 olarak işaretlenen reaksiyon eğrileri 400 °C'de 5 ilâ 10 kbar arasında geniş bir basınç alanı tanımlamaktadır. Bu reaksiyonlar dışında basınç koşullarının sınırlandırılması için Parra ve diğ. (2002)'nin flogopit, K-feldspat ve kuvars topluluğu için ak mikaların Si içeriklerine göre kalibre edilmiş jeobarometresi kullanılmıştır. Ancak, incelenen örneklerde K-feldspat ve flogopit minerallerinin eksik olması nedeniyle ak mikaların Si içerikleri minimum basıncı tahmin etmek için kullanılabilir. Metabazit ve fillit örneklerindeki ak mikaların Si içerikleri 3.34 ile 3.77 (a.p.f.u) arasındadır. Buna göre, metabazit ve fillit örneklerine ait fengitik bileşimdeki ak mika minerallerin Si içerikleri basınç koşullarının 350 - 400 °C sıcaklık için minimum 6 - 11 kbar civarında olduğunu işaret etmektedir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5. Korumaz ve Hınzır dağlarında yüzlek veren metamorfik blokların P-T koşullarını gösteren diyagram. Gri renkli alan metamorfik bloklar için öngörülen basınç sıcaklık alanına karşılık gelmektedir. Şekil üzerindeki reaksiyon eğrileri: (1) $jd + qz = ab$; (2) $2clc + 4ab = 2gln + ame + 2H_2O$; (3) $5fgl + 3pg + 4H_2O = 3daph + 13ab + q$ ve (4) $lws + ab = pg + qz + czo + H_2O$. Ak mikaların Si (a.p.f.u) eş bileşim eğrileri Parra ve diğ. (2002)'den alınmıştır. Amfibollerin duraylılık alanları Otsuki ve Banno (1990)'dan alınmıştır. Başkalaşım fasiyesi alanları Evans (1990)'a göre. Kısaltmalar: LMŞ, lavsonit-mavişist fasiyesi; EMSŞ, epidot-mavişist fasiyesi; E, eklojit fasiyesi; YŞ, yeşilsiş fasiyesi; PA, pumpelleyit-aktinolit fasiyesi; A, amfibolit fasiyesi; EA, epidot-amfibolit fasiyesi. Mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre.

İncelenen örneklerde lavsonitin yokluğu, “lavsonit + albit = klinozoisit + paragonit + kuvars + H₂O (4)” reaksiyonuna göre 5 - 12 kbar basınç aralığında sıcaklığın minimum 300 - 430 °C olduğuna işaret etmektedir (Şekil 6.5). Sıcaklık üst limitinin sınırlandırılabilmesi için Şekil 6.5’de Otsuki ve Banno (1990)’dan alınan sodik, sodik-kalsik ve kalsik amfibol minerallerinin duraylılık alanlarını gösteren faz diyagramı eklenmiştir (Şekil 6.5). Glokofan ve riebekit türü sodik amfibollerin varlığına göre sıcaklık koşulunun üst sınırını 8 kbar basınca karşı yaklaşık 450 °C olarak sınırlandırılabilir. Sonuç olarak metamorfik blokların başkalaşım koşullarının 6 - 14 kbar ve 300 - 500 °C aralığında gerçekleşmiş olduğu önerilebilir.

6.3. Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi

Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinde basınç sıcaklık koşulları sınırlandırılacak mineral parajenezine sahip kayalar ofiyolit tabanı metamorfiteğinde tespit edilmiştir. Bu ofiyolit tabanı metamorfiteğine ait granat-klinopiroksen-amfibolit örneği üzerinde basınç sıcaklık çalışmaları yapılmıştır. RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneğinin P-T başkalaşım koşulları geleneksel jeotermobarometreler (ör. granat-klinopiroksen jeotermometresi) ve THERIAK-DOMINO (de Capitani ve Brown, 1987; de Capitani ve Petrakakis, 2010) yazılımı kullanılarak hesaplanan faz denge diyagramlarıyla sınırlandırılmıştır.

RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneğinin P-T koşullarını belirlemek için kayacın mineral topluluğuna uygun çeşitli jeotermometre ve jeobarometreler kullanılmıştır. Farklı minerallerin element değiş tokuşları kullanılarak hesaplanan P-T koşulları Tablo 6.2’de sunulmuştur. Granat - klinopiroksen çiftleri için Fe-Mg değiş-tokuşuna dayalı jeotermometre hesaplamalarına göre 10 kbar sabit basınç altında ortalama 772 ila 847 °C arasında değişen sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Tablo 6.2). Kohn ve Spear (1990)’nın granat-amfibol-plajiyoklaz jeobarometresine göre 800 °C sabit basınç altında ortalama 9.1 ila 9.8 kbar arasında değişen basınç değerleri hesaplanmıştır. Benzer şekilde, granat, amfibol ve plajiyoklaz minerallerinin bileşimlerinin kullanıldığı Dale ve diğ. (2000)’nin jeotermobarometresi başkalaşımın basınç – sıcaklık koşulları için sırasıyla, 10.4-11.7 kbar basınç, 800 – 860 °C sıcaklık değerleri sunmaktadır. Ayrıca, başkalaşımın sıcaklık koşulu Liao ve diğ. (2021)’in amfibollerdeki Ti değerleri

kullanılarak sınırlandırılmış olup 790 ile 810 °C arasında değişen sıcaklık değerleri hesaplanmıştır.

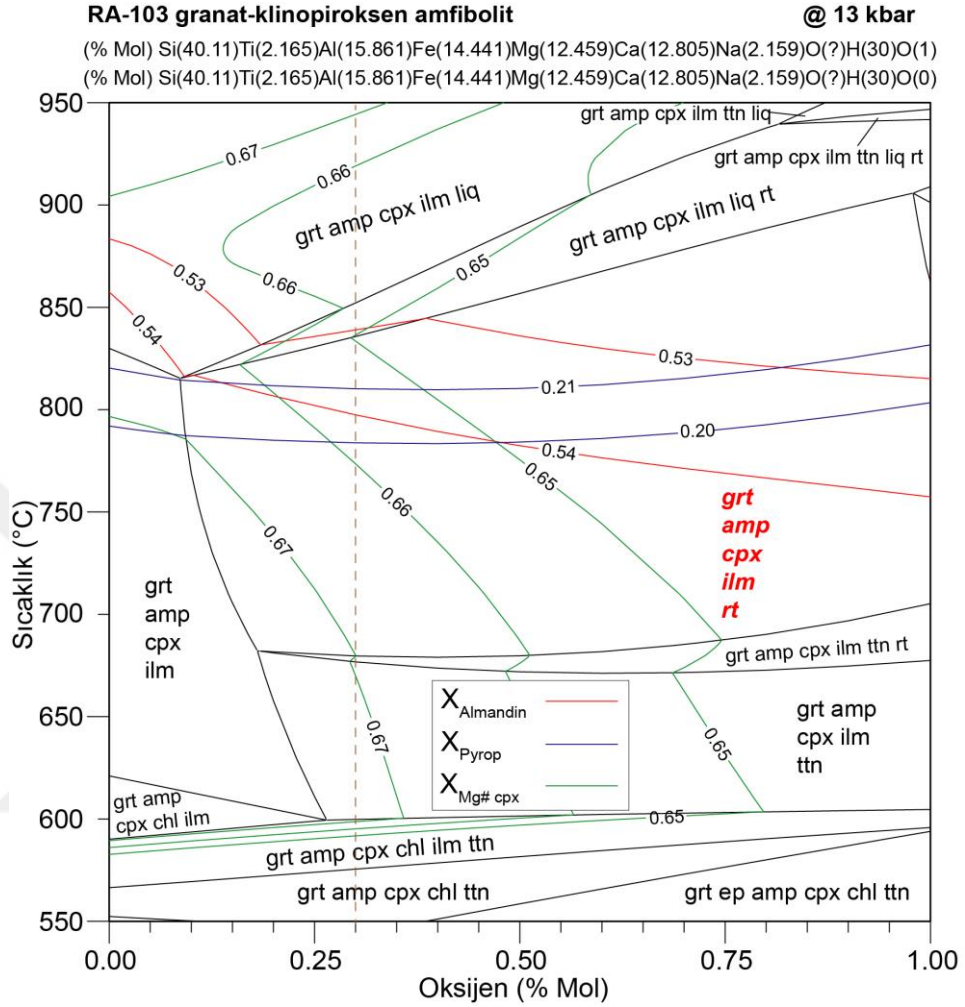
Tablo 6.2. Pınarbaşı civarındaki granat-klinopiroksen-amfibolit örneğinden geleneksel yöntemlerle elde edilen basınç sıcaklık değerlerini özetleyen tablo

Örnek	Bölge	Basınç	Sıcaklık	Termobarometre	Referans
RA-103	Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı Çevresi	10 kbar (sabit basınç)	772-847 °C	Granat-klinopiroksen	Ellis ve Green (1979)
					Powell (1985)
					Krogh (1988)
					Ai (1994)
					Krogh-Ravna (2000)
Nakamura (2009)					
Berman ve diğ., (1995)					
		9.1-9.8 kbar	800 °C (sabit sıcaklık)	Granat-amfibol-plajiyoklaz	Kohn ve Spear (1990)
		10.4-11.7 kbar	800 – 860 °C	Amfibol-plajiyoklaz	Dale ve diğ., (2000)
			790-810 °C	Amfibol-Ti	Liao ve diğ., (2021)

THERIAK-DOMINO yazılımı ile P-T koşullarının hesaplanmasında toplam kayaç bileşimleri kullanılmıştır. Söz konusu örneğe ait tüm kayaç jeokimyasal analizleri EK TABLO B’de sunulmuştur. Faz denge modellemelerinde kullanılan normalize edilmiş molar kütle bileşimleri diyagramın üst bölümlerinde gösterilmiştir. Toplam kayaç bileşimindeki CaO içeriği, örnekte gözlenen apatit mineralinin varlığı göz önüne alınarak, mevcut P₂O₅ içeriğine göre yeniden hesaplanmıştır. P-T faz denge diyagramlarındaki uygun O (molar oksijen) içeriklerinin belirlenmesi için 13 kbar sabit basınç altında sıcaklık – molar oksijen değişim diyagramları kullanılmıştır (Şekil 6.6).

RA-103 numaralı örnek için faz denge modellemesi NCFMASHTO (Na₂O-CaO-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-O) sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. RA-103 numaralı örnekte potasyum (K) içeren mineral fazlarının bulunmaması nedeniyle K₂O sistemden çıkarılmıştır. Ayrıca, granat minerallerinin spessartin bileşimlerinin çok düşük (X_{sp} = 0.01-0.02) olması nedeniyle, MnO modellemede ihmal edilmiştir. Amfibol minerallerinin kayacın ana mineral topluluğu içerisinde yaygın olarak yer almasından dolayı ise modelleme sistemi H₂O bakımından doygun olarak düşünülmüştür. Faz denge hesaplamalarında Holland ve Powell (2011)’in termodinamik veri seti (ds62, Şubat 2012; Doug Tinkham tarafından THERIAK-DOMINO formatına dönüştürülmüştür) kullanılmıştır. Mineral aktivite – bileşim (a-x) ilişkileri klinopiroksen, amfibol ve ergiyik için Green ve diğ., (2016), klorit ve granat için White ve diğ. (2014), epidot için Holland ve Powell (2011), plajiyoklaz için Holland ve Powell (2003), manyetit için White ve diğ. (2002) ve ilmenit için

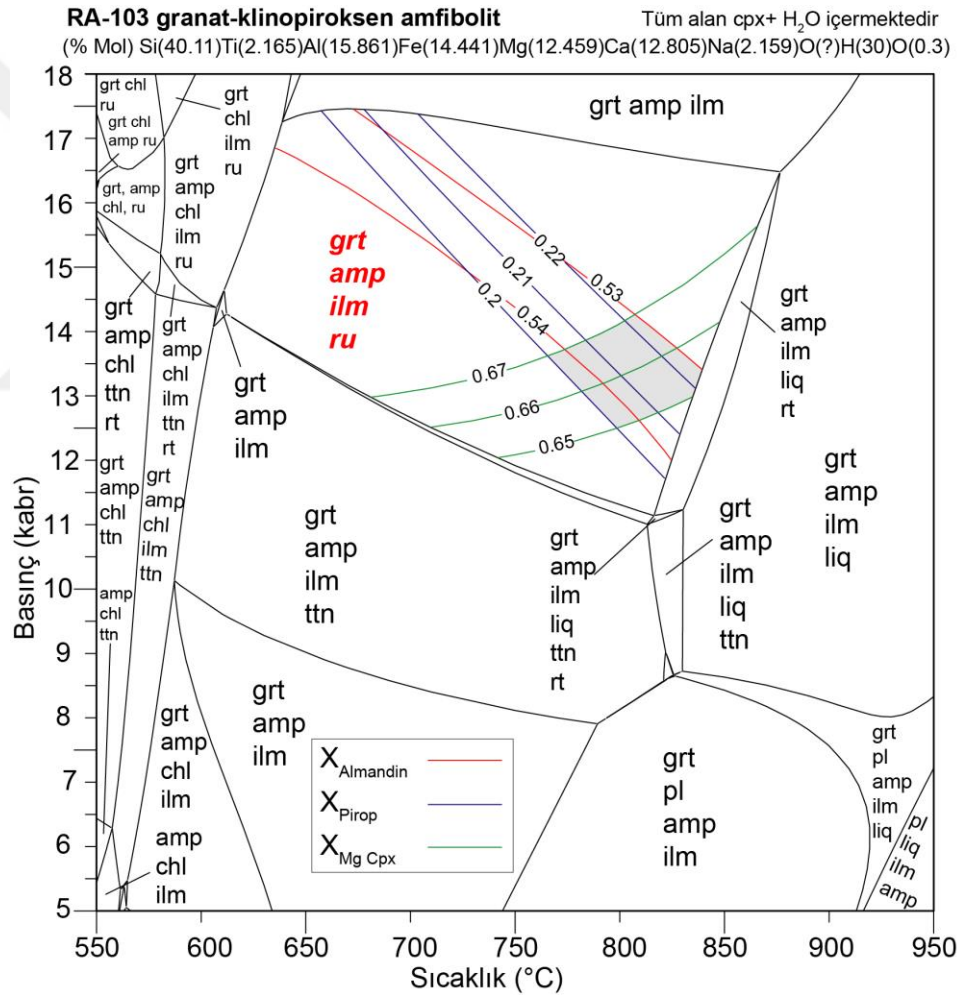
White ve diğ. (2000)'e göre hesaplanmıştır. Rutil ve titanit mineralleri ise saf uç üyeler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 6.6. RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneğinin denge faz diyagramında kullanılan fazla oksijen miktarını belirlemek için hazırlanan 13 Kbar sabit basınç koşulundaki sıcaklık-molar oksijen değişim diyagramı. Fazla oksijen miktarları diyagramlar üzerinde kesikli kahverengi çizgi ile gösterilmiştir. Mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göre dir

Şekil 6.7'de RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneği için hesaplanan faz denge diyagramı sunulmuştur. Sunulan P-T faz denge diyagramı 5-18 kbar ve 550-950 °C aralığında hesaplanmıştır (Şekil 6.7). Bu örnekte başkalaşımın tepe noktasındaki mineral topluluğu granat, klinopiroksen, amfibol, rutil ve ilmenitten oluşmaktadır. Bu mineral topluluğu faz denge diyagramında 11-18 kbar ve 600-850 °C arasındaki göreceli olarak geniş bir alanda duraylıdır. Amfibol ve klinopiroksenler diyagramında tüm alanlarında dengededir. İlmenit ve granatlar ise

birçok alanda duraylı olarak gözlenmektedir. Yüksek basınçlarda (> 11 kbar) rutil duraylı hale gelmektedir (Şekil 6.7). 11 kbar'da 810 °C'nin üzerindeki koşullarda ergiyik mineral topluluğuna dâhil olmaktadır (Şekil 6.7). Örneğe ait granat porfiroblastları ilerleyen veya gerileyen başkalaşım koşullarını yansıtan belirgin bir zonlu yapı sunmamaktadır. Bununla birlikte, granat porfiroblastların çekirdek ve kenar kısımları göreceli olarak eş almandin ($X_{alm} = 0.53-0.54$), pirop ($X_{prt} = 0.20-0.22$) ve grossüler ($X_{grs} = 0.24-0.27$) bileşimine sahiptir. Granatların hesaplanan almandin ve pirop eş bileşim eğrileri ile klinopiroksenlerin hesaplanan X_{Mg} eş bileşim eğrilerinin kesişimi başkalaşımın zirve P-T koşullarını 12.5-14.3 kbar ve 765-840 °C arasında sınırlamaktadır (13.4 ± 0.9 kbar ve 802 ± 38 °C) (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. RA-103 numaralı granat-klinopiroksen-amfibolit örneği için THERIAK-DOMINO yazılımı ile hesaplanan denge faz diyagramı. Eş bileşim eğrileri $X_{almandin}$ için kırmızı, X_{pirop} için mavi ve $X_{Mg cpx}$ için yeşil çizgi ile gösterilmiştir. Gri renkli alan hesaplanan zirve koşulunu göstermektedir. Mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010)'a göredir

7. JEOKRONOLOJİ

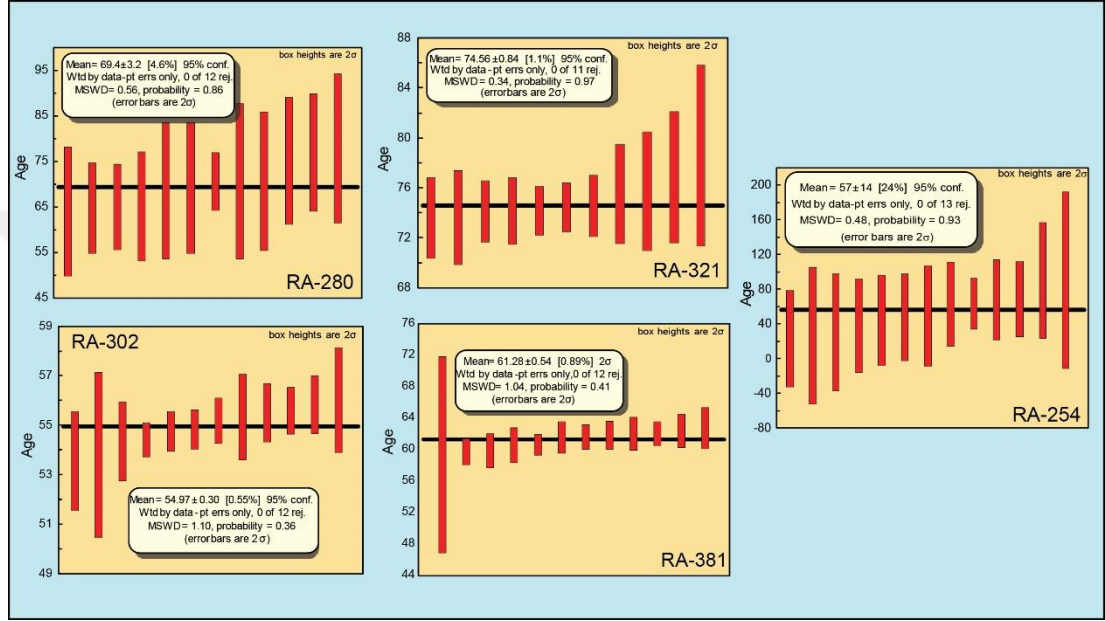
Doktora çalışma sahası içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayaların oluşum ve başkalaşım/soğuma yaşlarının belirlenmesi amacıyla örnekler derlenmiş ve bu örnekler ^{40}Ar - ^{39}Ar ve U-Pb radyometrik tarihlendirme yöntemleriyle tarihlendirilmiştir. Radyometrik tarihlendirmelerde ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemi için ak mika ve amfibol, U-Pb için ise zirkon mineralleri kullanılmıştır. Söz konusu minerallerin ayıklanma süreçleriyle ilgili aşamalar tezin “Yöntem” bölümünde anlatılmıştır.

7.1 ^{40}Ar - ^{39}Ar Tarihlendirmesi

Çalışma alanının farklı kesimlerinde yüzlek veren başkalaşım kayalarından seçilen örneklerdeki amfibol ve mika minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmelerine ait sonuçlar bölgelere göre aktarılmıştır. Tüm ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş verileri 2σ güven aralığı içindedir.

Felahiye bölgesindeki Amarat köyü kuzeydoğusunda yer alan Akdağ masifine ait metamorfitlerden derlenen RA-321 numaralı amfibolit örneği, amfibol, plajiyoklaz, K-feldspat, klorit, epidot, sfen, apatit ve opak minerallerden oluşan nematoblastik dokulu bir kayadır. Bu kayaktan ayıklanan amfibol minerallerinden yapılan tarihlendirmede 74.56 ± 0.84 My (Kampaniyen) soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.1). Felahiye güneyinden derlenen RA-280 numaralı meta-gabro örneği klinopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Bu kayaca ait amfibol minerallerinden 69.4 ± 3.2 My (Maastrichtiyen) soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.1). RA-254, Obruk köyü civarında yer alan ve serpantinize peridotitlerle birliktelik sunan bir diğer amfibolitize meta-gabro örneğidir. Kayaç amfibol, plajiyoklaz ve opak minerallerden meydana gelmekte olup nematoblastik doku sunmaktadır. Bu örneğe ait amfibollerden 57 ± 14 My soğuma yaşı alınmıştır (Şekil 7.1). RA-254 numaralı örnekten alınan yaş verisinin yüksek hata payına sahip olması ve yaş aralıklarının çok geniş bir aralıkta dağılım göstermesi nedeniyle bu kayaktan elde edilen yaş verisi bölgenin jeolojik evrimine dair yapılan yorumlamalarda ve değerlendirmelerde kullanılmamıştır. Felahiye bölgesindeki Büyükkışla köyü doğusundan derlenen RA-302 numaralı mikaşist örneği muskovit,

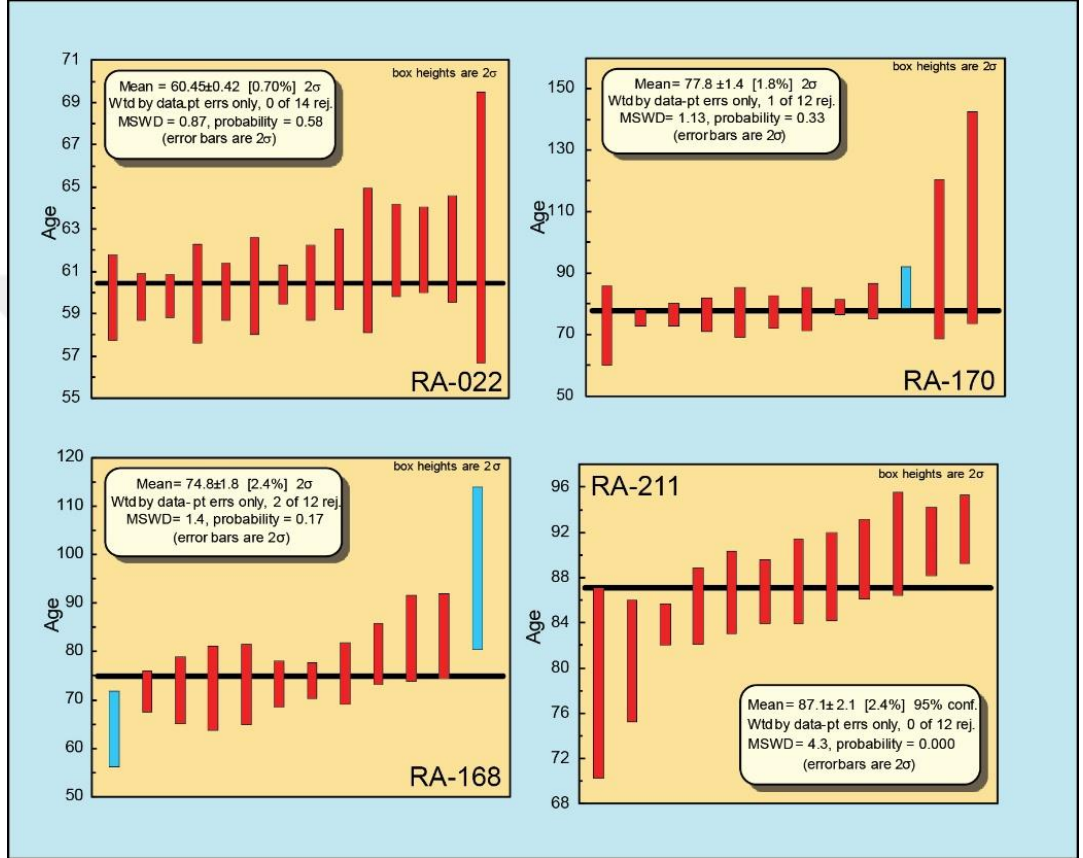
kuvars ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Lepidoblastik doku sergileyen örnekten ayıklanan muskovit minerallerinden 54.97 ± 0.30 My (İpresiyen) soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.1). Karaşeyh köyü civarından derlenen RA-381 numaralı amfibolit örneği amfibol, biyotit, plajiyoklaz, kuvars, sfen, kalsit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. RA-381 numaralı örnekten ayıklanan amfibol mineralleri 61.3 ± 0.54 My (Selandiyen) soğuma yaşı vermiştir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Felahiye bölgesinde yüzlek veren başkalaşım kayaçlarının amfibol ve mika minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonuçları

Korumaz dağ bölgesinde Alt-Orta Triyas yaşlı istiften RA-211 numaralı kalk-fillit örneği derlenmiştir. Kuvars, plajiyoklaz, muskovit, kalsit, klorit ve opak minerallerden meydana gelen örnek grano-lepidoblastik doku sergilemektedir. RA-211 numaralı kalk-fillit örneğine ait ak mikalardan gerçekleştirilen tarihlendirmeyeyle 87.1 ± 2.1 My (Konisiyen) başkalaşım yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.2). Hınzır dağ kuzeydoğu ucundaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde derlenen RA-170 numaralı fillit örneği kalsit, kuvars, ak mika, amfibol, piroksen ve klorit minerallerinden meydana gelmektedir. Söz konusu örneğin ak mika minerallerinden yapılan ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini 77.8 ± 1.4 My (Kampaniyen) başkalaşım yaşı vermiştir (Şekil 7.2). Hınzır dağ kuzeydoğu bölümündeki metamorfik yığışım karmaşığının hamurunu oluşturan kalk-fillitlerden derlenen RA-168 numaralı örnek kuvars, ak mika, klorit, kalsit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Lepidoblastik doku sergileyen kayacın mika minerallerinden yapılan tarihlendirmeyeyle 74.8 ± 1.8 My (Kampaniyen) başkalaşım

yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.2). Hınzır dağ bölgesinin Yılanlı yayla civarındaki metamorfik yığışım karmaşığı içinden derlenen RA-022 numaralı kalk-fillit örneği dolomit, kalsit, mika, kuvars, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Söz konusu örneğin mikalarından yapılan tarihlendirme sonucunda 60.45 ± 0.42 My (Selandiyen) başkalaşım yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.2).

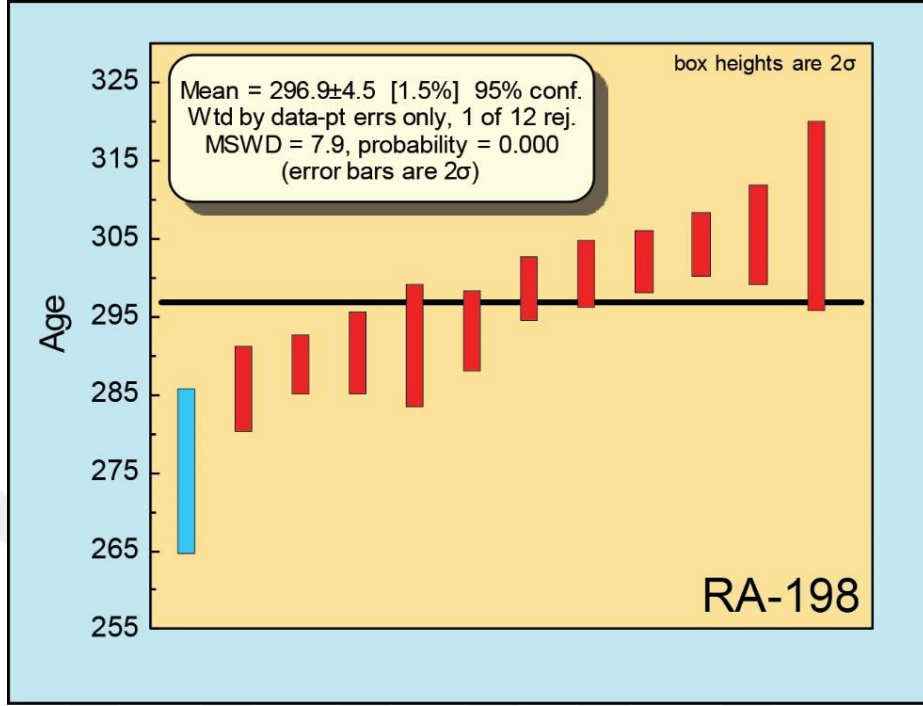


Şekil 7.2. Korumaz ve Hınzır dağları bölgesinde yüzlek veren başkalaşım kayalarının ak mika minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonuçları

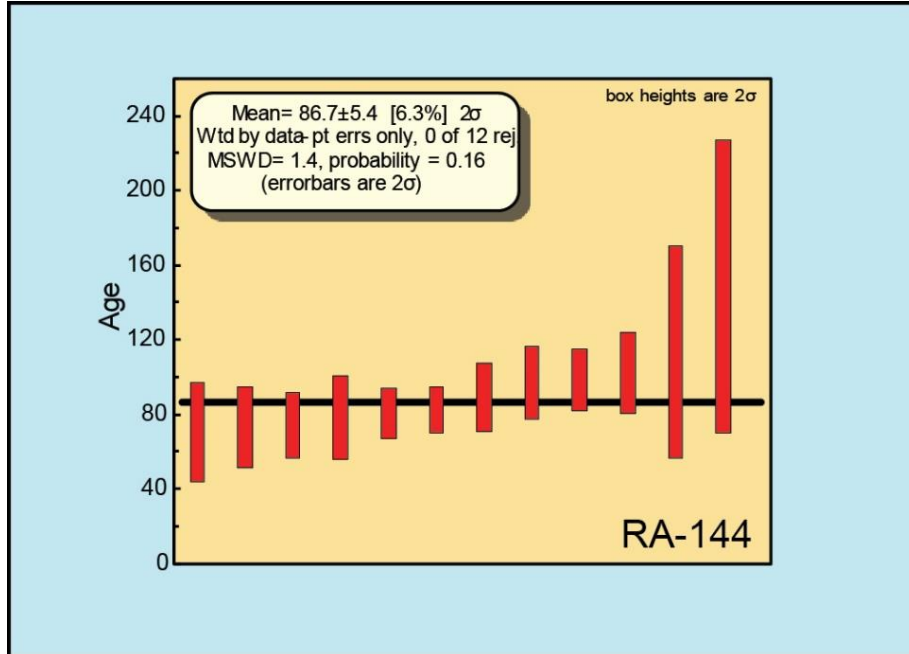
Hınzır dağ bölgesinin Yeşiltaş yayla civarında yer alan metamorfik yığışım karmaşığı içinden RA-198 numaralı fillit örneği derlenmiştir. Kayaç kuvars, plajiyoklaz, ak mika, klorit ve opak minerallerden oluşmakta olup, grano-lepidoblastik doku sergilemektedir. RA-198 numaralı kayacın ak mikaları 296.9 ± 4.5 My'a karşılık gelen yaş vermiştir (Şekil 7.3).

Pınarbaşı güneyinde yığışım karmaşığı içerisinde gözlenen ofiyolit tabanı metamorfitlerine ait amfibolitlerle beraberlik sunan kuvars-amfibolüst türü kayalardan derlenen RA-144 numaralı örnek amfibol, kuvars, klorit ve opak

minerallerden meydana gelmektedir. Nematoblastik doku sergileyen kayacın amfibol minerallerinden 86.7 ± 5.4 My (Santoniyen) soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.4).



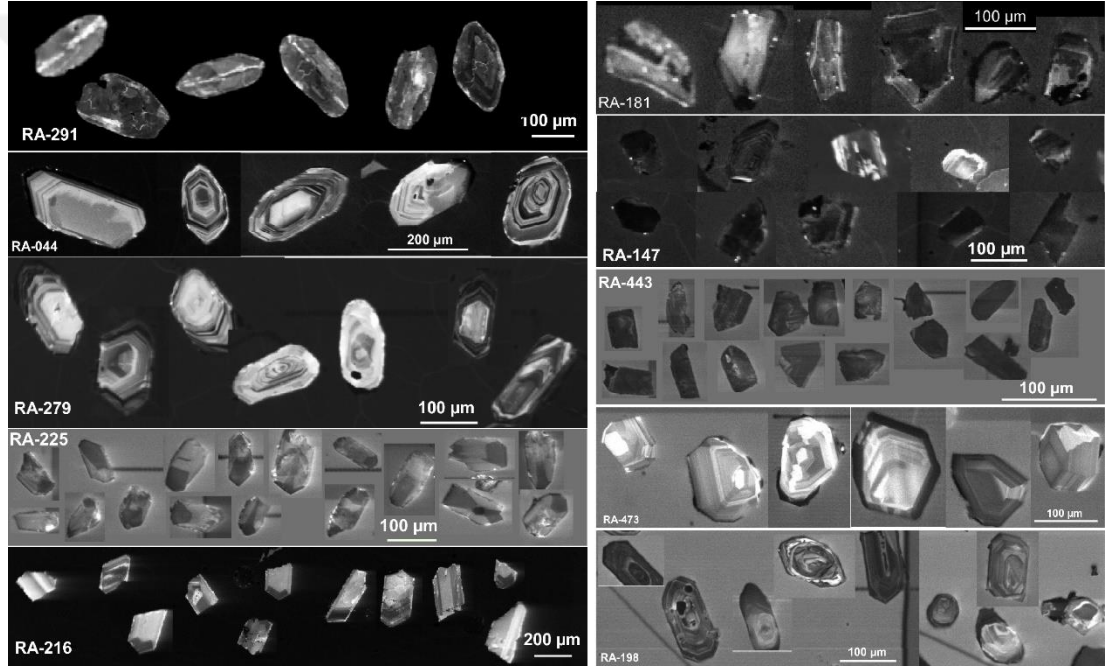
Şekil 7.3. Hınzır Dağı bölgesinde yüzlek veren kalk-filit kayacının mika minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu



Şekil 7.4. Pınarbaşı bölgesinde yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfitlelerine ait kuvar-amfibolşistlerin amfibol minerallerinden gerçekleştirilen ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş tayini sonucu

7.2. LA-ICPMS U-Pb Tarihlendirmesi

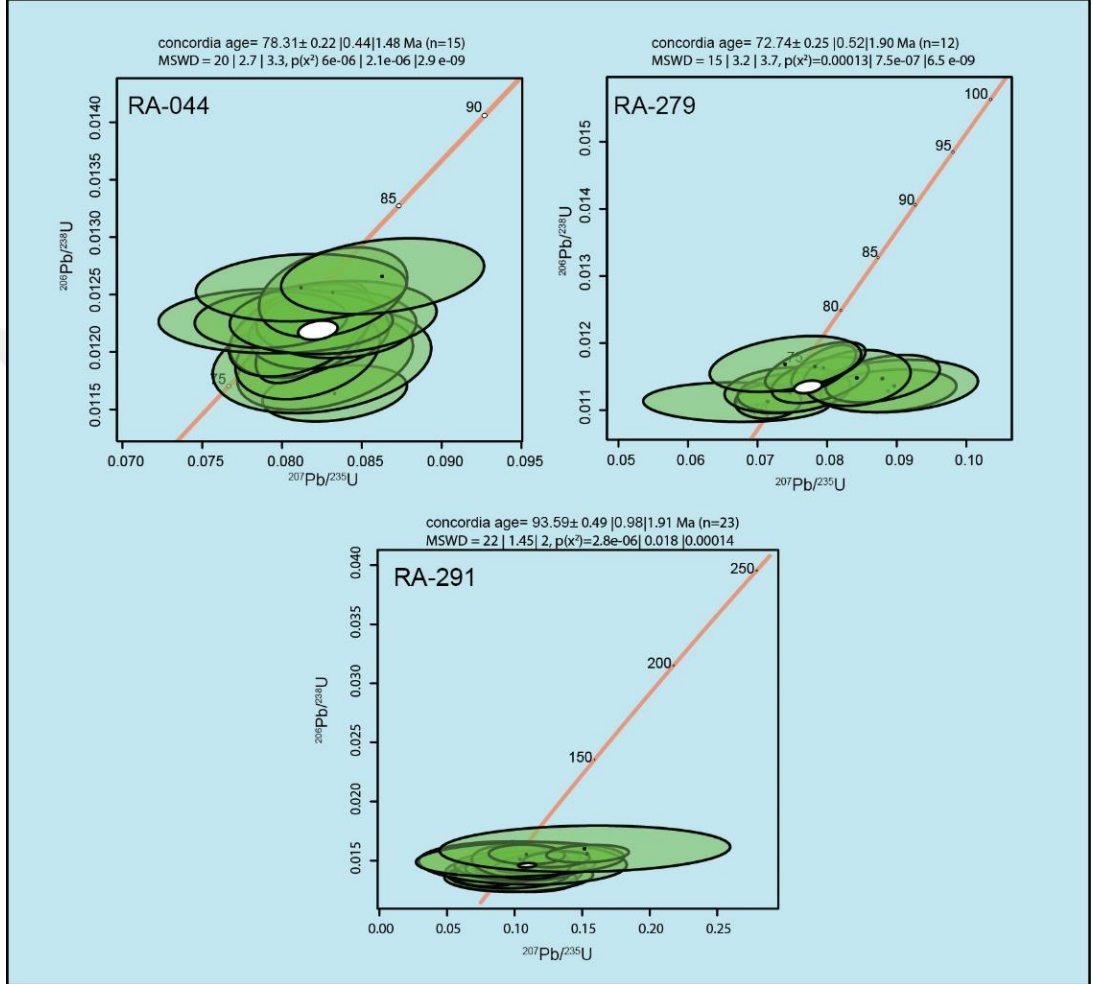
U-Pb analizi için seçilen zirkonların katodoluminesans görüntüleri Şekil 7.5'te verilmiştir. Her iki örnekten ayıklanan zirkon taneleri renksiz, saydam ve yarı saydam görünüme sahiptir (Şekil 7.5). Genellikle 100-200 µm uzunluğundaki zirkon taneleri özşekilli, kısa küt veya uzun prizmatik kristaller şeklindedir (Şekil 7.5). Zirkon tanelerinin katodoluminesans görüntülerinde magmatik olarak gelişen zirkon minerallerinde gözlenen salınımlı ve zonlu yapılar ve çekirdeklerinde belirgin kalıntı kısımlar içermedikleri tespit edilmiştir (Şekil 7.5). Ayrıca, zirkonlar magmatik zirkonlara özgü yüksek Th/U (>0.20) oranlarına sahiptirler.



Şekil 7.5. Çalışma sahasında yüzeyleyen gabro, granitoid, fillit ve plajiyogranitlerden ayıklanan zirkonlara ait katodoluminesans görüntüleri

Felahiye bölgesinde yer alan ve hem ofiyoliti hem de metamorfik kayaçları kesen sokulum kayaçlarından granodiyorit (RA-044) ve kuvars monzonit (RA-279) örneklerinden Üst Kretase dönemine (Kampaniyen) tekabül eden, birbirine yakın sırasıyla 78.3 ± 1.48 ve 72.7 ± 1.90 My oluşum yaşları elde edilmiştir (Şekil 7.6). Felahiye bölgesindeki ofiyolitik kayaçların yaşını belirlemek için seçilen RA-291 numaralı gabro örneğinden ayıklanan zirkonlar Üst Kretase dönemine (Turoniyen) karşılık gelen 93.5 ± 1.91 My oluşum yaşı vermiştir (Şekil 7.6). Tuzla gölü batısında yer alan bazaltları kesen plajiyogranit daykından derlenen RA-225 numaralı örneğin

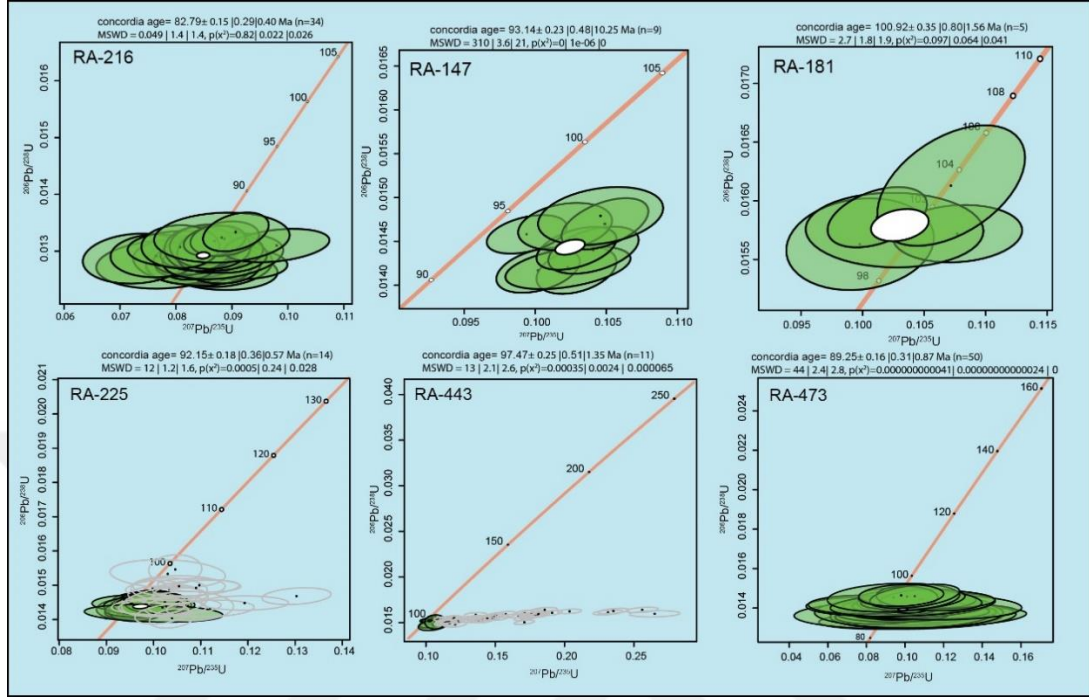
zirkonları 92.15 ± 0.57 My (Turoniyen) oluşum yaşı vermiştir. Tuzla Gölü bölgesinde ofiyolit in ultramafik bölümünü kesen ve andezitlerle birliktelik sunan plajiyogranit daykından (RA-216) ise Üst Kretase dönemine (Kampaniyen) karşılık gelen 82.7 ± 0.4 My oluşum yaşı elde edilmiştir (Şekil 7.7).



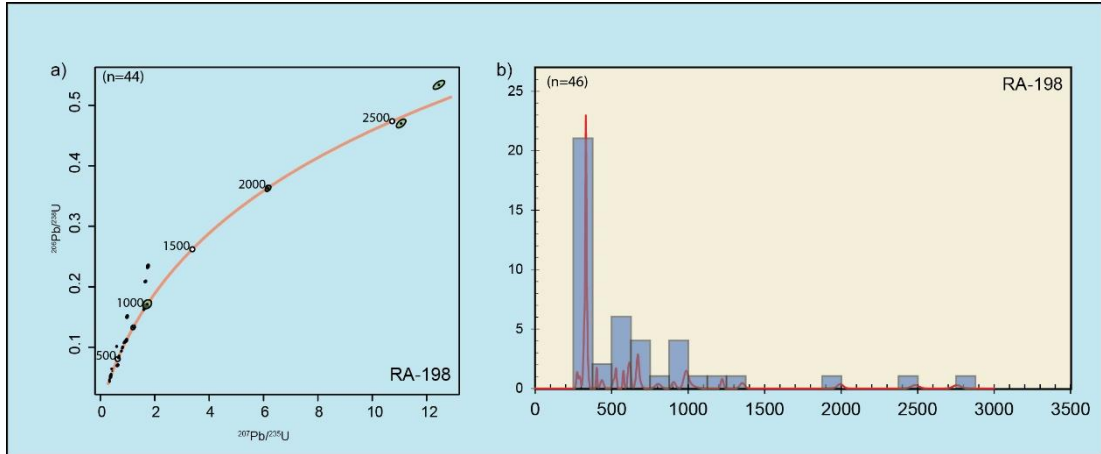
Şekil 7.6. Felahiye bölgesinde yüzeyleyen granitoid ve gabrolardan elde edilen LA-ICPMS U-Pb yaş verileri

Hınzır Dağ bölgesindeki metamorfik yığışım karmaşığı içinden derlenen meta-plajiyogranit örneği (RA-181) Üst Kretase dönemini (Senomoniyen) işaret eden 100.9 ± 1.5 My oluşum yaşı vermiştir (Şekil 7.7). Pınarbaşı bölgesindeki ofiyolit kütlelerinin oluşum yaşını belirlemek amacıyla Yukarıbeyçayır köyü civarından derlenen ve serpantinize peridotitleri kesen RA-473 numaralı plajiyogranit örneğinin zirkonlarından 89.25 ± 0.87 My'lık (Turoniyen) oluşum yaşı elde edilmiştir. Soğanlı Dağ yığışım karmaşığı içinden derlediğimiz dolerit daykını kesen RA-147 ve RA-443 numaralı plajiyogranit örneklerinden sırasıyla Üst Kretase dönemine denk gelen 93.1

± 10.25 My (Turoniyen) ve 97.47 ± 1.35 My (Senomoniyen) oluşum yaşları elde edilmiştir (Şekil 7.7).



Şekil 7.7. Tuzla Gölü, Hınzır, Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinden elde edilen plajiyogranit ve meta-plajiyogranit dayklarının LA-ICPMS U-Pb yaş verileri. Diyagramlardaki içi boş gri çizgiler hesaplamalarda kullanılmamıştır



Şekil 7.8. RA-198 numaralı fillit örneğine ait kırıntılı zirkonların (a) konkordia yaş verileri, (b) kırıntılı zirkonlardan elde edilen yaşların milyon yıl bazında dağılımını gösteren histogram

RA-198 numaralı örnek Hınzır Dağ kuzey ucundaki metamorfik yığışım karmaşığındaki fillit bloğundan derlenmiş olup, bu örneğe kırıntılı zirkonlar U-Pb yöntemiyle analiz edilmiştir. Fillit örneğinin kırıntılı zirkonlarının Th/U oranları 0.2

ila 1.99 arasında değişmektedir. Bu durum söz konusu kayaca ait zirkonların magmatik kökenli olduğuna işaret etmektedir. RA-198 numaralı örneğe ait kırıntılı zirkonların 46 tanesinden yaş sonuçları elde edilmiştir. Zirkon taneleri 274 My ila 2757 My arasında değişen yaşlar vermiştir (Şekil 7.8a, b). Bu yaşlardan 19 tanesi Karbonifer, 16 tanesi Neo-proterozoyik, 2 tanesi Paleo-proterozoyik, 2 tanesi Permiyen, 2 tanesi Kambriyen, 2 tanesi Ektasiyen (Mezo-proterozoyik), 1 tanesi Devoniyen, 1 tanesi Silüriyen, ve 1 tanesi Neo-Arkeen dönemlerini yansıtmaktadır. RA-198 numaralı örneğe ait zirkonlardan elde edilen yaşlara dair yorumlamalar ve çıkarımlar “Bulgular ve Tartışma” bölümünde aktarılmıştır.



8. BULGULAR VE TARTIŞMA

Doktora tezi kapsamında çalışılan alanların kuzeybatısındaki Felahiye ve güneydoğusundaki Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgeleri arasında birbirlerinden farklı tektonik birlikler yer almaktadır. Felahiye bölgesinde, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Akdağ masifi (ör. Akıman ve diğ., 1993; Yılmaz ve diğ., 1995; Fayon ve diğ., 2001) bölümüne ait Üst Kretase – Paleosen yaşlı bölgesel metamorfik kayalar, Orta Anadolu ofiyolitlerine ait olduğu öne sürülen ofiyolitik kayalar ve tüm bu kayaları kesen granitoidler yüzlek vermektedir. Tuzla Gölü bölgesinde Üst Kretase yaşlı ofiyolit manto ve kabuk bölümüne ait kayalar ve Üst Kretase – Paleosen yaşlı (Dirik ve diğ., 1999) olistostromal birim yer almaktadır. Çalışma sahasının yaklaşık orta bölümünde yer alan Hınzır Dağı ve Korumaz Dağı bölgeleri baskın olarak karbonatlı kayalardan oluşan Üst Kretase döneminde başkalaşıma uğramış ve Afyon Zonu'yla hem başkalaşım zamanı hem de istifsel olarak kıyaslanabilecek (ör. Okay, 1998; Pourteau ve diğ., 2010) düşük dereceli metamorfitlerden meydana gelmektedir. Ayrıca, bu bölgelerde Üst Kretase – Paleosen yaşlı yüksek basınç / düşük sıcaklık metamorfik kayaç blokları barındıran ve Tavşanlı Zonu'nun doğudaki eşlenikleri olduğu düşünülen (ör. Okay, 1998; Pourteau ve diğ., 2010) metamorfik yığışım karmaşıkları yer almaktadır. Çalışma sahasının güneydoğusunda yer alan Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinde ise, Toros kuşağı ofiyolitlerinin bir parçası olan Üst Kretase oluşum yaşına sahip ofiyolitik dizinin manto ve kabuk bölümüne ait kayalar ve yığışım karmaşıkları yer almaktadır.

Yukarıda bahsi geçen kayaç grupları İç Toros Okyanusu'nun evrim süreçleriyle ilişkilendirilmiş ve bu kayalar üzerinde farklı araştırmacılar tarafından elde edilen veriler, bu okyanusal alanın varlığına veya yokluğuna delil olarak sunulmuştur (ör. Andrew ve Robertson, 2002; Robertson ve diğ., 2009; 2013; Pourteau ve diğ., 2010; 2013; Parlak ve diğ., 2013; Gürer ve Aldanmaz, 2002; Kadioğlu ve diğ., 2003; 2006; Hinsbergen ve diğ., 2016; Gürer ve diğ., 2016; Parlak ve diğ., 2013; Köksal ve diğ., 2012; 2013; Çinku ve diğ., 2016). Bu tartışmaların temel kaynağı farklı tektonik birliklere ait kayaç gruplarının jeolojik evrimleri ve aidiyetleri üzerine olup bunlar; (i)

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'na ait metamorfik kayaçların başkalaşım süreçleri ve başkalaşımın mekanizması, (ii) Orta Anadolu Granitleri'nin kökeni, (iii) Orta Anadolu Ofiyolitleri'nin hangi okyanusal alandan türedikleri, (iv) Tavşanlı ve Afyon Zonları'nın Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın doğusunda devam edip etmediği, (v) İç Toros kenet zonu boyunca yüzlek veren ofiyolitlerin aidiyetleri ve oluşum zaman aralıklarıyla ilgilidir.

Doktora tezinin bu bölümünde, çalışma sahası içerisindeki ofiyolitik ve metamorfik kayaçlardan elde edilen veriler (Tüm kayaç jeokimyası, mineral kimyası, basınç-sıcaklık çalışmaları ve radyometrik tarihlendirmeler) doğrultusunda ilgili kayaç gruplarının bölgesel jeoloji içerisindeki konumu, bu ofiyolitlere ve metamorfik kayaçlara ait yaş konaklarının ve oluşum ortamlarının birbirleriyle kıyaslanması ve bunun sonucunda İç Toros Okyanusu'nun varlığına veya yokluğuna dair neler ifade ettiğine ilişkin çıkarımlar yapılmıştır.

8.1. Toros Kuşadı Ofiyolitleri

Türkiye, Tetis okyanusuna ait ofiyolit ve yığışım karmaşıklıklarının yaygınca gözleendiği alanlardandır (ör. Juteau, 1980; Parlak ve diğ., 1996; Dilek ve diğ., 1999; Robertson ve Ustaömer, 2009; Çelik ve diğ., 2011; Uysal ve diğ., 2012; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013). Bu ofiyolitik kayaçlar ve yığışım karmaşıklıkları yüzlerce kilometre uzanan kuşaklar boyunca yüzlek vermektedir. Bunlardan Türkiye'nin güneyinde yaklaşık doğu-batı uzanımlı bir kuşak boyunca Toros Karbonat Platformu üzerinde tektonik dilimler halinde yer alan ofiyolitik kayaçlar "Toros Kuşadı Ofiyolitleri" olarak adlandırılmaktadır (ör. Juteau, 1980; Dilek ve Whitney., 1997; Aldanmaz ve diğ., 2012; Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2008; Bağcı ve diğ., 2006; Parlak ve diğ., 1996; 2013). Toros Kuşadı Ofiyolitleri batıdan doğuya doğru sırasıyla, Likya, Antalya, Beyşehir-Hoyran, Mersin, Alihoca, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve Divriği ofiyolitleriyle temsil edilmektedir (ör. Juteau, 1980; Lytwyn ve Casey, 1995; Parlak ve diğ., 1996; Dilek ve diğ., 1999; Vergili ve Parlak, 2005; Çelik ve diğ., 2006; Çelik ve Delaloye, 2006; Çelik 2007; Aldanmaz ve diğ., 2012) (Şekil 8.1). Bu ofiyolitik kayaçlar Toros birliklerine ait kayaç grupları üzerinde tektonik olarak konumlanmaktadır. Örneğin, Marmaris ve Yeşilova ofiyolitleri Likya napları üzerinde yer almaktadır (ör. Collins ve Robertson, 1995; 1997; Çelik ve

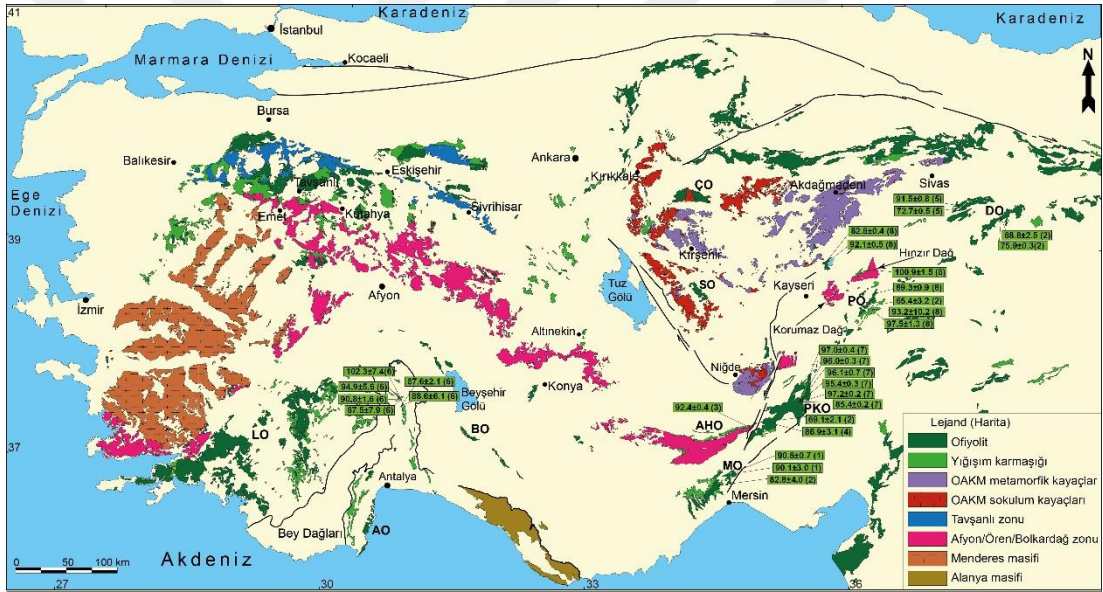
Delaloye, 2003). Orta Toroslarda yer alan Beyşehir-Hoyran ofiyoliti napların arasında tektonik dilimler halinde gözlenmektedir (Andrew ve Robertson, 2002; Çelik 2008; Parlak ve diğ., 2019). Toros kuşağının en doğu ucunda yer alan Divriği ofiyoliti ise Munzur dağlarına ait Erken Karbonifer – Kampaniyen yaşlı karbonatlar üzerinde konumlanmaktadır (Özgül ve Turşucu, 1984; Yılmaz ve diğ., 2001; Parlak ve diğ., 2006). Toros Kuşağı Ofiyolitleri'nin oluşum ortam koşulları ve zamanları açısından birbirlerine oldukça benzer özelliklere sahip olmasına karşın, bu ofiyolitlerin Tetis okyanusal alanının hangi kolundan türedikleri konusunda farklı düşünceler ve modeller önerilmiştir. Örneğin, Likya napları üzerinde yer alan Köyceğiz ve Yeşilova ofiyolitlerinin İAE okyanusal alanından türedikleri savunulmaktadır (ör. Collins ve Robertson, 1997, 1998, 1999). Antalya ve Mersin ofiyolitlerinin ise güneydeki Torodos (Kıbrıs), Kızıldağ (Hatay) ve Bear-Bassit (Kuzey Suriye) ofiyolitleri ile aynı kökenli olduğu düşünülmektedir (Robertson ve Woodcock, 1981, 1982; Robertson ve Waldron, 1990; Parlak ve diğ., 1996; Robertson ve diğ., 2012; Maffione ve diğ., 2017; Morris ve diğ., 2017). Öte yandan, bazı çalışmalarda ise Mersin ofiyolitinin İAE okyanusal alanından türediği ileri sürülmektedir (ör. Sayıt ve diğ., 2017). Benzer şekilde, Beyşehir-Hoyran ofiyolitleri için de bazı çalışmalarda İç Toros okyanusal alanı ile ilişkilendirilmekte (Andrew ve Robertson, 2002) iken, bazı çalışmalarda ise İAE okyanusal alanı (ör. Hinsbergen ve diğ., 2016) ile ilişkilendirilmektedir. Mersin, Pozantı-Karsantı, Alihoca, Pınarbaşı ve Divriği ofiyolitleri ise İç Toros okyanusuyla ilişkilendirilmektedir (Lytwyn ve Casey, 1995; Polat ve Casey, 1995; Polat ve diğ., 1996; Dilek ve Whitney, 1997; Dilek ve diğ., 1999; Parlak ve Robertson, 2004; Vergili ve Parlak, 2005; Parlak ve Robertson, 2004; Parlak ve diğ., 2006; Robertson ve diğ., 2013; Darin ve diğ., 2020).

Toros Kuşağı boyunca gözlenen ofiyolit ve ofiyolitlerle ilişkili kayaçlar tabandan tavana doğru sırasıyla ofiyolitik melanj, ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları ve ofiyolit kütleleriyle temsil edilmektedir (ör. Juteau, 1980; Dilek ve diğ., 1999; Çelik ve Delaloye, 2003; 2006; Bağcı ve diğ., 2006; Çelik ve diğ., 2006; Çelik 2007). Söz konusu ofiyolitler içerisinde, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti göreceli olarak iyi korunmuş düzenli ofiyolitik seriyi temsil edilmektedir (ör. Bingöl, 1978; Parlak ve diğ., 2002; Çelik, 2007). Diğer Toros Kuşağı Ofiyolitleri ise ağırlıklı olarak ofiyolitik istifin manto bölümüne ait peridotitlerden meydana gelen masif ve tekdüze kütleler halinde

gözlenmektedir. Kabuk bölümüne ait kayaçlar ise çoğunlukla kümülat ve izotropik gabrolar ile temsil edilmekte olup, ofiyolitik istifin en üst bölümünü oluşturan volkanik kayaçlar ise diğer kayaçlara göre daha sınırlı yüzlek alanlarına sahiptirler. Yığışım karmaşıkları başlıca serpantinit, gabro, bazalt ve Toros karbonat platformundan türemiş kireçtaşı bloklarından meydana gelmektedir. Çalışma sahası içerisinde yer alan Pınarbaşı civarındaki ofiyolitler kaya çeşitliği ve dağılımı açısından kuşak boyunca yüzlek veren diğer ofiyolitlerle oldukça benzerlik sunmaktadır. Bu alandaki ofiyolitler baskın olarak ofiyolitik istifin manto bölümüne ait peridotit ve piroksenitlerden oluşmaktadır. Kabuksal kayaçlar ise kümülat gabrolar ile temsil edilmektedir. Pınarbaşı bölgesinde yer alan ofiyolit ve yığışım karmaşıkları Bozkır Birliği'ne ait Triyas-Üst Kretase yaşlı (ör. Özgül ve diğ., 1973; Özgül, 1976) platform tipi karbonatların üzerinde tektonik dilimler halinde gözlenmektedir.

Toros Kuşağı Ofiyolitleri'nin manto ve kabuk bölümüne ait kayaçlar üzerinde farklı araştırmacılar tarafından yapılan petrojenetik çalışmalar ofiyolitlerin yitim zonu üstü koşullarında oluştuğunu göstermektedir (ör. Parlak ve diğ., 1996; 2002; Robertson, 2002; Robertson ve diğ., 2009). Bazı çalışmalarda ofiyolitlerin MORB-tipi ofiyoliti (ör. Dilek ve diğ., 1999) oldukları belirtilmiş olsa da ofiyolitlerin yitim zonu üstü ortam koşullarında oluştukları konusunda günümüzde fikir birliği sağlanmıştır (ör. Bağcı ve diğ., 2006; Çelik ve diğ., 2006; Aldanmaz ve diğ., 2012; Parlak ve diğ., 2013; Lian ve diğ., 2020). Örneğin, Parlak ve diğ. (1996) Mersin Ofiyoliti'nin kümülat gabrolarından yapmış olduğu mineral kimyası ve tüm kayaç jeokimyası çalışmalarına göre ofiyolitlerin yitim zonu üstü ortamında oluştuğunu önermiştir. Saka ve diğ., (2019) tarafından Mersin Ofiyoliti'ne dair yapılan jeokimyasal çalışmalarda bu ofiyolitlerin oluşumunun yalnızca yitimle ilişkilendirilemeyeceği, aynı zamanda Tetis okyanusunun açılımı süreçlerinin de oluşmuş olabileceğini öne sürmüştür. Kavak ve diğ., (2017) tarafından Sivas havzası içerisinde yer alan Divriği Ofiyoliti'ne ait kümülat gabrolarının ve dolerit dayklarının ada-yayı toleyitleri karakterine sahip olduğunu belirtilmiştir. Benzer şekilde Toros kuşağı ofiyolitlerine ait manto kayaçlarından yapılan petrojenetik çalışmalar da kuşak boyunca yüzeyleyen ofiyolitlerin yitim zonu üstü koşullarını yansıtan yay-önü ortamında geliştiğini göstermektedir (ör. Aldanmaz ve diğ., 2012; Uysal ve diğ., 2016; Avcı ve diğ., 2017; Saka ve diğ., 2014; 2019). Pınarbaşı ofiyolitine ait manto ve kabuk kayaçlarından bu çalışma kapsamında yapılan

tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası analizlerine göre, Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı civarındaki ofiyolitik kayaçlarında kuşak boyunca yer alan diğer ofiyolitlerle benzer şekilde yitim zonu üstü koşullarında oluştuğu tespit edilmiştir. Örneğin, Pınarbaşı ofiyolitine ait peridotitlerdeki spineller genel olarak yitim zonu kayaçlarına özgü yüksek Cr# değerlerine (50.24-70.76) sahiptir (Bkz “Petrografik Özellikler ve Mineral Kimyası”). Benzer şekilde Pınarbaşı Ofiyoliti’ne ait kümülat gabrolardaki plajiyoklaz minerallerinin yüksek anortit içerikleri yitim zonu üstü koşullarını karakterize etmektedir. Diğer bir yandan, tüm kayaç jeokimyası bölümünde anlatıldığı üzere ofiyolit manto ve kabuk bölümünü kesen dolerit dayklarındaki element davranışları da (ör. negatif Nb, Ta anomalisi) bu kayaçları yitim zonu üstü koşullarında oluştuğunun bir diğer göstergesidir.



Şekil 8.1. Toros kuşağına ait ofiyolitlerin yaş verileri (Hinsbergen ve diğ., 2016’dan değiştirilerek alınmıştır). (Yaş verileriyle ilgili referanslar tablo 8.1 içerisinde sunulmuştur). Kısaltmalar: LO, Likya Ofiyolitleri; BO, Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti; AHO, Alihoca Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; DO, Divriği Ofiyoliti; ÇO, Çiçekdağ Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti

Toros Kuşağı Ofiyolitleri’nin kabuksal kayaçlarından yapılan radyometrik tarihlendirmeler bu ofiyolitlerin Geç Kretase döneminde oluştuğunu göstermektedir (Şekil 8.1). Ofiyolitlerinin oluşum yaşları çoğunlukla gabro ve doleritlerden elde edilen zirkon minerallerinin U-Pb yöntemi kullanılarak tarihlendirilmesiyle tespit edilmiştir. Örneğin, Parlak ve diğ. (2013)’te Mersin, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve

Divriği ofiyolitlerinin kabuk kesimlerinden 88 ile 69 My arasında değişen U-Pb oluşum yaşları elde etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarını ve manto peridotitlerini kesen dolerit dayklarından ise sırasıyla 75 ve 65 My oluşum yaşları elde etmişlerdir. Bu verilere göre, Parlak ve diğ., (2013) İç Toros okyanusunun bir parçası olduğunu düşündükleri ofiyolitik kayaçların yitim zonu üstü koşullarında ve ~89 My civarında oluştuğunu, dolerit dayklarından elde etmiş oldukları yaş konaklarına göre ise İç Toros okyanusu içi magmatik süreçlerin Geç Kretase döneminin (Maastrichtiyen) sonuna kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada Divriği bölgesinde ofiyoliti ve ofiyolitik melanjları kesen alkalin karakterli granitoid sokulumları tespit edilmiştir. Granitoid sokulumlarından ise 70-67 My'lık zirkon kristallenme yaşları elde etmişlerdir. Söz konusu granitoid sokulumlarını dolan levhanın kopması sonucunda meydana gelen astenosferik manto yükselimine bağlı oluştuklarını ileri sürmüşlerdir (Parlak ve diğ., 2013). Dilek ve diğ. (1999) çalışmalarında Mersin ofiyolitine ait dolerit daykından ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle 90.8 ± 0.7 My'lık soğuma yaşı almıştır. Benzer şekilde Çelik (2008) Mersin ofiyolitindeki dolerit dayklarından 88.8 ± 2 ve 84.4 ± 3 My'lık yaşlar elde etmiştir. Nurlu ve diğ. (2018) çalışmasında Mersin ofiyolitinin kabuk bölümünü kesen plajiyogranitlerin zirkonlarından U-Pb yöntemiyle 93.0 ± 1.5 ve 94.2 ± 2.4 My kristallenme yaşları elde etmişlerdir. Alihoca ofiyolitinin pegmatitik gabrolarına ait zirkonlardan U-Pb yöntemiyle 92.4 ± 0.5 My kristallenme yaşı (Gürer ve diğ., 2016), dolerit daykına ait amfibollerden ise ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle 90.1 ± 3 My soğuma yaşı elde edilmiştir (Dilek ve diğ., 1999). Saka (2020)'de Pozantı-Karsantı ofiyolitinin manto bölümünü kesen dolerit dayklarının zirkonlarından U-Pb yöntemiyle 97-85 My arasında değişen kristallenme yaşları elde etmiştir. Araştırmacı elde ettiği bu yaş verilerini Pozantı-Karsantı ofiyolitinin oluşum yaşı olarak değerlendirmiştir. Lian ve diğ. (2017) tarafından aynı ofiyolit kütesinin dolerit dayklarından 86 ± 3.1 My'lık zirkon kristallenme yaşı elde edilmiştir. Buna karşın, Parlak ve diğ. (2013) Pozantı-Karsantı Ofiyoliti'ne ait kümülat gabrolardan diğer yaşlardan farklı olarak daha genç (69.1 ± 2.1 My) U-Pb zirkon kristallenme yaşı elde etmişlerdir. Legeay ve diğ., (2019) çalışmasında Divriği ofiyolitinin kuzeybatısında yer alan Sivas ofiyolitinin dolerit dayklarından 91.5 ± 0.8 My ve 72.7 ± 0.5 My'lık kristallenme yaşları elde etmiştir. Araştırmacılar söz konusu yaşlardan yaklaşık 91 My olan yaşı ofiyolit oluşum yaşı, 72 My'lık yaşı ise ofiyolit oluşumundan sonraki evrede gerçekleşen okyanus içi

aktiviteyle geliştiği şeklinde açıklamışlardır. Yukarıda anlatılan tüm yaş verileri doğrultusunda Toros kuşağı ofiyolitlerinin farklı bölümlerinden alınan yaşlar 97 ila 65 My arasında değişen geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir (Şekil 8.1; Şekil 8.3; Tablo 8.1). Ancak, mevcut ofiyolit kabuk yaşlarının ağrılıklı olarak 95-88 My arasında olduğu söylenebilir. Daha genç yaşlar ise birçok araştırmacı tarafından kabuk oluşumundan ziyade okyanus içi dayk gelişim süreçleri olarak değerlendirilmiştir (ör. Parlak ve diğ., 2013; Legeay ve diğ., 2019).

Bu çalışma kapsamında Pınarbaşı Ofiyoliti'nde manto bölümünü kesen ve ilk kez bu çalışmayla tespit edilmiş olan plajiyogranit daykından 89.25 ± 0.87 My'lık U-Pb zirkon kristallenme yaşı alınmıştır (Şekil 8.1; Tablo 8.1). Bu yaş verisi Pınarbaşı Ofiyoliti'ne ait lökokratik (plajiyogranit) sokulum kayaçlarından elde edilen ilk okyanusal kabuk oluşum yaşını temsil etmektedir. Ayrıca, Soğanlı Dağı civarında yer alan yığılım karmaşığına aktarılmış serpantinitle içerisinde dolerit daykını kesen plajiyogranit daykı yine ilk kez bu çalışmayla tespit edilmiştir. Bu plajiyogranitlerden yapılan U-Pb zirkon tarihlendirmesiyle 93 ± 10 My'lık ve 97.5 ± 0.2 My'lık kristallenme yaşları elde edilmiştir (Şekil 8.1; Şekil 8.3). Bu çalışmayla elde edilen yeni yaş verilerinin Toros kuşağı ofiyolitlerinin yaşlarıyla benzerlik sunduğu görülmektedir. Dolayısıyla elde edilen bu yaş verileri çalışma sahasının güneydoğusundaki alanda yer alan ofiyolitlerin oluşum yaşları olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde Tuzla Gölü bölgesi adı altında çalışılan alanda Toros kuşağıyla deneştirilen ofiyolit kütlesi yer almaktadır. Tuzla Gölü bölgesindeki bu ofiyolit kütlesi kuzeydoğuya doğru devam edildiğinde Sivas havzasının güney sınırı boyunca gözlenen ve Divriği bölgesinde kadar uzanan bir hat üzerinde izlenebilmektedir. Bu hat boyunca gözlenen ofiyolitik kayaçlar Toroslara ait karbonatlar üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Ancak, çalışma sahası içerisindeki Tuzla gölü bölgesinde ise ofiyolitik kayaçların Toroslara ait kayaçlar (Korumaz ve Hınzır Dağları Bölgesi) ile olan dokanak ilişkileri veya hemen kuzeyinde yer alan Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'na ait kayaçlarla olan dokanakları havzada yaygınca gözlenen Eosen ve daha geç yaşlı örtü çökellerinden dolayı gözlenememektedir. Tuzla Gölü bölgesindeki ofiyolitik kayaçlar ağrılıklı olarak ofiyolit manto bölümüne ait olan serpantinize peridotitlerle, kabuk kesimine ait bazalt ve çamurtaşlarıyla temsil edilmektedir. Ayrıca bu alandaki ofiyolitler dolerit,

plajiyogranit ve andezit türü dayklar tarafından kesilmektedir. Bu ofiyolite ait plajiyogranitlerden U/Pb tarihlendirme yöntemiyle 92.1 ± 0.6 My'lık zirkon kristallenme yaşı elde edilmiştir (Şekil 8.1). Bu yaş verisi ofiyolitin oluşum zamanı olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir yandan, aynı ofiyolit kütlesi içerisinde serpantinleri kesen plajiyogranit daykından 82.8 ± 0.4 My'lık zirkon kristallenme yaşı alınmıştır (Şekil 8.1). Söz konusu plajiyogranit daykı ve yaklaşık 10 m yakınından andezit daykının petrografik incelemelerinde riebekit bileşimine sahip sodik amfibol mineralleri tespit edilmiştir. Bu gibi riebekit ve magnezyo-riebekit türü mavi amfibol oluşumları asidik ve ortaç bileşimdeki magmatik kayalardan itibaren gelişebildikleri bilinmektedir (ör. Sherif ve diğ., 2013). Kayalardaki riebekit türü mavi amfibollerin varlığı, kayacın mavişist fasiyesinde başkalaşıma uğradığını düşündürse de mavi amfibollerin tümünün riebekit bileşiminde olmaları, mavişist fasiyesini karakterize eden diğer minerallerin (ör. sodik piroksen, lavsonit, glokofan) var olmaması, andezit kayacının mineral topluluğu içerisinde mavişist fasiyesiyle uyumsuz olan biyotit minerallerinin kayacın parajenezindeki varlığı bu kayaların mavişist koşullarında başkalaşım geçirmediğini göstermektedir (ör. Bucher ve Grapes, 2011). Ayrıca, kayaç dokusal olarak incelendiğinde riebekit minerallerinin ağırlıklı olarak hornblendlerin çeperlerinden itibaren geliştikleri “Petrografik Özellikler ve Mineral Kimyası” bölümünde ayrıntılarıyla rapor edilmiştir. Riebekit türü mavi amfibol minerallerinin Fe^{+3} içerikleri ($Fe^{+3}=1.10-1.55$) oldukça yüksek olup, bu riebekit türü mineraller magmatik veya metasomatik süreçlerde ve mavişist başkalaşımına kıyasla daha yüksek sıcaklıklarda meydana gelen (>515 °C; Ernst, 1962) oksidasyon sonucunda oluşabilmektedir (ör. Ernst, 1962; Strong ve Taylor, 1984). Ernst (1962) riebekitlerin oluşum sıcaklıklarına dair yapmış olduğu deneysel petrolojik çalışmalarla bu tip alkali amfibollerin yaklaşık 515 °C üzerindeki sıcaklıklarda sulu magmatik ortamda stabil olabildiklerini tespit etmiştir. Ayrıca, bu tip mineral gelişimleri dünyanın farklı bölgelerindeki alkalin magmatik kayalar içerisinde de tanımlanmıştır (ör. Gahaffar ve Ramadan, 2018). Her iki daykta tespit edilen benzer sodik amfibol oluşumlarının varlığı bu kayaların benzer süreçlere maruz kaldığını düşündürmektedir. Dolayısıyla andezit daykının kalkalkalen ve yay ortamını yansıtan benzer jeokimyasal karaktere sahip olması, elde edilen bu yaş verisinin ofiyolitin oluşum yaşından ziyade sonraki evrede meydana gelen okyanus içi dayk oluşum süreçlerini temsil ettiği düşünülebilir.

Tablo 8.1. Toros kuşağı ofiyolitlerine ait yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir)

Referans No	Örnek No	Kayaç Türü	Mineral	Yöntem	Yaş (My)	Hata Payı	Kaynak	Lokasyon
1	MO-092-3	dolerit	hornblend	Ar/Ar	90.8	0.7	Dilek vd. 1999	Mersin Ofiyoliti
1	PO-92-5	dolerit	hornblend	Ar/Ar	90.1	3	Dilek vd. 1999	Alihoca Ofiyoliti
2	FK57	gabro	zirkon	U/Pb	82.8	4	Parlak vd. 2013	Mersin Ofiyoliti
2	FK59	gabro	zirkon	U/Pb	88.8	2.5	Parlak vd. 2013	Divriği Ofiyoliti
2	FK69	gabro	zirkon	U/Pb	69.1	2.1	Parlak vd. 2013	Alihoca Ofiyoliti
2	FK58	gabro	zirkon	U/Pb	65.4	3.2	Parlak vd. 2013	Pınarbaşı Ofiyoliti
2	PD-10	dolerit	hornblend	Ar/Ar	75.9	0.3	Parlak vd. 2013	Divriği Ofiyoliti
3	UK1.1	gabro	zirkon	U/Pb	92.4	0.4	Gürer vd. 2016	Alihoca Ofiyoliti
4	TK-12	dolerit	zirkon	U-Pb	86.9	3.1	Lian vd. 2017	Alihoca Ofiyoliti
5	T 13 II - 2	dolerit	zirkon	U/Pb	72.7	0.5	Legeay vd. 2019	Sivas Ofiyoliti
5	T 13 II - 3	dolerit	zirkon	U/Pb	91.5	0.8	Legeay vd. 2019	Sivas ophiolite
6	G14-2	dolerit	titanit	U/Pb	102.3	7.4	Parlak vd. 2019	Sivas Ofiyoliti
6	G14-3	dolerit	titanit	U/Pb	94.9	5.6	Parlak vd. 2019	Madenli (Isparta)
6	G14-5	dolerit	zirkon	U/Pb	90.8	1.6	Parlak vd. 2019	Madenli (Isparta)
6	G14-5	dolerit	titanit	U/Pb	87.5	7.9	Parlak vd. 2019	Madenli (Isparta)
6	S14-2	dolerit	zirkon	U/Pb	87.6	2.1	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
6	S14-2	dolerit	titanit	U/Pb	88.6	6.1	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
7	AP5	dolerit	zirkon	U/Pb	96	0.3	Saka 2020	Aladağ Ofiyoliti
7	AP13	dolerit	zirkon	U/Pb	96.1	0.7	Saka 2020	Aladağ Ofiyoliti
7	AP90D	dolerit	zirkon	U/Pb	95.4	0.3	Saka 2020	Aladağ Ofiyoliti
7	AP94	dolerit	zirkon	U/Pb	97.2	0.2	Saka 2020	Aladağ Ofiyoliti
7	AP96	dolerit	zirkon	U/Pb	85.4	0.2	Saka 2020	Aladağ Ofiyoliti
7	AP106	dolerit	zirkon	U/Pb	97	0.4	Saka 2020	Aladağ Ofiyoliti
8	RA-473	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	89.3	0.9	Bu çalışma	Pınarbaşı Ofiyoliti
8	RA-147	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	93.2	10.2	Bu çalışma	Pınarbaşı Ofiyoliti
8	RA-443	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	97.5	1.3	Bu çalışma	Pınarbaşı Ofiyoliti
8	RA-181	meta-plajiyogranit	zirkon	U/Pb	100.9	1.5	Bu çalışma	Hınzır Dağ metamorfik melanj
8	RA-225	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	92.1	0.5	Bu çalışma	Tuzla Gölü Ofiyoliti
8	RA-216	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	82.8	0.4	Bu çalışma	Tuzla Gölü Ofiyoliti

Toros kuşağı boyunca düzenli ofiyolitlerin yanı sıra ofiyolit tabanı metamorfileri de yaygınca yüzlek vermektedir. Kuşak boyunca görülen ofiyolit tabanı metamorfileri baskın olarak amfibolit türü kayaçlardan meydana gelmektedir (ör. Çelik ve Delaloye 2003; Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2007). Ayrıca, farklı çalışmalarda ofiyolit tabanı metamorfilerine ait mikaşist, mermer ve kuvarsit türü kayaçlar da rapor edilmiştir (ör. Çelik, 2008). Toros kuşağı boyunca yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfilerinden yapılan petrojenetik çalışmalar ofiyolit tabanı metamorfilerinin köken kayaçlarının E-MORB, OIB, N-MORB ve SSZ gibi farklı jeodinamik ortamlardan oluştuğunu göstermektedir (Lytwyn ve Casey 1995; Polat ve diğ., 1996; Çelik ve Delaloye 2003, 2006; Vergili ve Parlak, 2005; Çelik 2007; Çelik ve Chiaradia, 2008; Elitok ve Drüppel 2008; Parlak ve diğ., 2019). Ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları yaygınca ada yayı toleyitlerine benzer kimyalara sahip dolerit daykları tarafından kesilmektedirler. Bazı alanlarda ise aynı dolerit daykının hem ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarını hem de manto kayalarını aynı anda kestikleri gözlenmiştir (Çelik ve Delaloye, 2003).

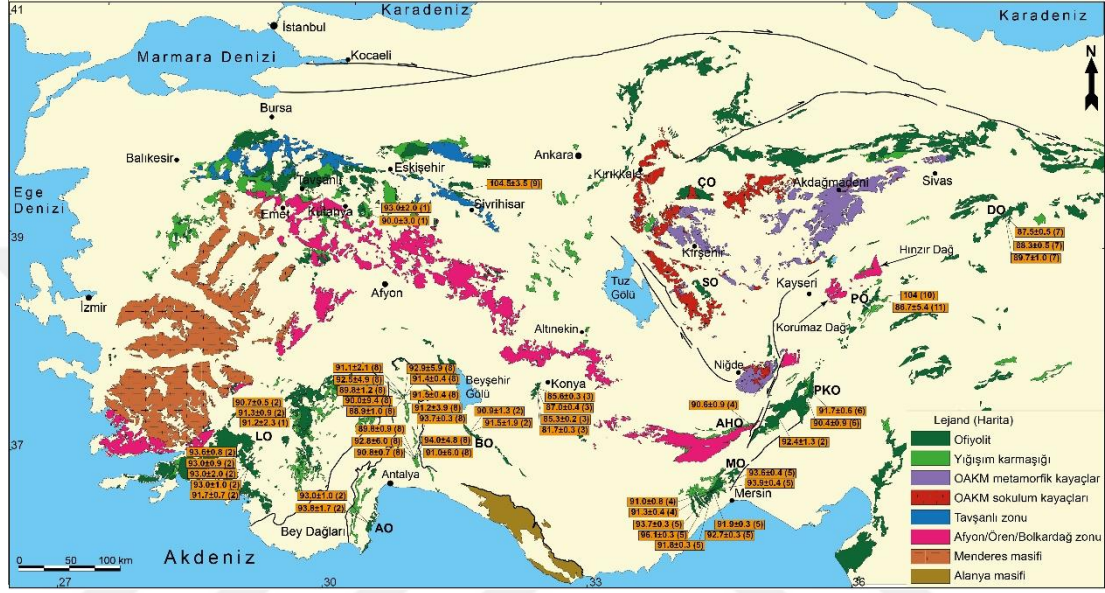
Pınarbaşı ofiyolit tabanı metamorfilerinden yapılan jeokimyasal çalışmalar bu kuşak boyunca yer alan diğer ofiyolit tabanı metamorfilerine benzer şekilde E-MORB, N-MORB, OIB ve SSZ gibi farklı jeodinamik ortam koşullarında türediklerini göstermektedir (ör. Vergili ve Parlak, 2005; Alkan, 2019; Bu çalışma). Metamorfik taban kayaçlarının N-MORB, E-MORB ve OIB benzeri köken kayaçları, dalan

okyanusal levhadan kaynaklanabilmektedir. Ancak, ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarının SSZ tipi köken kayaçları birçok araştırmacı tarafından önerilen farklı tektonik modellerle açıklanmıştır. Örneğin, (i) okyanus içi yitim süreçlerinin SSZ kabuğunun dalımıyla başlaması (Guilmete ve diğ., 2009), (ii) çiftli veya çoklu yitim zonu modeli (ör. Çelik ve Delaloye, 2006; Wakabayashi ve diğ., 2010; Bonnet ve diğ., 2020), (iii) yitim erozyonu modeli (ör. von Huene ve Scholl, 1991; von Huene ve diğ., 2004; Clift ve Vannuchi, 2004; Clift ve Hartley, 2007; Scholl ve von Huene, 2007; Stern ve diğ., 2012; Göçmengil ve diğ., 2013; Topuz ve diğ., 2013; Wakabayashi ve Dilek, 2000, 2003). Örneğin, Parlak ve diğ., (2019) çalışmasında Toros kuşağı boyunca yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarına ait SSZ köken kayaçlarının yitim erozyonu sonucunda yitim süreçlerine katıldıklarını ve başkalaşıma uğradıklarını düşünmüşlerdir. Benzer şekilde, Parlak ve diğ. (1996) Divriği ofiyolitine ait ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarında tespit edilen ada-yayı toleyitleri karakterindeki amfibolitik kayaçların okyanus içi yitim süreçlerinde SSZ kabuğundan sıyrılması sonucu oluştuklarını öne sürmüştür.

Toros kuşağı boyunca alkali magmatizmanın varlığı gerek Toroslar'ın istifi içerisindeki volkaniklerden gerekse yığışım karmaşıklarındaki volkanik kayaçlardan dolayı bilinmektedir. Alkali volkanik kayaçların jeokimyasal özellikleri bu kayaçların OIB ve E-MORB türü okyanus içi magmatizma süreçleriyle ilişkili olduklarını göstermektedir (ör. Robertson ve Waldron, 1990; Çelik, 2009; Bağcı ve diğ., 2020). Toros kuşağı boyunca yüzlek veren OIB-E-MORB türü volkanik kayaçlar, metamorfik taban kayaçlarında görülen ve köken kayaçları okyanus adası bazaltları olan metamorfiklerle karşılaştırıldığında, benzer jeokimyasal özellikler ve jeodinamik ortam koşullarını yansıttıkları görülmektedir. Dolayısıyla bu durum söz konusu volkanik kayaçların bir bölümünün okyanus içi yitim süreçlerinde metamorfizma olaylarına katıldıkları ve amfibolit türü kayaçlara dönüştüğü, kalan diğer bölümlerinin ise okyanusun kapanma süreçlerinde dalan okyanusal litosferden sıyrılarak metamorfizmaya maruz kalmadan melanj içine aktarıldığı söylenebilir.

Pınarbaşı güneyindeki yığışım karmaşığı içerisinde derlenen ve ofiyolit tabanı metamorfiklerinin melanj içerisindeki parçasını temsil ettiği düşünülen amfibolit örneğinin tarihlendirmesinde 84 ± 5 My'lık soğuma yaşı elde edilmiştir (Şekil 8.2; Tablo 8.2). Elde edilen bu yaş verisi hata payı içerisinde bu kuşak boyunca elde edilmiş

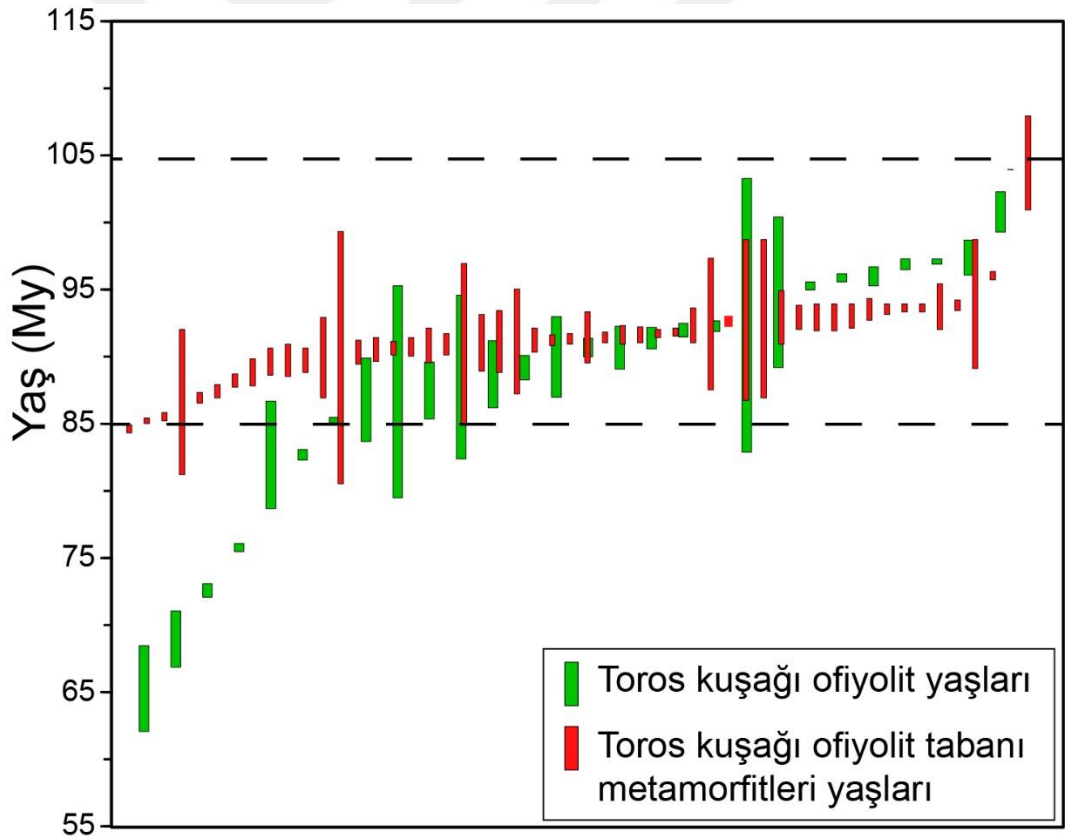
olan diğer ^{40}Ar - ^{39}Ar soğuma yaşlarıyla benzerlik sunmaktadır. Toros kuşağı boyunca yer alan ofiyolit tabanı metamorfitlelerden ^{40}Ar - ^{39}Ar yönteminin yanı sıra Lu-Hf yaş tayini yöntemiyle de yaşlar alınmıştır. Örneğin, çalışma sahasının batısında bulunan Halilbağı kompleksindeki ofiyolit tabanı metamorfik kayaların granatlarından 104 My zirve başkalaşım yaşı elde edilmiştir (Pourteau ve diğ., 2019) (Şekil 8.2; Şekil 8.3).



Şekil 8.2. Toros kuşağına ait ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin yaş verileri (Hinsbergen ve diğ., 2016'dan değiştirilerek alınmıştır. (Yaş verileriyle ilgili referanslar tablo 8.2 içerisinde sunulmuştur). Kısaltmalar: LO, Likya Ofiyolitleri; BO, Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti; AHO, Alihoca Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozanti-Karsanti Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; DO, Divriği Ofiyoliti; ÇO, Çiçekdağ Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti

Benzer şekilde, Peters ve diğ., (2018) tarafından çalışma sahasının da içinde yer aldığı Pınarbaşı ofiyolit tabanı metamorfitlelerine ait granat-amfibolitlerdeki granat minerallerinden 104 My civarında metamorfizma yaşı elde edilmiştir. Araştırmacılar, bu alandaki ofiyolit tabanı metamorfik kayalarının zirve başkalaşımının ~104 My civarında gerçekleştirdiğini öne sürmüşlerdir. Elde edilen bu yaş verilerine göre araştırmacılar bu durumu okyanus içi yitim süreçlerinin, yitim zonu üstü ofiyolit oluşumuna kıyasla yaklaşık 10-15 My daha önce başladığına dair önemli bir kanıt olarak öne sürmüşlerdir (ör. Hinsbergen ve diğ., 2020). Ancak, Pınarbaşı ofiyolit tabanı metamorfitlelerindeki jeokimyasal çalışmalar bu kayaların kökenlerinde yitim zonu üstü koşullarını yansıtan kayalar olduğunu göstermektedir (Alkan, 2019; Bu çalışma). Bu durum yitim zonu üstü ofiyolit oluşumuyla, ofiyolit tabanı

metamorfitlelerinin başkalaşım süreçlerinin öne sürülenin aksine daha yakın veya eş zamanlı olabileceğini düşündürmektedir (Şekil 8.3). Ayrıca, bu çalışmayla yukarıda anlatıldığı üzere Soğanlı Dağı civarındaki yığışım karmaşığında alınan ve yitimle ilişkili kökene sahip plajiyogranit daykından 97.5 ± 1.4 My'lık oluşum yaş verisi elde edilmiştir. Benzer şekilde, Pınarbaşı kuzeyinde yer alan Hınzır Dağı bölgesindeki metamorfik yığışım karmaşığı içindeki yitimle ilişkili meta-plajiyogranit daykından 101 ± 1.6 My'lık zirkon kristallenme yaşı alınmıştır. Bu çalışmayla elde edilen yeni yaş verileri değerlendirildiğinde, Toros kuşağı boyunca yitim zonu üstü ofiyolit oluşumu ve ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin başkalaşım süreçlerinin son yıllardaki önerilen modellerin (ör. Pourteau ve diğ., 2019; Hinsbergen ve diğ., 2020; Peters ve diğ., 2018) aksine daha kısa zaman aralığında veya eş zamanlı olarak gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 8.3).



Şekil 8.3. Toros kuşağı ofiyolitlerinin okyanus içi oluşum yaşlarını ve ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin başkalaşım/soğuma yaşlarını gösteren histogram

Toros kuşağı boyunca metamorfik taban kayaçlarından yapılan basınç (P) - sıcaklık (T) çalışmaları amfibolit fasiyesinde oluşan kayaçların yaklaşık 5 kbar basınç ve 600-

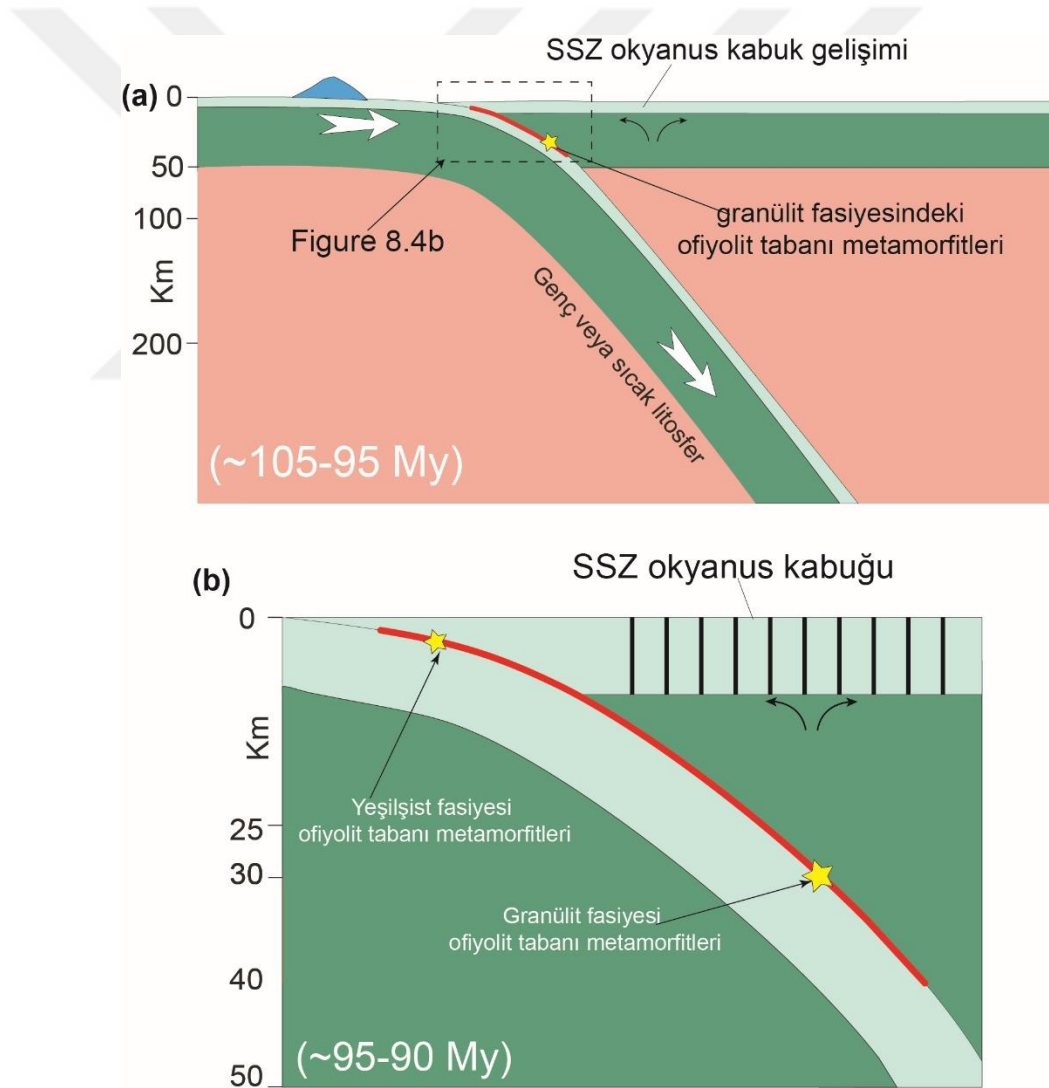
650 °C sıcaklık koşulları altında meydana geldiğini göstermektedir (Çelik ve Delaloye, 2006; Çelik 2008; Elitok ve Drüppel 2008). Son yıllarda yapılan P-T çalışmaları ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin bazı bölümlerinde daha yüksek dereceli başkalaşım koşullarının da varlığını ortaya çıkarmıştır. Örneğin, Plunder ve diğ. (2015) Yeşilova ofiyoliti taban metamorfitlelerinde yaptıkları P-T çalışmalarında 10 kbar basınç, 800 °C sıcaklık koşulları elde etmişlerdir. Benzer şekilde Peters ve diğ. (2014) Pınarbaşı ofiyolitinin tabanında yer alan granat-amfibolitlerden 10-15 kbar basınç ve 875 °C sıcaklık elde etmişlerdir.

Tablo 8.2. Toros kuşağı ofiyolit tabanı metamorfitlelerine ait yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir)

Referans No	Örnek No	Kayaç Türü	Mineral	Yöntem	Yaş (My)	Hata Payı	Kaynak	Lokasyon
1	P349	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93	2	Önen 2003	Kütahya
1	P534	granat amfibolit	hornblend	Ar/Ar	90	3	Önen 2003	Kütahya
2	YLK-228	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93.1	0.9	Çelik vd. 2006	Köyceğiz
2	YLK 229	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93	0.9	Çelik vd. 2006	Köyceğiz
2	YLK 253	mikaşist	muskovit	Ar/Ar	93	1	Çelik vd. 2006	Köyceğiz
2	YLK-255	mikaşist	muskovit	Ar/Ar	91.7	0.7	Çelik vd. 2006	Köyceğiz
2	YLK266	mikaşist	muskovit	Ar/Ar	93.6	0.8	Çelik vd. 2006	Köyceğiz
2	YL-103	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	90.7	0.5	Çelik vd. 2006	Yeşilova
2	YL-134	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.3	0.9	Çelik vd. 2006	Yeşilova
2	YL-106	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.2	2.3	Çelik vd. 2006	Yeşilova
2	A-292	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93	1	Çelik vd. 2006	Antalya
2	A-295	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93.8	1.7	Çelik vd. 2006	Antalya
2	B-192	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	90.9	1.3	Çelik vd. 2006	Beşşehir
2	B-194	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.5	1.9	Çelik vd. 2006	Beşşehir
3	A2	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	85.6	0.3	Daşcı vd. 2014	Konya
3	A8	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	87	0.4	Daşcı vd. 2014	Konya
3	A12	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	85.3	0.2	Daşcı vd. 2014	Konya
3	A13	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	84.7	0.3	Daşcı vd. 2014	Konya
4	94-PO-65	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	90.6	0.9	Dilek vd. 1999	Kızıltepe
4	93-MO-5	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91	0.8	Dilek vd. 1999	Mersin Ofiyoliti
4	93-MO-22	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.3	0.4	Dilek vd. 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 257	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93.7	0.3	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 256	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	96.1	0.3	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 255	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93.6	0.4	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 254	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93.9	0.4	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 253	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.8	0.3	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 132	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	92.7	0.3	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
5	OP 131	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.9	0.3	Parlak ve Delaloye 1999	Mersin Ofiyoliti
2	PK-20	mikaşist	muskovit	Ar/Ar	92.4	1.3	Çelik vd 2006	Pozantı Karsantı Ofiyoliti
6	EY-92-2	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	90.4	0.9	Dilek vd. 1999	Aladağ Ofiyoliti
6	93-AO-3	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.7	0.6	Dilek vd. 1999	Aladağ Ofiyoliti
7	PD-31	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	87.5	0.5	Parlak vd. 2013	Divriği Ofiyoliti
7	PD-29	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	88.3	0.5	Parlak vd. 2013	Divriği Ofiyoliti
7	PD-30	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	89.7	1	Parlak vd. 2013	Divriği Ofiyoliti
8	S14-3	amfibolit	zirkon	U/Pb	91.1	2.1	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-3	amfibolit	titanit	U/Pb	92.5	4.9	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-4	amfibolit	zirkon	U/Pb	89.8	1.2	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-4	amfibolit	titanite	U/Pb	90	9.4	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-5	amfibolit	zirkon	U/Pb	88.9	1	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-5	amfibolit	titanit	U/Pb	92.9	5.9	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-1	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.4	0.4	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-4	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	91.5	0.4	Parlak vd. 2019	Şarkikaraağaç (Isparta)
8	S14-1	amfibolit	titanit	U/Pb	91.2	3.9	Parlak vd. 2019	Madenli (Isparta)
8	G14-1	amfibolit	zirkon	U/Pb	89.8	0.9	Parlak vd. 2019	Gencek (Konya)
8	G14-1	amfibolit	titanit	U/Pb	92.8	6	Parlak vd. 2019	Gencek (Konya)
8	G15-4	amfibolit	zirkon	U/Pb	90.8	0.7	Parlak vd. 2019	Gencek (Konya)
8	G15-4	amfibolit	titanit	U/Pb	91	6	Parlak vd. 2019	Gencek (Konya)
8	G15-3	amfibolit	titanit	U/Pb	94	4.8	Parlak vd. 2019	Gencek (Konya)
8	G14-1	amfibolit	hornblend	Ar/Ar	93.7	0.3	Parlak vd. 2019	Gencek (Konya)
9	SIV1301	amfibolit	granat	Lu/Hf	104.5	3.5	Pourteau vd. 2019	Sivrihisar
10		amfibolit	granat	Lu/Hf	104		Peters vd. 2018	Pınarbaşı
11	RA-144	kuvars-amfibolşist	hornblend	Ar/Ar	86.7	5.4	Bu çalışma	Pınarbaşı

Bu çalışma kapsamında da Pınarbaşı ofiyolitinin metamorfik taban kayaçlarına ait granat-amfibolitlerden yapılan P-T çalışmalarından zirve başkalaşım koşullarının üst

amfibolit veya granülit fasiyesi koşullarına karşılık gelen 11-14 kbar basınç ve 765-840 °C sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Aynı alanda Pınarbaşı Ofiyoliti'nin tabanında göreceli olarak daha düşük koşullarda başkalaşmış OIB jeokimyasal özellik sunan metabazalt türü metamorfik taban kayaları tespit edilmiştir (Alkan, 2019). Söz konusu kayaların mineral parajenezi basınç-sıcaklık koşullarının detaylı olarak sınırlandırılmasına olanak tanımamaktadır. Ancak, kayaların mevcut mineral toplulukları göz önüne alındığında yeşilist fasiyesi koşullarında metamorfizmaya maruz kaldıkları görülmektedir. Granülit fasiyesi metamorfik taban kayalarından elde edilen basınç verileri bu kayaların yitim zonunda yaklaşık 35-40 km civarında bir derinlikte metamorfizmaya maruz kaldığını göstermektedir.



Şekil 8.4. (a, b) Ofiyolit tabanı metamorfitlerinin başkalaşım süreçleri için önerilebilecek tektonik model

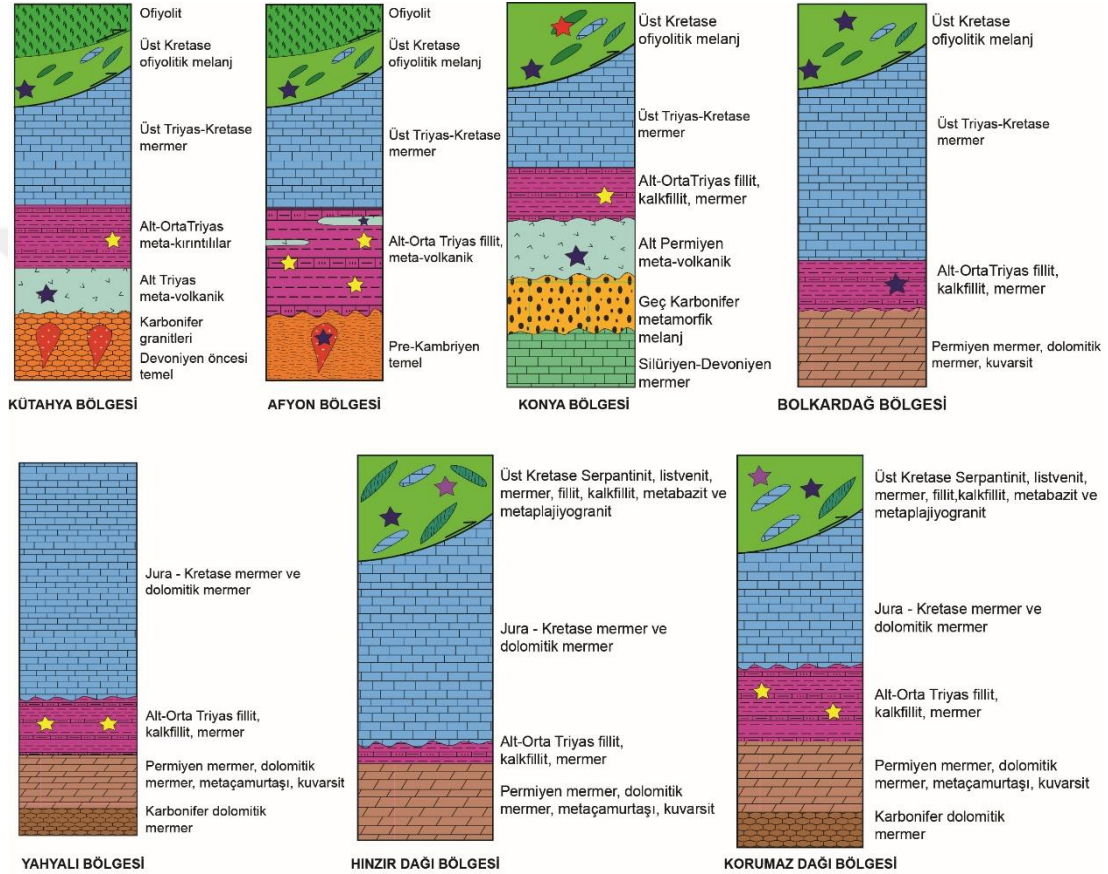
Elde edilen derinlik ve basınç koşulları düşünüldüğünde granülit fasiyesi metamorfik taban kayaçlarının mevcut okyanusal kabuğun kalınlığından çok daha derinde metamorfizmaya uğradığını göstermektedir (Şekil 8.4a). Diğer bir yandan, okyanusal kabuğun tabanında oluşabilecek basınç koşulları genellikle 5-6 kbar civarındadır (ör. Gregory ve diğ., 1998). Bu veriler göz önüne alındığında, granülit fasiyesi başkalaşım kayaçlarının zirve başkalaşımından sonra ofiyolit yerleşme süreçlerinde Pınarbaşı ofiyolitinin tabanına tektonik olarak eklendiğini göstermektedir. Buna bağlı olarak, Pınarbaşı ofiyoliti tabanında tektonik olarak yer alan yeşilşist ve granülit fasiyesi metamorfik taban kayaçlarının farklı derinliklerde başkalaşıma uğradıkları düşünülmektedir (Şekil 8.4a). Yeşilşist fasiyesi metabazaltların ise yitime katılan denizdağının (seamount) başkalaşımı sonucu ve granülit fasiyesi taban metamorfitlerinden farklı olarak ofiyolit yerleşme süreçlerinde okyanusal kabuğun altında oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 8.4b). Benzer şekilde farklı derinliklerde başkalaşıma uğramış ofiyolit tabanı metamorfik kayaçları Semail bölgesinde yer alan Oman metamorfik taban kayaçlarında da farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (örn. Gnos, 1998; Searle ve Cox, 2002; Cowan ve diğ., 2014; Agard ve diğ., 2016).

8.2. Afyon ve Tavşanlı Zonları

Tavşanlı ve Afyon Zonu, Anatolidler'in Alpin orojenezi döneminde yitime katılmış ve yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB/DS) başkalaşımına maruz kalmış bölümünü temsil etmektedir (ör. Okay ve diğ., 1998; Scherlok ve diğ., 1999; Robertson, 2004; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010; Plunder ve diğ., 2016). Okay (1984, 1985) tarafından ilk kez tanımlanan Afyon Zonu, Gondwana'nın evrimiyle ilişkili Pan-Afrikan yaşlı kristalin kayalar (En geç Neoproterozoyik) ve Paleotetis Okyanusu ile ilişkili Paleozoyik seriler içeren bir temel ve onu uyumsuzlukla üzerleyen Mesozoyik örtü serilerinden oluşmaktadır (ör. Özcan ve diğ., 1988; Gürsu ve diğ., 2004; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2013). Afyon Zonu'nun Erken Triyas - Geç Kretase birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülen Mesozoyik öncesi temel birimleri 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Birinci tip temel, çok fazlı deformasyon ve metamorfizmaya sahip olan Geç Neoproterozoik yaşlı şistler ve Prekambriyen (~550 My) yaşlı gabro ve granit sokulumlarından meydana gelmektedir (Özcan ve diğ., 1988; Candan ve diğ., 2005; Gürsu ve Göncüoğlu, 2006) (Şekil 8.5). İkinci tip temel kayaçları Afyon bölgesinin

kuzeybatı kenarında, Simav bölgesi çevresinde gözlenmekte olup, Karbonifer-öncesi şist ve mermer ardalanması ve bu kayaçları kesen Karbonifer yaşlı (U-Pb zirkon; 315-331 My) granitoyid sokulumlarıyla temsil edilmektedir (Hasözbeğ ve diğ., 2011; Akal ve diğ., 2011; Candan ve diğ., 2016) (Şekil 8.5). Candan ve diğ., (2016)'da granitoyid sokulumlarının peraluminus ve kalk-alkalen karakterli olduklarını ve Paleotetis okyanusunun güneye yitimi sonucu Gondwana'nın kuzey kenarında gelişen yay magmatizmasının ürünleri olduğunu ifade etmişlerdir. Üçüncü tip temel ise, meta-kuvarsit, şist ve siyah mermerin bir araya getirilmesinden oluşur. Fosillere dayanarak, Torosların Üst Paleozoyik yaşlı istiflerin metamorfik eşdeğerlerini oluşturan bu temel tipi için Karbonifer-Üst Permiyen yaşlı verilmiştir (Özcan ve diğ., 1988; Göncüoğlu ve diğ., 2007) (Şekil 8.5). Konya-Kadıhanı yöresindeki Mesozoyik öncesi temelinde bloklu Karbonifer çökeltileri Paleotetis okyanusunun güneye yitimi sonucu oluşan yay ardı havza (Göncüoğlu ve diğ., 2007), ada yayı (Eren ve diğ., 2004) ve yığılım karmaşıkları (Konya kompleksi; Robertson ve Ustaömer, 2009, 2011) şeklinde yorumlanmıştır. Mesozoyik öncesi temel kayaçların üzerinde uyumsuz olarak yer alan Triyas yaşlı birimler, karasal kaba taneli meta-klastikler ve meta-riyolit, meta-riyodasit ve meta-trakiandezit türü meta-volkaniklerle başlamaktadır (Eren ve diğ., 2004; Candan ve diğ., 2005; Robertson ve Ustaömer, 2009, 2011; Akal ve diğ., 2012). Meta-volkaniklerden, Erken-Orta Triyas (250-230 My) U-Pb zirkon kristallenme yaşları elde edilmiştir (Akal ve diğ., 2012; Özdamar ve diğ., 2013). Alt-Orta Triyas yaşlı karasal kırıntılı çökeltiler ve volkanik kayaçlar Afyon yöresinde (Göncüoğlu ve diğ., 1992; Tolluoğlu ve diğ., 1997; Gürsu ve diğ., 2004; Candan ve diğ., 2005), Konya yöresinde (Akal ve diğ., 2007), Yahyalı yöresinde (Ayhan ve Lengeranlı, 1986) ve Bünyan yöresindeki (Dirik ve diğ., 1999) alanlarda gözlenmektedir (Şekil 8.5). Bu kayaçların Neotetis okyanusunun riftleşme süreçlerinde meydana gelen ilk evre ürünleri oldukları düşünülmektedir (Özcan ve diğ.1989, Göncüoğlu ve diğ.1992, Candan ve diğ. 2005; Akal ve diğ., 2011). Alt-Orta Triyas yaşlı kayaçların üzerinde uyumlu olarak Üst Triyas - Kretase yaşlı sığ denizel kırıntılılar ve platform türü kalın karbonatlar ve Maastrichtiyen yaşlı çört ara katkılı pelajik mermerler yer alır (Özgül, 1976; Özcan ve diğ.1989; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Candan ve diğ., 2005). İstifin en üst bölümünde ise Üst Kretase (Kampaniyen) yaşlı bloklu bir birim yer almaktadır (Özcan ve diğ.1988; Göncüoğlu ve diğ., 2007; Özer ve Özgen, 2012). Bu bloklu birimler farklı araştırmacılar tarafından ön ülke çökeltileri (Meta-olistostrom; Göncüoğlu ve

diğ., 1997a) veya yığışım karmaşıkları (Droop ve diğ., 2005) şeklinde yorumlanmıştır. Neotetis Okyanusu'nun kapanmasıyla bağlantılı olarak yukarıda anlatılan tüm bu temel ve örtü birimleri, Üst Kretase - Paleosen yaşlı Alpin orojenezile ilişkili YB/DS mavişist fasiyesi ve sonrasında düşük dereceli yeşilşist fasiyesindeki başkalaşımdan etkilenmiştir (ör. Candan ve diğ., 2005; Robertson ve Ustaömer, 2009; Pourteau ve diğ., 2013; Özdamar ve diğ., 2013).



Şekil 8.5. Afyon Zonu'na ait metamorfik istiflerin bölgelere göre düzenlenmiş genelleştirilmiş stratigrafik kesitleri (Ölçeksizdir) (Pourteau ve diğ., 2010'dan değiştirilerek alınmıştır). (Açıklama: Mavi renkli yıldızlar istiflerdeki sodik amfibollerin tespit edildiği alanlardır. Sarı renkli yıldızlar istiflerdeki karfolit minerallerinin tanımlandığı alanlardır. Kırmızı renkli yıldız ise lavsonit minerallerini temsil etmektedir. Mor renkli yıldızlar ise bu çalışmayla tanımlanan sodik amfibollerini ve sodik piroksenleri tanımlamaktadır). İstiflere dair ilgili referanslar yazı içerisinde aktarılmıştır

Tavşanlı Zonu kuzeyden İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu, güneyden ise Afyon Zonu tarafından sınırlanmakta olup, başlıca dört tektonostratigrafik birimden oluşmaktadır (ör. Okay, 1985). Bunlar alttan üste doğru; (i) düzenli bir stratigrafik istif oluşturan ve kıtasal kökenli kayalardan meydana gelmekte olan Orhaneli Grubu, (ii)

ofiyolitli melanj (Ovacık Kompleksi), (iii) ofiyolit, (iv) Eosen çökel kayaları ve Eosen granitoidleridir. Orhaneli Grubu baskın olarak meta-sedimanter kayalardan oluşmakta olup, metamorfik/granitik bir temel üzerinde çökelmiş olduğu düşünülen düzenli bir stratigrafik istif oluşturur (Okay, 1985). Tavşanlı Zonu'nun özellikle batı kesiminde iyi tanımlanmış olan Orhaneli Grubu üç formasyona ayrılmıştır. Bunlar alttan üste doğru mikaşitlerden oluşan Kocasu Formasyonu, İnönü Mermeri ve baskın olarak meta-bazitlerden meydana gelen Devlez Formasyonu'dur. Orhaneli Grubu'nun stratigrafik olarak temeli gözlenmemekte olup, Orhaneli bölgesi güneyinde temeli temsil ettiği düşünülen Ordovisyen (Pb-Pb buharlaşma; 467 ± 4.5 My) yaşlı meta-granitoyid (Kapanca metagranitoyidi) yer almaktadır (Okay ve diğ., 2008). Ordovisyen yaşlı bu meta-granitoyid oluşumunun riftleşme ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Okay ve diğ., 2008). Orhaneli Grubu'nun tabanında yer alan Erken – Orta Triyas yaşlı Kocasu Formasyonu (Okay, 2004) baskın olarak mikaşitlerden meydana gelmektedir (Okay ve diğ., 1996). Birimin çökelme yaşına dair çıkarımlar kırıntılı zirkonlardan alınan Permo-Karbonifer U-Pb yaş verileri ve Toroslar ile kıyaslanması sonucunda ortaya çıkarılmıştır (ör. Okay ve diğ., 2008). Kocasu Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak gelen İnönü Mermeri, beyaz, açık gri, masif yer yer bantlı, seyrek çört ara seviyeli karbonatlardan meydana gelmektedir. İnönü Mermeri, metamorfik olmayan Torosların Mesozoyik karbonat platformunu oluşturan kalın sığ denizel bir karbonat istifi ile kıyaslanmaktadır (Okay, 2011). Kaya ve diğ., (2001) tarafından İnönü Mermeri'nin alt seviyelerinde Geç Triyas (Geç Noriyen) yaşını veren konodont fosilleri tanımlanmıştır. Toros Mesozoyik karbonat platformu ile olan stratigrafik benzerliği nedeniyle, İnönü Mermeri'nin üst kesimlerinin Kretase'ye kadar uzandığı belirtilmektedir (Okay, 2011). Orhaneli Grubu Eskişehir-Sivrihisar bölgesinde "Sivrihisar Formasyonu" olarak adlandırılmış olup, batıdaki (ör. İnegöl bölgesi) yüzleklerden farklı olarak daha düşük dereceli yeşilist fasiyesi koşullarında yeniden başkalaşıma uğramıştır. Sivrihisar Formasyonu üzerinde yer alan Halilbağı Formasyonu (Batıdaki Devlez Formasyonu ile kıyaslanmakta) mermer, meta-çört, metabazit ve serpantinlerden oluşmaktadır. Tavşanlı Zonu'nun lavsonitli-eklojitleri bu birim içerisinde yer almaktadır (ör. Kulaksız, 1981; Davis ve Whitney, 2006, 2008; Davis, 2011; Whitney ve Davis, 2006; Çetinkaplan ve diğ., 2008). Tavşanlı Zonu'ndaki yığılım karmaşıkları Ovacık Kompleksi olarak adlandırılmaktadır. Ovacık Kompleksi içerisinde yer alan bazik kökenli kayalarda

düşük sıcaklık koşullarında mavişist fasiyesinde (sodik piroksen, lavsonit ve aragonit oluşumları) başkalaşım izleri gözlenmektedir (ör. Okay, 1982; Topuz ve diğ., 2006; Topuz ve Okay, 2014) (Şekil 8.5). Ovacık kompleksine ait ofiyolitli melanj yüzlekleri ayrıca Afyon Zonu'nda, Menderes Masifi'nde ve Toroslarda da gözlenmektedir.

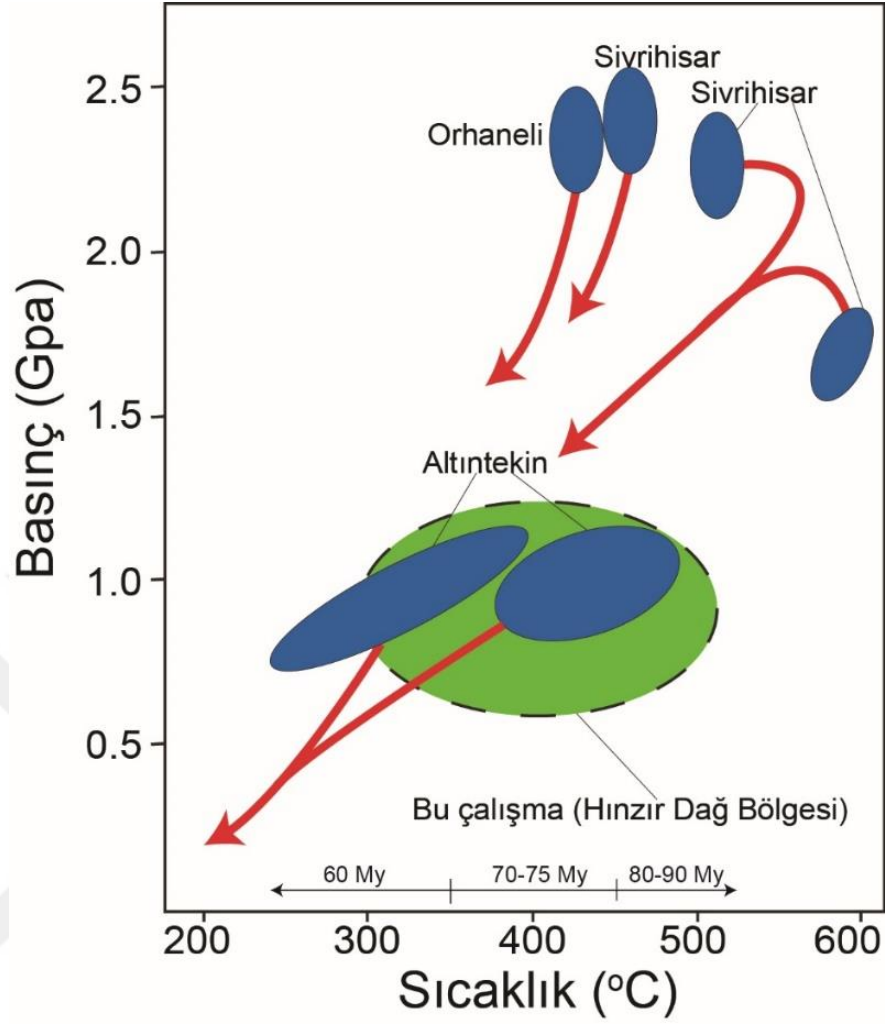
Tavşanlı ve Afyon Zonları yukarıda anlatılan bilgiler doğrultusunda, Mesozoyik öncesi temel kayaçları açısından farklılık sunmalarına rağmen Alt Triyas'tan başlayan ve Üst Kretase'ye kadar kesintisiz olarak devam eden istifleriyle benzerlik sunmakta ve metamorfik olmayan Toroslar ile kıyaslanabilmektedir (ör. Okay ve diğ., 1996; Göncüoğlu, 2011). Bu kayaçlar üzerinde çalışan araştırmacılar her iki zondaki Mesozoyik birimlerinin ayırdını yaparken, esas olarak istiflerin başkalaşım koşulları ve başkalaşım zamanları arasındaki farklılıkları dikkate almışlardır. Bu temel ayırım özellikleri esas alınarak, Korumaz ve Hınzır dağlarında yeşilşist fasiyesi koşullarında başkalaşım gösteren meta-sedimanter istifi Afyon Zonu (Okay, 1984, 1986; Pourteau ve diğ., 2010, 2013), Kütahya-Bolkardağ Kuşağı (Göncüoğlu ve diğ., 1997a; Göncüoğlu, 2011) ve Bolkardağ Birliği (Özgül, 1976) ile deneştirilmektedir. Tavşanlı Zonu'nda Alt-Orta Triyas birimleri başlıca mikaşistlerle temsil edilmekte olup, bu metamorfitlerin temeli gözlenmemektedir (ör. Okay, 2002, 2004). Afyon Zonu'nda ise Triyas öncesi farklı köken ve dönemlere ait temel kayaçların üzerinde uyumsuz olarak yer alan Alt-Orta Triyas yaşlı birimler meta-konglomera ve meta-kumtaşı gibi karasal kökenli çökeller ve bu çökellere eşlik eden meta-volkanik kayaçlardan oluşmaktadır (ör. Özcan ve diğ., 1988; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Candan ve diğ., 2005; Akal ve diğ., 2011; Özdamar ve diğ., 2013). Alt-Orta Triyas yaşlı metamorfitler Korumaz Dağında geniş yüzlek alanlarına sahip olup başlıca meta-çamurtaşı, fillit, kalk-fillit ve mermer türü kayaçlardan meydana gelmektedir (Şekil 8.5). Korumaz dağındaki Alt-Orta Triyas biriminin yaşı, fosil ve radyometrik yaş verisi olmaksızın tabanında gözlenen fosilli Üst Permiyen yaşlı karbonatlara ve Toroslar ile yapılan stratigrafik korelasyon sonucu verilmiştir (Özer ve diğ., 1984; Dirik ve diğ., 1999). Pourteau ve diğ. (2010) tarafından Korumaz dağının Alt-Orta Triyas meta-kırıntılı kayaçlar içerisinde, Afyon Zonu'na ait diğer bölgelerde yaygın olarak gözlenen (Candan ve diğ., 2010; Pourteau ve diğ., 2010) karfolit mineralleri tespit edilmiştir. Afyon Zonu'nda Alt-Orta Triyas yaşlı kayaçların Üst Permiyen yaşlı karbonatların üzerinde uyumsuz olarak yer aldıkları ifade edilmektedir (ör. Robertson ve Ustaömer 2009; Candan ve diğ., 2016;

Ustaömer ve diğ., 2020). Ancak, Korumaz dağında yapılan gözlemlerde, Permiyen yaşlı karbonatlarla Alt-Orta Triyas yaşlı kayaçlar arasında belirgin bir uyumsuzluk düzlemine rastlanılmamıştır (Şekil 8.5). Benzer gözlemler Korumaz Dağı bölgesindeki kayaçlar için farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Özer ve diğ., 1984). Dirik ve diğ., (1999)'da Korumaz dağındaki Alt-Orta Triyas metamorfite içerisinde konglomeratik seviyelerin varlığından bahsedilmiş olmasına rağmen arazi çalışmalarında bu türlü seviyeye rastlanılmamıştır. Bunun yanı sıra araştırmacıların genelleştirilmiş stratigrafik kesitlerinde (bkz. Dirik ve diğ., 1999; Şekil 3) Triyas birimleri ile Permiyen birimleri arasında uyumsuzluk gösterilmemiş olmasına rağmen, metin içerisinde uyumsuzluktan bahsetmektedirler. Ayrıca, Göncüoğlu, (2011)'de Korumaz ve Hınzır dağlarındaki Permiyen ve Triyas birimleri arasında paralel uyumsuzluk olduğu ifade edilmiştir. Afyon ve Tavşanlı zonlarında Alt Triyas'tan başlayan istif Üst Kretase'ye kadar kesintisiz olarak devam etmektedir (ör. Özcan ve diğ., 1988; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Okay, 2004; Candan ve diğ., 2005). Buna karşın, Korumaz ve Hınzır dağlarında ise Alt-Orta Triyas kırıntılı karbonatlı birimler ile Jura-Kretase yaşlı karbonatlar arasında uyumsuzluk tespit edilmiştir (Bu çalışma; Özgül, 1976; Özer ve diğ., 1984) (Şekil 8.5). Korumaz ve Hınzır Dağları genel stratigrafik ve litolojik özellikleri açısından batıdaki istiflerle ve çalışma sahasının güneybatısında yer alan ve Afyon Zonu'nun bir parçası olan Yahyalı Napı'yla (ör. Özgül, 1976; Erkan ve diğ., 1978; Tok ve diğ., 2004; Dalkılıç, 2009) istifsel olarak çok büyük oranda benzerlik sunmaktadır. Dolayısıyla, çalışma sahası içerisindeki Korumaz ve Hınzır Dağları bölgesinde yüzlek veren düşük dereceli metamorfik istifin Afyon Zonu'nun doğudaki devamı olduğunu göstermektedir.

Afyon Zonu, genel itibarıyla karfolit mineralinin varlığı ile tanımlanan, Tavşanlı Zonu'na göre daha düşük dereceli bir bölgesel YB/DS metamorfizması geçirmiştir (Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010, 2014). Tavşanlı Zonu'nda baskın ve karakteristik metamorfizma mavişist fasiyesinde olmasına rağmen, Afyon Zonu'ndaki kayalar genellikle yeşilşist fasiyesi mineral topluluklarını kapsarlar (Candan ve diğ., 2005). Örneğin, Afyon Zonu'nda metabazitlerin tipik mineral topluluğu "aktinolit + klorit + albit + epidot"tur. Bu kayaçlarda sodik amfibole seyrek olarak rastlanılmakta olup, lavsonit minerali Afyon Zonu metabazitlerinde tanımlanmamıştır (Göncüoğlu ve diğ., 1997a; Candan ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2010, 2014). Buna karşın Tavşanlı

Zonu'ndaki metabazitlerde karakteristik ve yaygın mineral birlikteliği “sodik amfibol + sodik piroksen + lavsonit”tir. Ancak, bu mineral Tavşanlı Zonu'ndaki YB kayaçlarında gözlenmemektedir. Afyon Zonu'nda saptanan zirve basınç ve sıcaklık değerlerinin Candan ve diğ. (2005) tarafından 6-9 kbar ve 350 °C, Pourteau ve diğ. (2014) tarafından ise 8-11 kbar ve 250-420 °C olduğu belirtilmiştir (Şekil 8.6). Tavşanlı Zonu'nda ise bu değerler 22-24 kbar ve 440-520°C'dir (Okay, 2002; Whitney ve Davis, 2006; Çetinkaplan ve diğ., 2008) (Şekil 8.6). Başkalaşım koşullarındaki bu bariz farklılıklar, Afyon Zonu'nun, Tavşanlı Zonu'na göre yitim zonunda daha sığ derinliklere gömüldüğünü göstermektedir. Tavşanlı Zonu ile Afyon Zonu dokanak halinde olduğu alanlarda genelde mermerler yüzlek vermektedir. Karbonat kayalarının metamorfik fasiyesi gösterme açısından verimsiz oldukları için, Tavşanlı ve Afyon Zonları arasındaki dokanağın bu tip bölgelerde hassas olarak tayin edilmesi güçtür. Buna bir istisna Konya kuzeyindeki Altıntekin bölgesinde gözlenmektedir. Bu bölgede Tavşanlı Zonu'nun bir parçası olarak değerlendirilen Altıntekin melanjı içerisindeki (ör. Okay, 1998; Droop ve diğ., 2005) lavsonitli mavişistlerin başkalaşım koşulları 9-11 Kbar ve 375-450°C olarak belirlenmiştir (Droop ve diğ., 2005) (Şekil 8.6). Mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş melanj birimleri, Afyon Zonu'na dâhil edilebilecek düşük dereceli metamorfik kayaçların (Ladik metamorfikleri; Eren, 1996; Eren ve diğ., 2004) üzerinde tektonik olarak yer almaktadır (Droop ve diğ., 2005).

Korumaz ve Hınzır Dağlarındaki meta-sedimanter istif üzerinde tektonik olarak yer alan yığışım karmaşıkları mavişist fasiyesi koşullarını yansıtan kayaç toplulukları içermesi nedeniyle Tavşanlı Zonu (Ovacık Kompleksi) ile deneştirilmektedir (Okay, 1984, 1986; Pourteau ve diğ., 2010, 2013). Korumaz ve Hınzır Dağı bölgesinde yer alan metamorfik yığışım karmaşıklarındaki mavişist fasiyesinde başkalaşıma uğramış bloklardan bu çalışma kapsamında 6-14 kbar ve 300-500 °C arasında değişen basınç sıcaklık koşulları elde edilmiştir (Şekil 8.6). Şekil 8.6'da Tavşanlı Zonu'na ait basınç sıcaklık koşulları Hınzır Dağı bölgesindeki mavişistlerden hesaplanmış olan basınç sıcaklık verileriyle kıyaslanmaktadır. Çalışma sahası içerisinde elde edilen basınç sıcaklık verilerinin batıdaki Altıntekin melanjı (Ovacık Kompleksi) içerisinde yer alan mavişistlerle uyumluluk sergilediği görülmektedir (Şekil 8.6).



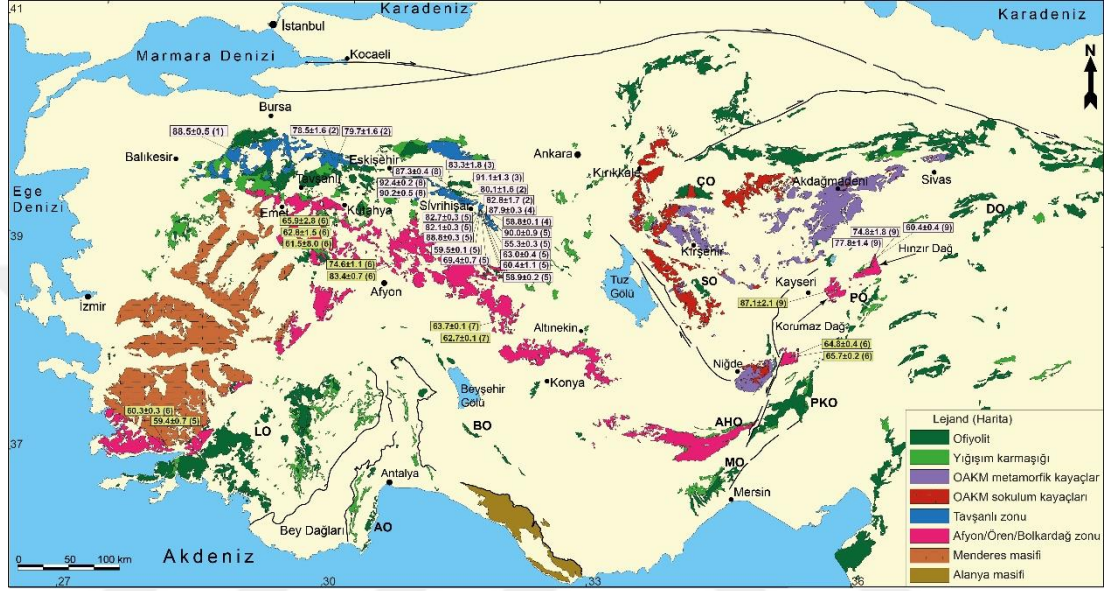
Şekil 8.6. Tavşanlı Zonu'na ait basınç-sıcaklık verilerinin kıyaslandığı diyagram. (Pourteau ve diğ., 2013'ten değiştirilerek alınmıştır). (Basınç-sıcaklık verileri Okay ve diğ., 1998; Okay, 2002; Davis ve Whitney, 2008; Çetinkaplan ve diğ., 2008; Droop ve diğ., 2005; Pourteau ve diğ., 2019). Kırmızı renkli oklar P-T-t yörüngelerini temsil etmektedir

Afyon Zonu'nun Alpin dönemine ait YB-DS başkalaşım yaş verileri Alt-Orta Triyas yaşlı meta-kırıntılıların ve meta-volkaniklerin ak mika minerallerinden ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemiyle elde edilmiştir. Mevcut yaş verileri 62 ila 67 My arasında değişmektedir (Özdamar ve diğ., 2013; Pourteau ve diğ., 2013) (Şekil 8.7). Ancak, Pourteau ve diğ. (2013) 62 ila 67 My arasında değişen yaş verilerini karfolit içeren kuvarslı damar kayalarındaki ak mika minerallerinden elde etmiş olup, bu yaş verilerinin yeşilist fasiyesi koşullarında gerileme başkalaşım zamanını temsil ettiğini ifade etmişlerdir. ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşı elde edilen bu ak mika minerallerinin kafrolitlerden itibaren gerilemeli başkalaşım (5-7 kbar, 350-400°C) esnasında ortaya çıkan kuvars-

fengit-klorit \pm klorotoid mineral topluluğuna ait olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların aynı çalışmalarında, karfolit-kuvars-mikaşist kayacının ak mika minerallerinden ise 84 ve 75 My'a karşılık gelen başkalaşım yaşları elde etmişlerdir (Şekil 8.7). Ayrıca, bu kayaçtaki ak mikaların diğer karfolit içeren kuvarşlı damarlardaki ak mikalara göre yüksek seladonit bileşimine sahip olmaları nedeniyle, 84 ve 75 My'lık yaş verilerini Afyon Zonu'ndaki zirve başkalaşımının zamanını bu veya daha erken bir dönemde meydana gelmiş olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca, araştırmacılar Afyon ve Tavşanlı Zonlarının Üst Kretase döneminde İç Toros okyanusunun Orta Anadolu Kristalen karmaşığının altına dalmasıyla başkalaşım geçirdiklerini ileri sürmüşlerdir. Aynı tektonik birliklerin batıda yüzlek veren bölümlerinin başkalaşım süreçlerini ise Pontidlerin altına doğru gerçekleşen yitim sonucunda geçirdiklerini vurgulamışlardır. Bu çalışma kapsamında da Alt-Orta Triyas yaşlı kalk-fillitlerin ak mika mineralleri ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemi için seçilmiş ve 87 ± 2 My başkalaşım yaşı elde edilmiştir (Şekil 8.7). Elde edilen bu yeni yaş verisi Afyon Zonu'nun zirve başkalaşım yaşı ile uyumluluk sunmaktadır. Dolayısıyla, Korumaz ve Hınzır dağlarındaki Mesozoyik yaşlı kayaçlar istifsel özellikleri açısından Afyon Zonu'ndan batıdaki alanlarıyla kısmen farklılıklar sunmasına rağmen başkalaşım zamanı ve koşulları açısından benzer özelliklere sahiptir.

Tavşanlı Zonu'na ait mavişist ve eklojit türü metamorfik kayaçlarla tektonik olarak bir arada bulunan yığışım karmaşıklarının içerisindeki kayaçlarda (ör. bazalt, kireçtaşı), başlangıç seviyesinde mavişist fasiyesini yansıtan mineral toplulukları (ör. sodik piroksen, aragonit) tespit edilmiştir (ör. Okay, 1980, Topuz ve diğ., 2006; Plunder ve diğ., 2013). Korumaz ve Hınzır Dağlarındaki metamorfik yığışım karmaşıkları yukarıda aktarıldığı üzere jeolojik konumları ve başkalaşım özellikleri açısından Konya-Altıntekin yöresinde gözlenen ve Tavşanlı Zonu'nun bir bölümü olarak değerlendirilen Altıntekin melanji (Droop ve diğ., 2005) ile kıyaslanabilir özelliklere sahiptir. Bunun yanı sıra, Tavşanlı Zonu'nun farklı kayaç türlerinden (eklojit, mavişist, mikaşist), farklı radyometrik yaş tayini yöntemleriyle (Rb-Sr, ^{40}Ar - ^{39}Ar , Lu-Hf) geniş aralıkta değişim sunan başkalaşım yaşları (~ 95-60 My) elde edilmiştir (ör. Okay ve Kelley, 1994; Sherlock ve diğ., 1999; Seaton ve diğ., 2014; Fornash ve diğ., 2016; Pourteau ve diğ., 2019). Örneğin, Sherlock ve diğ. (1999) tarafından Tavşanlı Zonu'ndaki metamorfik kayaçların ak mika minerallerinden Rb-Sr yöntemiyle

başkalaşımın yaşı 80 ± 2 My olarak tespit edilmiştir (Şekil 8.7; Tablo 8.3). Seaton ve diğ., (2009)'da Sivrihisar-Eskişehir doğusunda Tavşanlı Zonu'nun yüksek basınç kayaçlarını (mavişist-eklojit) ve sonrasında barrow-tipi (amfibolit ve yeşilşist fasiyesi) başkalaşımına uğramış kayaçların arasındaki fasiyes geçiş özelliklerini incelemiştir.



Şekil 8.7. Afyon ve Tavşanlı Zonlarından farklı yöntemlerle elde edilen yaş verileri (Hinsbergen ve diğ., 2016'dan değiştirilerek alınmıştır. (Yaş verileriyle ilgili referanslar tablo 8.3 içerisinde sunulmuştur). Kısaltmalar: LO, Likya Ofiyolitleri; BO, Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti; AHO, Alihoca Ofiyoliti; MO, Mersin Ofiyoliti; PKO, Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PO, Pınarbaşı Ofiyoliti; DO, Divriği Ofiyoliti; ÇO, Çiçekdağ Ofiyoliti; SO, Sarıkaraman Ofiyoliti

Araştırmacılar, ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle YB kayaçlarının ak mika minerallerinden 82-89 My, YB başkalaşımı ile Barrow-tipi başkalaşıma geçiş zonundaki kayaçların ak mikalarından 90-55 My, Barrow-tipi kayaçların ak mikalarından ise 59-69 My arasında değişen yaşlar elde etmişlerdir. Pourteau ve diğ. (2019) Sivrihisar-Halilbağı bölgesinde yer alan epidot-eklojit ve lavsonit-epidot-mavişistlere ait granat minerallerinden Lu-Hf yöntemiyle Tavşanlı Zonu'nun zirve başkalaşım yaşını 90-93 My olarak tespit etmişlerdir (Şekil 8.7; Tablo 8.3).

Hınzır Dağı'nın kuzeyindeki metamorfik yığılma karmaşığındaki kalk-fillit ve metamorfik lisvenitlerin ak mika minerallerinden 74, 77 My (Kampaniyen) ve 60 My'lık (Selandiyen) başkalaşım yaşları elde edilmiştir (Şekil 8.7; Tablo 8.3). Bu yeni yaş verileri Tavşanlı Zonu'ndaki mavişistler için rapor edilen ak mika minerallerinin

başkalaşım yaşlarıyla benzerdir. Altıntekin melanjinin hamurunu oluşturan fillit ve kalk-fillit türü kayaçlarda, çalışma alanında gözlemlendiği gibi belirgin başkalaşım izlerine rastlanılmaktadır.

Tablo 8.3. Tavşanlı ve Afyon zonlarına ait yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir)

Referans No	Örnek No	Kayaç Türü	Mineral	Yöntem	Yaş (My)	Hata Payı	Kaynak
Tavşanlı Zonu							
1	2449	jadeyit şist	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	88.5	0.5	Okay ve Kelley, 1994
2	96/12	mavişist	çoklu	Rb/Sr	78.5	1.6	Sherlock vd., 1999
2	69/198	mavişist	çoklu	Rb/Sr	79.7	1.6	Sherlock vd., 1999
2	96/134	mavişist	çoklu	Rb/Sr	80.1	1.6	Sherlock vd., 1999
2	96/158	mavişist	çoklu	Rb/Sr	82.8	1.7	Sherlock vd., 1999
4	SV02-15	mermer	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	87.9	0.3	Seaton vd., 2006
4	SV-1-21	mermer	muskovit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	58.8	0.1	Seaton vd., 2006
3	SV12-01b	mavişist	granat	Lu/Hf	83.3	1.8	Mulchay vd., 2014
3	SV12-13 F	eklojit	granat	Lu/Hf	91.1	1.3	Mulchay vd., 2014
5	SV03A29A	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	90	0.9	Seaton vd., 2014
5	SV03-95	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	55.3	0.3	Seaton vd., 2014
5	SV03A150	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	63	0.4	Seaton vd., 2014
5	SV03A31	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	60.4	1.1	Seaton vd., 2014
5	SV01-01	mermer	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	58.9	0.2	Seaton vd., 2014
5	SV02-32C	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	69.4	0.7	Seaton vd., 2014
5	SV01-21A	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	59.5	0.1	Seaton vd., 2014
5	SV02-15E	mermer	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	88.8	0.3	Seaton vd., 2014
5	SV02-08	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	82.1	0.3	Seaton vd., 2014
5	SV02-18	kuvarsit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	82.7	0.3	Seaton vd., 2014
9	RA-168	kalkfillit	ak mika	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	74.8	1.8	Bu çalışma
9	RA-170	fillit	ak mika	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	77.8	1.4	Bu çalışma
9	RA-022	metamorfik lisvenit	ak mika	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	60.4	0.4	Bu çalışma
Afyon Zonu							
6	Küt0815	karfolit-kuvars-damarı	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	65.9	2.8	Pourteau vd., 2013
6	Afy0206	fillit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	62.8	1.5	Pourteau vd., 2013
6	Afy0212	fillit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	61.5	8	Pourteau vd., 2013
6	Ören001	karfolit-kuvars-damarı	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	60.3	0.3	Pourteau vd., 2013
6	Ören001	karfolit-kuvars-damarı	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	59.4	0.7	Pourteau vd., 2013
6	Yah04	karfolit-kuvars-damarı	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	64.8	0.4	Pourteau vd., 2013
6	Yah04	karfolit-kuvars-damarı	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	65.7	0.2	Pourteau vd., 2013
6	Bay0851	fillit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	83.4	0.7	Pourteau vd., 2013
7	OK 4	meta-riyolit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	63.7	0.1	Özdamar vd., 2013
7	OK 2	meta-riyolit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	62.7	0.1	Özdamar vd., 2013
8	HAL1304	lav-ep-eklojit-mavişit	granat	Lu/Hf	87.3	0.4	Pourteau vd., 2019
8	HAL1255	epidot-eklojit	granat	Lu/Hf	92.4	0.2	Pourteau vd., 2019
8	HAL1243	lavsonit-epidot-mavişit	granat	Lu/Hf	90.2	0.5	Pourteau vd., 2019
9	RA-211	kalkfillit	fengit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	87.1	2.1	Bu çalışma

Okay (2011)'de "Giles Droop" ile sözlü görüşmesine istinaden Konya-Altıntekin bölgesindeki mavişistlerden elde edilen izotopik yaşların Kampaniyen'e (84-72 My) karşılık geldiğini ifade etmiştir. Ayrıca, elde edilen yeni yaş verisinin Tavşanlı Zonu'nun batıdaki yüzleklerinden elde edilen ve yaklaşık 60 'My'lık döneme kadar ulaşan başkalaşım zamanlarıyla paralellik sunduğu görülmektedir. Dolayısıyla,

Korumaz ve Hınzır dağlarındaki metamorfik yığışım karmaşıkları kayaç toplulukları, başkalaşımın basınç sıcaklık koşulları ve de başkalaşım zamanı açısından batıdaki Tavşanlı Zonu'nun bir parçası olan Altıntekin melanjı ile kıyaslanabilir özelliklere sahip olup, söz konusu metamorfik yığışım karmaşıkları Tavşanlı Zonu'nun doğudaki devamı olarak değerlendirilebilir.

8.2.1. Kırıntılı zirkonların kaynak alanına ilişkin çıkarımlar

Hınzır Dağı civarındaki metamorfik yığışım karmaşığı içerisinde yer alan fillit bloğuna ait kırıntılı zirkonlardan 274 My ila 2757 My arasında değişen yaşlar elde edilmiştir. Fillit bloğundan elde edilen en genç kırıntılı zirkon analizleri ise 274 ± 5.3 ve 291 ± 6.9 My'dır. Bu durum kayacın çökelim yaşının Permiyen veya daha genç olabileceğini gösteren önemli bir delildir. Fillit bloğundan elde edilen kırıntılı zirkon yaşlarının büyük bir bölümü Karbonifer dönemine karşılık gelmektedir. Kırıntılı zirkonlardan elde edilen diğer yaş verileri ise Neo-proterozoyik, Mezo-proterozoyik, Paleo-proterozoyik, Kambriyen, Devoniyen, Silüriyen ve Neo-Arkeen dönemlerini yansıtmaktadır. Aynı kayaca ait Ar-Ar yöntemiyle tarihlendirilen ak mika minerallerinden 296.6 ± 4.5 My yaş elde edilmiştir. Bu durum kırıntılı zirkonlardan elde edilen genç zirkon yaşları da (274 ± 5.3 ve 291 ± 6.9) göz önüne alındığında ak mika minerallerinin de kırıntılı kökenli olabileceklerine işaret etmektedir. Kırıntılı zirkon ve ak mika yaşları birlikte değerlendirildiğinde çökel kayacın en genç Permo-Karbonifer yaşlı temel kayaçlar içeren kaynak alanından türemiş olmaları gerekmektedir. Afyon Zonu'nda Candan ve diğ. (2016) tarafından tanımlanan Karbonifer yaşlı (315 – 331 My) granitler Karbonifer yaşlı kırıntılı zirkonlar için kaynak alan olarak gösterilebilir. Benzer olarak Ustaömer ve diğ., (2020) tarafından elde edilen benzer kırıntılı zirkon yaşları Karaburun yarımadasındaki Geç Triyas yaşlı Güvercinlik Formasyonu'ndan elde edilmiştir. Bu formasyona ait Karbonifer yaşlı zirkonların Afyon Zonu'ndaki Karbonifer granitlerinden türedikleri önerilmiştir. Aynı çalışmada Karbonifer zirkonlardan alınan Lu-Hf izotop verileri, Karbonifer zirkonlarının Sakarya Zonu'nda tanımlanan zirkonlarından farklılık sunduğu ve Afyon Zonu'na ait Karbonifer granitlerinin Lu-Hf izotop verileriyle benzerlik sergilediği ortaya konulmuştur. Ayrıca, çalışma sahasının güneybatısında yer alan Ulukışla Havzası içerisinde Umhoefer ve diğ., (2020) tarafından benzer kırıntılı zirkon yaşları elde edilmiş olup, araştırmacılar Karbonifer ve daha yaşlı olan zirkonların doktora

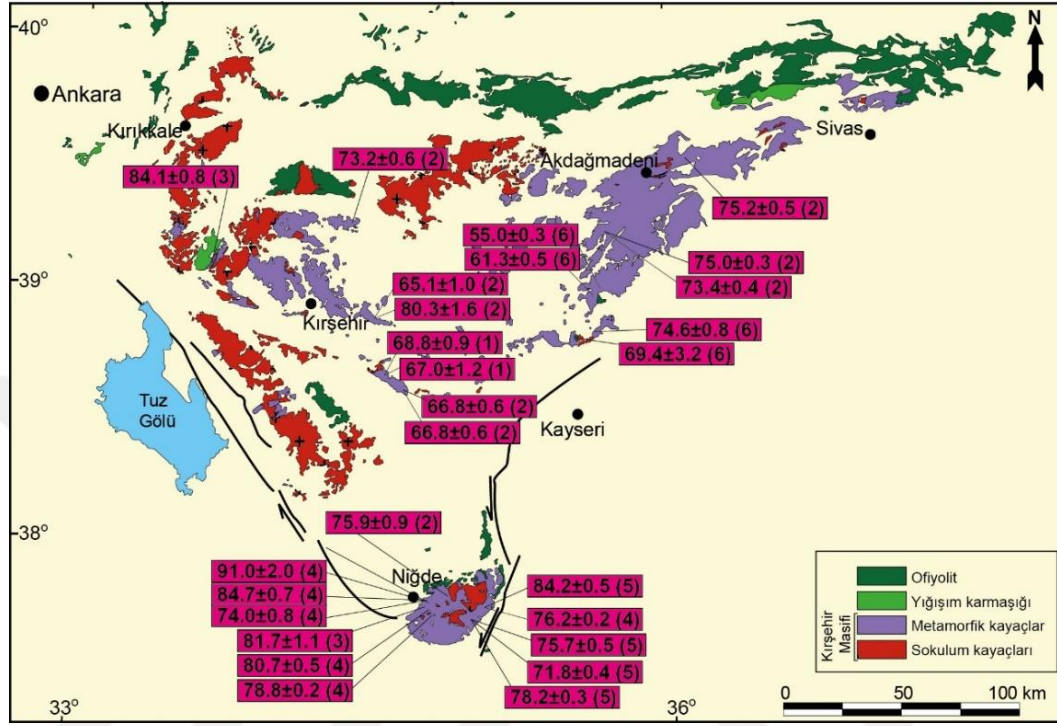
çalışma sahası içerisinde yer alan Korumaz Dağı bölgesindeki Alt-Orta Triyas yaşlı meta-kırıntılılardan türemiş olabileceklerini öne sürmüşlerdir. Dolayısıyla, çalışma sahası içerisindeki metamorfik yığışım karmaşığlığı içerisinde yer alan fillitten elde edilen kırıntılı zirkon yaş verilerinin Toroslardaki diğer zirkonlarla benzerlik sunduğu ve Gondwana kökenli bir kaynaktan türemiş olabileceği düşünülmektedir.

8.3. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığlığı

Alt-Orta Triyas'ta Tetis Okyanusu'nun riftleşme süreçlerinde Toridler'den kopmuş bir mikro kıta parçası olarak değerlendirilen Orta Anadolu Kristalen Karmaşığlığı (OAKK), Geç Kretase döneminde Barrovian tipi başkalaşıma maruz kalmış metamorfitle, bu metamorfitlerin üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitler ve bu her iki kayaç topluluğunu kesen granitoid sokulum kayaçlarından meydana gelmektedir (ör. Göncüoğlu, 1986; Robertson, 2004; Robertson ve diğ., 2009). OAKK'nın Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik jeolojik evrimi, birçok farklı aşamada Tetis Okyanusu'nun kapanma süreçlerinde meydana gelen deformasyon, metamorfizma ve magmatizma olaylarıyla ilişkilidir (ör. Görür ve diğ., 1984; Göncüoğlu, 1986; Whitney ve Dilek 2001; Gürer ve Aldanmaz, 2002; Kadioğlu ve diğ., 2006; Boztuğ ve diğ., 2008; Lefebvre ve diğ., 2011; Hinsbergen ve diğ., 2016; Köksal ve diğ., 2016). OAKK'ya ait metamorfik masifler farklı bölgelerde tanımlanmış olup, Kırşehir, Akdağ, Hırkadağ ve Niğde masifleri ile temsil edilmektedirler (ör. Erkan, 1976; Seymen, 1981; Göncüoğlu, 1977; 1986; Fayon ve diğ., 1999; Whitney ve diğ., 2001). Bu kayaçlar başlıca, Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı gnays, şist, mermer ve kalkışitlerden oluşmaktadır (ör. Seymen, 1981; Göncüoğlu ve diğ., 1991).

OAKK'ya ait başkalaşım zamanları, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ (amfibol, mika, feldspat) ve U/Pb (monazit, zirkon) tarihlendirme yöntemleriyle belirlenmiş olup yaklaşık olarak 85-65 My arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 8.8; Tablo 8.4). OAKK'ya ait başkalaşım zamanlarından yaklaşık 85-80 My arasında değişen yaşlar birçok farklı araştırmacı tarafından masifin zirve başkalaşım süreçlerini yansıtan yaşlar olarak değerlendirilmiştir (ör. Whitney ve diğ., 2001; Whitney ve Hamilton, 2004; Lefebvre ve diğ., 2013; Hinsbergen ve diğ., 2016). Örneğin, OAKK'ya ait Niğde ve Kırşehir masiflerinin U/Pb monazit yaşıyla 84.7 ± 0.7 My ve 84.1 ± 0.8 My'da zirve başkalaşımını geçirdiği öne sürülmüştür (Whitney ve diğ., 2003; Whitney ve Hamilton, 2004) (Şekil 8.8). Öte yandan, diğer yaş verilerinin ise (80-65 My) masifin

gerileme zamanını ve granit sokulumlarının etkisiyle meydana gelen ısıl olayları yansıtan soğuma yaşlarını temsil ettiği öne sürülmüştür (ör. Gautier ve diğ., 2008; Lefebvre ve diğ., 2013; 2015; Hinsbergen ve diğ., 2016).



Şekil 8.8. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığına ait metamorfik kayaların başkalaşım/soğuma zamanlarını gösterir yaş haritası (Hinsbergen ve diğ., 2016'dan değiştirilerek alınmıştır. (Yaş verileriyle ilgili referanslar tablo 8.4 içerisinde sunulmuştur)

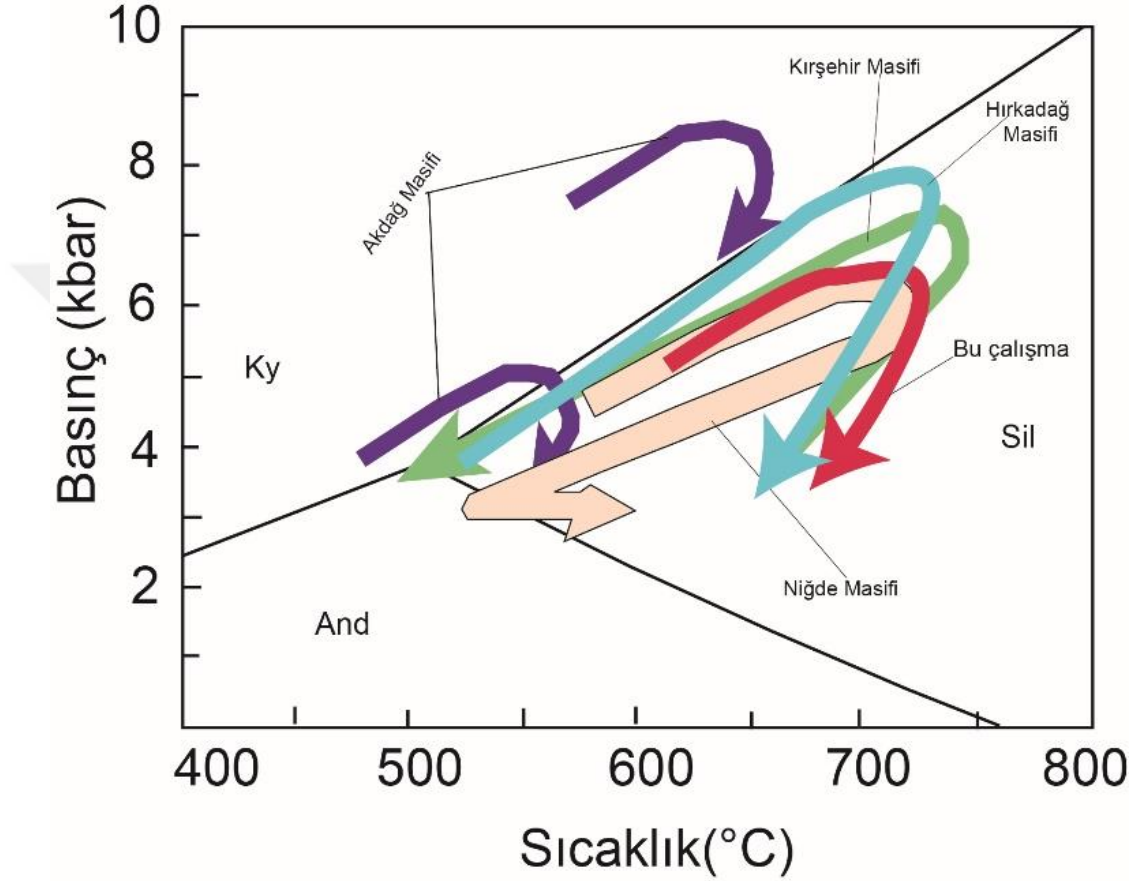
Örneğin, Hırkadağ masifindeki granat-sillimanitşistlere ait biyotit ve K-feldspat minerallerinden 68.8 ± 0.9 ve 67.0 ± 1.2 My soğuma yaşları elde edilmiş olup, bu yaşlar masifin son başkalaşımına ait olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Lefebvre ve diğ., 2015) (Şekil 8.8). Benzer şekilde Akdağ masifine ait şistlerin biyotit ve K-feldspat minerallerinden 75.2 ± 0.5 , 75.0 ± 0.3 ve 73.4 ± 0.4 My'lık soğuma yaşları elde edilmiştir (Şekil 8.8; Tablo 8.4) (Lefebvre, 2011). Masifin diğer alanlarından benzer yaşlar ve yorumlamalar birçok araştırmacı tarafından yapılmış olup, masifin başkalaşım evrelerine dair genellikle fikir birliği sağlanmıştır (ör. Hinsbergen ve diğ., 2016; Idleman ve diğ., 2014; Whitney ve diğ., 2001; Whitney ve Hamilton, 2004; Lefebvre ve diğ., 2013).

Tablo 8.4. Orta Anadolu Kritstalen Karmaşığı'na ait başkalaşım yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir)

Referans No	Örnek No	Kayç Türü	Mineral	Yöntem	Yaş (My)	Hata Payı	Kaynak
1	H2058C	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	68.8	0.9	Lefebvre et al. 2015
1	H2058C	şist	K-feldspat	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	67	1.2	Lefebvre et al. 2015
2	A22109C	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	75.2	0.5	van Hinsbergen et al. 2016
2	A19109B	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	75	0.3	van Hinsbergen et al. 2016
2	A19109B	şist	K-feldspat	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	73.4	0.4	van Hinsbergen et al. 2016
3	KM94-2	migmatitik gnays	monazit	U/Pb	84.1	0.8	Whitney and Hamilton 2004
2	K21099A	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	73.2	0.6	van Hinsbergen et al. 2016
2	K16107A	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	80.3	1.6	van Hinsbergen et al. 2016
2	K18099B	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	65.1	1	van Hinsbergen et al. 2016
2	H191007H	şist	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	68	0.6	van Hinsbergen et al. 2016
2	H191007H	şist	K-feldspat	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	66.8	0.6	van Hinsbergen et al. 2016
3	N44	milonitik gnays	muskovit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	75.9	0.9	Gautier et al. 2008
3	N8	şist	hornblend	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	81.7	1.1	Gautier et al. 2008
4	ND95-22C	şist	monazit	U/Pb	84.7	0.7	Whitney et al. 2003
4	ND01-30	migmatitik gnays	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	74	0.8	Whitney et al. 2003
4	ND95-34	şist	hornblend	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	80.7	0.5	Whitney et al. 2003
4	ND01-32	şist	hornblend	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	78.8	0.2	Whitney et al. 2003
4	ND95-59	migmatitik gnays	biyotit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	76.2	0.2	Whitney et al. 2003
5	11-TR-03	gnays	muskovit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	84.2	0.5	Idleman et al 2014
5	11-TR-18	gnays	muskovit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	78.2	0.3	Idleman et al 2014
5	11-TR-17	gnays	muskovit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	71.8	0.4	Idleman et al 2014
5	11-TR-16	gnays	muskovit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	75.7	0.5	Idleman et al 2014
6	RA-321	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	74.6	0.8	Bu çalışma
6	RA-280	meta-gabro	hornblend	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	69.4	3.2	Bu çalışma
6	RA-381	amfibolit	hornblend	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	61.3	0.5	Bu çalışma
6	RA-302	mikaşist	muskovit	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	55	0.3	Bu çalışma

OAKK'da bölgesel ölçekte orta basınç/yüksek sıcaklık başkalaşımı ve yersel olarak düşük basınç/yüksek sıcaklık koşullarındaki yeniden başkalaşım olayları tanımlanmıştır (Whitney ve diğ., 2001). Dolayısıyla, geniş bir aralık sunan bu yaş verileri de dikkate alındığında OAKK'nın farklı zamanlarda ve koşullardaki başkalaşım süreçlerinden etkilendiği görülmektedir. OAKK'na ait metamorfik kayalar üzerinde radyometrik tarihlendirmelerin yanı sıra basınç-sıcaklık çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Kırşehir Kaman civarındaki yüksek dereceli granat-sillimanitşistler üzerinde yapılan jeotermobarometrik hesaplamalara göre başkalaşım koşulları 700-750 °C ve 6-7 kbar olarak tespit edilmiştir (Whitney ve diğ., 2001) (Şekil 8.9). Çalışma alanının batısında yer alan Hırkadağ masifindeki P-T çalışmalarına göre başkalaşım koşullarının ~ 7-8 kbar basınç, 700 °C sıcaklık koşullarına ulaştığı tespit edilmiştir (Whitney ve Dilek, 2001; Lefebvre, 2011; Lefebvre ve diğ., 2015) (Şekil 8.9). Elde edilen bu basınç sıcaklık koşullarının masifin zirve başkalaşım koşullarını yansıttığı öne sürülmüştür. Ayrıca, Hırkadağ masifindeki kayaların zirve başkalaşımının sonrasında 800 °C'de ve ~ 3-4 kbar basınç koşullarında yeniden başkalaşıma maruz kaldığı ifade edilmiştir (Whitney ve Dilek, 2001; Lefebvre, 2011; Lefebvre ve diğ., 2015) (Şekil 8.9). Daha sonraki süreçte gerçekleşen yeniden başkalaşımı bölgede yer alan ve yaklaşık 77 My'lık oluşum yaşına sahip olan yersel

granitoid sokulumuna bağılı gelişen ısısal olayların sonucunda meydana geldiğini ifade etmişlerdir (Lefebvre ve diğ., 2015). Dolayısıyla, OAKK'daki düşük basınç/yüksek sıcaklık koşullarındaki yeniden başkalaşım süreçleri, 80-65 My arasındaki yaygın plütonik magmatizmanın oluşumu nedeniyle gerçekleştiği şekilde açıklanmıştır.



Şekil 8.9. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın farklı alt masiflerinden elde edilen basınç-sıcaklık verileri ve P-T yörüngeleri (Whitney ve diğ., 2001'den değiştirilerek alınmıştır)

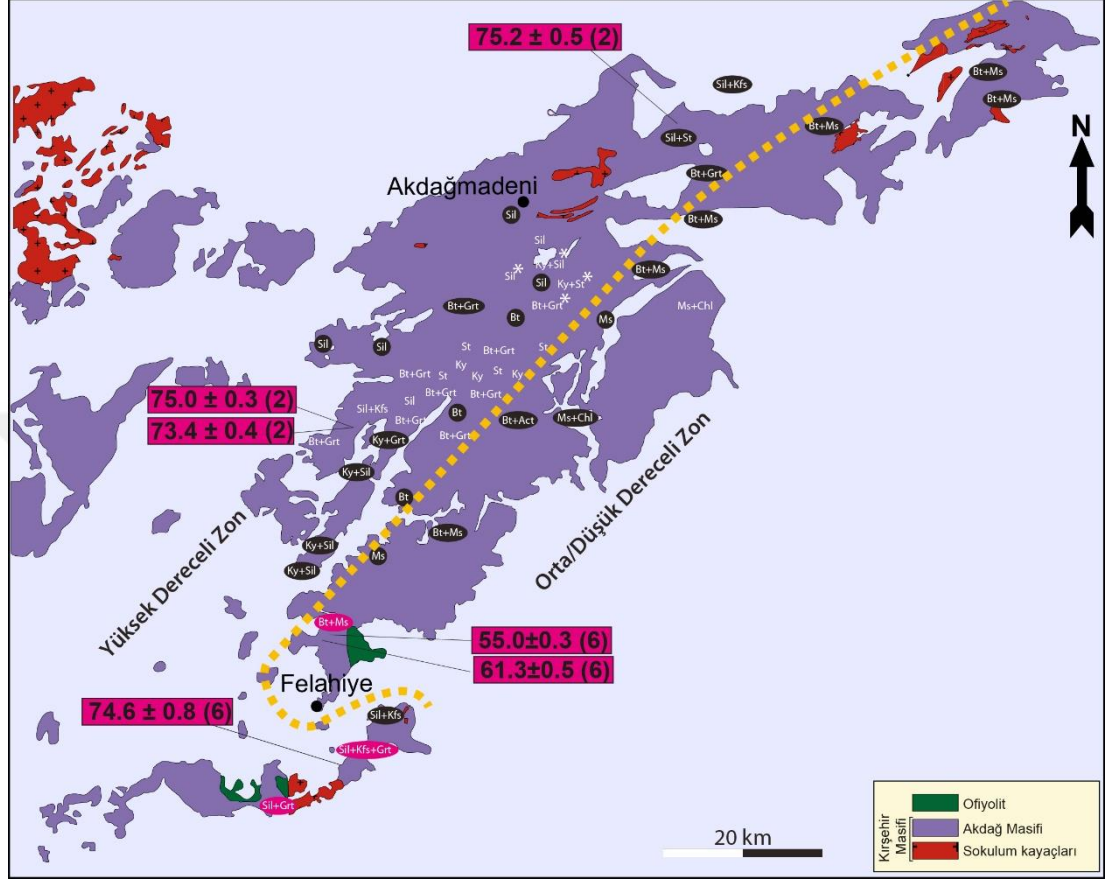
Akdağ masifi OAKK'daki diğer alanlarda olduğu gibi bünyesinde farklı başkalaşım koşullarına sahip olan metamorfik kayaları içermektedir. Akdağ masifindeki metamorfik kayalardaki indeks minerallere göre (ör. stavrolit, alüminyum silikat, K-feldspat) kabaca iki ayrı alt bölüme ayrılmıştır (ör. Lefebvre, 2011) (Şekil 8.10). Buna göre Akdağ masifinin güney ucu ve yaklaşık batı bölümlerinde yer alan kayaların alümino-silikat mineralleri içerdikleri (ör. kiyanit, sillimanit) ve buna bağılı olarak yüksek dereceli başkalaşım zonunu temsil ettikleri ifade edilmiştir. Akdağ masifinin yaklaşık doğu kısmında kalan bölüm ise göreceli olarak daha düşük basınç sıcaklık

koşullarını yansıtan mineraller içeren kayalardan meydana geldiğini ve bu alandaki kayaların orta/düşük dereceli zon içerisinde olduğu değerlendirilmiştir (ör. Whitney ve diğ., 2001; Lefebvre, 2011). Yüksek dereceli başkalaşım zonuna ait sillimanit içeren kayalardan 5 ± 1 kbar basınç, 550-600 °C sıcaklık, kyanit içeren kayalardan ise 600-650 °C sıcaklık, 8 ± 1 kbar basınç değerleri elde edilmiştir (Whitney ve diğ., 2001). Bu yüksek dereceli olarak ayırt edilen zon içerisindeki şistlerden 73-75 My ^{40}Ar - ^{39}Ar yaşlar elde edilmiştir.

Çalışma sahası içerisinde bu alandaki kayaç gruplarıyla benzerlik sunan parajenezlere sahip metamorfik kayaçlar tanımlanmış ve örnekler derlenmiştir. Şekil 8.10'da yer alan harita üzerinde daha önce farklı araştırmacılar tarafından belirlenen kırıntılı kökenli metamorfik kayaçların indeks mineral parajenezleri yer almaktadır. Ayrıca, aynı harita üzerinde farklı çalışmalardan ve bu çalışmayla elde edilen başkalaşım/soğuma yaşları yer almaktadır. Buna göre Felahiye kuzeyinde yer alan metamorfik kayaçlar Akdağ Masifine ait metamorfiklerin göreceli olarak daha düşük dereceli bölümünü temsil etmektedir. Bu durum bölgeden bu çalışma kapsamında derlenen örneklerin mineral birliktelikleri göz önüne alındığında da diğer verilerle paralellik sunmaktadır. Örneğin, Felahiye kuzeyinden mikaşistler daha önce tespit edilen diğer alanlarla benzer olarak biyotit+muskovit parajenezinden meydana gelmektedir. Yamula barajı boyunca yüzlek veren metamorfik kayaçlar granat+sillimanit ve granat+sillimanit+K-Feldspat birlikteliklerine sahiptirler (Şekil 8.10). Dolayısıyla, bu kayaların basınç sıcaklık koşulları da göz önüne alındığında indeks mineral parajenezleriyle uyumlu olarak Akdağ masifinin yüksek dereceli bölümü olarak sınıflanan alanlarda yer aldığı görülmektedir.

Yamula barajı civarında yer alan metamorfik kayalara ait amfibolit örneğinin hornblendlerinden 74.6 ± 0.8 My ^{40}Ar - ^{39}Ar soğuma yaşı elde edilmiştir. Bu amfibolit örneğindeki amfibol plajiyoklaz çiftlerinden yapılan sıcaklık hesaplamaları ~ 700 °C'ye karşılık gelmektedir. Aynı alandaki sillimanit-granat-biyotit+şistlerden basınç sıcaklık çalışmaları yapılmıştır. Bunun sonucunda sillimanit-granat-biyotit+şistlerin basınç sıcaklık koşulları 640 ± 50 °C, 5.6 ± 1.7 kbar ve 660 ± 30 °C, 5.4 ± 0.7 kbar olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu basınç sıcaklık değerleri OAKK üzerindeki farklı alanlarda yer alan ve sillimanit içeren şistlerin basınç sıcaklık koşullarıyla ve mineral parajenezleriyle benzerlik sunmaktadır (Şekil 8.10). Ayrıca, sillimanit-granat-

biyotitşistlerin ~ 4.5 kbar basınç ve ~ 720 °C sıcaklık altında yeniden başkalaşıma maruz kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 8.10. Akdağ Masifi metamorfiflerine ait indeks mineral parajenezlerine göre sınıflanmış ve bu masifin başkalaşım derecelerini gösterir harita. (Lefebvre 2011'den değiştirilerek alınmıştır. Pembe renkli kutu içinde yer alan mineral parajenezleri bu çalışmaya aittir. (İndeks mineraller, Lefebvre, 2011'den ve içindeki referanslardan alınmıştır)

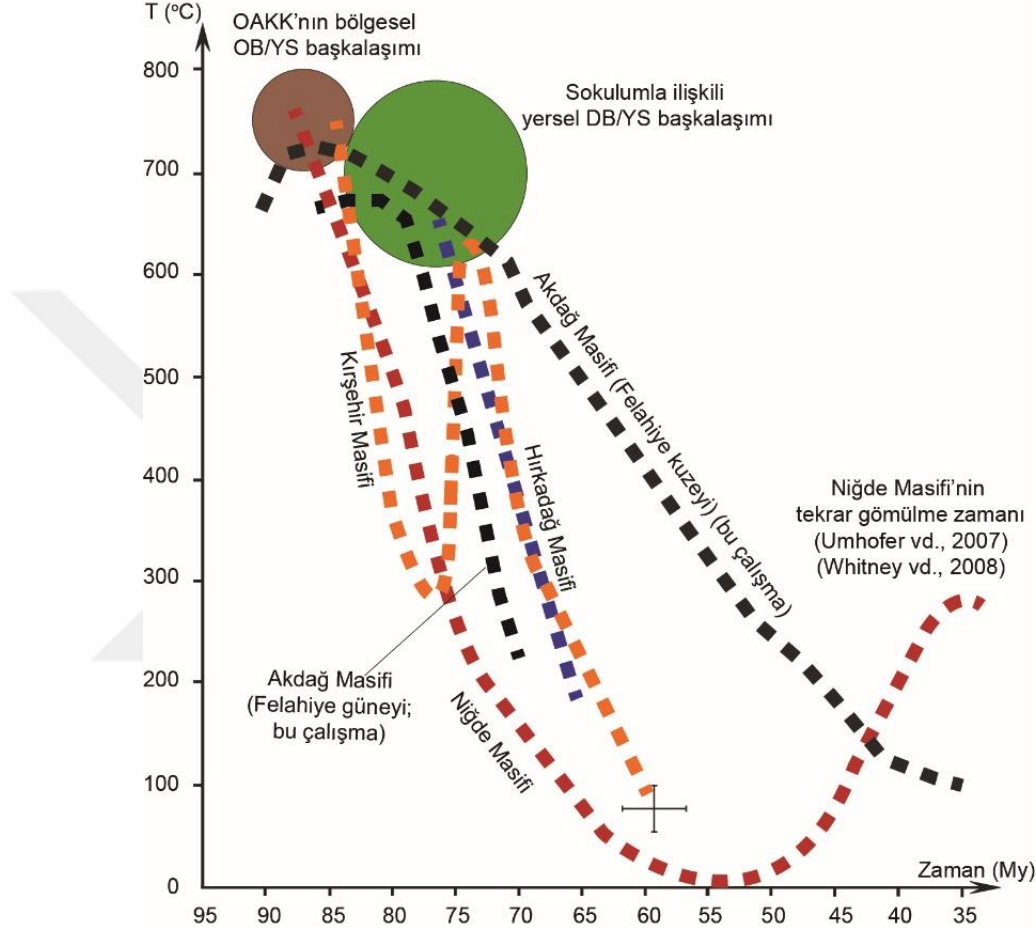
Bu durum, OAAK'da tanımlanan zirve başkalaşım koşullarına kıyasla daha düşük basınç ve daha yüksek sıcaklık değerleri granitik sokulum kütlelerine bağlı gelişen yeniden başkalaşım izlerinin çalışma sahası içerisindeki sillimanit-granatşistlerde de gözlemlendiğine işaret etmektedir.

Akdağ masifine ait mikaşist ve amfibolitlerden 55 ± 0.3 My ve 61.3 ± 0.5 My'lık soğuma muskovit ve amfibol yaşları elde edilmiştir. Amfibolitleri temsilen amfibol plajiyoklaz çiftlerinden yapılan sıcaklık hesaplamalarından ~ 700 °C'lik değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu yaşlar muskovit mineralleri için (~ 425 °C'deki (Harrison ve diğ., 2009)) ~ 55 My civarındaki kapanma zamanını temsil etmektedir. Amfibol

mineralleri için ise bu durum ~ 500-550 °C'deki (Hanson ve Gast, 1967; Harrison, 1981) kapanma sıcaklığını temsil etmektedir (Şekil 8.11). Bu çalışmayla elde edilen yaş verileri OAAK'ya ait metamorfik masifler içerisindeki en genç soğuma yaşlarıdır. Akdağ Masifi'nin güney ucunu temsil eden alandan alınan bu yeni soğuma yaşları için iki farklı düşünce geliştirilebilir. (i) Bu kayaçların bölgesel metamorfizma koşullarındaki başkalaşımın 55-60 My'a kadar devam etmiş olabileceğidir. Akdağ masifine ait granitoid sokulumlarından masifin diğer alanlarına kıyasla göreceli olarak daha genç (65 My) oluşum yaşları elde edilmiştir, (ii) bölgedeki granitoid sokulumlarının sağlamış olduğu ısısal olayların sonucunda bu kayaçlardaki mika ve amfibol minerallerinin dokanak başkalaşımının zamanını yansıtmış olabileceği ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır. Diğer bir yandan, OAKK'ya ait granitoid sokulumlarından masifin yüzeyleme süreçlerini tespit etmek amacıyla apatit-fizyon yaşları yapılmıştır (ör. Fayon ve diğ., 2001; Boztuğ ve Jonckheere, 2007). Bu yaş verileri OAKK'nın orta bölümlerinde yer alan granitik kayaçlar (Yozgat batoliti, Çiçekdağ batoliti, Karayçayı granitoidi) için 67-58 My arasında değişmektedir (ör. Boztuğ ve Jonckheere, 2007). Elde edilen bu yaş verileri masifin orta bölümlerindeki yüzeyleme yaşı olarak değerlendirilmiştir. OAKK'nın batı yakasında yer alan Baranadağ batolitindeki apatit-fizyon yaş verileri 47-39 My arasında değişmektedir (ör. Fayon ve diğ., 2001). Çalışma sahasının da bir parçasını oluşturan Akdağ masifindeki granitoidlerden elde edilen apatit-fizyon yaşları ise diğer alanlara kıyasla göreceli olarak daha genç olup yaklaşık 35-31 My ile temsil edilmektedir (Fayon ve diğ., 2001). Masifini yüzeyleme zamanlarını temsil ettiği düşünülen bu yaş verileri doğrultusunda OAKK'nın aynı anda değil, aksine farklı dönemlerde yüzeyleme süreçleri gösterdikleri sonucuna varılmıştır (ör. Fayon ve diğ., 2001; Boztuğ ve Jonckheere, 2007; Lefebvre ve diğ., 2013; Hinsbergen ve diğ., 2016).

Şekil 8.11'de yer alan diyagramda OAKK'ya ait masiflerden yaş verisi, elde edilen minerallerin kapanma sıcaklıkları ve zirve başkalaşım koşulları doğrultusunda hazırlanan sıcaklık ve zaman ilişkileri gösterilmektedir. Örneğin, Kırşehir masifinin farklı sıcaklık evrelerine maruz kaldıktan sonra yaklaşık 60 My civarında son kez soğuduğu görülmektedir (Şekil 8.11). Bu durum Hırkadağ masifi için yaklaşık 65 My'lık döneme tekabül etmektedir (Şekil 8.11). Yukarıda anlatılan apatit-fizyon yaşları da göz önüne alındığında OAKK'ya ait masiflerin farklı dönemlerde

yüzelediği düşünülebilir. Bu çalışmayla elde edilen yaş verileri ve mevcut apatit-fizyon yaşları birlikte değerlendirildiğinde Akdağ Masifi'nin yüzeleme ve buna bağlı olarak soğuma süreçlerinin masifin son başkalaşımından (yaklaşık 55-60 My) sonraki yaklaşık 20 My'lık bir zaman içerisinde son bulduğunu görülmektedir.



Şekil 8.11. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı üzerindeki metamorfik masiflerin başkalaşıma bağlı sıcaklık ve zaman ilişkilerini gösterir diyagram (Lefebvre ve diğ., 2015'den değiştirilerek alınmıştır). (Kısaltmalar; OB, orta basınç, YS, yüksek sıcaklık)

Orta Anadolu granitleri ağırlıklı olarak OAKK'nın batı ve kuzey yakası boyunca geniş yüzlek alanlarına (Şekil 8.12) sahip olup bölgedeki metamorfik ve ofiyolitik kayaları kesmektedir. Söz konusu granitler 90'lı yıllardan bu yana birçok farklı araştırmacı tarafından çalışılmıştır. (ör. Akıman ve diğ., 1993; Göncüoğlu and Türeli, 1994; Boztuğ, 1994; 2000; Boztuğ ve diğ., 1994, 1996; Erler ve Göncüoğlu, 1996; Boztuğ ve diğ., 1997; Ekici ve Boztuğ, 1997; Tatar ve Boztuğ, 1998; Güleç ve Kadioğlu, 1998; Kadioğlu ve diğ., 1998, 2003, 2006; Boztuğ ve diğ., 2007; Köksal ve diğ., 2004, 2012,

2013). Orta Anadolu granitleri başlıca 3 grup altında toplanmaktadır. Bunlar iki mikalı S-tipi granitler, I-tipi (H-tipi) kalkalkalin granitler ve son olarak A-tipi siyenitik alkalin karakterli granitlerdir (ör. Göncüoğlu ve diğ., 1991; 1992; Kadioğlu ve diğ., 2006; İlbeyli ve diğ., 2004; 2009; Köksal ve diğ., 2004; Boztuğ ve diğ., 2007).

Granitik kayaçların oluşum ve soğuma yaşlarına ilişkin kısıtlamalar, magmatik aktivitenin ~ 85 ila 65 My (Ar/Ar amfibol ve mika, U/Pb zirkon ve sfen) arasında sürdüğünü göstermektedir (ör. Whitney ve diğ., 2003, Köksal ve diğ., 2004, Kadioğlu ve diğ., 2006; Boztuğ ve diğ., 2007). Söz konusu sokulum kütlelerin farklı zaman ve koşullarda meydana geldikleri önerilmektedir. Örneğin, Kadioğlu ve diğ. (2006)'da granitlere (Ağcaören graniti) ait biyotit minerallerinden ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle 77.7 My yaş elde etmişlerdir. Monzonitlere ait (Cefalık kuvars-monzoniti) amfibol ve biyotit minerallerinden ise ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle 70.2 ve 70.1 My yaş elde etmişlerdir (Şekil 8.12; Tablo 8.5). Siyenitlere ait amfibol minerallerinden ise ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle 69.8 My yaş elde etmişlerdir. Elde edilen yaş verilerine göre alkalin magmatizmanın, kalkalkalin karakterli granit-monzonit magmatizmasından yaklaşık 7-8 My sonra oluştuğu vurgulanmıştır.

Orta Anadolu granitlerinin gelişimi için iki farklı oluşum modeli öne sürülmektedir. Bunlardan ilki And-tipi magmatik yay modeli, ikicisi ise çarpışma ve çarpışma sonrası meydana gelen granitler modeli. Birinci görüş ilk olarak Görür ve diğ. (1984) tarafından İç Toros okyanusunun kuzeye yitimi sonucu meydana gelen ve yay ortamında oluşmuş Üst Kretase-Paleosen yaşlı granitler olarak nitelendirilmiştir. Benzer olarak Kadioğlu ve diğ. (2006)'da And-tipi magmatik yay modelini önermiş ve sokulumların 3 ayrı aşamada oluştuğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada bu sokulum kayaçların türü ve jeokimyasal özellikleri göz önüne alınarak 3 ayrı üsttakıma ayrılmıştır. Bunlar, granit-granodiyorit üsttakımı, monzonit üsttakımı ve siyenit üsttakımı olarak adlandırılmıştır. Granit-granodiyoritlerin ve monzonit sokulumlarının İç Toros okyanusunun, Orta Anadolu Kristalen karmaşığının altına doğru yitimi sırasında yitim bileşeni tarafından modifiye edilmiş metasomatize litosferik manto kaynağından itibaren oluştuğu belirtilmiştir. Alkalin karakterli siyenit sokulumlarının ise zenginleşmiş manto kaynağından (dalan okyanusal litosferin kopması sonucu) türedikleri ve sonrasında kabuksal kirlenmeden ve ayrılaşma süreçlerinden etkilendikleri öne sürülmüştür. Granitlerin gelişimi için önerilen ikinci

göre yüksek Sr oranı ve düşük Nd değerleri elde edilmiştir. Aynı zamanda benzer değerlerin farklı araştırmacılar tarafından da elde edildiğini öne sürmüşlerdir (ör. Ataman, 1972; Göncüoğlu, 1986; Güleç, 1994; İlbeyli ve diğ., 2004; İlbeyli, 2005; Köksal ve Göncüoğlu, 2008; Koçak ve diğ., 2005). Köksal ve diğ., (2013) Lu-Hf analizlerine de dayanarak söz konusu sokulumun (Satansarı Monzoniti) kıtasal kaynaklı olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu plütonların çarpışma sonrası gerilmeye bağlı olarak geliştiklerini düşünmektedirler. Köksal (2019) Orta Anadolu bölgesinde Ağaçören plütonu civarında yapmış olduğu çalışmada söz konusu kayaçların granitik ve gabroyik kayaçlardan meydana geldiğini belirtmiştir. Sr-Nd izotop verilerine dayanarak yüksek Sr ve düşük Nd içeriğine sahip olduklarını ve buna bağlı olarak kabuksal katkıyla bu granitlerin oluştuğunu öne sürmüşlerdir. Yapılan çalışmada (Köksal 2019) granitik kayaçların Orta Anadolu kristalin kompleksi içerisinde diğer I-tipi granitlerle kıyaslamış ve bunların benzer özellikler sunduğunu belirtmiştir. Bu kayaçların çarpışma ve çarpışma sonrası oluşan kalkalkalin karakterli zenginleşmiş kabuksal kaynaktan türediklerini ileri sürmüştür. Özetle yukarıda aktarılan ikinci görüşü savunan araştırmacılar, Orta Anadolu granitlerinin gelişimini iki farklı evrede açıklamaktadır. İlk olarak okyanus içi ada yayının Toroslar ile çarpışması sonucu ofiyolit yerleşimine bağlı olarak kıta kalınlaşması ve S- I-tipi granitlerin geliştiğini. İkinci evrede Anatolid-Toridlerin Pontidlerle çarpışmasına bağlı olarak meydana gelen çarpışma sonrası gerilmeli ortamda alkalin siyenitlerin (A-tipi) oluştuğunu öne sürmektedirler.

Çalışma sahası içerisindeki Felahiye bölgesinde Orta Anadolu granitlerine ait sokulum kütleleri granodiyorit, kuvars-monzonit ve granit bileşimindeki kayaçlarla temsil edilmektedir (Bkz. "Tüm Kayaç Jeokimyası). Bahsi geçen bu granitik kayaçlar Felahiye bölgesinde hem ofiyolitik kayaçları hem de metamorfik kayaçları kesmektedir. Granitik kayaçların jeokimyasal özelliklerine göre, bu sokulum kayaçlarının çarpışmayla eş zamanlı yay tipi granitler olduğu anlaşılmaktadır. Felahiye bölgesinden derlenen granitik kayaç örneklerinin alüminyum doygunluk indeksleri (ASI) 0.87 ila 1.23 arasında değişmektedir. Söz konusu kayaçlar ASI'ya göre metalumious ve peraluminous karakterde oldukları belirlenmiştir. Genel olarak tazeliğini korumuş ve alterasyon süreçlerinden fazla etkilenmemiş olan granitik kayaçların, ASI indeksi S- ve I-tipi granitleri birbirinden ayırmakta

kullanılabilmektedir. ASI değeri >1.1 olduğunda S-tipi, ASI <1.1 olduğunda ise I tipi (ör. Chapell ve White, 1992; Chappell 1999). Ancak aşırı bozmuş olanlarda ise I ve S-tipi ASI değerleri, ferromagnezyen minerallerin miktarına bağlı olarak yalnızca feldspatların ASI değerleri tarafından denetlenmekte olup bu değer birbirlerine yakınlık gösterebilmektedir (ör. Topuz ve diğ., 2010). Buna bağlı olarak çalışma sahası içerisinde yer alan granitik kayaların ağırlıklı olarak I-tipi granitlerle temsil edildiği düşünülmektedir. Granodiyoritlerden U/Pb tarihlendirmesiyle 78.3 ± 1.5 My ve kuvars-monzonitlerden ise 72.4 ± 1.9 My'lık zirkon kristallenme yaşları elde edilmiştir (Şekil 8.12; Tablo 8.5). Çalışma alanındaki I-tipi karaktere sahip sokulum kayaları OAKK'ya ait benzer nitelikteki granitik kayaların kristallenme yaşlarıyla uyumluluk sergilemektedir.

OAKK üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitik kayalar Orta Anadolu Ofiyolitleri olarak adlandırılmaktadır (örn. Göncüoğlu ve diğ., 1992; Yalnız ve diğ., 1996; 1998). OAKK üzerinde farklı lokasyonlarda yer alan ofiyolitik kayalar yüzlerce metreden, onlarca kilometreye kadar uzanan geniş yüzlek alanlarına sahiptirler (örn. Yalnız ve diğ., 1996, 2000a, 2000b, 2000c; Yalnız ve Göncüoğlu, 1998; Floyd ve diğ., 2000; Toksoy ve Göncüoğlu, 2001; Yalnız, 2008). Genel olarak bu ofiyolitlerin Kırşehir bloğunun üzerine tektonik olarak itildiği ve buna bağlı olarak masifin başkalaşımına da neden olduğu düşünülmektedir (örn. Yalnız ve diğ., 1996; Boztuğ ve diğ., 2009a,b,c). Bahsi geçen ofiyolitik kayalar yaygınca Orta Anadolu granitleri tarafından kesilmektedir (örn. Yalnız ve diğ., 1996; Yalnız, 2008; İlbeyli, 2008). Orta Anadolu Ofiyolitleri çoğunlukla üyelerine ayrılmış olarak gözlenen ofiyolitik istifin manto bölümü, kümülat gabro, izotropik gabro, levha daykları, plajiyogranitler, bazaltlar ve epi-ofiyolitik çökellerdinen meydana gelmektedir. Orta Anadolu Ofiyolitleri'nin en bilindik ve geniş yüzlek alanlarına sahip olanları Sarıkaraman Ofiyoliti ve Çiçekdağ Ofiyoliti ile temsil edilmektedir. Sarıkaraman Ofiyoliti kabuksal bölüme ait izotropik gabrolar ve bunları kesen plajiyogranitler, levha daykları, yastık yapılı bazaltlar ve plajiyogranitlerle ilişkili riyoitlerden meydana gelmektedir. Bunların üstünde ise ofiyolitin çökel bölümünü temsil eden Turonian-Santonian yaşlı radyolaryalı çörtler yer almaktadır (örn. Floyd ve diğ., 1998; Yalnız, 2008; Hinsbergen ve diğ., 2016). Sarıkaraman Ofiyoliti ve tabanında yer alan masife ait yüksek dereceli metamorfite çarpışma sonrası olduğu öne sürülen kuvars-monzonit

türü plütonlar tarafından ortak olarak kesilmektedir (örn. Yalınız ve Göncüoğlu, 1999). Tüm bu kayalar ise Paleosen yaşlı volkanoklastikler tarafından uyumsuz şekilde örtülmektedir (Yalınız ve diğ., 1996).

Tablo 8.5. Orta Anadolu Kritstalen Karmaşığı'na ait graniyotidlerin yaş verileri. (Tablodaki referans numaraları harita üzerine yerleştirilen yaşları temsil etmektedir)

Referans No	Örnek No	Kayaç Türü	Mineral	Yöntem	Yaş (My)	Hata Payı	Kaynak
1	BAL 76	siyenit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	64.9	0.3	Boztuğ vd. 2009a, c
1	BAL 78	siyenit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	66.6	0.2	Boztuğ vd. 2009a, c
1	BAL 72	lökogranit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	73.6	0.3	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 69	lökogranit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	71.5	0.3	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 66	granitoyid	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	67.1	0.3	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 66	granitoyid	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	65.7	0.2	Boztuğ vd. 2009c
2	03 V-34	milonitize granit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	72.4	0.2	Isık vd. 2008
2	03 V-34	milonitize granit	K-feldspat	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	71.6	0.2	Isık vd. 2008
2	03 V-56	granit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	81.2	0.5	Isık vd. 2008
2	03 V-56	granite	K-feldspat	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	82.4	0.3	Isık vd. 2008
2	03 V-47	milonitize granit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	71.6	0.3	Isık vd. 2008
2	03 V-47	milonitize granit	K-feldspat	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	71.1	0.2	Isık vd. 2008
2	03 V-51	milonitize granit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	71.7	0.2	Isık vd. 2008
2	03 V-51	milonitize granit	K-feldspat	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	81.3	0.2	Isık vd. 2008
1	BAL 1	lökogranit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	79.9	0.2	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 6	lökogranit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	79.8	0.2	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 14	monzogranit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	72.5	0.2	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 13	monzogranit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	72.5	0.3	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 48	kuvars siyenit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	72.9	0.3	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 61	kuvars siyenit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	68.3	0.2	Boztuğ vd. 2009b, c
1	BAL 34	kuvars siyenit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	67.1	0.4	Boztuğ vd. 2009c
1	BAL 57	kuvars siyenit	hornblend	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	71.6	0.2	Boztuğ vd. 2009b, c
3	LK43	kuvars monzonit	zirkon	U/Pb	73.1	2.2	Delibaş vd., 2011
4	CS	kuvars siyenit	zirkon	U/Pb	74.1	0.7	Köksal vd. 2004
4	BR	kuvars monzonit	zirkon	U/Pb	74	2.8	Köksal vd. 2005
5	6	monzonit	zirkon	U/Pb	73.6	0.4	Köksal vd. 2012
5	5	granit	zirkon	U/Pb	75	1	Köksal vd. 2012
5	4	granit	zirkon	U/Pb	79.1	2.1	Köksal vd. 2012
5	2	granit	zirkon	U/Pb	82.3	0.8	Köksal vd. 2012
5	1	granit	zirkon	U/Pb	84.1	1	Köksal vd. 2012
6	12	gabro	amfibol	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	82.3	0.6	Kadioğlu vd. 2003
6	10	gabro	amfibol	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	78	0.9	Kadioğlu vd. 2003
6	5	granit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	78.6	0.9	Kadioğlu vd. 2003
7	SMS	monzonit	zirkon	U/Pb	74.4	0.6	Köksal vd. 2013
8	H2699C	granitoyid	titanit	U/Pb	77.2	0.4	Lefebvre, 2011
9	N16	granit	muskovit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	78.1	0.8	Gautier vd. 2008
9	N13	granit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	75	0.8	Gautier vd. 2008
9	N49	granit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	75.1	1	Gautier vd. 2008
9	N67	granit	muskovit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	76	0.8	Gautier vd. 2008
10	ND98-17	granit	biyotit	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	74.6	0.26	Whitney vd. 2003
11	EK-18	granodiyorit	zirkon	U/Pb	84.5	1	Köksal 2019
11	EK-4	mikrogranit	zirkon	U/Pb	80.7	1.6	Köksal 2019
11	EK-31	lökogranit	zirkon	U/Pb	82.7	1	Köksal 2019
12	FK-57	gabro	zirkon	U/Pb	83.5	5.7	Hinsbergen vd., 2016
12	K27099J	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	90.5	0.2	Hinsbergen vd., 2016
12	K27099C	plajiyogranit	zirkon	U/Pb	89.4	0.6	Hinsbergen vd., 2016
13	RA-291	gabro	zirkon	U/Pb	93.6	1.9	Bu çalışma
13	RA-279	monzogranit	zirkon	U/Pb	72.7	1.9	Bu çalışma
13	RA-044	granodiyorit	zirkon	U/Pb	78.3	1.5	Bu çalışma

Çiçekdağ ofiyoliti ağırlıklı olarak ofiyolitinin kabuk bölümüne ait gabrolar ve Turonian-Santonian epi-ofiyolitik çökellerden meydana gelmektedir. Ayrıca, bu ofiyolitik kayaların monzogranit ve çarpışma sonra oluşmuş olan siyenitik sokulumlar tarafından kesildiği vurgulanmıştır. Tüm kayaç grupları Lütésiyan (Orta Eosen) yaşlı

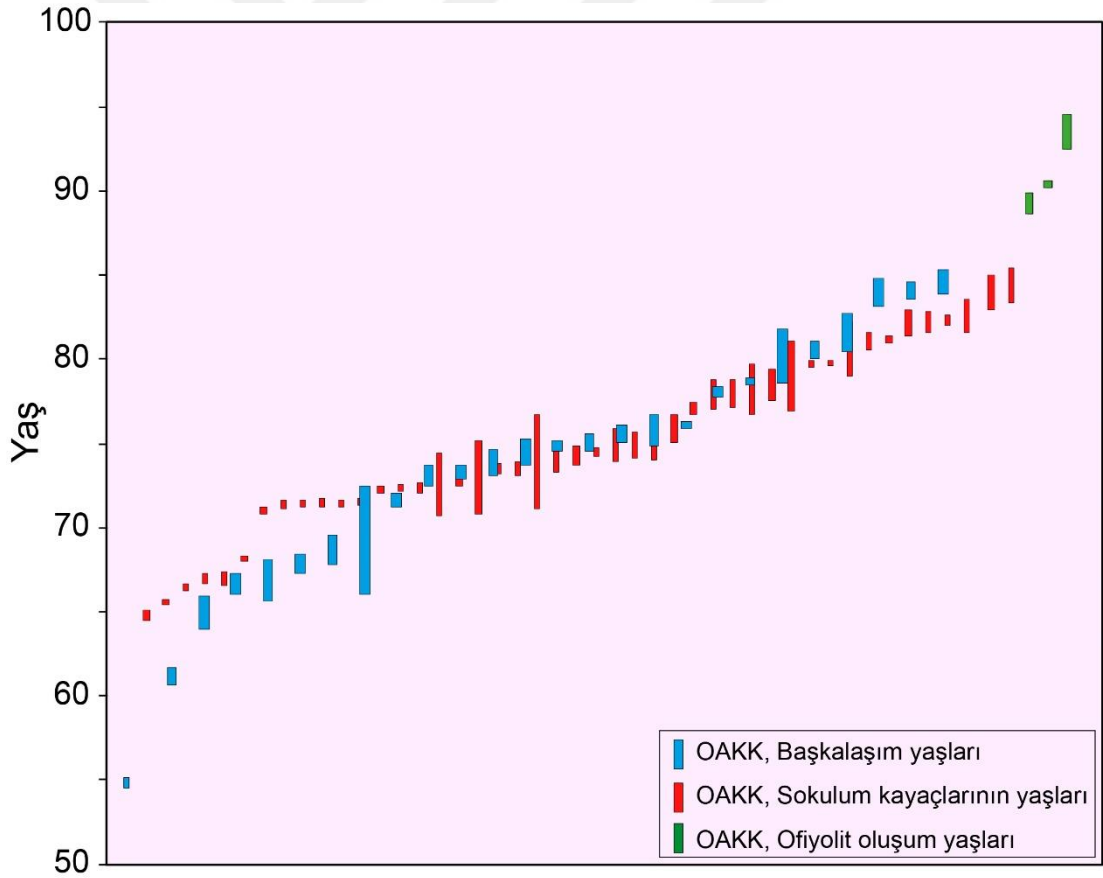
çökeller tarafından ortak olarak örtülmektedir. Orta Anadolu Ofiyolitleri içerisinde farklı araştırmacılar tarafından bazı ofiyolitlerin metamorfik olduğu öne sürülmektedir (örn. Toksoy ve Göncüoğlu, 2001; Radwany ve diğ., 2017; 2020). Örneğin, Kuraçalı Metagabrosu kilometre ölçeğindeki gabro kütlesiyle temsil edilmektedir (Toksoy ve Göncüoğlu, 2001). Bu gabro kütlesi piroksen ve hornblend gabrolardan meydana gelmektedir. Kuraçalı metagabrosu yaklaşık bir km uzunluğunda olup Kırşehir masifine ait metamorfitlele melanaj birimleri arasında tektonik olarak konumlanmaktadır. Bu birimler granitoyit sokulumları tarafından kesilmektedir (Toksoy ve Göncüoğlu, 2001). Söz konusu ofiyolite ait gabrolar içerisinde birincil olarak bulunan flogopit mineralinden dolayı Toksoy ve Göncüoğlu (2001) tarafından bu kayaların sulu magma kaynağından itibaren türediklerini değerlendirilmiştir. Radwany ve diğ., (2017 ve 2020) çalışmalarında karmaşığın güneyinde yer alan ofiyolitik kayaları Niğde mafik kompleksi olarak adlandırmışlardır. Araştırmacılar bu alanda yer alan ofiyolitlerin metamorfik olduğunu öne sürmüşlerdir. Radwany ve diğ., (2020) çalışmalarında Niğde mafik kompleksine ait meta-gabrolardan çiftli piroksen termometresiyle 867-895 °C arasında değişen sıcaklık değerleri elde etmiştir. Aynı çalışmada Holland ve Blundy (1994) jeotermometresine göre ise 736-786 °C arasında değişen sıcaklık değerleri almışlardır. Elde edilen sıcaklık verilerinden 867-895 °C arasında olanları magmatik kristallenme, 736-786 °C arasındaki sıcaklıkları ise meta-gabroların başkalaşım sıcaklığı olarak değerlendirmişlerdir. Yitim zonu üstü koşullarında oluştuğunu vurguladıkları Niğde mafik kompleksine ait gabroyik kayaların, kıta üzerine yerleşen ofiyolit kütlesinin güney kenarını temsil ettiğini ifade etmişlerdir. Buna bağlı olarak Niğde mafik kompleksine ait kayaların çarpışma süreçlerinde masife ait kabuksal kesim ile birleştiğini ve bu nedenle başkalaşıma maruz kaldığını öne sürmüşlerdir. Aynı alanın kuzeyinde yer alan ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaların ise yerleşme süreçlerinde çarpışmadan etkilenmeden kıta üzerine ilerlediğini vurgulamışlardır.

Orta Anadolu Ofiyolitleri'ne dair gerçekleştirilen radyometrik tarihlendirmeler metamorfik kayalara ve granitlere kıyasla daha sınırlıdır. Örneğin, Sarıkaraman ofiyolitine ait plajiyogranitler üzerinde yapılan U-Pb zirkon tarihlendirmeleri sonucunda bu ofiyolitlerin yaklaşık 91 My civarında oluştuğu görülmektedir (Hinsbergen ve diğ., 2016) (Şekil 8.12; Tablo 8.5). Benzer şekilde Radwany ve diğ.,

(2020) Niğde mafik kompleksine ait gabrolardan ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle 91 My magmatik kristallenme yaşı elde etmişler ve söz konusu bu yaş verisini ofiyolitlerin oluşum yaşı olarak değerlendirmişlerdir. Orta Anadolu Ofiyolitleri üzerinde yapılan jeokimyasal çalışmalar bu ofiyolitlerin yitim zonu üstü koşullarında oluştuğunu göstermektedir (ör. Yalınız ve diğ., 1996; Yalınız ve Göncüoğlu 1999; İlbeyli, 2008; Koçak ve diğ., 2005). Ancak, ofiyolitlerin yay önü veya yay gerisi ortamında oluşmuş ofiyolitler olduğu konusunda fikir birliği sağlanamamıştır. Örneğin, Yalınız ve Göncüoğlu, (1998) Orta Anadolu ofiyolitlerinin yay önü ortamında geliştiğini ve Erken Santoniyen sonrası Geç Maastrichtiyen öncesinde güneye doğru Anatolid-Toridler üzerine yerleşmiş olabileceğini öne sürmüşlerdir. Yalınız ve diğ., (1996) benzer şekilde Orta Anadolu Ofiyolitleri'nin İzmir-Ankara-Erzincan okyanusundan türeyen SSZ ortamında oluşmuş bir yay önü ofiyoliti olduğunu vurgulamaktadırlar. Yalınız ve diğ., (2000a) Çiçekdağ ofiyolitinin jeokimyasal özelliklerine dayanarak söz konusu ofiyolitik parçanın SSZ koşullarında yay önü ortamında meydana geldiğini öne sürmüştür. Yalınız, (2008) çalışmasında Orta Anadolu bölgesinde yer alan tüm ofiyolitlerin SSZ koşullarında yay önü ofiyolitler olduğunu vurgulamıştır. İlbeyli, (2008) ve Koçak ve diğ., (2005) çalışmalarında Orta Anadolu ofiyolitlerinin yay gerisi ortamında oluştuğunu öne sürmüştür. Diğer bir yandan, bazı araştırmacılar ise Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı üzerinde yüzlek veren gabroyik kayaçların ofiyolitik nitelikli olmadıklarını, sokulum kayaçları olduklarını belirtmişlerdir (ör. Kadioğlu ve diğ., 2003). Yukarıda aktarıldığı üzere ofiyolitlerin masif kütleler halinde yüzlek veren bölümleri yitim zonu üstü koşullarında oluşmuştur, ancak masif üzerinde yer alan melanjlarda içerisinde farklı jeodinamik ortam koşullarını yansıtan mafik bloklar tespit edilmiştir. Örneğin, Çiçekdağ ofiyoliti civarında yüzlek veren ofiyolitik melanj içerisinde N-MORB ve OIB jeokimyasına sahip mafik bloklar tespit edilmiştir. Bu kayaçların Neotetis okyanusunun yitim süreçlerinden önce oluşan kalıntılar olduğu fikri öne sürülmüştür (Floyd ve diğ., 2000).

Birçok araştırmacı tarafından Orta Anadolu Kristalin karmaşığı üzerinde yer alan ofiyolitlerin İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal alanından türediklerini öne sürmektedirler. Söz konusu ofiyolitlerin kuzeye doğru yitim neticesinde pasif kıta konumunda olan Orta Anadolu masifi üzerine yerleştiğini vurgulamışlardır. Diğer bir yandan, Hinsbergen ve diğ., (2016) çalışmasında Sarıkaraman ofiyolitinin yay önü

ortamında oluştuğunu belirtmişlerdir. Diğer araştırmacılardan farklı olarak, Sarıkaraman ofiyolitini kuzeye dalımdan ziyade doğu-batı yönlü bir açılmanın sonucunda oluşmuş okyanusal kabuğun kalıntıları olarak değerlendirmişlerdir. Yukarıda bahsi geçen ofiyolitik kayaçların tamamı ve Orta Anadolu masifine ait metamorfik kayaçlar yaygınca granitoyitler tarafından kesilmektedir (örn. Yalınz ve diğ., 1999; Koçak ve diğ., 2005; Köksal ve diğ., 2009; 2017; Toksoy ve Göncüoğlu, 2001). Bu durum farklı araştırmacılar tarafından ofiyolitlerin masifin üzerine yerleşme zamanını sınırlandırmak için delil olarak kullanılmıştır. Örneğin, Köksal ve diğ., (2012) Ağaçören granitoyiti üzerinde yaptığı çalışmasında granitik kayaçlardan 84-74 My (Santoniyen-Kampaniyen) arasında değişen zirkon yaşları elde etmişlerdir. Bu granitlerin çarpışma sonrası granitler olduğunu öne sürmüş ve buna göre ofiyolit yerleşmesinin Santoniyen öncesinde olduğunu vurgulamışlardır.



Şekil 8.13. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığında yer alan başkalaşım, granitoyid sokulumları ve ofiyolitlerin oluşum zamanlarını gösterir grafik

Şekil 8.13'de görüldüğü üzere ofiyolitik kayaçların oluşum zamanları yaklaşık 90-93 My arasında değişmektedir. Metamorfik kayaçları ve ofiyolitleri kesen granitoyid

sokulumlarından elde edilen en yüksek oluşum yaş verisi yaklaşık 85 My'dan başlamakta olup, en düşük yaş verisi yaklaşık 64 My ile temsil edilmektedir (Şekil 8.13). Masifin başkalaşım süreçlerinin ise 84-55 My arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 8.13). Bu yaş verileri ofiyolitlerin masif üzerine yaklaşık 85 My civarında yerleşmiş olabileceğine işaret etmektedir. Bu durum OAKK'nda gerçekleşen magmatizma ve metamorfizma süreçlerinin yaklaşık eş zamanlı olarak başladığını göstermektedir (Şekil 8.13).

Çalışma sahası içerisinde yer alan ve Orta Anadolu Ofiyolitleri ile kıyaslanan ofiyolitik kayaçlar Felahiye bölgesinde gözlenmektedir. Bu alanda yüzlek veren ofiyolitik kayaçlar ağırlıklı olarak ofiyolitin manto ve kabuk bölümünden meydana gelmektedir. Söz konusu kayaçların gabrolarından bu çalışmayla elde edilen zirkonlardan 93.5 ± 0.5 My (Turoniyen) kristallenme yaşı alınmıştır. Yitim zonu üstü koşullarında oluşmuş olan ofiyolitten elde edilen yaş verisinin diğer ofiyolit kütleleriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca, bazı araştırmacılar tarafından Felahiye kuzeyindeki (Büyük Toraman ve civarı) ultramafik ve gabroyik kayaçlar, Orta Anadolu Kristalin Karmaşığına ait metamorfite kesen sokulumlar olarak tanımlanmıştır (İlbeyli, 1993; Özaksoy ve Gökten, 1996). Bu çalışma kapsamında elde edilen saha gözlemleri, jeokimyasal ve mineral kimyası analizleri ve radyometrik tarihlendirme verileri bu alandaki kayaçların sokulumdan ziyade masif üzerine yerleşmiş olan ofiyolit kütlesi olduğunu göstermektedir. Felahiye bölgesi içerisinde yer alan Obruk köyü ve civarındaki meta-gabro türü ofiyolitik kayaçlar yüzlek vermektedir. Söz konusu meta-gabroların iyi gelişmiş kıvrımlı ve makaslanma yapılarına sahip oldukları ve sünek davranış sergiledikleri saha çalışmalarlarıyla tespit edilmiştir. Meta-gabroların makaslanmış ve sünek davranış gösteren kesimlerinde mafik mineralindeki uzamalar ve makaslama yapıları arazide belirgin olarak görülebilmektedir. Meta-gabroların jeokimyasal özellikleri bu kayaçların kümülat karakterinde olduğunu göstermektedir. Çalışma sahası içerisinde yer alan meta-gabrolara Holland ve Blundy (1994) jeotermometresi uygulanmıştır. Buna göre meta-gabrolardan 664-870 °C değişen sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Yukarıda anlatılan Niğde mafik kompleksine ait meta-gabro türü ofiyolitik kayaçlar çalışma sahası içerisindeki meta-gabrolarla benzer dokusal özellikler sergilemektedirler. Söz konusu kayaçlar çalışma sahasındaki meta-gabrolarla benzer jeokimyasal karakter

sunmaktadırlar. Felahiye bölgesindeki meta-gabrolardan ayıklanan amfibol minerallerinden yapılan ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesiyle 69.4 ± 3.4 My'lık soğuma yaşı elde edilmiştir. Aynı alanda meta-gabroları kesen kuvars-monzonit kayacından bu çalışmayla 72.4 ± 1.9 My'lık zirkon kristallenme yaşı alınmıştır. Elde edilen yaşlar hata payları içerisinde birbirlerine çok yakın değerlere sahiptir. Bu durumun OAKK'nın farklı bölümlerindeki masife ait metamorfik kayalarda olduğu gibi meta-gabrolardaki amfibol minerallerinin kuvars-monzonit türü sokulumlara bağlı olarak tekrar ısısal süreçlere maruz kaldığını göstermektedir. Yukarıdaki aktarılan veriler göz önüne alındığında meta-gabroların bu dokusal özellikleri ise masif üzerine yerleşme esnasında meydana gelen ısısal olaylar ve tektonik süreçler neticesinde oluştuğu sonucuna ulaşılabilir.

8.4. İç Toros Okyanusu

İç Toros Okyanusu, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ile Anatolid-Toros blokları arasında var olduğu düşünülen Tetis Okyanusu'nun bir kolu olarak değerlendirilmektedir (ör. Görür ve diğ., 1984; 1998; Robertson, 2004; Kadioğlu ve diğ., 2006; Pourteau ve diğ., 2010; 2013; Sarıfakıoğlu ve diğ., 2013; Parlak ve diğ., 2013; Çinku ve diğ., 2016). Birçok araştırmacı tarafından bu okyanusal alanın var olup olmadığı konusu sorgulanmakta olup, bu konu üzerindeki tartışmalar günümüzde de devam etmektedir (ör. Gürer ve Aldanmaz, 2002; Robertson, 2004; Kadioğlu ve diğ., 2006; Hinsbergen ve diğ., 2016; Gürer ve diğ., 2016; Parlak ve diğ., 2013; Pourteau ve diğ., 2010; 2013; Çinku ve diğ., 2016). Bu bölümde İç Toros Okyanusunun varlığı veya yokluğu hakkında daha önceki çalışmalarda öne sürülen modellerle ilgili kıyaslamalar ve çalışma alanındaki farklı kayaç gruplarından elde edilen yeni verilerle birlikte bu modellerin değerlendirilmesi ve İç Toros Okyanusal alanıyla ilgili çıkarımlar sunulmuştur.

Toros Kuşağı Ofiyolitleri'nin oluşum ortam koşulları ve zamanları açısından birbirlerine oldukça benzer özelliklere sahip olmasına karşın, bu ofiyolitlerin Tetis okyanusal alanının hangi kolundan türedikleri konusunda farklı düşünceler ve modeller önerilmiştir. Bu farklı modellerin ve görüşlerin temelini, varlığı tartışmalı olan İç Toros okyanusu oluşturmaktadır. İç Toros okyanusunun varlığını kabul etmeyen araştırmacılar Toros kuşağı Ofiyolitleri'nin OAKK üzerinden aşarak

Torosların üzerine yerleştiğini, dolayısıyla OAKK ve Torosların üzerinde yer alan ofiyolitlerin tümünün İAE okyanusundan türediklerini kabul etmektedir (ör. Göncüoğlu ve diğ., 1994; Gürer ve Aldanmaz, 2002; Göncüoğlu, 2011; Tekin ve diğ., 2016; Sayıt ve diğ., 2017). İç Toros okyanusunun varlığını savunan araştırmacılar ise Toros kuşağı Ofiyolitleri'nin bir kısmının İAE okyanusal alanından türediklerini kabul etmelerine karşın OAKK güneyindeki ve doğusunda yer alan ofiyolitler ise İç Toros okyanusu ile ilişkili olduklarını öne sürmektedirler.

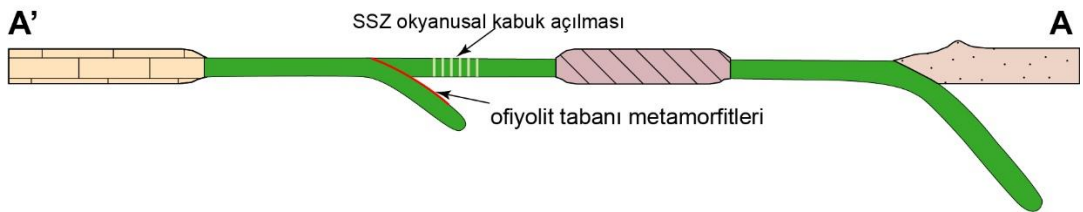
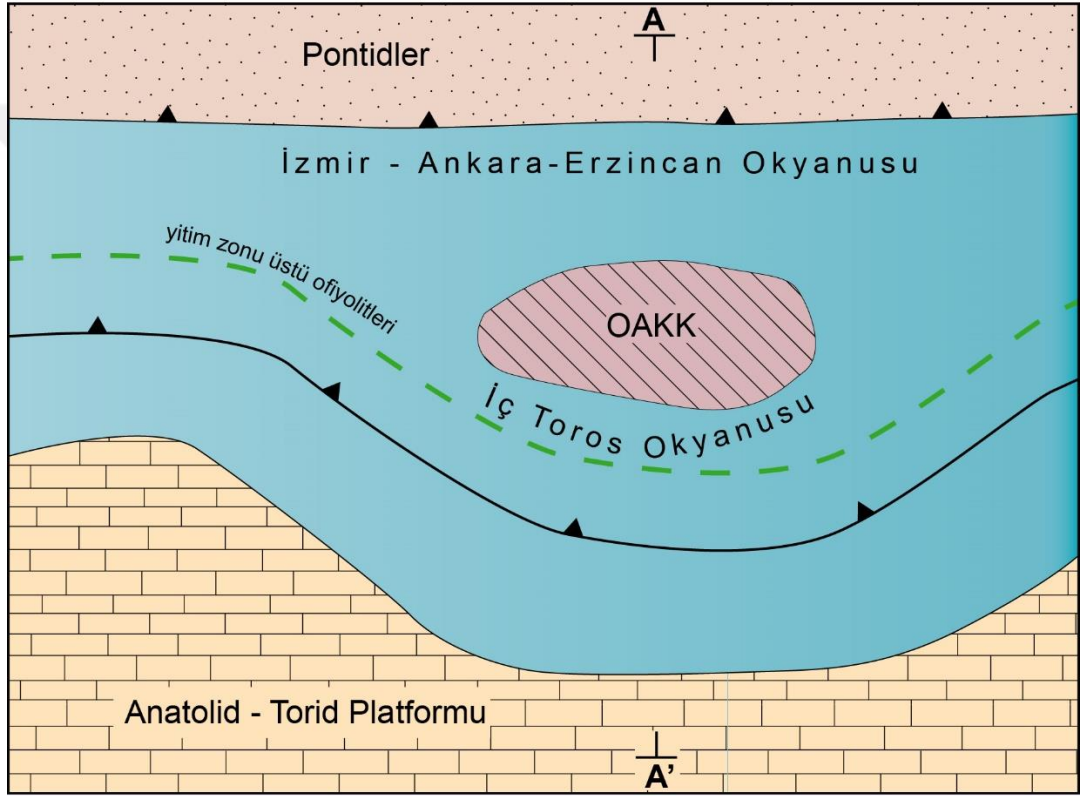
İç Toros okyanusu ile ilişkilendirilen ofiyolitlerin batıda yüzlek veren ofiyolitlere benzer olarak Geç Kretase döneminde İç Toros okyanusunun kuzeye doğru yitilmesiyle meydana geldiği savunulmaktadır (ör. Robertson, 2004; Pourteau ve diğ., 2010; Parlak ve diğ., 2013). Ayrıca, Toros kuşağı boyunca yüzlek veren ofiyolit tabanı metamorfizmlerinden gerçekleştirilen hassas jeokronolojik çalışmalarla ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) 91-94 My arasında değişen başkalaşım yaşları elde edilmiştir (ör. Parlak ve Delaloye, 1999; Dilek ve diğ., 1999; Çelik ve diğ., 2006). Son yıllarda, Pınarbaşı ve batısında yer alan ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarından elde edilen 104 My'lık Lu-Hf granat yaşları (Peters ve diğ., 2018; Pourteau ve diğ., 2019) bu kayaçların geliştiği okyanusal alan içerisinde yitim süreçlerinin göreceli olarak daha erken süreçte başladığını işaret etmektedir (Şekil 8.14). Bununla birlikte Hınzır Dağı'ndaki yitimle ilişkili meta-plajiyogranit daykından elde 101 My U-Pb zirkon kristallenme yaşları ofiyolit tabanı metamorfizmlerinin oluşumuna yaklaşık eş yaşlı okyanusal kabuk gelişiminin başladığını destekleyen bir diğer veri olarak değerlendirilebilir (Şekil 8.14). İç Toros Kenet kuşağını temsil ettiği düşünülen yitim zonu üstü ofiyolitlerinin (ör. Parlak ve diğ., 1996, 2002) kabuk kesiminden yapılan radyometrik tarihlendirmeler ise aynı ofiyolitik istiflere ait metamorfik taban kayaçlarına kıyasla daha geniş bir zaman aralığına sahiptir. Toros kuşağındaki yitim zonu üstü ofiyolitlerinden elde edilen kristallenme yaşları 101-88 My zaman aralığına karşılık gelmektedir. Ofiyolitik kayaçları ve ofiyolit taban metamorfizmlerini kesen dolerit dayk yaşlarının yaşlarının 65 My'a kadar ulaşması ise okyanus içi magmatik aktivitelerin bu dönemlere kadar devam ettiğini işaret etmektedir. Buna karşılık, OAKK üzerindeki ofiyolitler çok daha dar zaman aralığını karşılık gelen 90-93 My'lık oluşum yaşlarına sahip olup masife ait metamorfik kayaçlarla birlikte 80-85 My'lık Orta Anadolu granitleri tarafından kesilmektedirler. Bu sokulum kütlelerinden elde edilen yaşlar

ofiyolitik kayaçların yaklaşık 85 My ile 90 My arasındaki bir zaman diliminde OAKK üzerine yerleştiğini göstermektedir (Şekil 8.15). Diğer bir yandan, İç Toros okyanusal alanının var olmadığını ileri süren araştırmacılar OAKK üzerine ilk olarak yerleşen ofiyolitlerin MORB bileşiminde olduklarını ve masifin başkalaşım süreçlerini ve sokulum kütlelerini bu ofiyolitlerin yerleşmesiyle ilişkilendirmektedir (ör. Göncüoğlu ve diğ., 1997; Köksal ve diğ., 2004; 2012; 2013; Floyd ve diğ., 2001). Ancak, OAKK üzerinde tespit edilmiş mevcut ofiyolit kütlelerinin tümü yitim zonu üstü koşullarını yansıtmakta olup, aynı zamanda 80-85 My'lık granitoidler metamorfitle birlikte bahsi geçen bu ofiyolitleri kesmektedir. Dolayısıyla, düşünülen aksine yitim zonu üstü koşullarında oluşan ofiyolitlerin de yukarıda anlatılan süreç içerisinde (85- 90 My) masif üzerine yerleşmiş olmaları gerekmektedir. Diğer bir yandan İç Toros okyanusunun varlığını kabul etmeyen araştırmacılar Toros kuşağı boyunca yüzeyleyen tüm ofiyoliteri masifin üzerinden aşırarak OAKK güneyindeki Toroslar üzerine yerleştirmektedirler. Buna bağlı olarak hem OAKK üzerindeki ofiyolitlerin hem de Toros kuşağı ofiyolitlerinin İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal alanından türemiş aynı okyanusun parçası olduklarını öne sürmektedirler. Ancak, Toros kuşağı ofiyolitlerinin çok daha geniş bir zaman aralığında (yaklaşık 100-65 My) okyanus içi magmatik süreçlerinin devam ettiği elde edilen yaş verilerinden anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, OAKK üzerinde yer alan ofiyolitik kayaçlar ile İç Toros okyanusuyla ilişkilendirilen ofiyolitlerin farklı okyanusal içi süreçlere maruz kaldığı düşünüldüğünde bu ofiyolitlerin ayrı okyanusal kolun ürünlerini temsil ettikleri fikri akla gelmektedir.

Yukarıda da ifade edildiği üzere OAKK'ya ait metamorfitle ve ofiyolitleri kesen sokulum kütlelerinin üç farklı aşamayla temsil edilen, 85-65 My arasındaki dönem içerisinde meydana geldikleri genel kabul görmektedir (ör. Kadioğlu ve diğ., 2003; 2006; Köksal ve diğ., 2004; 2012; 2013; Boztuğ ve diğ., 2007). Granit sokulumlarının oluşum mekanizması açısından farklı düşüncelere sahip araştırmacılar, granitlerin oluşum süreçleri ve oluşan granit türleri konusunda fikir birliği içerisinde değildirler. Orta Anadolu Granitleri üzerine araştırmacılar arasındaki fikir ayrılığının en önemli nedeni, bu kayaçlardaki element davranışlarının nedeninin kabuksal kirlenmeden mi yoksa bir yitim etkisi sonucunda oluşan yay ürünleri mi olduğu konusundadır. Dolayısıyla, granitoid sokulum kütlelerinin jeokimyasal karakterlerine göre, bu kayaçların oluşum ortamları hakkında kesin bir kanıya varılabilmemesinin güç olduğu görülmektedir. İç

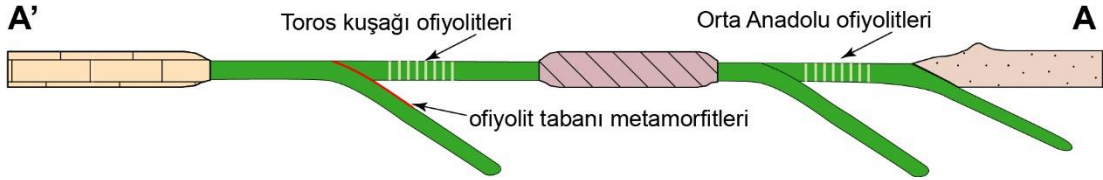
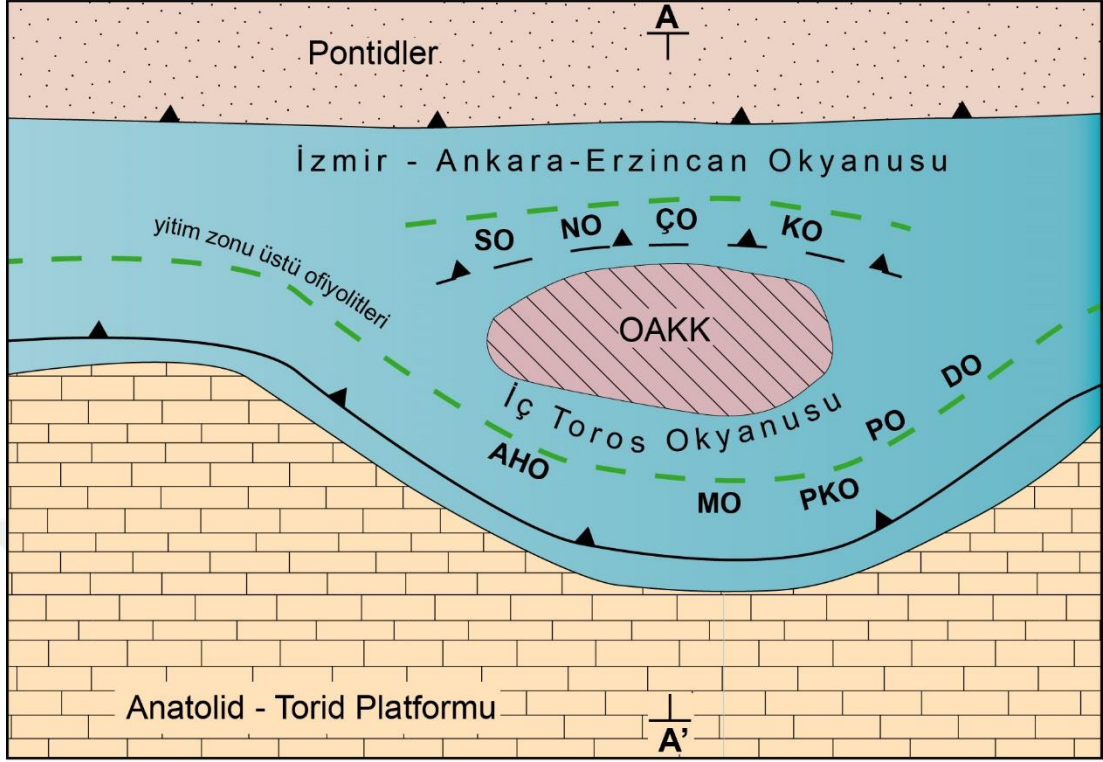
Toros okyanusunun varlığına veya yokluğuna dair çıkarımlar yapılabilmesi için granitlerin petrojenetik özelliklerinin tek başına yeterli olamayacağı düşünülebilir. Bu nedenle bu kayaların kökenlerine ilişkin çıkarımlar yapılabilmesi için Orta Anadolu Kristalen Karmaşığında ait metamorfik ve ofiyolitik kayaların, Afyon ve Tavşanlı Zonlarının OAKK doğusuna olan devamlılığı ve Toros kuşağı Ofiyolitleri'ne ilişkin yaş ve oluşum süreçlerine dair verilerin, bir bütün içerisinde değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

100 - 105 My



Şekil 8.14. İç Toros Okyanusal alanının evrimine ilişkin 105-100 My'lar arasındaki süreçleri gösteren tektonik model

90-93 My



Şekil 8.15. İç Toros Okyanusal alanının evrimine ilişkin 93-90 My'lar arasındaki süreçleri gösterir tektonik model

Tavşanlı ve Afyon Zonları'nda YB başkalaşım kayaçlarının varlığı İç Toros kenet zonunun varlığına dair en kuvvetli kanıtlardan biri olarak düşünülmektedir. (Dilek ve diğ., 1999; Pourteau ve diğ., 2010; 2013). Tavşanlı ve Afyon Zonları'nın batıdaki yüzleklerinin başkalaşım süreçlerinin İAE okyanusunun altında gerçekleştiğine dair fikir birliği bulunmaktadır (ör. Candan ve diğ., 2005; Göncüoğlu, 2011; Pourteau ve diğ., 2013; Hinsbergen ve diğ., 2016). Tavşanlı ve Afyon Zonları'nın doğuya doğru devam edildiğinde ise OAKK ile Toroslar arasında yer aldığı görülmektedir. Bu yüksek basınç zonlarının varlığı bölgedeki yitim süreçlerine dair sunulan en önemli kanıtlardır. Ancak, bu konuyla ilgili çıkarımlar ve yorumlar bu kayaçlardan analitik veri olmaksızın istisnel deneştirmeler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Diğer bir yandan İç Toros okyanusal alanının var olmadığını düşünen araştırmacılar OAKK'nın

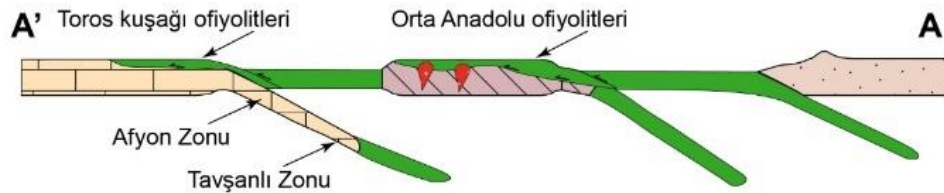
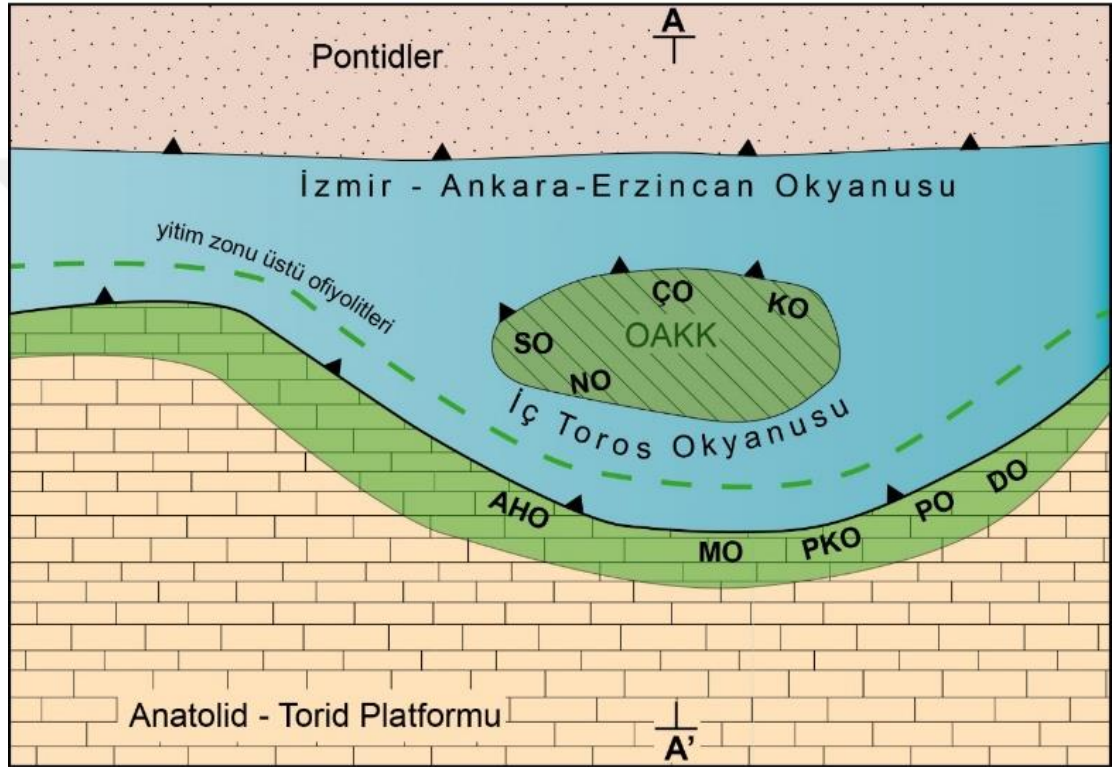
doğusundaki ve güneyindeki yüksek basınç/düşük sıcaklık başkalaşımı sunan kayaçların OAKK üzerinden aşarak mevcut konumuna gelmeleri konusuna dair açıklık getirmemektedir. Bir başka açıdan Toroslar ve OAKK arasında yitimle ilişkili kayaçların var olması bu iki alan arasında bir okyanusal kolun varlığına delil olarak düşünülebilir. Bazı araştırmacılar ise Tavşanlı zonu'na ait kayaçların OAKK'nın güneybatısında son bulunduğunu ve OAKK doğusuna kadar devam etmediğini düşünmektedirler (ör. Hinsbergen ve diğ., 2016). Ancak, Korumaz ve Hınzır dağlarından elde edilen yeni yaş ve basınç sıcaklık verileri Tavşanlı ve Afyon Zonları ile hem istifsel özellikler hem de başkalaşım yaşları açısından kıyaslanabilen kayaçların varlığını, dolayısıyla Tavşanlı ve Afyon Zonlarının OAKK'nın doğusuna kadar devam ettirdiğini göstermektedir.

Bu kayaçlardan çalışma sahası içinde elde edilen yaşlar yukarıda anlatıldığı üzere Afyon Zonu için yaklaşık 87 My, Tavşanlı Zonu için ise yaklaşık 77-60 My civarındadır. Hinsbergen ve diğ. (2016), diğer araştırmacılardan farklı olarak Orta Anadolu Masiflerini doğu batı gerilmeyle meydana gelen okyanusal kabuk açılmayla birlikte yitim zonunda başkalaşıma maruz kaldığını öne sürmektedir. Orta Anadolu Ofiyolitleri'ni ise İzmir-Ankara-Erzincan okyanusundan ziyade bu doğu batı açılmayla gelişen ofiyolitler olarak yorumlamışlardır. Diğer bir yandan söz konusu çalışmada öne sürülen modelde Tavşanlı Zonu'na ait kayaçların OAKK doğusuna devam etmediği düşünülmektedir. Ancak, bu çalışmayla elde edilen yeni yaş ve basınç-sıcaklık verileri Tavşanlı Zonu'na ait kayaçların OAKK doğusuna devam ettiğini göstermektedir. Ayrıca, yeni yaş verileriyle birlikte tüm yaşlar değerlendirildiğinde Afyon (87-65 My) ve Tavşanlı Zonlarının (90-60 My) eş zamanlı olarak yitim zonu içerisinde zirve başkalaşımını geçirdikleri görülmektedir. Bu durum Afyon ve Tavşanlı Zonları'nın yitim zonuna birlikte dahil oldukları ve benzer yaş konaklarında farklı derinliklerde yüksek basınç vurgulu zirve başkalaşıma maruz kaldıklarını işaret etmektedir.

Çalışma sahası içerisindeki Afyon ve Tavşanlı Zonları'ndan elde edilen radyometrik yaş verileri ve kuşak boyunca ofiyolitik kayaçlardan elde edilen diğer yaş verileriyle birlikte değerlendirildiğinde bu kayaçların yaklaşık 90-60 My arasında yitim zonunda olduklarını göstermektedirler (Şekil 8.16). Şayet bu YB kayaçları batıdaki gibi İAE okyanusal alanı içerisindeki yitim zonunda başkalaşıma uğramışlar ise, bu

kayaçların OAKK'nın üzerinden aşarak günümüz konumlarına ulaşmaları, OAKK'nın başkalaşım ve magmatizma süreçleri dikkate alındığında mümkün görünmemektedir. Sonuç olarak çalışma alanını da kapsayan OAKK ile Anatolit-Torid bloğu arasındaki alandan elde edilen ve yukarıda anlatılan tüm veriler değerlendirildiğinde, OAKK ile Anatolit-Torid bloğu arasında Tetis okyanusunun bir kolunu oluşturan İç Toros okyanusal alanının varlığına ihtiyaç olduğu önerilebilir (Şekil 8.16).

75-85 My



Şekil 8.16. İç Toros Okyanusal alanının evrimine ilişkin 85-75 My'lar arasındaki süreçleri gösteren tektonik model

9. SONUÇLAR

Doktora çalışma sahasının kuzeybatısındaki Felahiye ve güneydoğusundaki Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı bölgeleri arasında varlığı tartışmalı İç Toros Okyanusu'nun evrimsel süreçleriyle doğrudan ilgili farklı oluşum süreçlerine ve oluşum ortamlarına sahip ofiyolitik ve metamorfik kayalar yüzlek vermektedir. (i) Felahiye bölgesinde Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Akdağ masifi (ör. Akıman ve diğ., 1993; Yılmaz ve diğ., 1995; Göncüoğlu ve diğ., 1997; Fayon ve diğ., 2001) bölümüne ait Üst Kretase – Paleosen yaşlı bölgesel metamorfik kayalar, ofiyolitik kayalar ve bu kayaları kesen granitoid sokulumları geniş yüzlek alanlarına sahiptir. (ii) Tuzla Gölü bölgesinde Üst Kretase yaşlı ofiyolit manto ve kabuk bölümüne ait kayalar ve Üst Kretase – Paleosen yaşlı (Dirik ve diğ., 1999) olistostromal birim yer almaktadır. (iii) Çalışma sahasının orta bölümünde yer alan Hınzır Dağı ve Korumaz Dağı bölgeleri baskın olarak karbonatlı kayalardan oluşan ve Üst Kretase döneminde yitim zonunda yüksek basınç/düşük sıcaklık başkalaşımına uğramış düşük dereceli metamorfik istiften meydana gelmektedir. Ayrıca, bu bölgelerde Üst Kretase – Paleosen yaşlı ve istif benzer koşullarda (yüksek basınç / düşük sıcaklık) başkalaşım süreçlerine maruz kalmış metamorfik kayaç blokları barındıran metamorfik yığışım karmaşıkları yer almaktadır. (iv) Çalışma sahasının güneydoğusunda yer alan Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresinde ise, Üst Kretase oluşum yaşına sahip ofiyolitik dizinin manto ve kabuk bölümüne ait kayalar ve yığışım karmaşıkları yer almaktadır.

Doktora çalışma sahası içerisinde yapılan saha çalışmalarıyla bölgedeki kayaç gruplarının jeolojik haritaları hazırlanmıştır. Saha çalışmaları öncesindeki ön hazırlık sürecinde ASTER ve Landsat uydu görüntülerinin işlenmesiyle elde edilen görüntüler üzerinden uzaktan algılama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Uzaktan algılama çalışmalarında çeşitli bant kombinasyonlarıyla oluşturulan görüntüler üzerindeki haritalama işlemlerinin saha çalışmaları esnasındaki jeolojik haritalama süreçlerine dair önemli ölçüde kolaylıklar sağladığı görülmektedir.

Felahiye güneyinde yer alan bazik kökenli metamorfik kayalara ait amfibolit örneğinin hornblendlerinden $74.6 \pm 0.8 \text{ My } ^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ soğuma yaşı elde edilmiştir.

Bu amfibolit örneğindeki amfibol plajiyoklaz çiftlerinden yapılan termometrik hesaplamalarda, sıcaklık $710 \pm 10^\circ\text{C}$ olarak elde edilmiştir. Felahiye bölgesi sillimanit-granat-biyotitlerinden THERIAK-DOMINO ve geleneksel Jeotermobarometre yöntemleri kullanılarak basınç-sıcaklık (P-T) değerleri hesaplanmıştır. Sillimanit-granat-biyotitlerdeki zirve başkalaşımın P-T koşulları $640 \pm 50^\circ\text{C}$ ve 5.6 ± 1.7 kbar ve $660 \pm 30^\circ\text{C}$, 5.4 ± 0.7 kbar olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu kayalardan elde edilen ~ 4.5 kbar basınç ve $\sim 720^\circ\text{C}$ sıcaklık bu alandaki kayaların birden çok kez başkalaşım süreçlerine maruz kaldığını göstermektedir. Felahiye kuzeyinde, yer alan mikaşitlerdeki ak mika ve amfibolitlerdeki hornblentlerden sırasıyla 55 ± 0.3 My ve 61.3 ± 0.5 My'lık yaşlar elde edilmiştir. Elde edilen bu yaşlar hornblend ve ak mikaların kapanma sıcaklıkları ile (hornblend için $\sim 500-550^\circ\text{C}$, ak mika için $\sim 400^\circ\text{C}$; Harrison 1996) uyumlu olup soğuma yaşlarına karşılık gelmektedir. Bu çalışmayla elde edilen yeni yaş verileri Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'na ait metamorfik masifler içerisindeki en genç soğuma yaşlarını temsil etmektedir. Bununla birlikte P-T çalışmalarından elde edilen verilere de dayanarak bu kayaların granit sokuluma bağlı olarak meydana gelen ısısal olaylardan etkilenmiş olma olasılıkları düşünülmektedir. Felahiye bölgesindeki amfibolitlerin sıcaklık hesaplamalarında $\sim 700^\circ\text{C}$ 'lik değerler elde edilmiştir. Felahiye bölgesinde Orta Anadolu granitlerine ait sokulum kayaları granodiyorit, kuvars-monzonit ve granit bileşimindeki kayalarla temsil edilmektedir. Bahsi geçen bu granitik kayalar Felahiye bölgesinde hem ofiyolitik kayaları hem de metamorfik kayaları kesmektedir. Granitik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element jeokimyasal özellikleri, bu sokulum kayalarının açık bir şekilde I-tipi yay granitleri olduğunu göstermektedir. Granodiyoritlerden U-Pb zirkon tarihlendirmesiyle 78.3 ± 1.5 My ve kuvars-monzonitlerden ise 72.4 ± 1.9 My'lık zirkon kristallenme yaşları elde edilmiştir.

Çalışma sahası içerisinde yer alan ve Orta Anadolu Ofiyolitleri'nin bir parçası olan ofiyolitik kayalar Felahiye bölgesinde gözlenmektedir. Bu alanda yüzlek veren ofiyolitik kayalar ağırlıklı olarak ofiyolit manto ve kabuk bölümünden meydana gelmektedir. Kabuk bölümüne ait kayaların kümülat gabrolardan meydana geldikleri ve yitimle ilişkili jeokimyasal özelliklere sahip oldukları tespit edilmiştir. Söz konusu kayaların gabrolarından bu çalışmayla 93.5 ± 0.5 My zirkon kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen saha gözlemleri, petrografik ve jeokronolojik veriler bu alandaki kayaların masif üzerine tektonik

olarak yerleşmiş olan ofiyolit kütlesi olduğunu göstermiştir. Felahiye bölgesinde yer alan Obruk köyü ve civarında meta-gabro türü ofiyolitik kayaçlar yüzlek vermektedir. Söz konusu meta-gabroların iyi gelişmiş kıvrımlı ve makaslanma yapılarına sahip oldukları ve sünek davranış sergiledikleri saha çalışmalarıyla tespit edilmiştir. Meta-gabroların jeokimyasal özellikleri bu kayaçların kümülat karakterinde olduğunu göstermiştir. Meta-gabrolar için Holland ve Blundy (1994)'ün plajiyoklaz-amfibol jeotermometresi uygulanmıştır. Buna göre meta-gabrolardan 664-870 °C arasında değişen sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Meta-gabrolardan yapılan ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirmesiyle de 69.4 ± 3.4 My'lık amfibol soğuma yaşı elde edilmiştir. Aynı alanda meta-gabroları kesen kuvars-monzonit türü sokulum kütlesinden bu çalışmayla 72.4 ± 1.9 My'lık zirkon kristallenme yaşı alınmıştır. Elde edilen yaşlar hata payları içerisinde birbirlerine çok yakın yaş verileri sunmaktadır. Dolayısıyla, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın farklı bölümlerindeki metamorfik kayaçlarda olduğu gibi meta-gabrolardaki amfibol minerallerinin de bölgedeki granitoid sokulumlarına bağlı olarak ısıl olaylardan etkilendiğini ve bu süreçte kayaçların dokanak başkalaşımına maruz kaldığını göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında Korumaz Dağının Alt-Orta Triyas yaşlı kalk-fillitlerinden elde edilen ak mika mineralleri ^{40}Ar - ^{39}Ar tarihlendirme yöntemi için ayıklanmış ve 87 ± 2 My başkalaşım yaşı alınmıştır. Bu çalışmayla alınan yeni yaş verisi Afyon Zonu'nun zirve başkalaşım yaşı ile hata payları içinde uyumluluk sunmaktadır. Dolayısıyla, Korumaz ve Hınzır dağlarındaki Mesozoyik yaşlı kayaçlar istifsel özellikleri açısından Afyon Zonu'nun batıdaki alanlarıyla kısmen farklılıklar sunmasına rağmen başkalaşım zamanı ve koşulları açısından benzer özelliklere sahiptir. Dolayısıyla çalışma sahası içerisindeki Korumaz ve Hınzır Dağ bölgelerinde yüzlek veren metamorfik istiflerin Afyon Zonu'nun doğudaki devamı şeklinde yorumlanmıştır. Hınzır Dağı'nın kuzeyindeki metamorfik yığışım karmaşığındaki fillitlerin ak mika minerallerinden 74 ve 77 My başkalaşım yaşları elde edilmiştir. Ayrıca, Hınzır Dağı bölgesindeki metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki metamorfik lisvenitlerden yaklaşık 60 My başkalaşım yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi Tavşanlı Zonu'nun batıdaki yüzleklerinden elde edilen ve yaklaşık 60 'My'lık döneme kadar ulaşan başkalaşım zamanlarıyla kıyaslanmıştır. Korumaz ve Hınzır Dağı bölgesinde yer alan metamorfik yığışım karmaşıklarındaki mavişist fasiyesinde başkalaşımına uğramış bloklardan bu çalışma kapsamında 6-14 kbar ve 300-500 °C arasında değişen basınç sıcaklık koşulları elde edilmiştir. Dolayısıyla bu metamorfik

yığışım karmaşıkları jeolojik konumları ve başkalaşım özellikleri açısından Konya-Altıntekin yöresinde (Tuzla Gölü batısı) gözlenen ve Tavşanlı Zonu'nun bir bölümü olarak değerlendirilen Altıntekin melanji ile kıyaslanabilir özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmayla ilk defa elde edilen yeni yaş verileri söz konusu metamorfik yığışım karmaşıklarının Tavşanlı Zonu'nun doğudaki devamı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, Hınzır Dağı bölgesindeki metamorfik yığışım karmaşığı içindeki yitimle ilişkili meta-plajiyogranit bloğundan Alt Kretase ile Üst Kretase geçişine karşılık gelen 101 ± 1.6 My'lık zirkon kristallenme yaşı alınmıştır.

Bu çalışmayla Hınzır Dağı bölgesinde yer alan metamorfik yığışım karmaşığı içerisindeki fillitlere ait kırıntılı zirkonların U-Pb tarihlendirme analizlerinden 274 My ila 2757 My arasında değişen yaşlar elde edilmiştir. Söz konusu fillitin zirkonlarının Th/U oranları 0.2 ila 1.99 arasında değişmektedir. Bu durum kayaca ait zirkonların magmatik kökenli olduğuna işaret etmektedir. Elde edilen yaşların büyük bir bölümü Karbonifer dönemine karşılık gelmektedir. En genç kırıntılı zirkon analizleri ise 274 ± 5.3 ve 291 ± 6.9 My'dır. Bu durum kayacın çökelim yaşının Permiyen veya daha genç olabileceğini göstermektedir. Kırıntılı zirkonlardan elde edilen diğer yaş verileri ise Neo-proterozoyik, Mezo-proterozoyik, Paleo-proterozoyik, Kambriyen, Devoniyen, Silüriyen ve Neo-Arkeen dönemlerini yansıtmaktadır. Ayrıca, aynı kayaca ait ^{40}Ar - ^{39}Ar yöntemiyle tarihlendirilen ak mika minerallerinden 296.6 ± 4.5 My yaş elde edilmiştir. Bu durum kırıntılı zirkonlardan elde edilen genç zirkon yaşları da (274 ± 5.3 ve 291 ± 6.9) göz önüne alındığında ak mika minerallerinin de kırıntılı kökenli olabileceklerini düşündürmüştür. Bu kırıntılı zirkon yaş verilerinin ağırlıklı olarak Karbonifer dönemine karşılık geldiği tespit edilmiş olup, bu yaşların ise Afyon Zonu'nda yer alan Karbonifer granitlerinden türemiş olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sahasının güneydoğusunda yer alan Pınarbaşı ve Soğanlı Dağı çevresindeki ofiyolitler kaya çeşitliği ve dağılımı açısından Toros Kuşağı ofiyolitleriyle oldukça benzerlik sunmaktadır. Pınarbaşı bölgesindeki ofiyolitik kayaçlar baskın olarak ofiyolitik istifin manto bölümü kayaçlarından oluşmaktadır. Kabuksal kayaçlar ise kümülat gabrolar ile temsil edilmektedir. Pınarbaşı ofiyolitine ait manto ve kabuk kayaçlarından bu çalışma kapsamında yapılan tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası analizlerine göre, Pınarbaşı bölgesindeki ofiyolitlerin kuşak boyunca yer

alan diğer ofiyolitlerle benzer şekilde yitim zonu üstü koşullarında oluştuğu tespit edilmiştir.

Pınarbaşı Ofiyoliti'nin manto bölümünü kesen ve ilk kez bu çalışmayla tespit edilmiş olan plajiyogranit daykından 89.25 ± 0.87 My'lık U-Pb zirkon kristallenme yaşı alınmıştır. Bu yaş verisi Pınarbaşı Ofiyoliti'ne ait lökokratik (plajiyogranit) sokulum kayaçlarından elde edilen ilk okyanusal kabuk oluşum yaşını temsil etmektedir. Ayrıca, Soğanlı Dağı civarında yer alan yığılım karmaşığına aktarılmış serpantinitle içerisinde dolerit daykını kesen plajiyogranit daykları yine ilk kez bu çalışma içerisinde tespit edilmiştir. Bu plajiyogranitlerden yapılan U-Pb zirkon tarihlendirmesiyle 93 ± 10 My'lık ve 97.47 ± 0.25 My'lık kristallenme yaşları elde edilmiştir. Bu çalışmayla elde edilen yeni yaş verilerinin Toros kuşağı ofiyolitlerinin kabuk oluşum yaşlarıyla benzerlik sunduğu görülmektedir.

Tuzla Gölü bölgesindeki ofiyolitik kayaçlar ağırlıklı olarak ofiyolit manto bölümüne ait serpantinize peridotitlerle, kabuk kesimine ait bazalt ve çamurtaşlarıyla temsil edilmektedir. Ayrıca bu alandaki ofiyolitler dolerit, plajiyogranit ve andezit türü dayklar tarafından kesilmektedir. Bu ofiyolite ait plajiyogranitlerden U-Pb tarihlendirme yöntemiyle 92.1 ± 0.6 My'lık zirkon kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bununla birlikte, aynı ofiyolit kütlesi içerisinde serpantinileri kesen ve mavi amfibol (riebekit) içeren plajiyogranit daykından 82.8 ± 0.4 My'lık kristallenme yaşı alınmıştır. Aynı alandaki andezit daykından ise benzer minerallerin varlığı ortaya konulmuş ve bu riebekit türü alkali amfibollerin başkalaşımından ziyade oksidasyon neticesinde oluştuğu düşünülmüştür. Elde edilen yaş verisi ofiyolit oluşumunun geç evrelerinde ya da sonrasında gelişen bir sokulum olarak yorumlanmıştır. Pınarbaşı ofiyoliti tabanındaki metamorfitle başlıca amfibolit, kuvars-amfibolşist ve meta-bazalt türü kayaçlardan oluşmaktadır. Pınarbaşı ofiyolit tabanı metamorfitlelerinden yapılan jeokimyasal çalışmalar bu kayaçların kuşak boyunca gözlenen diğer ofiyolit tabanı metamorfitlelerine benzer şekilde E-MORB, N-MORB, OIB ve SSZ gibi farklı jeodinamik ortam koşullarından türediklerini göstermektedir. Pınarbaşı güneyindeki yığılım karmaşığı içerisinde derlenen amfibolit örneğinin tarihlendirmesinde 84 ± 5 My'lık soğuma yaşı elde edilmiştir. Elde edilen bu yaş verisi hata payı içerisinde bu kuşak boyunca elde edilmiş olan diğer ^{40}Ar - ^{39}Ar soğuma yaşlarıyla benzerlik sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında Pınarbaşı ofiyolitinin metamorfik taban kayaçlarına ait granat-amfibolitlerden ve granat-

kuvars-amfibol-şistlerden yapılan P-T çalışmalarından zirve başkalaşım koşullarının üst amfibolit ve granülit fasiyesi koşullarına karşılık gelen 9-14 kbar basınç ve 760-840 °C sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

Bu doktora çalışması kapsamında çalışma sahası içerisinde İç Toros Okyanusunun evrimsel süreçleriyle ilgili ofiyolitik ve metamorfik kayalardan elde edilen yeni veriler ışığında Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ile Toroslar arasında İç Toros okyanusal koluna ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

Abdeen M. M., Thurmond A. K., Abdelsalam M. G., Stern R. J., Application of ASTER band-ratio images for geological mapping in arid regions: The Neoproterozoic Allaqi Suture, Egypt, *Proceedings of GSA Annual Meeting*, Boston, 20–25 Şubat, 2001.

Abd El Ghaffar N. I., Ramadan A. A., Geochemistry and origin of alkaline granites at Wadi Umm Adawi-Yahmid area, south Sinai-Egypt, *Journal of African Earth Sciences*, 2018, **146**, 66-77.

Abrams M., The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER): Data products for the high spatial resolution imager on NASA's Terra platform, *International Journal of Remote Sensing*, 2000, **21**(5), 847-859.

Agard P., Yamato P., Soret M., Prigent C., Guillot S., Plunder A., Monié P., Plate interface rheological switches during subduction infancy: Control on slab penetration and metamorphic sole formation. *Earth and Planetary Science Letters*, 2016, **451**, 208-220.

Ai Y., A revision of the garnet-clinopyroxene Fe²⁺-Mg exchange geothermometer, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1994, **115**(4), 467-473.

Alpaslan M., Yıldızeli yöresi (Sivas batısı) metamorfitlelerinin petrolojik incelemesi, Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1993, 359.

Alkan A., Pınarbaşı ofiyoliti ve ofiyolit tabanı metamorfitlelerinin jeokimyasal özellikleri ve uzaktan algılama yöntemleriyle haritalanması, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019, 145.

Akal C., Candan O., Koralay O. E., Chen F., Oberhänsli R., Afyon Zonu'na ait olasılı Erken Triyas yaşlı metavolkaniklerin jeokimyası, jeokronolojisi ve tektonik ortamları, *TÜBİTAK, YDABÇAG – 103Y011*, 2007.

Akal C., Candan O., Koralay O. E., Oberhänsli R., Chen F., Prelevic D., Early Triassic potassic volcanism in the Afyon Zone of the Anatolides/Turkey: implications for the rifting of the Neo-Tethys, *International Journal of Earth Sciences*, 2011, DOI: 10.1007/s00531-011-0654-2.

Akal C., Candan O., Koralay O. E., Oberhänsli R., Chen F., Prelevic D., Early Triassic potassic volcanism in the Afyon Zone of the Anatolides/Turkey: implications for the rifting of the Neo-Tethys, *International Journal of Earth Sciences*, 2012, **101**(1), 177-194.

Akıman O., Erler A., Göncüoğlu M. C., Güleç N., Geven A., Türeli T. K., Kadioğlu, Y. K., Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the

Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications', *Geological Journal*, 1993, **28** (3-4), 371-382.

Aldanmaz E., Meisel T., Çelik Ö. F., Henjes-Kunst F., Osmium isotope systematics and highly siderophile element fractionation in spinel-peridotites from the Tethyan ophiolites in SW Turkey: Implications for multi-stage evolution of oceanic upper mantle, *Chemical Geology*, 2012, **294**, 152–164.

Amer R., Kusky T., Ghulam A., Lithological mapping in the central Eastern Desert of Egypt using ASTER data, *Journal of African Earth Sciences*, 2010, **56**(2), 75–82.

Andrew T., Robertson A. H., The Beyşehir-Hoyran-Hadim Nappes: genesis and emplacement of Mesozoic marginal and oceanic units of the northern Neotethys in southern Turkey, *Geological Society of London*, 2002, **159**, 529-543.

Ataman G., 1972. The preliminary study on the radiometric age of Cefalık Dağı that is one of the granitic–granodioritic bodies in SW of Ankara (in Turkish) *Journal of Hacettepe Natural and Applied Sciences*, 1972, **2**, 44–49.

Avcı E., Uysal İ., Akmaz R. M., Saka S., Ophiolitic chromitites from the Kızılyüksek area of the Pozantı-Karsantı ophiolite (Adana, southern Turkey): implication for crystallization from a fractionated boninitic melt, *Ore Geology Reviews*, 2017, **90**, 166-183.

Ayhan A., Lengeranlı Y., Yahyalı-Demirkazık (Aladağlar yöresi) arasının tektonostratigrafik özellikleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 1986, **27**, 31-45.

Bağcı U., Parlak O., Höck V., Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulate rocks from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey), *Geological Journal*, 2006, **41**(2), 193-219.

Bağcı U., Rızaoğlu T., Önal G., Parlak O., Petrology of the late Triassic mafic volcanic rocks from the Antalya Complex, southern Turkey: evidence for mantle source characteristics during the Neotethyan rifting, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2020, **29**(7), 1049-1072.

Baldwin J. A., Powell R., Brown M., Moraes R., Fuck R. A., Modelling of mineral equilibria in ultrahigh-temperature metamorphic rocks from the Anápolis–Itaçu Complex, central Brazil, *Journal of Metamorphic Geology*, 2005, **23**(7), 511-531.

Berman R. G., Aranovich L. Y., Pattison D. R. M., Reassessment of the garnet-clinopyroxene Fe-Mg exchange thermometer: II. Thermodynamic analysis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1995, **119**(1), 30-42.

Bhattacharya A., Mohanty L., Maji A., Sen S. K., Raith M., Non-ideal mixing in the phlogopite-annite binary: constraints from experimental data on Mg–Fe partitioning and a reformulation of the biotite-garnet geothermometer, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1992, **111**(1), 87-93.

Beccaluva L., Macciotta G., Piccardo G. B., Zeda O., Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator, *Chemical Geology* 1989, **77**, 165-182.

Bilgiç T., Terlemez İ., 1/100.000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Sivas-J36 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını*, 2007.

Bingöl E., Discussion on the metamorphic map of Turkey at scale of 1: 2500000 and geotectonic evolution of some metamorphic belts, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 1974, **83**, 130-138.

Bingöl A. F., Petrologie du Massif Ophiolitique de Pozanti-Karsanti (Taurus Cilicien, Turquie), Etude de la Partie Orientale, University of Strasbourg, Strasbourg, 1978.

Blumenthal M. M., Le Systeme structural du Taurus Sud-Anadolian, Livre a la MSmoire du Prof. P. Pallot da: Mem. hs-sâr., *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 1963, **11**(1), 611-662.

Bonnet G., Agard P., Angiboust S., Monié P., Fournier M., Caron B., Omrani J., Structure and metamorphism of a subducted seamount (Zagros suture, Southern Iran), *Geosphere*, 2020, **16**(1), 62-81.

Boztuğ D., Kırşehir bloğundaki Yozgat Batoliti doğu kesiminin (Sorgun güneyi) petrografisi, ana element jeokimyası ve petrojenezi, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 1994, **9**, 1-20.

Boztuğ D., Yılmaz S., Kesgin Y., İç-Doğu Anadolu alkalın provensindeki Kösedag plütunu (Suşehri-KD Sivas) doğu kesiminin petrografisi, petrokimyası ve petrojenezi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 1994, **37**, 1-14.

Boztuğ D., Post-collisional Central Anatolian alkaline plutonism, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 1998, **7**, 145-165.

Boztuğ D., S-I-A-type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia, Turkey, *Geological Society*, 2000, **173**, 407-424.

Boztuğ D., Jonckheere R. C., Apatite fission track data from central Anatolian granitoids (Turkey): constraints on Neo-Tethyan closure, *Tectonics*, 2007, **26** (3).

Boztuğ D., Temiz H., Jonckheere R., Ratsbacher L., Punctuated exhumation and foreland basin formation and infilling in (circum)-central Anatolia (Turkey) associated with the Neo-Tethyan closure, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2008, **17** (4), 673-684.

Boztuğ D., Turksever E., Heizler M., Jonckheere R. C., Tichomirowa M., ²⁰⁷Pb-²⁰⁶Pb, ⁴⁰Ar-³⁹Ar and apatite fission-track geothermochronology revealing the emplacement, cooling and exhumation history of the Karacayır Syenite (N Sivas), East-Central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Science*, 2009a, **18**, 109-125.

Boztuğ D., Güney Ö., Heizler M., Jonckheere R. C., Tichomirowa M., Otlı N., ²⁰⁷Pb-²⁰⁶Pb, ⁴⁰Ar-³⁹Ar and fission-track geothermochronology quantifying cooling

and exhumation history of the Kaman-Kırşehir region intrusions, central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Science*, 2009b, **18**, 85–108.

Boztuğ D., Jonckheere R. C., Heizler M., Ratschbacher L., Harlavan Y., Tichomirova M., Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, 2009c, **473**, 223–233.

Brunn J. H., Dumont J. H., Graciansky P., Gutnic M., Juteau T., Marcoux J., Monod O., Poisson A., Outline of the geology of the western Taurids Geology and History of Turkey, *Petroleum exploration Society of Libya*, Tripoli, 1971, 225-255.

Bucher K., Grapes R., Petrogenesis of metamorphic rocks. *Springer Science & Business Media*, 2011.

Burns L. E., The Border Ranges ultramafic and mafic complex, south central Alaska: cumulate fractionates of island arc volcanics, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1985, **22**, 1020-1038.

Cabanis B., Lecolle M., Le diagramme La/10–Y/15–Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series II*, 1989, **309**, 2023–2029.

Candan O., Çetinkaplan M., Oberhänsli R., Rimmelé G., Akal C., Alpine high-P/low-T metamorphism of the Afyon zone and implications for the metamorphic evolution of Western Anatolia, Turkey, *Lithos*, 2005, **84**, 102-124.

Candan O., Oberhänsli R., Dora O. Ö., Çetinkaplan M., Koralay O. E., Rimmelé G., Chen F., Akal C., Polymetamorphic evolution of the Pan-African Basement and Palaeozoic – Early Tertiary cover series of the Menderes Massif, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 2011, **142**, 121-165.

Candan O., Akal C., Koralay O. E., Okay A. I., Oberhänsli R., Prelević D., Mertz-Kraus R., Carboniferous granites on the northern margin of Gondwana, Anatolide-Tauride Block, Turkey–Evidence for southward subduction of Paleotethys, *Tectonophysics*, 2016, **683**, 349-366.

Chappell B. W., Aluminium saturation in I- and S-type granites and the characterization of fractionated haplogranites, *Lithos*, 1999, **46**, 535-551.

Chappell B. W., White AJR., I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, *Earth Sciences*, 1992, **83**, 1-26.

Clift P., Vannucchi P., Controls on tectonic accretion versus erosion in subduction zones: Implications for the origin and recycling of the continental crust, *Reviews of Geophysics*, 2004, **42**(2).

Clift P. D., Hartley A. J., Slow rates of subduction erosion and coastal underplating along the Andean margin of Chile and Peru, *Geology*, 2007, **35**(6), 503-506.

Coggon R., Holland T. J. B., Mixing properties of phengitic micas and revised garnet-phengite thermobarometers, *Journal of Metamorphic Geology*, 2002, **20**(7), 683-696.

Coleman R. G., What is an Ophiolite?, In *Ophiolites* (pp. 1-7). Springer, Berlin, Heidelberg, 1977.

Collins AS., Robertson AHF., Modes of Late Mesozoic Mid Tertiary compressional tectonics in south Tethys: evidence from the Lycian Nappes, southwest Turkey, *Terra Abstract*, 1995, **7**, 176.

Collins A. S., Robertson A. H., Lycian melange, southwestern Turkey: an emplaced Late Cretaceous accretionary complex, *Geology*, 1997, **25**(3), 255-258.

Collins A. S., Robertson A. H., Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey, *Journal of the Geological Society*, 1998, **155**(5), 759-772.

Collins A. S., Robertson A. H., Evolution of the Lycian Allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin, *Geological Journal*, 1999, **34**(1-2), 107-138.

Cowan R. J., Searle M. P., Waters D. J., Structure of the metamorphic sole to the Oman Ophiolite, Sumeini Window and Wadi Tayyin: implications for ophiolite obduction processes, *Geological Society, London*, 2014, **392**(1), 155-175.

Çelik, Ö. F., Delaloye, M. F., Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey, *Geological Journal*, 2003, **38**, 235–256.

Çelik Ö. F., Delaloye, M., Characteristics of ophiolite-related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic mélange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2006, **26**, 461–476.

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*, 2006, **143** (02), 1-15.

Çelik Ö. F., Delaloye M. 2006. Characteristics of ophiolite related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic mélange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2006, **26**, 461–476.

Çelik Ö. F., Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): implications for OIB type magma generation following slab break off, *Geological Magazine*, 2007, **144**, 849–866.

Çelik Ö. F., Chiaradia, M., Geochemical and petrological aspects of dike intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): a case study for the dike emplacement along the Tauride Belt Ophiolites, *International Journal of Earth Sciences*, 2008, **97**, 1151–1164.

Çelik Ö. F., Detailed geochemistry and K-Ar geochronology of the metamorphic sole rocks and their mafic dykes from the Mersin Ophiolite, Southern Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2008, **17**, 685–708.

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*, 2011, **509** (1-2), 120-134.

Çelik Ö. F., Chiaradia M., Marzoli A., Billor Z., Marschik R. The Eldivan ophiolite and volcanic rocks in the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone, Northern Turkey: geochemistry, whole-rock geochemical and Nd-Sr-Pb isotopic characteristics, *Lithos*, 2013, **172-173**, 31-46.

Çelik Ö. F., Chiaradia M., Marzoli A., Özkan M., Billor Z., Topuz, G., Jurassic metabasic rocks in the Kızılırmak accretionary complex (Kargı region, Central Pontides, Northern Turkey), *Tectonophysics*, 2016, **672-673**, 34-49.

Çelik Ö. F., Topuz G., Billor Z., Özkan M., Middle Jurassic subduction-related ophiolite fragment in Triassic accretionary complex (Mamu Dağı ophiolite, Northern Turkey), *International Geology Review*, 2019, **61** (16), 2021-2035.

Çetinkaplan M., Candan O., Oberhänsli R., Bousquet R., Pressure–temperature evolution of lawsonite eclogite in Sivrihisar; Tavşanlı Zone–Turkey, *Lithos*, 2008, **104** (1), 12-32.

Çinku M. C., Hisarlı Z. M., Yılmaz Y., Ülker B., Kaya N., Öksüm E., Özbey Z. Ü., The tectonic history of the Niğde-Kırşehir Massif and the Taurides since the Late Mesozoic: Paleomagnetic evidence for two-phase orogenic curvature in Central Anatolia, *Tectonics*, 2016, **35** (03), 772-811.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Sherlock S. C., Marzoli A., Altıntaş İ. E., Topuz G., Origin and geodynamic environments of the metamorphic sole rocks from the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (Tokat, northern Turkey), *International Geology Review*, 2016, **58** (15), 1839-1855.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Alkan A., Özkan M., Özyavas A., Distribution of rocks in Pınarbaşı Ophiolite from central Anatolia (Turkey) based on analysis of ASTER and Landsat-8 data, *Geological Journal*, 2020, **55**, 6810–6822.

Dale J., Holland T., Powell R., Hornblende–garnet–plagioclase thermobarometry: a natural assemblage calibration of the thermodynamics of hornblende, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2000, **140**(3), 353-362.

Dalkılıç H., Dönmez M., Akçay A. E., 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Yozgat-J35 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını*, 2007.

Dalkılıç H., Dönmez M., Akçay A. E., 2009a. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kayseri-K35 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını*, 2009a.

Dalkılıç H., Dönmez M., Akçay A. E., 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kayseri-L35 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını*, 2009b.

Daşçı H. T., Parlak O., Nurlu N., Billor Z., Geochemical characteristics and age of metamorphic sole rocks within a Neotethyan ophiolitic mélangé from Konya region (central southern Turkey), *Geodinamica acta*, 2015, **27**(4), 223-243.

Darin M. H., Umhoefer P. J., Palaeogene stratigraphy and chronology of the western Sivas Basin, central Anatolia (Turkey): Tectono-sedimentary evolution of a well-preserved basin along the northern Neotethys suture zone, *Basin Research*, 2020.

Davis P. B., Whitney D. L., Petrogenesis of lawsonite and epidote eclogite and blueschist, Sivrihisar Massif, Turkey, *Journal of Metamorphic Geology*, 2006, **24** (9), 823-849.

Davis P. B., Whitney D. L., Petrogenesis and structural petrology of high-pressure metabasalt pods, Sivrihisar, Turkey, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 2008, **156**, 217–241.

Davis P. B., Petrotectonics of lawsonite eclogite exhumation: Insights from the Sivrihisar massif, Turkey, *Tectonics*, 2011, **30**(1).

de Capitani C., Brown T.H., The computation of chemical equilibrium in complex systems containing non-ideal solutions, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1987, **51**, 2639–2652.

de Capitani C., Petrakakis K., The computation of equilibrium assemblage diagrams with Theriak/Domino software, *American Mineralogist*, 2010, **95**, 1006–1016.

Delibaş O., Y. Genç C. De Campos P., Magma mixing and unmixing related mineralization in the Karacaali Magmatic Complex, central Anatolia, Turkey, *Geol. Soc. London*, 2011, **350**, 149–173.

Dick H. J. B., Bullen T., Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpinetype peridotites and spatially associated lavas, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 1984, **86**, 54–76.

Dilek Y., Whitney, D. L., Counterclockwise PTt trajectory from the metamorphic sole of a Neo-Tethyan ophiolite (Turkey), *Tectonophysics*, 1997, **280**(3-4), 295-310.

Dilek Y., Thy P., Hacker B. Grundvig S. Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dike intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan ocean, *Geological Society of America Bulletin*, 1999, 111 (8), 1192-1216.

Dirik K., Göncüoğlu M. C., Kozlu H., Stratigraphy and pre-Miocene tectonic evolution of the southwestern part of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey, *Geological Journal*, 1999, 34, 303-319.

Dökmeci I., Akdağmadeni yöresinin jeolojisi, *MTA*, 1980, **6953**, 37.

Dönmez M., Akçay A. E., Türkecan A., 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kayseri K-34 paftası, No:49, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, 2005.

Droop G. T., Karakaya M. Ç., Eren Y., Karakaya N., Metamorphic evolution of blueschists of the Altınekin Complex, Konya area, south central Turkey, *Geological Journal*, 2005, **40**(2), 127-153.

Ekici T., Boztuğ D., Anatolid-Pontid çarpışma sisteminin pasif kenarında yer alan Yozgat batolitinde syn-COLG ve post-COLG granitoyid birlikteliği, *Geosound*, 1997, **30**, 519–538.

Elitok Ö., Drüppel K., Geochemistry and tectonic significance of metamorphic sole rocks beneath the Beyşehir- Hoyran ophiolite (SW-Turkey), *Lithos*, 2008, **100**, 322–353.

Ellis D. J., Green D. H., An experimental study of the effect of Ca upon garnet-clinopyroxene Fe-Mg exchange equilibria *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1979, **71**(1), 13-22.

Eren Y., Stratigraphy and geological evolution of the Bozdağlar Massif in the South of Ilgin and Sarayönü (Konya), *Karadeniz Technical University Department of Geology 30th Year Symposium Proceedings*, 1996, 694-707.

Eren Y., Kurt H., Rosselet F., Stampfli G. M., Palaeozoic deformation and magmatism in the northern area of the Anatolide block (Konya), witness of the Palaeotethys active margin, *Eclogae Geol. Helv.* 2004, **97**, 293–306.

Evans R. Fluids adsorbed in narrow pores: phase equilibria and structure, *Journal of Physics: Condensed Matter*, 1990, **2**(46), 8989.

Erkan E., Isogrades determined in the regional metamorphic area surrounding Kırşehir and their petrological interpretation, *Yerbilimleri*, 1976, **2**(1), 23-54.

Erkan E., Özer, S., Sümengen M., Terlemez T., 1978. Sarız-Şarkışla-Gemerek-Tomarza arasının temel jeolojisi, *MTA*, 6546, 1978.

Ernst W. G., Synthesis, stability relations, and occurrence of riebeckite and riebeckite-arfvedsonite solid solutions, *The Journal of Geology*, 1962, **70**(6), 689-736.

Fayon A. K., Whitney D. L., Dilek Y., Constraints on the Transition from Alpine Crustal Thickening to Extension in Central Anatolia, Turkey, *EOS (American Geophysical Union Transactions)*, 1999, **80**, F1065.

Fayon A. K., Whitney D. L., Teyssier C., Garver J. I., Dilek Y., Effects of plate convergence obliquity on timing and mechanisms of exhumation of a mid-crustal terrain, the Central Anatolian Crystalline Complex, *Earth and Planetary Science Letters*, 2001, **192**(2), 191-205.

Floyd P. A., Göncüoğlu M. C., Winchester J. A., Yalnız M. K., Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and

metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, *Geological Society, London*, 2000, **173**, 183-202.

Fornash K. F., Cosca M. A., Whitney D. L. Tracking the timing of subduction and exhumation using $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ phengite ages in blueschist-and eclogite-facies rocks (Sivrihisar, Turkey), *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2016, **171**(7), 67.

Gabr S., Ghulam A., Kusky T. Detecting areas of high-potential gold mineralization using ASTER data, *Ore Geology Reviews*, 2010, **38**(1), 59–69.

Gad S., Kusky T., ASTER spectral ratioing for lithological mapping in the Arabian-Nubian Shield, the Neoproterozoic Wadi Kid area, Sinai, Egypt, *Gondwana Research*, 2007, **11**(3), 326–335.

Gautier P., Bozkurt E., Bosse V., Hallot E., Dirik K., Coeval extensional shearing and lateral underflow during Late Cretaceous core complex development in the Niğde Massif, Central Anatolia, Turkey, *Tectonics*, 2008, **27**.

Gnos E., Peak metamorphic conditions of garnet amphibolites beneath the semail ophiolite: implications for an inverted pressure gradient, *Int. Geol. Rev.* 1998, **40**, 281–304.

Göçmengil G., Altıntaş E., Topuz G., Çelik Ö. F., Özkan M., Diverse tectonic settings of formation of the meta igneous rocks in the Jurassic metamorphic accretionary complexes (Refahiye, NE Turkey) and their geodynamic implications, *Geodinamica Acta*, 2013, **26**, 294-310.

Görür N., Oktay F. Y., Seymen I., Şengör, A. M. C., Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure, *Geological Society, London*, 1984, **17**(1), 467-482.

Görür N., Tüysüz O., Şengör A. M. C., Tectonic evolution of the central Anatolian basins, *International Geology Review*, 1998, **40** (9), 831-850.

Göncüoğlu M. C., Geochronological data from the southern part (Niğde area) of the Central Anatolian Massif. Mineral Research and Technical Institute of Turkey, *MTA Bulletin*, 1986, **105**(106), 83-96.

Göncüoğlu M. C., Toprak V., Kuscu I., Erler A., Olgun E., Geology of the western part of the Central Anatolian Massif. Part I: Southern section, *TPAO*, 2909, 1991.

Göncüoğlu C. M., Özcan A., Turhan N., Işık A., Stratigraphy of Kütahya region, *ISGB-92 Guide Book*, 1992.

Göncüoğlu M. C., Erler A., Dirik K., Yalınz K., 1994. Sivas Baseninin batısındaki temelin jeolojisi ve basen birimleri ile ilişkisi, *TPAO*, 3535, 1994.

Göncüoğlu M. C., Dirik K., Olgun E., Kuscu I., Kozlu H., Evolution of Central Kızılırmak Basin; a prototype of Tertiary basins in Central Anatolia, *Terra Abstracts* 1995, **5**, 275.

Göncüoğlu M. C., Dirik K., Kozlu H., General characteristics of pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey, *In Annales Geologique de Pays Hellenique*, 1997a, **37**, 515-536.

Göncüoğlu M. C., Yalınız M. K., Özgül L., Toksoy F., Orta Anadolu Ofiyolitlerinin Petrojenezini: İzmir-Ankara-Erzincan okyanus kolunun evrimine yaklaşım, *TÜBİTAK, YDABÇAG-085*, 1-61, 1997b.

Göncüoğlu M. C., Çapkınoğlu Ş., Guersu S., Noble P., Turhan N., Tekin U. K., Göncüoğlu Y., The Mississippian in the Central and Eastern Taurides (Turkey): constraints on the tectonic setting of the Tauride–Anatolide Platform, *Geologica Carpathica*, 2007, **58**(5), 427-442.

Göncüoğlu M. C., Kütahya-Bolkardağ Kuşağının Jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 2011, **142**, 142.

Green E. C. R., White R. W., Diener J. F. A., Powell R., Holland T. J. B., Palin R. M., Activity-composition relations for the calculation of partial melting equilibria in metabasic rocks, *Journal of Metamorphic Geology*, 2016, **34**, 845-869.

Gregory R. T., Gray D. R., Miller J. Mcl., Tectonics of the Arabian Margin associated with the Emplacement of the Oman Margin along the Ibra Transect: New Evidence from NE Saih Hatat, *Tectonics*, 1998, **17**, 57-670.

Guilmette C., Hébert R., Wang C. S., Villeneuve M., Geochemistry and Geochronology of the metamorphic sole underlying the Xigaze Ophiolite, Yarlung Zangbo Suture Zone, South Tibet, *Lithos*, 2009, **112**, 149–162.

Güleç N., Rb–Sr Isotope data from the Ağaçören granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications, *Turkish Journal of Earth Science* 1994, **3**, 39–43.

Güleç N., Kadioglu Y. K., Relative involvement of mantle and crustal components in the Ağaçören granitoid (central Anatolia-Turkey): Estimates from trace element and Sr-isotope data, *Chemie der Erde*, 1998, **58**, 23-37.

Gürer Ö. F., Aldanmaz E., Origin of the Upper Cretaceous–Tertiary sedimentary basins within the Tauride–Anatolide platform in Turkey, *Geological Magazine*, 2002, **139** (02), 191-197.

Gürer D., Hinsbergen D. J., Matenco L., Corfu F., Cascella A., Kinematics of a former oceanic plate of the Neotethys revealed by deformation in the Ulukışla basin (Turkey), *Tectonics*, 2016, **35**(10), 2385-2416.

Gürsoy Ö., Hybrid band combination for discriminating lithology of dunite in ultramafic rocks. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 2019, **47**, 1041–1049.

Gürsu S., Göncüoğlu M. C., Bayhan H., Geology and geochemistry of the pre-Early Cambrian rocks in the Sandikli area: implications for the Pan-African evolution of NW Gondwanaland, *Gondwana Research*, 2004, **7**(4), 923-935.

- Gürsü S., Göncüoğlu, M. C., Petrogenesis and tectonic setting of Cadomian felsic igneous rocks, Sandıklı area of the western Taurides Turkey, *International Journal of Earth Science*, 2006, **95**, 741-757.
- Hanson G. N., Gast P. W., Kinetic studies in contact metamorphic zones, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1967, **31**, 1119–53
- Harrison, T. M., Diffusion of ^{40}Ar in hornblende, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1981, **78**, 324–31.
- Harrison T. M., Célrier J., Aikman A. B., Hermann J., Heizler M. T., Diffusion of ^{40}Ar in muscovite, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2009, **73**(4), 1039-1051.
- Hasözbeğ A., Satır M., Erdoğan B., Akay E., Siebel, W., Early Miocene post-collisional magmatism in NW Turkey: geochemical and geochronological constraints, *International Geology Review*, 2011, **53**(9), 1098-1119.
- Hawkins J. W., Allan J. F., Petrologic evolution of Lau Basin sites 834 through 839, 135. *Ocean Drilling*, 1994.
- Harris N. B. W., Kelley S., Okay A. I., Post-collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1994, **117**, 241-252.
- Hebert R., Adamson A. C., Komor S. C., Metamorphic petrology of ODP 109, Hole 670A serpentinized peridotites. *Serpentinization at slow spreading ridge environment*, 1990, **106/109**, 103–115.
- Henry D. J., Guidotti C. V., Thomson, J. A., The Ti-saturation surface for low-to-medium pressure metapelitic biotites: Implications for geothermometry and Ti-substitution mechanisms, *American mineralogist*, 2005, **90**(2-3), 316-328.
- Hewson R. D., Cudahy T. J., Huntington J. F., Geologic and alteration mapping at Mt Fitton, South Australia, using ASTER satellite-borne data, *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2001, **2**(1), 724–726
- Hinsbergen V. D. J., Maffione M., Plunder A., Kaymakci N., Ganerød M., Hendriks, B. W., McPhee P. J., Tectonic evolution and paleogeography of the Kbox drawings light down and Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey, *Tectonics*, 2016, **35**(4), 983-1014.
- Hinsbergen V. D. J., Torsvik T. H., Schmid S. M., Mañenco L. C., Maffione M., Vissers R. L., Spakman W., Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic, *Gondwana Research*, 2020, **81**, 79-229.
- Holland T. J. B., Blundy J. D., Non-Ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagio- clase thermometry, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1994, **116**, 433–447.

Holland T. J. B., Powell R. T. J. B., An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest, *Journal of metamorphic Geology*, 1998, **16**, 309–343.

Holland T., Powell R., Activity-composition relations for phases in petrological calculations; an asymmetric multicomponent formulation, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2003, **145**, 492-501.

Holland T. J. B., Powell R., An improved and extended internally consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest, involving a new equation of state for solids, *Journal of Metamorphic Geology*, 2011, **29**, 333-383.

Idleman L., Cosca M. A., Heizler M. T., Thomson S. N., Teyssier C., Whitney D. L., Tectonic burial and exhumation cycles tracked by muscovite and K-feldspar $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ thermochronology in a strike-slip fault zone, central Turkey, *Tectonophysics*, 2014, **612–613**, 134–146.

Işık V. C., Lo H., Göncüoğlu, C., Demirel S., $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ ages from the Yozgat Batholith: Preliminary data on the timing of Late Cretaceous extension in the Central Anatolian Crystalline Complex Turkey, *Journal of Geology*, 2008, **116**, 510–526.

İlbeyli N., Petrography and petrology of the ultramafic-mafic rocks of the Felahiye (Kayseri) region, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 1993.

İlbeyli N., Pearce J. A., Thirwall M. F., Mitchell J. G., Petrogenesis of collision related plutonics in central Anatolia, Turkey, *Lithos*, 2004, **72**, 163–182.

İlbeyli N., Mineralogical–geochemical constraints on intrusives in central Anatolia, Turkey: tectono-magmatic evolution and characteristics of mantle source, *Geological Magazine*, 2005, **142**, 187–207.

İlbeyli N., Geochemical comparison of ultramafic-mafic cumulate rocks from the Central Anatolian ophiolites, Turkey, *International Geology Review*, 2008, **50**, 810–825.

İlbeyli N., Pearce J. A., Meighan I. G., Contemporaneous late Cretaceous calc-alkaline and alkaline magmatism in central Anatolia, Turkey: Oxygen isotope constraints on petrogenesis, *Turkish Journal of Earth Science*, 2009, **18**, 529–547.

Johnson K. T. M., Dic, H. J. B., Shimizu N., Melting in the oceanic upper mantle; an ion microprobe study of diopsides in abyssal peridotites, *Journal of Geophysical Research*, 1990, **95**, 2661–2678.

Juteau T., Ophiolites of Turkey, *Ofioliti*, 1980, **2**, 199–238.

Kaaden G., The significance and distribution of glaucophane rocks in Turkey, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 1966, **67**, 37-67.

Kadioğlu Y. K., Ates A., Güleç N., Structural interpretation of gabbroic rocks in Ağaçören Granitoid, Central Turkey: field observations and aeromagnetic data, *Geological Magazine*, 1998, **135**(02), 245–254

Kadıoğlu Y. K., Dilek Y., Güleç N., Foland K. A., Tectonomagmatic evolution of bimodal plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, *The Journal of geology*, 2003, **111**(6), 671-690.

Kadıoğlu Y. K., Dilek Y., Foland K. A., Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex, Turkey, *Geological Society of America*, 2006, **409**, 381-415.

Kalinowski A., Oliver S., ASTER mineral index processing manual. Remote Sensing Applications, *Geoscience Australia*, 2004, **37**, 36

Kara H. ve Dönmez, M., 1/100.000 ölçekli, Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir G17 Paftası, No:34, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, 1990.

Kavak K. Ş., Parlak O., Temiz H., Geochemical characteristics of ophiolitic rocks from the southern margin of the Sivas basin and their implications for the Inner Tauride Ocean, Central-Eastern Turkey, *Geodinamica acta*, 2017, **29**(1), 160-180.

Kaya O., Kozur H., Sadeddin W., Helvacı H., Late Norian conodont age for a metacarbonate unit in NW Anatolia, Turkey, *Geobios*, 2001, **34**, 527-532.

Kelemen P. B., Hanghøj K., Greene, A. R., One view of the geochemistry of subduction-related magmatic arcs, with an emphasis on primitive andesite and lower crust, *Treatise on geochemistry*, 2003, **3**, 659.

Keskin H., 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. Elbistan-K36 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını*, 2010.

Ketin İ., Anadolu'nun tektonik birlikleri, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 1966, **66**, 66.

Khan S. D., Mahmood K., Casey J. F., Mapping of Muslim Bagh Ophiolite complex (Pakistan) using new remote sensing, and field data, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2007, **30**(2), 333-343.

Koçak K., Işık F., Arslan M., Zedef V., Petrological and source region characteristics of ophiolitic hornblende gabbros from the Aksaray and Kayseri regions, central Anatolian crystalline complex, Turkey, *Journal Asian of Earth Science*, 2005, **25**, 883-891.

Kohn M. J., Spear F. S., Two new geobarometers for garnet amphibolites, with applications to southeastern Vermont, *American Mineralogist*, 1990, **75**(1-2), 89-96.

Köksal S., Romer R.L., Göncüoğlu M.C., Toksoy-Köksal F., Timing of post-collisional H-type to A-type granitic magmatism: U-Pb titanite ages from the Alpine central Anatolian granitoids (Turkey), *International Journal of Earth Sciences*, 2004, **93**, 974-989.

Köksal S., Toksoy-Köksal F., Göncüoğlu M. C., Zircon growth in distinct granitoid types: examples from Central Anatolian Granitoids, *59th Geological Congress of Turkey*, 2006, 271–272.

Köksal S., Göncüoğlu M. C., Sr and Nd isotopic characteristics of some S-, I- and A-type granitoids from Central Anatolia, *Turkish Journal of Earth Science*, 2008, **17**, 111–127.

Köksal S., Möller A., Göncüoğlu M. C., Frei D., Gerdes A., Crustal homogenization revealed by U-Pb zircon ages and Hf isotope evidence from the Late Cretaceous granitoids of the Ağaçören intrusive suite (Central Anatolia/Turkey), *Contrib Miner Petrology*, 2012, **163**, 725–743.

Köksal S., Toksoy-Köksal F., Göncüoğlu M. C., Möller A., Gerdes A., Frei D., Crustal source of the Late Cretaceous Satansari monzonite (Central Anatolia/Turkey) and its significance for the Alpine geodynamic evolution” *Journal of Geodynamics*, 2013, **65**, 82–93.

Köksal S., Toksoy-Köksal F., Göncüoğlu M. C., Petrogenesis and geodynamics of plagiogranites from Central Turkey (Ekecikdağ/Aksaray): new geochemical and isotopic data for generation in an arc basin system within the northern branch of Neotethys, *International Journal of Earth Sciences*, 2016, 1-23.

Köksal S., The Upper Cretaceous intrusive rocks with extensive crustal contribution in Hacımahmutuşağı Area (Aksaray/Turkey), *Geologica Carpathica*, 2019, **70**(3), 261-276.

Krogh E. J., The garnet-clinopyroxene Fe-Mg geothermometer- a reinterpretation of existing experimental data, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1988, **99**(1), 44-48.

Krogh-Ravna, E. J., The garnet-clinopyroxene Fe²⁺-Mg geothermometer: An updated calibration, *Journal of Metamorphic Geology*, 2000, **18**(2), 211–219.

Kulaksız S., Sivrihisar kuzeybatı yöresinin jeolojisi, *Yerbilimleri*, 1981, **8**, 103-124.

Ishii T., Robinson P. T., Maekawa H., Fiske M., Petrological studies from diapiric serpentine seamounts in the Izu-Ogazawara-Mariana forearc, 1994, 445–485.

Leake B. E., Woolley, A. R., Arps C. E. S., Birch W. D., Gilbert M. C., Grice J. D., Hawthopne F. C., Kato A., Kisch H. J., Krivovichev V. G., Linthout K., Laird J., Mandarino J., Maresch 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 amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names, *American Mineralogist*, 1997, **82**, 1019-1037.

Lefebvre C., The Tectonics of the Central Anatolian Crystalline Complex: A Structural, Metamorphic and Paleomagnetic Study, *Utrecht Studies in Earth Science*, 2011, **3**, 147.

Lefebvre C., Barnhoorn A., Van Hinsbergen D. J., Kaymakci N., Vissers, R. L., Late Cretaceous extensional denudation along a marble detachment fault zone in the Kırşehir massif near Kaman, Central Turkey, *Journal of Structural Geology*, 2011, **33**(8), 1220-1236.

Lefebvre C., Meijers M. J., Kaymakci N., Peynircioğlu A., Langereis C. G., Van Hinsbergen D. J. Reconstructing the geometry of central Anatolia during the late Cretaceous: Large-scale Cenozoic rotations and deformation between the Pontides and Taurides, *Earth and Planetary Science Letters*, 2013, **366**, 83-98.

Lefebvre C., Peters M. K., Wehrens P. C., Brouwer F. M., van Roermund, H. L., Thermal history and extensional exhumation of a high-temperature crystalline complex (Hirkadağ Massif, Central Anatolia), *Lithos*, 2015, **238**, 156-173.

Legeay E., Mohn G., Callot J. P., Ringenbach J. C., Ulianov A., Kavak K. S., The Pre-Obduction to Post-Obduction Evolution of the Sivas Ophiolite (Turkey) and Implications for the Precollisional History of Eastern Anatolia, *Tectonics*, 2019, **38**(6), 2114-2141.

Le Maitre R. W., Bateman P., Dudek A., Keller J., Lameyre J., 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, 193.

Leterrier J., Maury R. C., Thonon P., Girard D., Marchal M., Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleovolcanic series. *Earth and Planetary Science Letters*, 1982, **59**, 139-154.

Lian D., Yang J., Dilek Y., Liu F., Wu W., Xiong F., Geochemical, geochronological, and Sr-Nd isotopic constraints on the origin of the mafic dikes from the Pozanti-Karsanti Ophiolite: implications for tectonic evolution, *The Journal of Geology*, 2017, **125**(2), 223-239.

Lian D., Yan J., Dilek Y., Wiedenbeck M., Wu W., Rocholl A., Precambrian zircons in chromitites of the Cretaceous Aladag ophiolite (Turkey) indicate deep crustal recycling in oceanic mantle, *Precambrian Research*, 2020, **350**, 105838.

Liao Y., Wei C., Rehman H. U., Titanium in calcium amphibole: Behavior and thermometry, *American Mineralogist: Journal of Earth and Planetary Materials*, 2021, **106**(2), 180-191.

Lytwyn J. N., Casey J. F., The geochemistry of postkinematic mafic dike swarms and subophiolitic metabasites, Pozanti-Karsanti ophiolite, Turkey: Evidence for ridge subduction, *Geological Society of America Bulletin*, 1995, **107**, 830–850.

Ludwig K. R. Isoplot/EX 3. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Special Publication, 4 *Berkeley Geochronological Center*, 2003.

Maffione M., van Hinsbergen D. J., de Gelder G. I., van der Goes F. C., Morris A., Kinematics of Late Cretaceous subduction initiation in the Neo-Tethys Ocean

reconstructed from ophiolites of Turkey, Cyprus, and Syria, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 2017, **122**(5), 3953-3976.

Maniar P. D., Piccoli P. M., Tectonic discrimination of granitoids, *Geological society of America bulletin*, 1989, **101**(5), 635-643.

Metin S., Ayhan A., Papak İ., 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi Elbistan-İ22 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını*, 1990.

Miyashiro A., Nature of Alkalic Volcanic Rock Series, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 1978, **66**, 91-104.

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*, 2008, **451**, 7-39.

1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, *MTA Genel Müdürlüğü*, 2002.

Morimoto N., Nomenclature of pyroxene, *American Mineralogist*, 1988, **73**, 1123-1133.

Morris A., Anderson M. W., Omer A., Maffione M., Van Hinsbergen D. J., Rapid fore-arc extension and detachment-mode spreading following subduction initiation, *Earth and Planetary Science Letters*, 2017, **478**, 76-88.

Mulcahy S. R., Vervoort J. D., Renne P. R., Dating subduction-zone metamorphism with combined garnet and lawsonite Lu-Hf geochronology, *Journal of Metamorphic Geology*, 2014, **2**, 515-533.

Nakamura D., A new formulation of garnet-clinopyroxene geothermometer based on accumulation and statistical analysis of a large experimental data set, *Journal of Metamorphic Geology*, 2009, **27**(7), 495-508.

Ninomiya Y., Mapping quartz, carbonate minerals, and mafic ultramafic rocks using remotely sensed multispectral thermal infrared ASTER data, *Thermosense*, 2002, **4710**(1), 1-12.

Ninomiya Y., Rock type mapping with indices defined for multispectral thermal infrared ASTER data: Case studies, *Proceedings of SPIE*, 2003, **4886**, 123-132.

Ninomiya Y., Lithologic mapping with multispectral ASTER TIR and SWIR data, *Proceedings of SPIE*, 2004, **5234**, 180-190.

Ninomiya Y., Fu, B., Cudahy, T. J., Detecting lithology with advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) multispectral thermal infrared radiance at-sensor data, *Remote Sensing of Environment*, 2005, **99**(1), 127-139.

Nurlu N., Türkmen S., Şimşek G., Stepanov, A. S., Geochemistry and zircon U-Pb geochronology constrains late cretaceous plagiogranite intrusions in Mersin ophiolite complex (southern Turkey), *Arabian Journal of Geosciences*, 2018, **11**(23), 1-24.

- Okay A. I., Incipient blueschist metamorphism and metasomatism in the Tavşanlı region, northwest Turkey, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1982, **79**, 361-367.
- Okay A. I., Distribution and characteristics of the north-west Turkish blueschists, *Geological Society London*, 1984, **17**(1), 455-466.
- Okay A. I., High-pressure/low-temperature metamorphic rocks of Turkey, *Geological Society of America Memoirs*, 1986, **164**, 333-347.
- Okay A. I., Kelley S. P., Tectonic setting, petrology and geochronology of jadeite+glaucofane and chloritoid+glaucofane schists from northwest Turkey, *Journal of Metamorphic Geology*, 1994, **12**, 455-466.
- Okay A. I., Satir M., Maluski H., Siyako M., Moni, P., Metzger R., Akyüz, S., Paleo- and Neo-Tethyan events in northwestern Turkey: geologic and geochronologic constraints, *World and Regional Geology*, 1996, **1**(8), 420-441.
- Okay A. I., Harris N. B. W., Kelley S. P., Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey, *Tectonophysics*, 1998, **285**, 275-299.
- Okay A. I., Tüysüz O., Tethyan sutures of northern Turkey, *Geological Society London*, 1999, **156**(1), 475-515.
- Okay A. I., Tansel İ., Tüysüz O., Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey' *Geological Magazine*, 2001, **138**, 117-142.
- Okay A. I., Jadeite–chloritoid–glaucofane–lawsonite blueschists in north-west Turkey: unusually high P/T ratios in continental crust, *Journal of Metamorphic Geology*, 2002, **20**(8), 757-768.
- Okay A. I., Tectonics and High Pressure Metamorphism in northwest Turkey. *32nd International Geological Congress APAT Italy*, 56, 2004.
- Okay A. I., Geology of Turkey: a synopsis, *Anschnitt*, 2008, **21**, 19-42.
- Okay A. I., Satir M., Shang C. K., Ordovician metagranitoid from the Anatolide-Tauride Block, northwest Turkey: geodynamic implications, *Terra Nova*, 2008, **20**(4), 280-288.
- Okay A. I., Tavşanlı Zone: the northern subducted margin of the Anatolide–Tauride Block, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 2011, **142**, 191-221.
- Otten M. T., The origin of brown hornblende in the Artfjället gabbro and dolerites, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1984, **86**(2), 189-199.
- Otsuki M., Banno S., Prograde and retrograde metamorphism of hematitebearing basic schists in the Sanbagawa belt in central Shikoku, *Journal of Metamorphic Geology*, 1990, **8**(4), 425-439.

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

Özaksoy V., 1993. Özvatan (Kayseri) civarında Akdağ metamorfik masifi örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği. Yüksek Mühendislik Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1993.

Özaksoy V., Gökten E., Özvatan - Felahiye (Kayseri) dolayının stratigrafisi ve tektoniği, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 1996, **39**, 31-42.

Özcan A., Göncüoğlu C. M., Turhan N., Uysal S., Şentürk K., Late Paleozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağ Belt, *METU Journal of Pure Applied Sciences*, 1988, **21**, 211-220.

Özcan A., Göncüoğlu M. C., Turhan N., Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye Yöresinin Temel Jeolojisi, *MTA*, 1989, **8974**(8188), 142.

Özcan A., Göncüoğlu M. C., Turhan N., Şentürk K., Uysal S., Isik A., Konya-Kadinhanı-İlgin dolayının temel jeolojisi, *MTA* 9535, 1990.

Özdamar Ş., Billor M. Z., Sunal G., Esenli F., Roden M. F., First U-Pb SHRIMP zircon and $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ ages of metarhyolites from the Afyon-Bolkardağ Zone, SW Turkey: Implications for the rifting and closure of the Neo-Tethys, *Gondwana Research*, 2013, **24**(1), 377-391.

Özer S., Terlemez İ., Sümengen M., Erkan E., Pınarbaşı (Kayseri) Çevresindeki allohton birimlerin Stratigrafisi ve Yapısal durumları, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1984, **27**, 61-68.

Özer S., Özgen, İ. Ö., Correlation of the Upper Cretaceous sequences between Afyon Zone and Menderes massif based on the new palaeontological data (rudist and planktic foraminifer), *In 65th Geological Congress of Turkey*, 438-439.

Özgül N., Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerin önemi, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 1971, **14**(1), 75-87.

Özgül N., Arpat E., Structural units of Taurus orogenic belt and their continuation in the neighbouring regions, *Geological Society of Greece Bulletin*, 1973, **10**(1), 156-164.

Özgül N., Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1976, **19**, 65-78.

Özgül N., Turşucu A., Stratigraphy of the Mesozoic carbonate sequence of the Munzur mountains (Eastern Taurides), *MTA*, 1984, 173-180.

Özkan M., Çelik Ö. F., Özyavas A., Lithological discrimination of accretionary complex (Sivas, northern Turkey) using novel hybrid color composites and field data, *Journal of African Earth Sciences*, 2018, **138**(1), 75-85.

Özkan M., Çelik Ö. F., Soycan H., Çörtük R. M., Marzoli A., The Middle Jurassic and Early Cretaceous basalt-radiolarian chert association from the Tekelidağ Mélange, eastern İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (northern Turkey), *Cretaceous Research*, 2020, **107**, 104280.

Parlak O., Delaloye M., Bingöl E., Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey), *International Journal of Earth Sciences*, 1996, **85**, 647-661.

Parlak O., Delaloye M., Precise $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages from the metamorphic sole of the Mersin ophiolite (southern Turkey), *Tectonophysics*, 1999, **301**(1), 145-158.

Parlak O., Höck V., Delaloye M., The supra-subduction zone Pozanti–Karsanti ophiolite, southern Turkey: evidence for high-pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates, *Lithos*, 2002, **65**(1), 205-224.

Parlak O., Robertson A. H. F., The ophiolite-related Mersin Melange, southern Turkey: its role in the tectono-sedimentary setting of Tethys in the Eastern Mediterranean region, *Geological Magazine*, 2004, **141**, 257–286.

Parlak O., Yılmaz H., Boztuğ D. Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dykes of the Divriği ophiolite (Sivas, Turkey): evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2006, **15**(1), 25-45.

Parlak O., Karaoğlan F., Rızaoğlu T., Klötzli U., Koller F., Billor Z. U–Pb and ^{40}Ar – ^{39}Ar geochronology of the ophiolites and granitoids from the Tauride belt: Implications for the evolution of the Inner Tauride suture, *Journal of Geodynamics*, 2013, **65**, 22-37.

Parlak O., Dunkl I., Karaoğlan F., Kusky T. M., Zhan C., Wang L., Şimşek G., Rapid cooling history of a Neotethyan ophiolite: Evidence for contemporaneous subduction initiation and metamorphic sole formation, *Bulletin*, 2019, **131**(11-12), 2011-2038.

Parra T., Vidal O., Agard P. A thermodynamic model for Fe–Mg dioctahedral K white micas using data from phase-equilibrium experiments and natural pelitic assemblages, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2002, **143**(6), 706-732.

Pearce J. A., Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, *Andesites, 1st ed.*, Wiley and Sons, 525-548, 1982.

Pearce J. A., 1996. A users guide to basalt discrimination diagrams, Editor: Wyman D.A., Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration, *1st ed.*, Geological Association of Canada, 1996, 79-113.

Pearce J. A., Barker P. F., Edwards S. J., Parkinson I. J., Lea P. T., Geochemistry and tectonic significance of peridotites from the South Sandwich arc-basin system south Atlantic, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 2000, **139**, 36–53.

Pearce J. A., Immobile element fingerprinting of ophiolites, *Elements*, 2014, **10**(2), 101-108.

Peters K., van Hinsbergen D., van Roermund H., Brouwer F., Drury M. First pressure-and temperature estimates of the metamorphic sole of the Pinarbasi ophiolite, central Turkey, *EGUGA*, 2898, 2014.

Peters K., van Hinsbergen D., Smit M., van Roermund H., Brouwer F., Plunder A., Guilmette C., Magnitude and meaning of time lags between the formation and cooling of Neotethyan metamorphic soles from multi-chronology, *EGUGA 11957*, 2018.

Peccerillo A., Taylor S. R., Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 1976, **58**, 63-81.

Plunder A., Agard P., Chopin C., Okay A. I., Geodynamics of the Tavşanlı zone, western Turkey: Insights into subduction/obduction processes, *Tectonophysics*, 2013, **608**, 884-903.

Plunder A., Agard P., Chopin C., Pourteau A. Okay, A. I., Accretion, underplating and exhumation along a subduction interface: from subduction initiation to continental subduction (Tavşanlı zone, W. Turkey), *Lithos*, 2015, **226**, 233–254.

Plunder A., Agard P., Chopin C., Soret M., Okay A. I., Whitechurch, H. Metamorphic sole formation, emplacement and blueschist facies overprint: early subduction dynamics witnessed by western Turkey ophiolites, *Terra Nova*, 2016, **28**(5), 329-339.

Polat A., Casey J. F., A structural record of the emplacement of the Pozanti-Karsanti ophiolite onto the Menderes-Taurus block in the late Cretaceous, eastern Taurides, Turkey, *Journal of Structural Geology*, 1995, **17**(12), 1673-1688.

Polat A., Casey J. F., Kerrich R., Geochemical characteristics of accreted material beneath the Pozanti-Karsanti ophiolite, Turkey: Intra-oceanic detachment, assembly and obduction, *Tectonophysics*, 1996, **263**, 249–276.

Pour A. B., Hashim M., Hong J. K., Park Y., Lithological and alteration mineral mapping in poorly exposed lithologies using Landsat-8 and ASTER satellite data: North-eastern Graham Land, Antarctic Peninsula, *Ore Geology Reviews*, 2019, **108**, 112–133

Pournamdari M., Hashim M., Pour, A. B., Application of ASTER and Landsat TM data for geological mapping of Esfandagheh Ophiolite Complex, southern Iran, *Resource Geology*, 2014, **64**(3), 233–246

Pourteau A., Candan O., Oberhänsli R., High-pressure metasediments in central Turkey: Constraints on the Neotethyan closure history, *Tectonics*, 2010, **29**(5).

Pourteau A., Sudo M., Candan O., Lanari P., Vidal O., Oberhänsli R., Neotethys closure history of Anatolia: insights from ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology and P-T

estimation in high-pressure metasedimentary rocks, *Journal of Metamorphic Geology*, 2013, **31**(6), 585-606.

Pourteau A., Bousquet R., Vidal O., Plunder A., Duesterhoeft E., Candan O., Oberhänsli R., Multistage growth of Fe–Mg–carpholite and Fe–Mg–chloritoid, from field evidence to thermodynamic modelling, *Contrib Miner Petrol*, 2014, **168**, 1–25

Pourteau, A., Closure of the Neotethys Ocean in Anatolia: structural, petrologic and geochronologic insights from low-grade high-pressure metasediments, Afyon Zone, Doktora Tezi, 131, 2011.

Pourteau A., Scherer E. E., Schorn S., Bast R., Schmidt A., Ebert L., Thermal evolution of an ancient subduction interface revealed by Lu–Hf garnet geochronology, Halilbağı Complex (Anatolia), *Geoscience Frontiers*, 2019, **10**(1), 127-148.

Rajendran S., Nasir S., El-Ghali M., Alzebdeh K., Spectral signature characterization and remote mapping of Oman exotic limestones for industrial rock, *Resource Assessment Geosciences*, 2018, **8**, 145.

Rajendran S., Nasir S., Kusky T. M., Ghulam A., Gabr S., El-Ghali M. A., Detection of hydrothermal mineralized zones associated with listwaenites in central Oman using ASTER data, *Ore Geology Reviews*, 2013, **53**(1), 470–488.

Renne P. R., Swisher C. C., Deino A. L., Karner D. B., Owens T. L., DePaolo D. J., Intercalibration of standards, absolute ages and uncertainties in $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating, *Chemical Geology*, 1988, **145**, 117-152.

Radwany M. R., Whitney D. L., Brocard G., Umhoefer P. J., Teyssier C., Ophiolite gabbro from source to sink: a record of tectonic and surface processes in Central Anatolia, *Geosphere*, 2017, **13**, 1329–1358.

Radwany M., Morgan L. E., Whitney D. L., Conditions and timing of incorporation of ophiolite into orogenic crust during oblique convergence, Central Anatolia, *International Journal of Earth Sciences*, 2020, **109**(7), 2393-2406.

Robertso, A. H. F., Woodcock, N. H., Alakırçay Group, antalya complex, SW Turkey: A deformed Mesozoic carbonate margin, *Sedimentary Geology*, 1981, **30**(1-2), 95-131.

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

Robertson A. H. F., Waldron, J. W. F., Geochemistry and tectonic setting of Late Triassic and late Jurassic–Early Cretaceous basaltic extrusives from the Antalya Complex, SW Turkey. In *Proceedings of International Earth Science Congress on Aegean Regions*, 1990, **2**, 279-299).

Robertson A. H. F., Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region, *Lithos*, 2002, **65**, 1–67.

Robertson A., Development of concepts concerning the genesis and emplacement of Tethyan ophiolites in the Eastern Mediterranean and Oman regions, *Earth Science Reviews*, 2004, **66**, 331-387.

Robertson A. H., Parlak O., Ustaömer T., Melange genesis and ophiolite emplacement related to subduction of the northern margin of the Tauride–Anatolide continent, central and western Turkey, *Geological Society London*, 2009, **311**(1), 9-66.

Robertson A. H., Ustaömer T., Formation of the Late Palaeozoic Konya Complex and comparable units in southern Turkey by subduction–accretion processes: implications for the tectonic development of Tethys in the Eastern Mediterranean region, *Tectonophysics*, 2009, **473**(1-2), 113-148.

Robertson A. H., Ustaömer T., Role of tectonic-sedimentary melange and Permian–Triassic cover units, central southern Turkey in Tethyan continental margin evolution, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2011, **40**(1), 98-120.

Robertson A. H., Parlak O., Ustaömer T. Overview of the Palaeozoic–Neogene evolution of neotethys in the Eastern Mediterranean region (southern turkey, cyprus, Syria), *Petroleum Geoscience*, 2012, **18**(4), 381-404.

Robertson A. H. F., Parlak, O., Metin Y., Vergili Ö., Tasli K., İnan N., Soycan H., Late Palaeozoic–Cenozoic tectonic development of carbonate platform, margin and oceanic units in the Eastern Taurides, Turkey, *Geological Society London*, 2013, **372**(1), 167-218.

Rowan L. C., Mars J. C., Simpson C. J., Lithologic mapping of the Mordor, NT, Australia ultramafic complex by using the advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER), *Remote Sensing of Environment*, 2005, **99**, 105–126.

Rowan L. C., Mars J. C., Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) data, *Remote Sensing of Environment*, 2003, **84**, 350–366.

Sabins F., Remote Sensing: Principles and Interpretation, 2nd ed., *Remote Sensing, New York*, 1987.

Saka S., Uysal I., Akmaz R. M., Kaliwoda M., Hochleitner R., The effects of partial melting, melt–mantle interaction and fractionation on ophiolite generation: Constraints from the late Cretaceous Pozantı-Karsantı ophiolite, southern Turkey, *Lithos*, 2014, **202**, 300-316.

Saka S., Uysal I., Kapsiotis A., Bağcı U., Ersoy E. Y., Su B. X., Hegner E., Petrological characteristics and geochemical compositions of the Neotethyan Mersin ophiolite (southern Turkey): Processes of melt depletion, refertilization, chromitite formation and oceanic crust generation, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2019, **176**, 281-299.

Saka S., Okyanus ortası sırt ve yitim zonlarındaki kısmi ergime, ergiyik-peridotit etkileşim süreçleri ve okyanusal kabuk oluşumu: Aladağ Ofiyoliti (Adana, Güney Türkiye), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 221, 2020.

Sarıfakıoğlu E., Dilek Y., Winchester J. A., Late Cretaceous subduction initiation and Palaeocene–Eocene slab breakoff magmatism in South-Central Anatolia, Turkey, *International Geology Review*, 2013, **55**(1), 66-87.

Sayit K., Bedi Y., Tekin U. K., Göncüoğlu M. C., Okuyucu C., Middle Triassic back-arc basalts from the blocks in the Mersin Melange, southern Turkey: Implications for the geodynamic evolution of the Northern Neotethys, *Lithos*, 2017, **268**, 102-113.

Scholl D. W., von Huene R., Crustal recycling at modern subduction zones applied to the past—Issues of growth and preservation of continental basement crust, mantle geochemistry, and supercontinent reconstruction, *Geological Society of America Memoirs*, 2007, **200**, 9-32.

Seaton N. C. A., Whitney D. L., Teyssier C., Toraman E., Heizler M. T., Recrystallization of high-pressure marble (Sivrihisar, Turkey), *Tectonophysics*, 2009, **479**, 241-253.

Seaton N. C. A., Teyssier C., Whitney D. L., Heizler M. T., Quartzite and calcite microfabric transitions in a pressure and temperature gradient, Sivrihisar, Turkey, *Geodinamica Acta*, 2014, **26**, 191–206

Searle M., Cox J., Tectonic setting, origin, and obduction of the Oman ophiolite, *Geological Society of America Bulletin*, 1999, **111**(1), 104-122.

Seymen İ., Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması, *TJK Bülteni*, 1981, **24**(2), 101-108.

Sherif M. I., Ghoneim M. F., Heikal M. T. S., El Dosuky B. T., Perogenesis of granites, Sharm El-Sheikh area, South Sinai, Egypt: petrological constrains and tectonic evolution, *Mineralogy and Petrology*, 2013, **107**(5), 765-783.

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*, 2002, **196**(1), 17-33.

Sherlock S., Kelley S., Inger S., Harris N., Okay, A., ^{40}Ar - ^{39}Ar and Rb-Sr geochronology of high-pressure metamorphism and exhumation history of the Tavsanli Zone, NW Turkey, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1999, **137**(1-2), 46-58.

Smith A. G., Hurley A. M., Briden J. C. Phanerozoic Palecontinental World Maps, Cambridge, *Cambridge University Press*, 1981, 102.

Steiger R. H., Jäger E., Subcommittee on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology, *Earth and Planetary Science Letters*, 1977, **36**, 359-362.

Stern R. J., Reagan M., Ishizuka O., Ohara Y., Whattam, S., To understand subduction initiation, study forearc crust: To understand forearc crust, study ophiolites, *Lithosphere*, 2012, **4**(6), 469-483.

Strong D. F., Taylor, R. P., Magmatic-subsolidus and oxidation trends in composition of amphiboles from silica-saturated peralkaline igneous rocks. *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 1984, **32**(4), 211-222.

Sun S., McDonough W. F., Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, *Geology Society London*, 1989, **42**, 313-345.

Şengör A. M. C., Yılmaz Y., Tethyan Evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 1981, **75**, 181-241.

Şengör A. M. C., The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia, *Geological Society of America*, 1984, **195**, 1-74.

Şengör A. M. C., Tectonics of the Tethysides: orogenic collage development in a collisional setting, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 1987, **15**, 213.

Tatar S., Boztuğ D., 1998. Fractional crystallization and magmamingling/mixing processes in the monzonitic association in the SW part of the composite Yozgat batholith (Şefaati-Yerköy, SW Yozgat), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 1998, **7**, 215-230.

Tekeli O., Varol B., Gökten E., Sivas havzasının batı kesiminin jeolojisi (Tuzla gölü - Tecer dağı arası), *TPAO*, 3173, 1992.

Tekin U. K., Bedi Y., Okuyucu C., Göncüoğlu M. C., Sayit K., Radiolarian biochronology of upper Anisian to upper Ladinian (Middle Triassic) blocks and tectonic slices of volcano-sedimentary successions in the Mersin Mélange, southern Turkey: New insights for the evolution of Neotethys, *Journal of African Earth Sciences*, 2016, **124**, 409-426.

Tok T., Şenel M., Alan İ., Keskin H., Taptık A., Kop A., 2004. Yahyalı Napının Stratigrafik ve Yapısal Özellikleri ve Toros Kuşağı'nda Benzer Birimlerle Karşılaştırılması, 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 08-12 Mart 2004, 267-268.

Toksoy-Köksal F., Göncüoğlu M. C., Petrology of the Kurancali phlogopitic metagabbro: An island arc-type ophiolitic sliver in the Central Anatolian Crystalline Complex, *International Geology Review*, 2001, **43**, 624-639.

Tolluoğlu A. Ü., Erkan Y., Sümer E. Ö., Boyacı M. Yavaş F., The Pre-Mesozoic metamorphic evolution of the Afyon Metasedimentary Group, *Geological Bulletin of Turkey*, 1997, **40**(1), 1-17.

Topuz G., Okay A. I., Altherr R., Meyer H. P., Nasdala L., Partial high-pressure aragonitization of micritic limestones in an accretionary complex, Tavşanlı Zone, NW Turkey, *Journal of Metamorphic Geology*, 2006, **24**(7), 603-613.

Topuz G., Altherr R., Siebe, W., Schwarz W. H., Zack T., Hasözbeğ A., Şen C., Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: the Gümüşhane pluton (NE Turkey), *Lithos*, 2010, **116**(1-2), 92-110.

Topuz G., Çelik Ö. F., Şengör A. C., Altıntaş İ. E., Zac, T., Rolland Y., Barth M. Jurassic ophiolite formation and emplacement as backstop to a subduction-accretion complex in northeast Turkey, the Refahiye ophiolite, and relation to the Balkan ophiolites, *American Journal of Science*, 2013, **313**(10), 1054-1087.

Topuz G., Okay A. I., Prograde calcite to aragonite transformation in the Gümüşyeniköy micritic limestones (Tavşanlı, NW Turkey), *International Journal of Earth Sciences*, 2014, **103**(8), 2271-2272.

Ushioda M., Takahashi E., Hamada M., Suzuki T., Water content in arc basaltic magma in the Northeast Japan and Izu arcs: an estimate from Ca/Na partitioning between plagioclase and melt, *Earth Planets and Space*, 2014, **66**, 127.

Umhoefer P. J., Thomson S. N., Lefebvre C., Cosca M. A., Teyssie, C., Whitney, D. L., Cenozoic tectonic evolution of the Ecemiş fault zone and adjacent basins, central Anatolia, Turkey, during the transition from Arabia-Eurasia collision to escape tectonics, *Geosphere*, 2020, **16**(6), 1358-1384.

Ustaomer T., Ustaömer P. A., Robertson A. H., Gerdes, A. U-Pb-Hf isotopic data from detrital zircons in late Carboniferous and Mid-Late Triassic sandstones, and also Carboniferous granites from the Tauride and Anatolide continental units in S Turkey: implications for Tethyan palaeogeography, *International Geology Review*, 2020, **62**(9), 1159-1186.

Uysal İ., Ersoy E. Y., Karşlı O., Dilek Y., Sadıklar M. B., Ottley C. J., Meisel T., Coexistence of abyssal and ultra-depleted SSZ type mantle peridotites in a Neo-Tethyan Ophiolite in SW Turkey: Constraints from mineral composition, whole-rock geochemistry (major-trace-REE-PGE), and Re-Os isotope systematics, *Lithos*, 2012, **132**, 50-69.

Uysal I., Akmaz R. M., Saka S., Kapsiotis, A., Coexistence of compositionally heterogeneous chromitites in the Antalya-Isparta ophiolitic suite, SW Turkey: A record of sequential magmatic processes in the sub-arc lithospheric mantle, *Lithos*, 2016, **248**, 160-174.

Vergili Ö., Parlak O., Geochemistry and tectonic setting of metamorphic sole rocks and mafic dikes from the Pınarbaşı (Kayseri) ophiolite, Central Anatolia (Turkey), *Ophioliti*, 2005, **30**(1), 37-52.

Volesky J. C., Stern R. J., Johnson P. R., Geological control of massive sulfide mineralization in the Neoproterozoic Wadi Bidah shear zone, southwestern Saudi Arabia, inferences from orbital remote sensing and field studies, *Precambrian Research*, 2003, **123**(2), 235-247.

Von Huene, R., Scholl D. W., Observations at convergent margins concerning sediment subduction, subduction erosion, and the growth of continental crust, *Reviews of Geophysics*, 1991, **29**(3), 279-316.

Von Huene R., Ranero C. R., Vannucchi P., Generic model of subduction erosion, *Geology*, 2004, **32**(10), 913-916.

Wakabayashi J. Dilek Y., Spatial and temporal relations between ophiolites and their subophiolitic soles: a test of models of forearc ophiolite genesis, *Geological Society of America*, 2000, **349**, 53-64.

Wakabayashi J., Dilek Y., What constitutes 'emplacement' of an ophiolite?: mechanisms and relationship to subduction initiation and formation of metamorphic soles, *Geological Society, London*, 2003, **218**, 427-447.

Wakabayashi J., Ghatak A., Basu A. R., Supra-subduction-zone ophiolite generation, emplacement, and initiation of subduction: A perspective from geochemistry, metamorphism, geochronology, and regional geology, *Geological Society of America Bulletin*, 2010, **122**, 1548-1568.

White R. W., Powell R., Holland T. J. B., Worley B. A., The effect of TiO₂ and Fe₂O₃ on metapelitic assemblages at greenschist and amphibolite facies conditions: mineral equilibria calculations in the system K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-Fe₂O₃, *Journal of Metamorphic Geology*, 2000, **18**, 497-511.

White R. W., Powell R., Clarke G. L., The interpretation of reaction textures in Fe-rich metapelitic granulites of the Musgrave Block, central Australia: constraints from mineral equilibria calculations in the system K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-Fe₂O, *Journal of Metamorphic Geology*, 2002, **20**, 41-55.

White R. W., Powell R., Holland T. J. B., Progress relating to calculation of partial melting equilibria for metapelites, *Journal of metamorphic Geology*, 2007, **25**(5), 511-527.

White R. W., Powell R., Johnson, T. E., The effect of Mn on mineral stability in metapelites revisited: new a-x relations for manganese-bearing minerals, *Journal of Metamorphic Geology*, 2014, **32**, 809-828.

Whitney D. L., Dilek Y., Metamorphic and tectonic evolution of the Hırkadağ block, Central Anatolian Crystalline Complex, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 2001, **10**(1), 1-15.

Whitney D. L., Teyssier C., Dilek Y., Fayon A. K., 2001. Metamorphism of the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey: influence of orogen-normal collision vs. wrench-dominated tectonics on P-T-t paths, *Journal of Metamorphic Geology*, 2001, **19**(4), 411-432.

Whitney D. L., Teyssier C., Fayon A. K., Hamilton M. A., Heizler M., Tectonic controls on metamorphism, partial melting, and intrusion: Timing and duration of regional metamorphism and magmatism in the Niğde Massif, Turkey, *Tectonophysics*, 2003, **376**, 37–60.

Whitney D. L., Hamilton M. A., Timing of high-grade metamorphism in central Turkey and the assembly of Anatolia, *Journal of the Geological Society*, 2004, **161**, 823–828.

Whitney D. L., Davis P. B., Why are lawsonite eclogites so rare? Metamorphism and preservation of lawsonite eclogite, Sivrihisar, Turkey, *Geology*, 2006, **34**, 473–476

Whitney D. L., Evans B. W., Abbreviations for names of rock-forming minerals, *American mineralogist*, 2010, **95**, 185–187.

Wood D. A., Joron J. L., Treuil M., A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings, *Earth Plan. Sci. Lett.*, 1979, **45**, 326–36.

Woodcock N. H., Robertson A. H. F., Wrench and thrust tectonics along a Mesozoic–Cenozoic continental margin: Antalya Complex, SW Turkey, *Journal of the Geological Society*, 1982, **139**(2), 147–163.

Wu C. M., Calibration of the garnet–biotite–Al₂SiO₅–quartz geobarometer for metapelites. *Journal of Metamorphic geology*, 2017, **35**(9), 983–998.

Xiong Y., Khan S. D., Mahmood K., Sisson V. B., Lithological mapping of Bela Ophiolite with remote-sensing data, *International Journal of Remote Sensing*, 2011, **32**(16), 4641–4658.

Yalınz M. K., Floyd P. A., Göncüoğlu M. C., Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarikaraman ophiolite, Aksaray, Turkey, *Mineralogical Magazine*, 1996, **60**(5), 697–710.

Yalınz M. K., Göncüoğlu M. C., General geological characteristics and distribution of the Central Anatolian Ophiolites, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 1998, **20**, 19–30.

Yalınz K. M., Floyd P. A., Göncüoğlu M. C. Geochemistry of Volcanic Rocks from the Çiçekdağ, Ophiolite, Central Anatolia, Turkey, and Their Inferred Tectonic Setting within the Northern Branch of the Neotethyan Ocean, *Geological Society, London*, 2000, **173**(1), 203–218.

Yalınz K. M., Floyd P. A., Göncüoğlu C. M., Geochemistry of Volcanic Rocks from the Cicekdag, Ophiolite, Central Anatolia, Turkey, and their Inferred Tectonic Setting within the Northern Branch of the Neotethyan Ocean, *Geol. Soc. London*, 2000a, **173**, 203–218.

Yalınz M. K., Göncüoğlu, M. C., Oezkan-Altiner S. N., Formation and emplacement ages of the SSZ-type Neotethyan ophiolites in Central Anatolia, Turkey: Palaeotectonic implications, *Geological Journal*, 2000b, **35**, 53–68.

Yalınız M. K., Floyd P. A., Göncüoğlu M. C., Petrology and geotectonic significance of plagiogranite from the Sarikaraman ophiolite (Central Anatolia, Turkey), *Ofioliti*, 2000c, **25**, 31–37.

Yalınız M. K., A geochemical attempt to distinguish forearc and back arc ophiolites from the “supra-subduction” Central Anatolian ophiolites (Turkey) by comparison with modern oceanic analogues, *Ofioliti*, 2008, **33**, 119–129.

Yılmaz A., Uysal Ş., Bedi Y., Göç H., Aydın N., Akdağ Masıfı ve Dolayının Jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 1995, **117**(117).

Yılmaz H., Arıkal T. Yılmaz A., 2001, Güneş Ofiyolitinin (Divriği-Sivas) Jeolojisi, *54. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiriler Kitabı*, 2001.





EKLER

EK-A

Tablo A.1. Doktora çalışma sahası içerisinde derlenen örnekler için tanımlamalar ve GPS koordinatları

Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey	Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey
RA-001	Kalkfillit	36S	747219	4291814	RA-048	Mermer	37S	260940	4318701
RA-002	Kalkfillit	36S	750559	4290121	RA-049	Metabazit	37S	260940	4318701
RA-003	Metabazit	36S	751269	4292743	RA-050	Kalkfillit	37S	260735	4318753
RA-004	Metabazit	36S	751269	4292743	RA-051	Kalkfillit	37S	269280	4325203
RA-005	Metabazit	36S	751269	4292743	RA-052	Kalkfillit	37S	269280	4325203
RA-006	Kalkfillit	36S	744566	4285114	RA-053	Meta-plajiyogranit	37S	269101	4326289
RA-007	mermer	36S	744566	4285114	RA-054	Metabazit	37S	269101	4326289
RA-008	mermer	36S	744566	4285114	RA-060	Dolerit	37S	268818	4286027
RA-009	mermer	36S	744566	4285114	RA-062	Piroksenit	37S	268561	4286071
RA-010	mermer	36S	744566	4285114	RA-079	Serpantin	37S	275378	4280244
RA-013	Meta-gabro	37S	253563	4308281	RA-096	Amfibolit	37S	269542	4281271
RA-014	Lisvenit	37S	253177	4308279	RA-103	amfibolit	37S	269584	4281294
RA-015	Lisvenit	37S	253177	4308279	RA-110	Lisvenit	37S	268931	4282644
RA-016	Lisvenit	37S	253177	4308279	RA-113	Dolerit	37S	269550	4282659
RA-019	Lisvenit	37S	253382	4308421	RA-116	Metabazit	37S	279120	4282590
RA-020	Lisvenit	37S	253382	4308421	RA-127	Dolerit	37S	258560	4275063
RA-021	Lisvenit	37S	253382	4308421	RA-128	Kümülat gabro	37S	268319	4273386
RA-022	Lisvenit	37S	253382	4308421	RA-129	Dolerit	37S	268319	4273386
RA-024	Metabazit	37S	254476	4311469	RA-132	Kümülat gabro	37S	269228	4269885
RA-025	Dolerit	36S	740265	4315917	RA-136	Kümülat gabro	37S	267442	4272654
RA-026	Dolerit	36S	740296	4315952	RA-137	Kümülat gabro	37S	267442	4272654
RA-027	Dolerit	36S	740296	4315952	RA-139	Amfibolit	37S	267523	4272857
RA-028	Dolerit	36S	740527	4319091	RA-141	Amfibolit	37S	267446	4272697
RA-029	Dolerit	36S	740372	4319043	RA-146	Bazalt	37S	267298	4272612
RA-030	Dolerit	36S	740670	4319187	RA-149	Dolerit	37S	267676	4273132
RA-031	Serpantin	36S	726065	4338858	RA-151	Gabro	37S	270184	4271931
RA-032	Gabro	36S	726065	4338858	RA-153	Gabro	37S	262153	4266665
RA-033	Kümülat gabro	36S	726584	4339566	RA-142	Amfibolit	37S	267446	4272697
RA-035	Kümülat gabro	36S	726640	4338796	RA-144	Kuars-amfibolüst	37S	267446	4272697
RA-038	Granit	36S	719950	4319559	RA-147	Plajiyogranit	37S	267407	4272557
RA-039	Granit	36S	720081	4319374	RA-148	Dolerit	37S	267407	4272557
RA-041	Meta-gabro	36S	723236	4320437	RA-154	Bazalt	37S	261954	4266403
RA-042	Granit	36S	723236	4320437	RA-158	Kümülat gabro	37S	260155	4264514
RA-043	Granit	36S	723009	4320525	RA-163	Dolerit	37S	243832	4251386
RA-044	Granit	36S	723009	4320525	RA-166	Metabazit	37S	269086	4325141
RA-045	Granit	36S	723009	4320525	RA-168	Kalkfillit	37S	269576	4325796
RA-046	Mermer	37S	260940	4318701	RA-170	Metabazit	37S	269146	4326285

Tablo A.1. (Devam) Doktora çalışma sahası içerisinde derlenen örnekler için tanımlamalar ve GPS koordinatları

Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey	Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey
RA-174	Meta-plajiyogranit	37S	266575	4322683	RA-238	Volkanik	36S	739193	4322863
RA-176	Metabazit	37S	266575	4322683	RA-239	Harzburjit	36S	752217	4321870
RA-177	Metabazit	37S	266575	4322683	RA-240	Volkanik	36S	752214	4323177
RA-178	Metabazit	37S	263606	4317092	RA-241	Dolerit	36S	753139	4323903
RA-181	Meta-plajiyogranit	37S	266218	4320884	RA-243	Volkanik	36S	744218	4327843
RA-183	Metabazit	37S	267052	4321112	RA-245	Dolerit	36S	741088	4318312
RA-184	Metabazit	37S	267981	4313898	RA-246	Ultramafik	36S	740826	4318605
RA-186	metabazit	37S	260669	4313140	RA-248	Bazalt	36S	720090	4319535
RA-189	serpantinize peridotit	37S	253559	4308277	RA-250	Mikaşist	36S	720062	4319350
RA-190	Fillit	37S	253554	4308351	RA-251	Mikaşist	36S	720085	4319037
RA-191	Fillit	37S	253554	4308351	RA-252	Granit	36S	724068	4321179
RA-194	Metabazit	37S	253418	4308312	RA-253	Granit	36S	724068	4321179
RA-196	Metabazit	37S	254567	4312132	RA-254	Amfibolit	36S	725740	4321521
RA-198	Fillit	37S	254604	4312154	RA-255	Granit	36S	725740	4321521
RA-199	Meta-gabro	37S	254597	4312210	RA-257	amfibolit	36S	725740	4321521
RA-200	Metabazit	37S	256127	4313206	RA-258	katmanlı gabro	36S	725695	4321592
RA-201	Metabazit	36S	751648	4293069	RA-260	Granit	36S	725835	4322182
RA-202	Metabazit	36S	751763	4292979	RA-263	Meta-gabro	36S	725671	4321801
RA-203	Metabazit	36S	751763	4292979	RA-264	Meta-gabro	36S	725671	4321801
RA-204	meta-gabro	36S	751799	4292763	RA-266	granit	36S	725671	4321801
RA-206	Meta-plajiyogranit	36S	755063	4291153	RA-269	kümülat gabro	36S	723162	4320299
RA-207	Meta-plajiyogranit	36S	755063	4291153	RA-270	kümülat gabro	36S	723162	4320299
RA-208	meta-gabro	36S	755063	4291153	RA-271	metabazit	36S	723162	4320299
RA-213	Kalkfillit	36S	750468	4289768	RA-272	granit	36S	720158	4321431
RA-216	Plajiyogranit	36S	740914	4317184	RA-273	granit	36S	720179	4321426
RA-217	Andezit	36S	740914	4317184	RA-274	granit	36S	719908	4320289
RA-221	Dolerit	36S	740479	4324393	RA-275	granit	36S	719908	4320289
RA-222	Bazalt	36S	740479	4324393	RA-276	granit	36S	719908	4320289
RA-223	Bazalt	36S	738811	4319880	RA-277	Amfibolit	36S	719908	4320289
RA-225	Plajiyogranit	36S	738362	4318851	RA-279	granit	36S	720037	4320050
RA-227	Bazalt	36S	739071	4318434	RA-280	amfibolit	36S	720055	4320011
RA-228	Bazalt	36S	739071	4318434	RA-281	kümülat gabro	36S	718297	4321004
RA-229	Dolerit	36S	739362	4318222	RA-283	Mikaşist	36S	716429	4320335
RA-230	Plajiyogranit	36S	739119	4318343	RA-284	meta-gabro	36S	726556	4339151
RA-231	Dolerit	36S	739119	4318343	RA-285	kümülat gabro	36S	726556	4339151
RA-234	Granit	36S	738990	4318494	RA-288	kümülat gabro	36S	726572	4339016
RA-235	Bazalt	36S	738526	4318624	RA-291	kümülat gabro	36S	726579	4338931
RA-237	Fillit	36S	738215	4321035	RA-292	kümülat gabro	36S	727548	4338726

Tablo A.1. (Devam) Doktora çalışma sahası içerisinde derlenen örneklerle ait tanımlamalar ve GPS koordinatları

Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey	Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey
RA-295	kümülat gabro	36S	729136	4338362	RA-384	breş	36S	725990	4339104
RA-300	serpantinit	36S	727086	4337647	RA-385	serpantinit	36S	726018	4339127
RA-301	mikaşist	36S	724044	4341547	RA-386	mermer	36S	725957	4339077
RA-302	mikaşist	36S	725112	4342043	RA-387	gabro	36S	727123	4338742
RA-305	mikaşist	36S	726567	4342745	RA-389	katmanlı gabro	36S	725737	4321431
RA-306	Kalkşist	36S	726591	4342761	RA-390	gabro	36S	725737	4321431
RA-307	Mikaşist	36S	731045	4346527	RA-394	Dolerit	36S	718289	4320545
RA-308	Granat-mikaşist	36S	730565	4344694	RA-396	gabro	36S	715229	4319843
RA-313	Mikaşist	36S	729220	4327846	RA-399	granit	36S	729682	4329229
RA-314	Granat-mikaşist	36S	729088	4327694	RA-400	mikaşist	36S	729642	4329125
RA-319	amfibolit	36S	733498	4326668	RA-401	mikaşist	36S	729642	4329125
RA-321	amfibolit	36S	733498	4326668	RA-402	kireçtaşı	36S	728383	4328465
RA-324	metabazit	36S	740444	4294907	RA-404	Volkanik	36S	741342	4327741
RA-326	Gabro	36S	745725	5298925	RA-405	Volkanik	36S	742467	4328499
RA-329	Spinelli ultramafik	37S	255542	4287991	RA-408	Ultramafik	37S	260752	4275664
RA-331	gabro	37S	257018	4287597	RA-409	gabro	37S	268875	4274103
RA-333	serpantinize peridotit	37S	240430	4270694	RA-410	kromit	37S	268873	4274070
RA-334	dolerit	37S	239349	4270453	RA-413	Dünit	37S	261619	4269192
RA-342	metabazit	37S	252850	4308027	RA-414	harzburjıt	37S	261619	4269192
RA-351	Karbonat	37S	269220	4306440	RA-415	kromit	37S	261619	4269192
RA-357	Metabazit	37S	271075	4314712	RA-416	peridotit	37S	261619	4269192
RA-358	Metabazit	37S	271075	4314712	RA-417	breş	37S	261621	4268728
RA-360	Metabazit	37S	270033	4314022	RA-419	gabro	37S	255236	4266003
RA-361	Volkanik	37S	273134	4299009	RA-423	dünit	37S	274614	4279507
RA-364	Killi karbonat	37S	743693	4285794	RA-424	harzburjıt	37S	274606	4279287
RA-365	karbonat	36S	744360	4285774	RA-425	piroksenit	37S	274818	4279389
RA-366	Dolomitik mermer	36S	744680	4286211	RA-426	harzburjıt	37S	275510	4280340
RA-371	Karbonat	36S	754251	4286681	RA-427	bazalt	37S	271622	4279975
RA-372	Karbonat	36S	754251	4286681	RA-428	piroksenit	37S	266473	4280756
RA-376	Karbonat	36S	741562	4281316	RA-429	piroksenit	37S	266633	4280970
RA-377	Metabazit	37S	268660	4223453	RA-430	dünit	37S	266905	4280583
RA-378	Metabazit	37S	267452	4321832	RA-431	dünit	37S	266905	4280583
RA-379	fillit	37S	267452	4321832	RA-433	piroksenit	37S	266878	4280582
RA-380	Metabazit	37S	267452	4321832	RA-434	dünit	37S	266897	4280581
RA-381	amfibolit	36S	723224	7338751	RA-436	Metabazit	37S	240706	4292956
RA-383	Dokanak	36S	725990	4339104	RA-437	amfibolit	37S	263372	4283508

Tablo A.1. (Devam) Doktora çalışma sahası içerisinde derlenen örneklere ait tanımlamalar ve GPS koordinatları

Örnek	Kayaç Adı	Zon	Doğu	Kuzey
RA-441	gabro	37S	264289	4285195
RA-443	plajiyogranit	37S	267433	4272578
RA-444	gabro	37S	273842	4294529
RA-445	amfibolit	36S	756591	4255004
RA-447	Dolerit	36S	756662	4254997
RA-450	bazalt	36S	757603	4257310
RA-451	dünit	37S	241287	4249280
RA-452	Dünit	37S	241879	4250826
RA-453	harzburjit	37S	241879	4250826
RA-454	Dolerit	36S	749758	4242621
RA-464	gabro	37S	242427	4258816
RA-465	kümülat	37S	242228	4259027
RA-466	harzburjit	36S	761118	4262127
RA-467	dolerit	36S	759393	4265808
RA-472	plajiyogranit	37S	276799	4278263
RA-473	plajiyogranit	37S	276857	4278277
RA-477	Dolerit	36S	736862	4315474
RA-479	mikaşist	36S	719753	4339694
RA-480	amfibolit	36S	721310	4342041
RA-481	plajiyogranit	36S	739523	4318806
RA-482	amfibolit	37S	254501	4267045
RA-483	meta-plajiyogranit	37S	266237	4320840

EK-B

Tablo B.1. Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-004	RA-025	RA-027	RA-028	RA-030	RA-038	RA-041	RA-043	RA-045	RA-053	RA-054
SiO ₂	54.68	50.53	52.53	54.17	53.10	67.53	48.30	64.43	73.19	60.71	54.35
TiO ₂	1.79	0.37	0.84	0.87	1.26	0.47	0.10	0.44	0.13	1.22	1.32
Al ₂ O ₃	13.54	15.83	15.29	15.82	15.85	18.95	25.04	17.40	13.46	15.16	14.82
FeO	14.27	9.62	11.67	11.10	10.21	1.40	1.42	4.39	0.98	8.33	10.96
MnO	0.18	0.16	0.17	0.16	0.16	0.05	0.06	0.02	0.00	0.04	0.09
MgO	3.26	6.86	4.73	4.71	4.87	0.38	5.04	2.02	0.37	0.87	3.28
CaO	4.32	8.36	8.77	7.65	8.33	2.89	16.85	4.94	1.74	3.59	6.03
Na ₂ O	5.18	2.66	3.95	2.48	3.28	2.77	0.71	2.93	2.76	8.48	5.31
K ₂ O	0.95	2.03	0.27	0.28	0.51	5.15	0.57	1.95	5.73	1.01	0.28
P ₂ O ₅	0.101	0.008	0.025	0.040	0.082	0.054	0.001	0.072	0.011	0.191	0.107
Cr ₂ O ₃	0.001	0.031	0.007	0.002	0.023	0.002	0.275	0.018	0.001	0.003	0.006
LOI	1.78	4.41	2.42	3.42	2.17	1.27	1.37	1.16	1.70	1.38	3.35
Toplam	100.04	100.88	100.68	100.72	99.83	100.91	99.74	99.76	100.08	100.98	99.91
İz Elementler (ppm)											
V	305.53	216.62	381.86	284.40	236.68	17.26	56.00	100.86	9.82	13.98	396.04
Co	22.12	26.60	25.64	23.11	23.72	3.17	19.61	8.76	0.95	7.83	31.20
Ni	9.21	47.61	22.41	16.14	35.71	d.l.	153.90	3.27	d.l.	1.73	14.77
Cu	9.43	42.76	62.82	7.76	84.62	5.46	42.43	12.59	1.49	8.45	9.45
Zn	31.82	41.23	46.30	22.07	47.15	21.32	7.74	32.16	22.75	13.21	22.93
Rb	12.50	12.38	5.55	0.98	4.37	130.50	14.82	77.80	156.52	12.66	5.83
Sr	178.87	341.77	296.38	106.20	109.95	405.91	185.82	239.43	235.03	54.81	183.08
Y	31.96	9.86	16.37	17.91	28.63	7.53	1.77	8.83	6.08	57.10	34.05
Zr	73.90	9.34	21.20	33.07	67.69	226.91	3.27	75.55	104.60	143.89	69.53
Nb	1.13	0.30	0.44	0.49	0.82	5.29	0.04	4.15	6.41	2.20	2.07
Mo	1.00	1.11	1.58	1.32	0.55	1.97	10.25	1.39	4.21	4.41	7.08
Cs	0.19	9.45	2.96	0.27	0.15	2.68	0.82	3.27	2.51	0.30	0.21
Ba	30.32	58.14	102.28	20.55	30.72	1102.40	19.92	436.68	551.70	34.12	26.57
Sn	1.07	0.10	0.24	0.22	0.40	0.83	0.17	1.03	0.44	0.87	0.99
Sb	0.06	0.00	0.00	0.00	0.29	0.33	0.16	0.31	0.45	0.17	0.28
Pb	0.33	0.55	0.39	0.09	0.20	24.50	0.72	21.63	17.21	0.43	0.03
U	0.06	0.02	0.06	0.08	0.08	2.46	0.02	3.21	2.90	0.16	0.11
Ta	0.17	0.05	0.08	0.09	0.14	1.76	0.02	1.08	1.00	0.40	0.30
W	6.09	5.40	11.40	9.41	d.l.	33.15	18.80	30.77	10.29	0.63	19.51
Hf	3.27	0.67	1.32	1.87	3.39	10.26	0.17	4.02	5.54	8.07	2.53
Th	0.21	0.03	0.15	0.21	0.30	16.47	0.03	1.97	11.22	0.41	0.77
Nadir Toprak Elementleri (ppm)											
La	2.86	0.30	0.63	1.05	2.06	27.18	0.08	2.21	9.04	3.38	3.62
Ce	9.06	0.98	2.05	3.47	7.22	55.30	0.32	5.50	19.66	13.25	12.00
Pr	1.64	0.20	0.40	0.68	1.44	6.56	0.06	0.89	2.45	2.83	1.97
Nd	9.18	1.31	2.61	4.22	8.67	24.28	0.43	4.22	9.52	18.40	10.18
Sm	3.35	0.67	1.26	1.80	3.39	4.32	0.18	1.36	1.96	7.65	3.43
Eu	1.46	0.30	0.48	0.75	1.24	1.22	0.14	0.63	0.61	2.36	1.19
Gd	4.04	0.86	1.54	1.90	3.33	2.55	0.18	1.04	1.14	6.07	4.17
Tb	0.86	0.21	0.38	0.45	0.75	0.34	0.04	0.22	0.19	1.45	0.84
Dy	5.75	1.58	2.80	3.13	5.11	1.79	0.31	1.49	1.15	9.89	5.50
Ho	1.27	0.38	0.65	0.71	1.13	0.30	0.07	0.34	0.23	2.30	1.23
Er	3.89	1.23	2.08	2.24	3.49	0.85	0.20	1.08	0.71	7.45	3.70
Tm	0.56	0.19	0.32	0.34	0.51	0.12	0.03	0.17	0.11	1.09	0.54
Yb	3.76	1.32	2.16	2.28	3.35	0.83	0.18	1.21	0.78	7.49	3.44
Lu	0.59	0.21	0.36	0.37	0.53	0.14	0.03	0.20	0.13	1.26	0.53

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-096	RA-103	RA-113	RA-127	RA-128	RA-132	RA-137	RA-139	RA-141
SiO₂	45.92	41.12	48.86	50.77	44.64	45.96	55.91	50.94	47.99
TiO₂	1.23	2.95	1.74	1.56	0.23	0.08	1.38	0.92	0.65
Al₂O₃	13.77	13.80	16.24	14.99	21.81	16.31	12.60	15.27	13.86
FeO	10.00	17.70	12.68	11.70	8.02	3.20	2.19	10.89	9.88
MnO	0.15	0.37	0.18	0.16	0.09	0.05	0.00	0.17	0.20
MgO	10.26	8.57	6.72	4.06	5.86	9.83	5.24	6.37	12.07
CaO	12.81	12.52	9.96	9.86	15.89	16.20	15.31	9.74	10.95
Na₂O	2.90	1.14	3.09	3.30	0.90	1.11	4.77	2.47	1.49
K₂O	1.49	0.09	0.19	0.17	0.01	0.00	0.03	1.68	0.59
P₂O₅	0.104	0.203	0.067	0.098	d.l.	d.l.	0.075	0.076	0.022
Cr₂O₃	0.037	0.004	0.006	0.005	0.009	0.073	0.001	0.021	0.123
LOI	0.87	1.15	1.22	3.51	2.48	6.47	2.50	1.20	1.38
Toplam	99.55	99.61	100.95	100.18	99.94	99.29	99.92	99.76	99.06
V	305.76	413.18	550.10	400.34	593.55	85.15	269.99	256.96	218.89
Co	55.03	61.57	54.84	37.13	37.05	38.40	17.23	46.02	52.23
Ni	173.54	54.92	36.03	31.09	89.04	308.81	59.12	87.10	271.39
Cu	75.58	59.34	62.93	44.04	4.13	173.25	4.13	36.12	63.11
Zn	73.77	123.36	86.03	77.55	16.85	11.09	11.39	72.74	54.73
Rb	30.60	2.63	2.84	2.30	0.45	0.12	1.09	35.47	9.68
Sr	197.53	108.57	160.99	211.98	979.24	724.20	122.29	172.93	144.55
Y	25.19	34.35	20.67	29.22	2.54	2.09	16.25	19.97	15.45
Zr	56.48	56.59	57.40	95.17	5.23	2.08	17.47	52.53	30.12
Nb	2.72	7.96	0.81	1.51	0.64	0.03	0.73	1.50	1.91
Mo	9.67	1.46	1.05	0.84	2.60	0.36	0.81	1.14	0.93
Cs	0.87	0.08	0.07	0.07	0.07	0.00	0.06	0.07	1.06
Ba	326.52	33.33	28.65	30.09	36.23	28.18	2.71	230.66	356.71
Sn	0.58	0.57	0.52	0.77	0.02	d.l.	0.21	0.54	0.42
Sb	d.l.	0.03	0.08	d.l.	0.00	d.l.	d.l.	d.l.	d.l.
Pb	0.37	0.50	0.64	0.72	0.23	0.08	d.l.	1.29	0.82
U	0.05	0.22	0.05	0.07	0.02	d.l.	0.04	0.11	0.08
Ta	0.24	0.61	0.10	0.16	0.07	0.03	0.08	0.16	0.22
W	67.44	58.43	33.25	17.18	42.70	14.67	25.31	39.90	32.87
Hf	1.71	2.01	1.72	2.91	0.15	0.07	0.70	1.79	1.11
Th	0.26	0.11	0.14	0.28	0.09	0.00	0.03	0.12	0.28
La	2.88	1.98	1.83	3.34	0.44	0.03	0.46	2.04	1.92
Ce	7.78	6.52	5.69	10.05	0.80	0.15	2.04	5.41	4.77
Pr	1.24	1.24	0.96	1.70	0.09	0.04	0.44	1.00	0.67
Nd	6.59	7.34	5.42	9.19	0.38	0.37	2.94	5.59	3.37
Sm	2.25	2.86	1.94	3.25	0.13	0.17	1.36	2.05	1.31
Eu	0.89	1.41	0.82	1.23	0.13	0.12	1.06	0.95	0.60
Gd	3.43	4.14	2.93	4.22	0.22	0.27	1.98	2.95	1.99
Tb	0.67	0.88	0.57	0.80	0.05	0.06	0.42	0.58	0.42
Dy	4.44	5.79	3.68	5.21	0.41	0.40	2.99	3.82	2.89
Ho	0.96	1.29	0.82	1.14	0.10	0.09	0.67	0.87	0.65
Er	2.78	3.96	2.34	3.36	0.34	0.24	2.00	2.57	1.98
Tm	0.39	0.58	0.43	0.54	0.07	0.13	0.33	0.42	0.22
Yb	2.56	3.75	2.15	3.21	0.40	0.20	1.90	2.48	1.87
Lu	0.39	0.56	0.33	0.49	0.07	0.03	0.28	0.38	0.28

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-146	RA-147	RA-148	RA-149	RA-151	RA-153	RA-154	RA-155	RA-158	RA-163	RA-166
SiO ₂	53.55	75.92	51.12	50.68	47.34	48.47	50.53	52.49	49.39	51.54	52.75
TiO ₂	1.47	0.17	1.43	1.45	0.15	0.10	1.72	0.97	0.06	0.75	1.45
Al ₂ O ₃	17.83	12.49	14.60	14.72	17.95	18.95	13.83	14.46	19.12	15.06	13.79
FeO	7.97	3.30	13.16	11.93	4.38	7.97	13.29	9.98	6.79	9.21	12.85
MnO	0.23	0.03	0.17	0.18	0.06	0.14	0.19	0.14	0.12	0.13	0.15
MgO	1.64	0.27	5.16	5.58	10.76	8.04	5.73	6.08	9.39	6.83	3.48
CaO	4.62	1.63	6.24	7.02	15.13	12.90	6.15	7.48	10.03	10.70	3.68
Na ₂ O	5.99	4.58	4.31	5.19	1.43	1.04	4.65	4.87	0.87	2.59	8.66
K ₂ O	1.69	0.19	0.84	0.39	0.00	0.57	1.53	0.30	1.81	0.12	1.27
P ₂ O ₅	0.511	0.023	0.086	0.101	0.009	0.017	0.146	0.066	0.014	0.061	0.123
Cr ₂ O ₃	0.000	d.l.	0.002	0.005	0.075	0.006	0.001	0.029	0.008	0.013	0.001
LOI	5.31	0.70	2.18	3.74	3.33	1.37	1.46	3.87	3.16	2.74	1.96
Toplam	100.30	99.31	99.31	100.89	100.54	99.56	99.09	100.65	100.76	99.75	100.16
V	15.65	d.l.	369.73	386.52	126.27	167.70	435.35	256.31	120.11	280.94	250.92
Co	6.38	14.62	39.35	36.20	36.59	37.36	35.36	31.73	35.81	35.37	25.76
Ni	2.80	0.99	27.68	26.28	179.39	75.38	12.65	78.41	98.56	69.97	13.18
Cu	11.64	1.00	6.19	39.51	26.75	1.22	5.37	10.16	2.34	35.72	11.72
Zn	110.53	3.21	43.44	73.55	10.05	39.45	41.36	26.13	28.30	47.45	71.01
Rb	40.80	3.76	18.97	6.85	0.39	12.04	19.63	13.13	38.09	2.60	35.09
Sr	586.29	90.45	284.39	216.25	612.38	170.41	196.81	111.15	417.21	144.07	15.55
Y	38.04	29.69	27.21	27.72	3.17	4.91	38.47	22.90	2.11	16.29	33.27
Zr	432.98	84.27	75.04	86.41	2.81	7.11	102.36	71.30	5.44	41.27	88.23
Nb	182.13	6.06	1.48	1.38	0.07	0.85	1.94	0.99	0.55	0.73	1.51
Mo	2.32	1.56	0.38	0.96	0.77	1.32	1.08	0.79	0.32	0.52	2.41
Cs	5.23	0.03	2.37	4.07	0.01	1.54	0.00	25.81	0.19	0.02	1.26
Ba	515.86	81.83	108.02	47.05	6.83	101.01	33.87	72.89	19.18	33.84	366.51
Sn	3.37	0.19	0.64	0.71	0.01	d.l.	0.50	0.40	d.l.	0.18	0.85
Sb	0.03	d.l.	d.l.	d.l.	d.l.	d.l.	d.l.	0.05	d.l.	d.l.	0.10
Pb	6.62	0.19	0.09	0.63	0.04	0.20	0.39	0.39	0.22	0.31	0.48
U	4.54	0.37	0.05	0.07	0.00	0.03	0.08	0.06	0.02	0.05	0.08
Ta	14.65	0.75	0.17	0.16	0.02	0.11	0.25	0.14	0.06	0.11	0.21
W	13.90	206.80	29.54	17.55	26.87	43.86	50.22	22.48	14.27	34.51	40.01
Hf	10.53	3.00	2.49	2.75	0.11	0.21	3.45	2.61	0.13	1.45	3.24
Th	20.66	1.25	0.20	0.27	0.01	0.31	0.30	0.26	0.31	0.24	0.23
La	113.01	4.70	2.38	3.14	0.10	0.49	3.36	2.09	0.34	1.52	2.75
Ce	210.26	11.22	7.42	9.65	0.32	1.02	10.95	6.88	0.62	4.60	8.80
Pr	22.32	1.65	1.30	1.66	0.07	0.13	1.96	1.21	0.08	0.80	1.61
Nd	77.37	8.22	7.34	8.95	0.50	0.66	10.93	6.76	0.37	4.51	9.12
Sm	13.33	2.81	2.70	3.27	0.26	0.27	4.17	2.53	0.12	1.70	3.56
Eu	4.07	0.95	0.97	1.24	0.20	0.24	1.57	0.96	0.12	0.74	1.41
Gd	13.68	4.02	3.60	3.93	0.41	0.49	5.32	3.52	0.22	2.26	4.70
Tb	1.78	0.83	0.75	0.76	0.08	0.11	1.05	0.71	0.05	0.45	0.96
Dy	8.82	5.71	5.01	5.05	0.62	0.82	7.03	4.66	0.38	3.08	6.52
Ho	1.65	1.29	1.12	1.11	0.14	0.21	1.55	1.02	0.09	0.67	1.45
Er	4.38	4.00	3.37	3.29	0.37	0.65	4.67	3.02	0.27	2.01	4.39
Tm	0.49	0.54	0.47	0.57	0.03	0.08	0.72	0.58	d.l.	0.35	0.61
Yb	3.83	4.09	3.20	3.13	0.35	0.69	4.54	2.89	0.32	1.98	4.25
Lu	0.55	0.66	0.51	0.47	0.05	0.11	0.69	0.43	0.05	0.30	0.65

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-174	RA-176	RA-178	RA-181	RA-183	RA-184	RA-186	RA-194	RA-196	RA-201	RA-202	RA-203
SiO ₂	73.56	67.81	58.83	68.79	51.54	71.33	51.93	67.18	54.98	55.41	63.55	58.64
TiO ₂	0.35	0.53	0.47	0.47	0.56	0.31	1.55	0.56	0.98	1.52	0.60	0.49
Al ₂ O ₃	12.26	12.65	13.39	13.47	14.79	11.85	14.45	12.67	14.20	13.97	13.61	16.51
FeO	4.02	6.02	9.18	6.78	9.12	5.65	14.30	7.46	13.33	12.24	6.94	6.58
MnO	0.02	0.08	0.13	0.08	0.15	0.06	0.14	0.07	0.17	0.17	0.00	0.09
MgO	0.51	1.68	6.07	1.76	7.58	0.50	3.42	1.53	4.03	4.27	2.63	1.85
CaO	1.45	1.54	1.91	0.49	5.97	0.68	4.36	1.86	5.70	2.56	2.51	3.37
Na ₂ O	7.96	8.17	8.07	8.63	3.92	8.16	4.30	8.73	5.94	6.42	8.15	10.43
K ₂ O	0.11	0.28	0.55	0.00	2.30	0.08	3.26	0.16	0.44	2.29	0.88	0.10
P ₂ O ₅	0.094	0.091	0.044	0.104	0.043	0.056	0.135	0.115	0.060	0.131	0.009	0.119
Cr ₂ O ₃	0.001	0.043	0.015	0.001	0.021	0.002	0.000	0.001	0.003	0.000	0.007	0.002
LOI	0.43	1.82	1.75	0.39	3.12	0.52	2.42	0.45	1.10	2.05	0.61	1.65
Toplam	100.76	100.72	100.41	100.96	99.14	99.18	100.26	100.78	100.92	101.03	99.50	99.84
V	24.27	42.20	213.57	84.64	236.38	1.16	394.27	23.26	458.29	312.87	147.22	70.36
Co	16.34	17.16	31.90	19.33	35.56	18.13	29.76	19.41	36.98	21.54	21.12	16.80
Ni	3.81	69.60	61.63	5.96	61.83	4.61	8.52	5.90	18.91	6.36	14.54	10.81
Cu	1.49	29.44	44.06	1.02	13.38	4.78	5.12	3.38	13.43	15.54	20.04	6.90
Zn	5.91	14.33	46.27	26.46	42.27	9.80	23.29	21.27	61.70	37.33	43.52	25.55
Rb	3.25	6.20	13.10	1.04	64.48	1.67	68.65	2.52	14.35	61.59	20.00	2.44
Sr	35.51	43.04	9.06	14.73	27.32	36.81	23.63	64.42	34.33	24.43	31.34	39.21
Y	26.68	29.83	15.97	23.73	14.59	68.23	30.69	30.07	18.49	26.31	30.22	31.60
Zr	64.98	73.61	40.20	62.39	29.36	219.13	75.45	68.48	39.13	69.15	59.31	64.63
Nb	2.50	3.37	1.11	2.64	0.77	3.12	1.37	2.72	0.78	1.51	2.30	2.21
Mo	3.99	149.03	0.81	1.77	0.93	6.91	1.03	4.73	6.52	1.49	3.27	7.86
Cs	0.03	0.11	0.26	0.01	1.62	0.08	1.99	0.06	0.97	1.16	1.82	0.17
Ba	17.41	14.36	39.72	18.76	330.55	33.54	157.37	34.25	27.41	49.33	21.84	23.17
Sn	0.99	1.71	0.26	0.64	0.17	0.90	0.67	0.59	0.38	0.38	0.48	0.43
Sb	d.l.	0.80	0.01	0.01	0.14	d.l.	0.12	0.27	0.08	0.09	0.19	d.l.
Pb	1.26	0.31	0.47	0.22	0.47	0.17	0.44	0.32	1.31	1.77	0.04	0.73
U	0.22	0.27	0.13	0.29	0.05	0.20	0.06	0.29	0.07	0.06	0.22	0.23
Ta	0.34	0.33	0.16	0.35	0.11	0.43	0.17	0.29	0.14	0.17	0.25	0.27
W	182.63	109.30	51.76	157.60	17.12	196.55	32.01	141.09	53.86	18.54	40.49	65.35
Hf	2.65	2.88	1.64	2.73	1.22	7.72	2.79	2.71	1.59	2.29	2.34	2.53
Th	0.53	0.53	0.29	0.54	0.13	0.66	0.22	0.49	0.19	0.19	0.42	0.49
La	2.79	2.09	1.34	2.11	0.97	6.97	2.66	3.11	1.34	2.40	2.82	2.68
Ce	7.83	6.48	3.60	5.69	3.15	21.58	8.84	8.38	4.14	7.35	7.71	7.41
Pr	1.36	1.15	0.61	0.95	0.55	3.70	1.59	1.37	0.72	1.34	1.26	1.27
Nd	7.85	6.63	3.52	5.29	3.15	19.72	8.98	7.49	4.32	7.84	6.82	7.32
Sm	2.97	2.84	1.46	2.26	1.29	7.16	3.43	3.01	1.70	3.03	2.59	3.06
Eu	1.00	0.82	0.60	0.72	0.66	1.79	1.23	1.14	0.68	1.21	0.88	1.08
Gd	3.84	3.70	1.97	3.24	1.80	8.83	4.70	3.81	2.41	3.67	3.32	3.80
Tb	0.75	0.77	0.41	0.69	0.39	1.76	0.92	0.77	0.50	0.72	0.70	0.80
Dy	5.02	5.35	2.90	4.88	2.66	12.01	6.08	5.38	3.54	4.91	4.68	5.51
Ho	1.13	1.22	0.64	1.10	0.62	2.71	1.37	1.20	0.80	1.08	1.07	1.25
Er	3.48	3.65	2.00	3.22	1.88	8.43	4.04	3.67	2.44	3.22	3.21	3.69
Tm	0.59	0.53	0.38	0.56	0.26	1.18	0.54	0.48	0.47	0.51	0.47	0.54
Yb	3.60	3.68	2.04	3.12	1.84	8.53	3.96	3.55	2.43	3.11	3.11	3.73
Lu	0.60	0.57	0.32	0.46	0.29	1.34	0.61	0.55	0.38	0.48	0.50	0.57

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-204	RA-207	RA-216	RA-217	RA-221	RA-222	RA-223	RA-225	RA-227	RA-229	RA-230	RA-231
SiO ₂	58.07	64.83	72.12	61.92	57.71	55.45	49.24	71.82	48.53	50.27	68.14	52.03
TiO ₂	1.35	0.80	0.22	0.48	0.18	0.48	1.08	0.35	1.13	1.07	0.42	0.67
Al ₂ O ₃	14.15	13.35	14.06	15.79	13.26	14.64	15.13	11.90	15.16	16.04	13.99	14.36
FeO	9.50	9.12	1.42	5.15	6.21	9.54	8.52	2.63	12.85	11.10	4.37	10.33
MnO	0.12	0.10	0.03	0.08	0.13	0.12	0.11	0.00	0.21	0.17	0.04	0.14
MgO	3.39	1.19	1.19	2.55	8.96	7.56	6.00	0.74	7.81	4.20	1.34	7.08
CaO	3.48	2.85	1.13	1.31	6.32	4.54	9.00	3.35	6.15	12.28	3.70	6.74
Na ₂ O	8.08	6.88	6.69	10.26	4.77	3.81	3.68	7.01	5.33	3.42	7.17	7.16
K ₂ O	0.98	0.35	1.14	0.61	1.17	1.51	2.33	0.17	0.39	0.26	0.10	0.05
P ₂ O ₅	0.355	0.245	0.038	0.153	0.021	0.036	0.326	0.071	0.060	0.043	0.053	0.025
Cr ₂ O ₃	0.000	0.001	0.001	0.001	0.017	0.002	0.024	0.001	0.005	0.014	0.003	0.001
LOI	1.58	0.97	1.17	1.01	1.74	3.05	5.52	2.07	2.54	2.05	1.09	2.38
Toplam	101.06	100.68	99.20	99.31	100.48	100.73	100.95	100.11	100.16	100.91	100.41	100.98
V	73.65	4.49	3.32	79.41	153.47	261.99	148.95	28.20	444.04	404.97	34.97	389.48
Co	18.04	14.34	12.53	9.98	31.14	31.62	33.09	16.72	41.59	49.89	17.64	38.28
Ni	7.59	6.70	8.54	6.78	100.73	42.26	174.90	7.40	31.93	66.14	10.06	27.77
Cu	8.25	8.64	0.14	3.05	22.30	2.21	45.13	3.78	102.03	103.82	16.11	30.43
Zn	20.93	23.47	7.18	18.19	20.36	23.70	51.41	10.03	48.58	57.58	15.35	60.97
Rb	18.56	3.46	10.60	10.33	28.06	38.49	97.14	1.34	2.83	2.80	0.72	0.27
Sr	120.18	71.86	223.59	169.37	444.66	833.56	374.00	420.82	168.64	179.00	153.47	130.84
Y	62.77	67.67	15.44	16.17	4.38	12.94	17.07	44.87	19.43	18.54	43.89	15.26
Zr	193.60	189.37	82.64	149.74	18.50	16.65	154.51	80.96	39.81	39.40	106.72	25.18
Nb	3.24	3.49	1.89	11.47	0.51	0.98	11.77	1.97	0.70	0.69	1.91	0.75
Mo	0.99	3.80	3.93	3.36	0.80	0.70	0.60	1.94	0.28	1.41	9.12	0.31
Cs	0.46	0.12	0.13	0.70	0.48	0.74	2.33	0.13	0.55	0.28	0.06	0.06
Ba	238.05	44.15	863.46	296.84	130.93	181.89	721.88	16.15	26.48	20.70	10.48	4.25
Sn	1.53	0.98	0.08	1.00	0.09	0.09	1.76	0.29	0.29	0.44	0.67	0.18
Sb	d.l.	0.01	d.l.	d.l.	d.l.	d.l.	0.10	0.16	0.03	0.03	0.29	0.60
Pb	0.21	0.29	0.76	2.89	0.14	0.57	7.14	1.05	0.44	0.40	0.35	0.62
U	0.13	0.18	0.12	3.03	0.05	0.05	3.01	0.32	0.12	0.06	0.35	0.10
Ta	0.34	0.40	0.34	1.18	0.09	0.16	1.00	0.30	0.12	0.13	0.30	0.13
W	33.65	103.18	166.15	27.03	36.30	21.11	11.35	147.25	13.20	34.52	133.62	33.50
Hf	6.30	6.27	2.72	4.53	0.68	0.76	5.18	3.02	1.37	1.35	3.76	1.07
Th	0.49	0.60	0.26	12.23	0.35	0.22	14.10	0.72	0.40	0.16	1.12	0.16
La	5.43	6.83	1.42	27.27	0.57	1.08	37.64	4.35	2.61	1.59	8.91	1.06
Ce	18.41	22.98	2.74	55.76	1.63	2.97	77.47	11.47	6.56	4.70	19.67	2.82
Pr	3.35	4.02	0.34	6.56	0.24	0.48	9.22	1.85	1.04	0.82	2.58	0.45
Nd	18.97	21.71	1.73	24.18	1.11	2.78	35.16	10.16	5.52	4.60	13.22	2.76
Sm	7.14	7.87	0.70	4.62	0.35	1.16	6.59	3.72	1.88	1.80	4.49	1.20
Eu	2.11	2.44	0.84	1.26	0.18	0.52	1.95	1.33	0.77	0.79	1.55	0.48
Gd	8.70	9.45	1.26	4.35	0.47	1.61	6.41	5.37	2.42	2.37	5.53	1.70
Tb	1.72	1.86	0.29	0.58	0.10	0.34	0.81	1.09	0.49	0.49	1.10	0.37
Dy	11.55	12.31	2.28	3.04	0.74	2.33	3.92	7.66	3.18	3.16	7.24	2.60
Ho	2.55	2.76	0.61	0.62	0.17	0.54	0.76	1.74	0.71	0.68	1.60	0.60
Er	7.59	8.29	2.08	1.85	0.57	1.63	2.07	5.49	2.12	2.09	4.75	1.80
Tm	0.98	1.28	0.48	0.24	0.05	0.23	0.30	0.85	0.40	0.38	0.87	0.35
Yb	7.22	7.99	2.67	1.92	0.66	1.68	1.85	5.70	2.05	1.95	4.87	1.85
Lu	1.10	1.24	0.49	0.31	0.11	0.27	0.27	0.85	0.31	0.30	0.75	0.30

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-234	RA-235	RA-240	RA-241	RA-243	RA-245	RA-248	RA-250	RA-253	RA-254	RA-255
SiO ₂	74.59	47.98	44.87	52.35	47.13	48.83	47.28	66.03	70.12	48.00	72.28
TiO ₂	0.14	1.67	0.97	0.62	1.44	0.61	2.67	0.85	0.14	0.56	0.05
Al ₂ O ₃	11.25	14.30	15.32	16.59	16.44	15.18	14.13	15.21	13.94	13.71	14.38
FeO	3.96	12.07	10.00	9.31	9.07	9.42	16.62	5.92	1.36	9.21	0.34
MnO	0.01	0.23	0.22	0.12	0.10	0.13	0.19	0.04	0.01	0.16	0.01
MgO	0.77	5.48	11.26	7.75	7.58	8.21	5.20	2.31	0.30	13.59	0.22
CaO	1.47	6.14	8.50	9.75	7.34	10.04	2.68	2.49	1.55	11.59	1.52
Na ₂ O	6.79	5.49	5.47	2.50	4.68	6.08	7.02	2.40	4.96	1.96	4.03
K ₂ O	0.00	0.81	0.23	0.58	3.80	0.27	0.11	2.55	4.93	0.45	4.21
P ₂ O ₅	d.l.	0.109	0.048	0.025	0.502	0.036	0.190	0.212	0.018	0.036	0.006
Cr ₂ O ₃	0.001	0.000	0.025	0.006	0.016	0.006	0.001	0.011	0.001	0.061	0.000
LOI	1.24	6.76	3.88	0.97	3.09	2.15	4.98	2.19	2.02	1.52	2.07
Toplam	100.24	101.03	100.79	100.56	100.68	100.97	101.06	100.21	99.35	100.85	99.10
V	31.17	425.23	314.44	359.52	284.75	319.75	545.82	157.37	6.24	289.04	0.48
Co	22.94	39.27	48.31	47.78	39.94	42.42	37.54	26.26	12.37	56.47	19.14
Ni	3.65	14.50	101.13	50.72	74.27	56.94	12.17	48.90	3.14	254.17	7.28
Cu	63.80	21.79	78.05	100.59	14.71	33.63	16.66	44.97	d.l.	53.58	4.22
Zn	9.10	86.30	41.32	57.73	70.56	56.75	93.64	94.37	12.33	32.68	d.l.
Rb	0.15	8.63	1.57	6.83	95.64	2.78	2.72	111.13	241.80	30.34	164.53
Sr	72.01	162.18	122.37	103.26	1515.05	158.22	71.80	218.48	227.53	189.12	139.62
Y	51.68	32.13	18.91	13.47	25.30	15.59	34.28	28.48	9.77	13.53	2.66
Zr	95.02	90.80	40.01	18.44	169.99	24.46	111.22	235.73	118.19	28.74	24.05
Nb	2.10	1.27	0.45	0.61	15.82	0.62	1.85	14.09	12.52	0.57	5.68
Mo	3.79	0.55	0.47	4.89	0.90	0.79	1.29	1.14	2.78	4.07	1.68
Cs	0.05	0.98	0.40	0.68	15.27	0.20	0.36	6.08	3.30	16.14	3.76
Ba	4.00	78.92	31.65	36.57	2656.29	33.87	40.97	716.37	588.26	123.54	320.53
Sn	0.65	0.81	0.23	0.13	1.24	0.14	1.07	1.49	0.82	0.31	1.21
Sb	0.33	0.10	0.10	0.08	0.19	d.l.	0.66	0.25	0.22	0.07	0.46
Pb	1.06	0.61	0.17	0.64	30.39	0.48	6.95	22.89	29.33	1.86	29.05
U	0.36	0.18	0.04	0.05	5.81	0.07	0.27	4.56	6.43	0.30	2.60
Ta	0.42	0.16	0.08	0.13	1.04	0.14	0.22	1.28	0.92	0.12	0.87
W	242.45	18.78	11.72	57.58	18.30	43.10	30.41	83.59	151.96	39.27	289.78
Hf	4.13	2.81	1.32	0.74	4.83	0.96	3.78	7.33	4.45	1.06	1.26
Th	0.93	0.25	0.14	0.09	26.23	0.30	0.41	11.84	42.37	0.42	17.31
La	4.45	3.23	1.50	0.84	91.03	1.13	5.29	37.03	28.00	1.79	7.93
Ce	12.27	10.47	4.72	2.39	176.24	3.01	15.18	77.11	52.18	4.89	13.50
Pr	2.01	1.85	0.84	0.41	20.26	0.50	2.53	9.07	5.71	0.78	1.45
Nd	11.08	10.36	4.93	2.64	74.77	2.95	13.16	34.47	18.72	4.12	4.82
Sm	4.16	3.62	1.88	1.01	11.85	1.22	4.23	6.68	3.39	1.40	0.97
Eu	0.91	1.37	0.78	0.45	3.38	0.48	1.52	1.70	0.68	0.57	0.41
Gd	6.22	4.31	2.31	1.44	9.64	1.66	5.05	6.69	2.86	1.72	0.96
Tb	1.31	0.86	0.48	0.31	1.13	0.35	1.00	1.00	0.33	0.35	0.11
Dy	9.05	5.47	3.14	2.14	5.03	2.47	6.45	5.15	1.54	2.31	0.54
Ho	2.04	1.20	0.69	0.49	0.95	0.56	1.47	0.98	0.31	0.52	0.10
Er	6.54	3.57	2.03	1.55	2.57	1.75	4.41	2.80	0.88	1.53	0.28
Tm	1.21	0.48	0.37	0.25	0.42	0.33	0.78	0.39	0.17	0.36	0.07
Yb	6.77	3.39	1.94	1.51	2.21	1.77	4.34	2.50	1.04	1.56	0.25
Lu	1.04	0.50	0.29	0.23	0.33	0.27	0.66	0.37	0.17	0.23	0.04

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-258	RA-264	RA-266	RA-268	RA-271	RA-273	RA-274	RA-275	RA-276	RA-277	RA-279
SiO ₂	45.20	43.62	69.60	75.91	46.08	70.73	48.30	68.00	46.40	50.64	70.04
TiO ₂	0.09	0.04	0.27	0.14	0.18	0.30	0.26	0.26	0.20	0.24	0.17
Al ₂ O ₃	26.57	23.95	15.29	13.78	17.61	15.59	20.17	16.31	20.49	16.93	15.84
FeO	2.00	3.87	1.24	0.93	4.25	1.49	3.39	1.14	4.50	5.87	1.02
MnO	0.03	0.11	0.00	0.10	0.10	0.10	0.05	0.00	0.08	0.09	0.00
MgO	6.01	11.26	0.84	0.34	13.24	0.47	8.88	0.90	10.30	11.12	0.60
CaO	13.20	11.15	1.63	1.03	15.37	2.04	15.91	1.74	15.12	12.02	2.27
Na ₂ O	1.16	1.09	5.49	4.28	1.71	3.44	1.98	4.74	2.01	1.20	5.70
K ₂ O	2.79	1.67	4.77	3.08	0.13	4.57	0.33	5.33	0.30	0.71	4.26
P ₂ O ₅	0.001	0.007	0.038	0.025	0.005	0.021	0.008	0.055	0.007	0.015	0.052
Cr ₂ O ₃	0.056	0.322	0.002	0.007	0.152	0.004	0.042	0.000	0.044	0.099	0.001
LOI	3.51	2.77	0.82	0.63	1.07	0.97	1.19	1.23	1.36	1.48	0.84
Toplam	100.63	99.84	99.99	100.25	99.89	99.73	100.50	99.70	100.82	100.42	100.79
V	47.37	33.01	12.05	0.19	127.95	16.16	151.83	11.25	117.90	127.46	9.95
Co	19.62	47.78	24.08	16.64	45.75	14.75	31.67	15.54	38.24	43.75	14.58
Ni	125.96	631.87	11.53	12.69	289.74	4.38	97.11	8.07	132.89	191.12	8.55
Cu	10.72	10.85	1.19	5.05	145.74	14.41	6.56	11.10	51.09	65.88	4.22
Zn	7.02	29.24	17.50	4.11	19.57	28.07	13.86	5.94	19.16	21.93	12.80
Rb	162.79	72.25	137.88	123.15	5.76	206.59	13.82	179.87	12.24	33.95	137.43
Sr	662.45	351.83	326.34	173.46	150.67	370.21	215.80	372.17	307.26	189.14	383.39
Y	1.82	0.63	7.01	41.22	3.80	4.82	4.95	4.94	3.85	4.66	4.40
Zr	1.86	0.91	162.01	72.64	3.19	130.69	4.12	143.43	3.86	3.65	127.67
Nb	0.02	0.01	8.55	7.12	0.07	7.64	0.15	8.08	0.09	0.06	6.33
Mo	1.15	0.75	3.06	2.31	0.71	1.68	0.15	0.57	0.79	0.57	1.92
Cs	3.92	4.76	2.38	2.34	0.51	3.46	0.69	3.29	0.47	107.07	2.07
Ba	222.52	143.70	1023.25	365.38	125.32	795.01	44.98	825.36	25.69	0.91	569.87
Sn	0.32	0.57	0.74	1.20	0.06	0.91	0.23	0.21	0.04	0.26	0.60
Sb	1.41	0.21	d.l.	0.31	0.12	0.19	0.17	0.07	0.04	0.47	d.l.
Pb	0.81	1.95	31.71	23.14	0.88	16.83	1.13	13.29	1.82	0.90	23.40
U	0.02	0.01	2.93	7.06	0.03	1.80	0.03	3.13	0.05	0.02	2.06
Ta	0.04	0.04	0.62	1.14	0.07	0.97	0.08	0.66	0.09	0.06	0.74
W	14.96	28.65	278.24	179.38	58.03	165.96	57.31	162.55	51.75	28.64	122.86
Hf	0.08	0.02	5.15	3.30	0.15	4.72	0.16	5.05	0.14	0.17	4.28
Th	0.05	0.02	36.38	26.83	0.23	9.96	0.23	14.73	0.26	0.06	19.49
La	0.11	0.24	41.17	23.76	0.18	17.33	0.34	19.73	0.32	0.21	28.01
Ce	0.27	0.23	77.97	49.04	0.51	30.66	0.97	38.25	0.75	0.62	54.25
Pr	0.06	0.06	8.55	5.47	0.10	3.35	0.16	4.17	0.14	0.15	5.80
Nd	0.39	0.37	30.16	19.29	0.80	10.86	1.07	14.44	1.10	0.94	19.16
Sm	0.17	0.08	5.60	4.67	0.33	1.84	0.47	2.46	0.41	0.43	3.06
Eu	0.19	0.15	0.98	0.33	0.26	0.68	0.33	0.77	0.29	0.31	0.83
Gd	0.24	0.09	4.39	5.34	0.45	1.83	0.64	2.42	0.46	0.48	2.49
Tb	0.05	0.01	0.48	1.00	0.10	0.23	0.13	0.28	0.10	0.11	0.23
Dy	0.34	0.11	1.69	6.36	0.69	1.04	0.93	1.12	0.69	0.73	0.85
Ho	0.07	0.02	0.27	1.43	0.14	0.19	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15
Er	0.20	0.06	0.62	4.38	0.43	0.56	0.53	0.52	0.42	0.45	0.37
Tm	0.10	0.04	0.19	0.85	0.15	0.26	0.12	0.20	0.03	0.08	0.05
Yb	0.17	0.05	0.53	4.57	0.35	0.58	0.48	0.42	0.34	0.40	0.38
Lu	0.02	0.01	0.09	0.64	0.05	0.09	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-280	RA-281	RA-284	RA-288	RA-291	RA-292	RA-295	RA-319	RA-321	RA-324	RA-331
SiO ₂	45.74	45.18	44.40	45.21	45.54	43.67	46.44	52.51	49.12	50.21	50.92
TiO ₂	0.23	0.17	0.59	0.17	0.12	0.17	0.27	0.99	1.07	1.30	0.34
Al ₂ O ₃	16.32	13.63	15.19	21.73	21.03	16.25	15.71	16.35	16.41	15.58	17.16
FeO	5.69	4.29	8.86	3.95	3.55	6.65	5.35	10.29	10.61	10.78	4.07
MnO	0.10	0.11	0.11	0.08	0.04	0.10	0.11	0.21	0.17	0.12	0.09
MgO	13.48	13.29	13.29	9.55	9.94	15.12	14.72	5.73	6.03	5.18	7.45
CaO	15.03	14.61	14.61	16.69	17.39	13.96	15.68	7.63	8.54	7.72	17.47
Na ₂ O	2.21	0.81	2.14	2.21	1.86	1.68	1.75	3.99	4.97	3.60	1.31
K ₂ O	0.47	0.07	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	1.03	1.36	2.91	0.02
P ₂ O ₅	0.006	0.008	0.009	0.008	0.011	0.007	0.012	0.195	0.266	0.072	d.l.
Cr ₂ O ₃	0.037	0.143	0.029	0.038	0.062	0.037	0.125	0.017	0.010	0.005	0.074
LOI	1.43	7.79	0.45	0.77	0.80	2.17	0.86	1.34	1.88	2.81	1.50
Toplam	100.74	100.10	99.70	100.42	100.37	99.83	101.04	100.28	100.44	100.28	100.41
V	167.24	139.56	358.13	124.67	115.96	107.71	164.03	292.67	307.33	345.42	190.01
Co	49.05	45.21	60.21	34.32	25.65	53.32	49.56	37.53	41.08	34.30	28.19
Ni	128.01	286.29	123.10	125.60	128.23	173.27	272.01	32.36	34.31	28.94	115.62
Cu	82.05	48.25	94.87	76.15	52.27	128.96	67.94	87.82	87.86	47.30	6.05
Zn	25.79	22.95	36.87	16.65	13.03	24.85	24.97	71.36	65.78	69.84	10.97
Rb	13.55	2.19	0.28	0.23	0.52	0.33	0.51	14.82	21.07	108.47	0.42
Sr	266.07	98.34	155.28	146.21	139.50	131.11	103.25	431.84	565.77	145.14	149.78
Y	4.83	3.93	7.32	3.74	3.57	3.89	6.41	18.84	19.20	34.39	8.55
Zr	2.93	2.92	3.08	1.87	2.64	2.20	4.12	73.32	79.83	98.89	13.60
Nb	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	d.l.	0.02	7.35	7.65	1.74	0.22
Mo	0.68	0.23	2.62	1.14	1.58	0.76	1.26	0.59	1.30	0.82	1.58
Cs	0.23	0.44	0.05	0.02	0.07	0.05	0.17	153.41	0.23	2.54	0.00
Ba	39.42	6.40	3.17	23.75	6.06	3.75	5.99	0.19	218.13	332.69	11.49
Sn	0.03	0.02	0.13	d.l.	0.03	0.01	0.02	0.64	0.79	0.82	0.16
Sb	0.05	0.28	d.l.	d.l.	0.06	d.l.	0.03	0.28	0.35	0.02	d.l.
Pb	2.46	1.56	0.13	0.16	2.12	0.15	0.91	2.69	4.08	1.06	0.13
U	0.02	0.01	0.00	d.l.	d.l.	d.l.	d.l.	0.81	0.87	0.15	0.01
Ta	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.04	0.07	0.55	0.64	0.23	0.10
W	39.67	17.53	58.44	45.08	51.95	18.85	61.97	23.81	40.94	20.11	52.80
Hf	0.16	0.15	0.21	0.11	0.10	0.14	0.24	2.17	2.25	3.10	0.54
Th	0.15	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	2.23	2.63	0.35	0.06
La	0.16	0.12	0.14	0.42	0.18	0.14	0.17	11.31	11.19	3.94	0.40
Ce	0.50	0.43	0.58	0.49	0.52	0.48	0.68	24.88	23.88	11.62	1.46
Pr	0.11	0.08	0.15	0.12	0.11	0.10	0.15	3.40	3.13	1.98	0.30
Nd	0.83	0.60	1.15	0.71	0.71	0.70	1.11	14.37	13.85	10.73	1.77
Sm	0.41	0.31	0.65	0.32	0.29	0.36	0.55	3.35	3.32	3.77	0.78
Eu	0.31	0.20	0.45	0.29	0.23	0.28	0.37	1.19	1.17	1.43	0.40
Gd	0.58	0.47	0.91	0.42	0.39	0.53	0.78	2.67	3.34	4.39	1.10
Tb	0.13	0.10	0.19	0.09	0.09	0.12	0.17	0.47	0.56	0.88	0.24
Dy	0.86	0.71	1.34	0.65	0.61	0.78	1.16	2.76	3.30	5.67	1.62
Ho	0.19	0.15	0.29	0.14	0.13	0.17	0.24	0.56	0.69	1.23	0.36
Er	0.54	0.44	0.82	0.40	0.41	0.47	0.72	1.75	2.08	3.68	1.06
Tm	0.14	0.17	0.12	0.05	0.15	0.08	0.13	0.30	0.34	0.53	0.12
Yb	0.46	0.38	0.67	0.35	0.35	0.40	0.66	1.70	1.91	3.55	0.92
Lu	0.07	0.06	0.10	0.06	0.05	0.06	0.09	0.25	0.29	0.55	0.14

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-332	RA-334	RA-357	RA-361	RA-378	RA-380	RA-381	RA-394	RA-401	RA-404	RA-405	RA-427	RA-436
SiO ₂	51.88	49.75	53.96	50.93	53.05	51.11	53.18	56.55	59.92	47.15	53.24	47.60	57.31
TiO ₂	1.16	1.10	1.46	1.28	1.46	1.12	0.84	0.70	0.87	0.97	1.04	2.58	0.95
Al ₂ O ₃	14.77	15.27	14.59	16.88	14.42	15.56	15.99	17.85	21.06	13.57	14.86	13.98	14.49
FeO	11.66	10.22	13.29	10.63	11.59	10.88	8.23	5.01	7.11	7.55	7.29	11.80	9.88
MnO	0.20	0.15	0.17	0.16	0.11	0.09	0.24	0.03	0.05	0.01	0.04	0.10	0.04
MgO	5.11	6.66	3.42	4.51	6.96	5.49	3.97	4.57	1.83	5.00	6.31	7.24	4.91
CaO	8.39	10.16	3.69	5.59	1.75	4.93	7.97	6.43	0.26	12.77	8.05	8.48	3.22
Na ₂ O	3.76	3.77	6.04	4.29	4.96	4.63	1.55	3.06	0.10	5.26	3.05	3.11	6.12
K ₂ O	0.56	0.19	0.63	1.81	2.68	2.23	4.90	0.08	3.74	0.02	1.72	0.81	0.61
P ₂ O ₅	0.053	0.064	0.096	0.209	0.090	0.059	0.187	0.065	0.102	0.100	0.334	0.426	0.076
Cr ₂ O ₃	0.002	0.011	0.001	0.003	0.006	0.019	0.023	0.000	0.018	0.050	0.037	0.016	0.001
LOI	1.57	3.01	2.15	3.71	2.73	3.98	2.73	6.15	5.53	7.84	4.47	4.09	2.05
Toplam	99.11	100.36	99.51	99.99	99.79	100.08	99.81	100.51	100.60	100.29	100.45	100.23	99.64
V	338.71	313.25	377.89	249.26	406.48	348.58	292.02	204.38	151.92	203.89	186.38	296.77	299.88
Co	39.16	40.44	35.22	27.17	35.07	39.14	35.09	16.33	23.41	31.87	34.24	38.01	27.67
Ni	28.18	63.91	14.72	67.60	41.61	44.30	39.18	43.29	43.76	94.54	133.61	96.04	18.38
Cu	46.63	62.74	7.11	98.16	11.43	19.89	10.40	29.01	23.57	33.61	48.45	88.24	14.98
Zn	60.75	56.14	32.02	246.27	109.90	109.51	183.85	28.20	87.41	42.55	56.88	97.43	34.14
Rb	10.56	5.39	12.96	33.20	82.32	77.80	127.96	5.00	137.73	9.32	58.07	14.49	17.13
Sr	307.49	260.22	60.25	162.15	12.08	84.72	302.38	143.00	81.08	513.23	812.16	353.52	48.40
Y	25.49	25.22	37.09	22.79	26.47	25.69	20.00	6.62	30.26	16.99	21.28	23.04	19.31
Zr	65.39	69.66	98.40	36.46	86.66	74.72	127.80	47.44	222.23	122.31	171.39	109.59	37.88
Nb	1.01	1.70	2.01	13.55	1.95	1.53	7.18	1.57	20.92	9.68	9.52	57.32	1.35
Mo	1.44	3.16	3.21	1.40	0.19	0.40	2.32	0.28	0.81	0.47	0.61	1.09	0.62
Cs	0.95	0.54	0.26	0.19	2.03	1.34	3.27	0.88	3.26	0.18	0.34	0.08	1.13
Ba	113.44	64.60	58.37	306.61	221.31	264.29	538.42	27.25	756.40	104.12	1040.79	825.97	24.77
Sn	0.56	0.58	0.63	1.99	0.95	0.69	4.52	1.14	1.82	1.53	1.62	0.98	1.38
Sb	0.03	d.l.	0.16	0.93	0.45	0.82	1.43	0.56	0.07	0.42	0.32	0.08	1.29
Pb	1.10	0.41	d.l.	7.85	0.51	0.32	60.70	4.71	14.74	16.69	15.64	1.11	3.88
U	0.08	0.09	0.09	0.93	0.12	0.16	1.32	0.77	2.10	2.63	2.88	1.17	0.14
Ta	0.17	0.23	0.25	1.11	0.19	0.15	0.54	0.20	2.10	0.67	0.64	4.09	0.12
W	30.91	25.35	17.30	8.98	5.94	15.28	39.13	11.55	54.32	27.44	10.00	4.12	6.57
Hf	2.19	2.15	3.27	1.81	2.84	2.57	3.90	1.78	6.52	3.75	4.37	3.09	1.57
Th	0.21	0.28	0.28	3.51	0.37	0.24	4.68	1.14	18.01	15.22	16.38	5.44	0.26
La	2.32	3.12	3.29	17.11	3.57	3.09	16.81	3.94	57.97	52.48	60.21	46.48	1.53
Ce	7.48	9.25	10.62	36.80	9.43	9.29	35.67	8.85	122.21	106.58	120.12	92.71	4.24
Pr	1.34	1.60	1.88	4.71	1.63	1.56	4.44	1.17	14.33	12.29	13.89	11.10	0.72
Nd	7.56	8.52	10.23	18.88	8.62	8.34	17.74	4.99	51.01	44.47	51.13	42.18	4.19
Sm	2.78	3.01	3.56	4.33	2.87	2.78	3.80	1.14	8.84	7.25	8.46	8.04	1.56
Eu	1.13	1.21	1.28	1.41	1.00	1.07	1.09	0.41	2.14	1.82	2.30	2.72	0.63
Gd	3.19	3.27	4.05	4.66	3.17	3.17	3.71	1.15	6.87	6.02	6.57	5.79	2.09
Tb	0.66	0.65	0.85	0.74	0.66	0.65	0.57	0.21	0.97	0.72	0.79	0.84	0.46
Dy	4.38	4.30	5.85	4.07	4.28	4.15	3.23	1.22	4.94	3.04	3.57	4.09	3.15
Ho	0.95	0.93	1.27	0.84	0.92	0.87	0.68	0.27	0.95	0.58	0.68	0.74	0.71
Er	2.88	2.74	3.91	2.48	2.83	2.65	2.04	0.91	2.76	1.60	1.91	1.96	2.22
Tm	0.44	0.51	0.56	0.36	0.41	0.38	0.29	0.14	0.40	0.22	0.26	0.28	0.32
Yb	2.73	2.61	3.76	2.36	2.71	2.51	2.00	1.02	2.70	1.41	1.74	1.54	2.17
Lu	0.42	0.40	0.58	0.36	0.41	0.37	0.31	0.17	0.39	0.22	0.27	0.23	0.34

Tablo B.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayaçların tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek	RA-437	RA-441	RA-445	RA-450	RA-454	RA-464	RA-472	RA-473	RA-482
SiO ₂	43.59	50.67	57.04	53.26	53.18	45.18	63.66	50.22	41.98
TiO ₂	2.99	0.28	1.29	1.97	0.73	0.21	0.09	0.10	2.49
Al ₂ O ₃	12.12	13.95	14.57	15.19	16.79	23.07	12.68	19.19	11.27
FeO	14.06	3.54	8.63	6.70	8.60	4.18	0.56	1.44	20.91
MnO	0.28	0.03	0.18	0.06	0.14	0.02	0.30	0.21	0.50
MgO	10.63	11.57	5.99	1.38	6.39	10.64	0.73	1.35	7.62
CaO	11.47	16.88	6.51	7.94	7.72	12.28	14.60	14.29	11.05
Na ₂ O	1.33	0.40	4.50	5.97	3.84	0.37	5.92	5.65	1.77
K ₂ O	0.89	0.19	1.43	0.54	0.30	0.16	0.03	0.68	0.76
P ₂ O ₅	0.794	0.008	0.185	0.242	0.033	0.001	0.110	0.002	0.255
Cr ₂ O ₃	0.048	0.281	0.049	0.003	0.012	0.102	0.003	0.001	0.003
LOI	1.69	2.40	0.57	6.78	2.40	3.76	1.78	7.10	1.28
Toplam	99.91	100.21	100.95	100.03	100.15	99.98	100.46	100.24	99.86
V	289.91	140.02	165.69	197.34	278.85	41.01	4.98	10.34	454.40
Co	52.51	26.21	32.02	22.00	33.00	41.18	4.15	6.81	47.59
Ni	100.21	154.48	108.24	21.31	32.33	226.69	8.90	32.53	31.48
Cu	84.06	10.62	22.28	8.78	46.92	17.38	6.35	3.81	10.15
Zn	151.78	9.13	73.87	104.49	55.90	15.65	3.87	8.90	83.52
Rb	9.23	0.23	9.92	11.52	14.18	0.63	10.10	29.30	3.91
Sr	161.16	58.63	634.75	152.35	250.65	84.87	280.98	5086.14	75.28
Y	35.95	3.28	21.73	21.32	17.17	1.11	4.53	0.91	43.36
Zr	222.56	1.83	135.78	70.67	36.55	0.84	113.74	93.53	43.73
Nb	109.99	0.07	20.96	56.07	0.69	0.05	16.32	6.40	6.48
Mo	0.54	0.45	2.90	1.09	3.81	0.86	0.52	3.21	0.56
Cs	1.14	0.00	0.02	0.56	4.85	0.09	0.09	1.75	0.01
Ba	124.79	4.19	135.55	75.39	129.83	26.59	72.17	1286.42	63.81
Sn	2.12	d.l.	1.29	0.93	0.33	d.l.	0.17	0.00	1.22
Sb	0.27	0.07	0.16	0.66	0.13	0.04	d.l.	0.01	0.05
Pb	1.53	d.l.	3.04	0.74	0.03	d.l.	d.l.	5.88	d.l.
U	1.44	d.l.	0.90	1.17	0.05	d.l.	0.87	0.16	0.22
Ta	7.51	0.05	1.70	4.59	0.12	0.05	0.83	0.31	0.40
W	6.13	25.44	20.04	9.97	24.15	17.46	17.60	12.39	7.83
Hf	5.91	0.10	4.24	2.75	1.33	0.04	2.97	1.95	2.12
Th	10.88	0.01	4.70	4.71	0.13	0.00	4.71	2.14	0.77
La	81.93	0.03	22.72	37.21	1.43	0.04	17.36	12.26	6.51
Ce	161.39	0.17	49.06	74.54	4.59	0.15	25.01	17.29	17.94
Pr	18.54	0.05	6.08	9.00	0.82	0.04	2.21	1.51	2.84
Nd	67.90	0.37	23.59	33.32	4.55	0.24	6.36	4.44	14.28
Sm	12.40	0.23	5.18	6.27	1.69	0.10	0.77	0.45	4.96
Eu	3.73	0.14	1.49	1.94	0.69	0.14	0.16	0.63	1.91
Gd	8.66	0.28	4.08	5.06	1.66	0.09	0.75	0.48	4.84
Tb	1.25	0.07	0.67	0.77	0.36	0.02	0.09	0.04	1.02
Dy	6.07	0.52	3.78	4.06	2.41	0.17	0.50	0.13	6.93
Ho	1.14	0.11	0.75	0.79	0.54	0.04	0.12	0.03	1.50
Er	3.15	0.33	2.11	2.26	1.73	0.10	0.44	0.10	4.57
Tm	0.50	0.05	0.29	0.41	0.30	0.00	0.09	0.01	0.57
Yb	2.70	0.28	2.00	1.97	1.70	0.09	0.71	0.11	4.36
Lu	0.38	0.04	0.29	0.30	0.27	0.01	0.14	0.02	0.64

EK-C

Tablo C.1. Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-144	RA-144
SiO ₂	42.18	42.79	43.35	42.32	44.05	43.46	49.38	48.38
TiO ₂	1.66	1.71	1.79	1.81	1.68	1.78	0.57	0.62
Al ₂ O ₃	13.72	12.30	11.86	12.48	11.73	12.32	6.75	7.53
FeO	14.44	15.52	15.57	15.15	15.51	15.58	13.14	13.30
MnO	0.12	0.10	0.11	0.13	0.13	0.18	0.55	0.45
MgO	11.28	10.55	11.01	11.26	11.25	11.21	14.61	14.12
CaO	11.52	11.33	11.37	11.56	11.38	11.31	11.72	11.74
Na ₂ O	2.02	1.91	2.11	2.02	1.99	1.91	0.64	0.67
K ₂ O	0.22	0.18	0.18	0.19	0.17	0.19	0.35	0.41
Cr ₂ O ₃	0.01	0.07	0.05	0.00	0.02	0.00	0.04	0.11
Toplam	97.16	96.46	97.40	96.92	97.92	97.94	97.76	97.34
Si	6.19	6.36	6.39	6.25	6.43	6.33	7.05	6.96
Al ^{iv}	1.81	1.64	1.61	1.75	1.57	1.67	0.95	1.04
Al ^{vi}	0.56	0.52	0.45	0.43	0.45	0.45	0.19	0.24
Ti	0.18	0.19	0.20	0.20	0.18	0.20	0.06	0.07
Cr	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Fe ³⁺	0.65	0.53	0.54	0.64	0.58	0.72	0.81	0.77
Fe ²⁺	1.13	1.40	1.38	1.23	1.31	1.18	0.76	0.83
Mn	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06
Mg	2.47	2.34	2.42	2.48	2.45	2.44	3.11	3.03
Ca	1.81	1.81	1.79	1.83	1.78	1.77	1.79	1.81
Na	0.57	0.55	0.60	0.58	0.56	0.54	0.18	0.19
K	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.06	0.08
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.43	17.39	17.43	17.45	17.38	17.34	17.04	17.07

Tablo C.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-144	RA-144	RA-144	RA-170	RA-170	RA-170	RA-170	RA-170	RA-181	RA-181	RA-181	RA-181	RA-181
SiO ₂	48.57	48.69	49.49	52.75	58.39	58.45	45.27	58.80	56.11	56.11	55.58	56.09	55.41
TiO ₂	0.57	0.50	0.55	0.22	0.17	0.13	1.05	0.08	0.36	0.45	0.19	0.23	0.41
Al ₂ O ₃	7.33	7.22	6.71	5.22	9.01	7.93	11.45	9.81	7.42	7.34	6.42	7.95	5.39
FeO	13.53	13.28	13.60	10.07	10.67	10.49	10.12	9.41	18.77	19.28	21.03	17.88	21.99
MnO	0.46	0.51	0.53	0.14	0.21	0.17	0.18	0.18	0.27	0.25	0.34	0.22	0.22
MgO	14.23	14.32	13.88	16.70	11.67	12.90	15.93	11.52	7.72	7.09	6.21	7.23	7.30
CaO	11.59	11.67	11.35	11.28	0.92	2.43	11.42	0.66	0.66	0.79	1.12	0.23	0.80
Na ₂ O	0.60	0.64	0.69	1.30	7.04	6.06	2.08	7.23	6.71	6.96	6.64	7.07	6.82
K ₂ O	0.41	0.37	0.32	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.01	0.03
Cr ₂ O ₃	0.07	0.06	0.00	0.16	0.07	0.00	0.15	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	0.02
Toplam	97.35	97.26	97.12	97.86	98.16	98.60	97.67	97.71	98.10	98.30	97.55	96.93	98.39

Si	6.97	6.99	7.12	7.40	7.93	7.91	6.39	7.99	7.88	7.93	7.99	7.96	7.87
Al ^{IV}	1.03	1.01	0.88	0.60	0.07	0.09	1.61	0.01	0.12	0.07	0.01	0.04	0.13
Al ^{VI}	0.21	0.22	0.26	0.27	1.38	1.18	0.30	1.57	1.11	1.15	1.08	1.29	0.77
Ti	0.06	0.05	0.06	0.02	0.02	0.01	0.11	0.01	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04
Cr	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.89	0.84	0.75	0.52	0.52	0.58	1.04	0.32	0.90	0.68	0.69	0.67	1.14
Fe ²⁺	0.74	0.76	0.89	0.67	0.69	0.61	0.16	0.75	1.30	1.60	1.84	1.45	1.47
Mn	0.06	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03
Mg	3.04	3.07	2.98	3.49	2.36	2.60	3.35	2.34	1.62	1.49	1.33	1.53	1.55
Ca	1.78	1.80	1.75	1.70	0.13	0.35	1.73	0.10	0.10	0.12	0.17	0.04	0.12
Na	0.17	0.18	0.19	0.35	1.85	1.59	0.57	1.91	1.83	1.91	1.85	1.95	1.88
K	0.07	0.07	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.02	17.04	17.00	17.05	16.99	16.95	17.30	17.01	16.94	17.03	17.03	16.98	17.01

Örnek	RA-181	RA-181	RA-181	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-202
SiO ₂	56.71	54.49	56.76	57.77	58.33	49.46	58.18	48.38	57.26	56.44	57.20	49.87	50.48
TiO ₂	0.06	0.44	0.07	0.22	0.11	1.33	0.17	1.26	0.10	0.07	0.08	1.10	0.29
Al ₂ O ₃	10.33	5.69	11.21	8.95	10.16	5.28	9.80	5.42	8.73	10.15	7.68	4.73	5.34
FeO	15.55	21.30	14.89	12.35	10.61	13.88	10.41	14.02	11.78	11.53	13.92	13.39	16.77
MnO	0.25	0.25	0.23	0.05	0.09	0.23	0.17	0.22	0.09	0.13	0.15	0.19	0.28
MgO	7.05	7.04	6.81	9.73	9.95	14.33	10.44	14.26	10.86	11.27	10.27	14.82	13.76
CaO	0.50	0.73	0.24	1.24	0.58	11.23	0.68	11.00	1.50	0.67	1.50	11.09	9.96
Na ₂ O	7.20	7.11	7.72	6.72	7.26	1.13	7.30	1.20	6.74	6.87	6.84	0.98	1.62
K ₂ O	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.42	0.02	0.48	0.03	0.03	0.01	0.34	0.25
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.06	0.01	0.06	0.06	0.03	0.17	0.05	0.00
Toplam	97.68	97.13	97.95	97.09	97.12	97.36	97.18	96.30	97.15	97.19	97.82	96.56	98.74

Si	7.96	7.86	7.95	8.04	8.05	7.15	8.02	7.07	7.94	7.72	7.95	7.22	7.15
Al ^{IV}	0.04	0.14	0.05	0.00	0.00	0.85	0.00	0.93	0.06	0.28	0.05	0.78	0.85
Al ^{VI}	1.67	0.83	1.80	1.47	1.65	0.05	1.59	0.01	1.36	1.36	1.21	0.03	0.04
Ti	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.14	0.02	0.14	0.01	0.01	0.01	0.12	0.03
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
Fe ³⁺	0.25	0.98	0.06	0.21	0.10	0.62	0.17	0.76	0.41	0.88	0.51	0.72	1.23
Fe ²⁺	1.58	1.59	1.68	1.22	1.12	1.06	1.03	0.95	0.95	0.44	1.11	0.90	0.76
Mn	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Mg	1.47	1.51	1.42	2.02	2.05	3.09	2.15	3.11	2.24	2.30	2.13	3.20	2.91
Ca	0.08	0.11	0.04	0.18	0.09	1.74	0.10	1.72	0.22	0.10	0.22	1.72	1.51
Na	1.96	1.99	2.10	1.81	1.94	0.32	1.95	0.34	1.81	1.82	1.84	0.27	0.44
K	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.09	0.00	0.01	0.00	0.06	0.05
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.04	17.11	17.14	17.00	17.03	17.14	17.06	17.15	17.04	16.93	17.07	17.06	17.00

Tablo C.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-207	RA-207	RA-207	RA-207
SiO ₂	55.12	52.75	55.01	51.46	54.83	55.40	54.78	54.70	43.26	45.52	44.65	46.64	45.71
TiO ₂	0.09	0.56	0.31	0.70	0.27	0.21	0.10	0.10	1.54	0.33	1.57	1.14	1.16
Al ₂ O ₃	2.11	2.47	3.50	3.10	1.43	1.80	1.47	1.91	7.10	6.54	6.16	5.04	5.75
FeO	24.05	19.18	22.98	19.58	22.18	23.30	17.45	18.20	28.90	29.96	27.65	27.36	27.13
MnO	0.22	0.45	0.19	0.36	0.28	0.15	0.41	0.41	0.45	0.43	0.33	0.40	0.32
MgO	8.41	14.55	8.06	12.51	9.90	8.86	12.88	13.38	4.49	4.19	6.13	6.70	6.47
CaO	1.83	8.14	1.50	9.93	4.33	2.27	8.22	7.73	9.94	8.50	9.82	9.48	9.97
Na ₂ O	6.47	0.71	6.50	1.22	4.90	6.22	1.79	2.03	1.63	1.91	1.74	1.45	1.40
K ₂ O	0.06	0.15	0.07	0.31	0.12	0.08	0.47	0.40	0.36	0.21	0.39	0.26	0.30
Cr ₂ O ₃	0.04	0.02	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.05	0.02	0.04	0.00	0.00	0.02
Toplam	98.41	98.98	98.12	99.23	98.24	98.29	97.56	98.91	97.69	97.62	98.44	98.47	98.22

Si	7.91	7.29	7.88	7.35	7.90	7.96	7.85	7.68	6.69	6.95	6.78	7.00	6.91
Al ^{IV}	0.09	0.40	0.12	0.52	0.10	0.04	0.15	0.32	1.29	1.05	1.10	0.89	1.02
Al ^{VI}	0.27	0.00	0.47	0.00	0.14	0.26	0.10	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
Ti	0.01	0.06	0.03	0.08	0.03	0.02	0.01	0.01	0.18	0.04	0.18	0.13	0.13
Cr	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	1.42	2.22	1.31	1.19	1.18	1.29	0.92	1.35	1.11	1.46	1.20	1.34	1.19
Fe ²⁺	1.47	0.00	1.45	1.15	1.49	1.51	1.17	0.79	2.63	2.36	2.31	2.10	2.24
Mn	0.03	0.05	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.05	0.04
Mg	1.80	3.00	1.72	2.66	2.13	1.90	2.75	2.80	1.04	0.95	1.39	1.50	1.46
Ca	0.28	1.21	0.23	1.52	0.67	0.35	1.26	1.16	1.65	1.39	1.60	1.52	1.62
Na	1.80	0.19	1.81	0.34	1.37	1.73	0.50	0.55	0.49	0.57	0.51	0.42	0.41
K	0.01	0.03	0.01	0.06	0.02	0.01	0.09	0.07	0.07	0.04	0.08	0.05	0.06
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.09	16.45	17.05	16.91	17.06	17.10	16.84	16.79	17.21	17.00	17.18	17.00	17.08

Örnek	RA-207	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217
SiO ₂	43.97	46.94	54.24	54.63	46.82	54.12	47.49	54.97	42.40	42.75	46.73	53.13	49.06
TiO ₂	1.60	0.93	0.22	0.31	1.03	0.49	0.97	0.59	2.30	2.28	1.08	0.07	0.93
Al ₂ O ₃	6.89	7.90	0.26	0.23	7.84	0.48	7.50	0.28	11.80	12.27	7.82	0.27	6.62
FeO	27.46	14.63	23.00	23.72	15.56	22.11	14.34	21.28	12.25	11.95	14.21	25.12	13.18
MnO	0.32	0.58	0.28	0.20	0.68	0.17	0.56	0.20	0.10	0.16	0.57	0.78	0.58
MgO	5.42	14.14	10.29	9.90	13.25	10.65	14.25	11.09	14.48	14.84	14.39	7.86	15.27
CaO	10.46	11.04	2.45	2.28	11.11	2.15	11.06	2.34	11.32	10.99	10.92	11.57	10.95
Na ₂ O	1.58	1.34	6.32	6.35	1.48	5.99	1.37	6.47	2.23	2.36	1.44	0.36	1.17
K ₂ O	0.35	0.46	1.03	1.13	0.50	1.07	0.43	1.44	0.74	0.83	0.42	0.05	0.33
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.02	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.05	0.18	0.01	0.00	0.06
Toplam	98.05	97.98	98.11	98.79	98.27	97.22	97.98	98.67	97.63	98.45	97.60	99.21	98.15

Si	6.76	6.72	7.87	7.90	6.75	7.85	6.80	7.92	6.12	6.09	6.71	7.95	6.94
Al ^{IV}	1.24	1.28	0.04	0.04	1.25	0.08	1.20	0.05	1.88	1.91	1.29	0.05	1.06
Al ^{VI}	0.00	0.05	0.00	0.00	0.08	0.00	0.07	0.00	0.13	0.14	0.03	0.00	0.04
Ti	0.19	0.10	0.02	0.03	0.11	0.05	0.10	0.06	0.25	0.24	0.12	0.01	0.10
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Fe ³⁺	0.89	1.17	1.42	1.40	1.01	1.55	1.07	1.19	0.97	1.11	1.19	0.21	1.11
Fe ²⁺	2.64	0.58	1.37	1.47	0.86	1.14	0.65	1.37	0.51	0.31	0.51	2.93	0.45
Mn	0.04	0.07	0.03	0.02	0.08	0.02	0.07	0.02	0.01	0.02	0.07	0.10	0.07
Mg	1.24	3.02	2.23	2.13	2.85	2.30	3.04	2.38	3.12	3.15	3.08	1.75	3.22
Ca	1.72	1.69	0.38	0.35	1.72	0.33	1.70	0.36	1.75	1.68	1.68	1.85	1.66
Na	0.47	0.37	1.78	1.78	0.41	1.69	0.38	1.81	0.62	0.65	0.40	0.10	0.32
K	0.07	0.08	0.19	0.21	0.09	0.20	0.08	0.26	0.14	0.15	0.08	0.01	0.06
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.26	17.15	17.35	17.34	17.22	17.22	17.16	17.43	17.51	17.48	17.16	16.97	17.04

Tablo C.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-254	RA-254	RA-254	RA-254
SiO ₂	54.26	46.40	55.03	53.08	54.90	54.41	46.98	52.16	53.51	55.43	55.74	49.72	49.63
TiO ₂	0.20	1.07	0.58	0.12	0.51	0.39	1.23	0.62	0.33	0.13	0.14	0.68	0.58
Al ₂ O ₃	0.07	8.10	0.14	0.26	0.23	0.28	7.89	0.43	0.37	1.50	1.31	8.37	8.67
FeO	26.07	16.65	22.85	23.06	22.32	22.90	14.94	21.10	24.84	17.84	17.65	10.54	10.29
MnO	0.49	0.57	0.24	0.47	0.18	0.25	0.50	0.29	0.29	0.41	0.44	0.22	0.16
MgO	8.18	12.95	10.35	9.19	10.78	10.61	14.03	10.81	8.56	20.89	20.73	16.04	15.75
CaO	3.72	11.35	2.34	8.57	2.33	2.29	11.28	2.39	2.14	1.38	1.69	11.09	11.08
Na ₂ O	5.77	1.39	6.51	2.53	6.61	6.25	1.32	6.18	6.84	0.18	0.12	1.15	1.05
K ₂ O	0.96	0.70	1.40	0.41	1.13	1.02	0.59	1.38	0.94	0.00	0.02	0.08	0.06
Cr ₂ O ₃	0.03	0.22	0.13	0.23	0.12	0.05	0.10	0.08	0.03	0.02	0.00	0.16	0.41
Toplam	99.74	99.23	99.45	97.80	99.00	98.42	98.80	95.41	97.84	97.77	97.84	98.05	97.69

Si	7.93	6.66	7.91	7.93	7.88	7.84	6.70	7.78	7.91	7.88	7.91	6.94	6.95
Al ^{IV}	0.01	1.34	0.02	0.05	0.04	0.05	1.30	0.07	0.06	0.12	0.09	1.06	1.05
Al ^{VI}	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.13	0.13	0.32	0.38
Ti	0.02	0.11	0.06	0.01	0.06	0.04	0.13	0.07	0.04	0.01	0.01	0.07	0.06
Cr	0.00	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05
Fe ³⁺	1.10	1.06	1.23	0.49	1.31	1.55	1.07	1.41	1.24	0.00	0.00	0.94	0.88
Fe ²⁺	2.09	0.94	1.51	2.39	1.37	1.21	0.71	1.22	1.83	2.12	2.10	0.29	0.33
Mn	0.06	0.07	0.03	0.06	0.02	0.03	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02
Mg	1.78	2.77	2.22	2.05	2.31	2.28	2.98	2.40	1.89	4.43	4.39	3.34	3.29
Ca	0.58	1.74	0.36	1.37	0.36	0.35	1.72	0.38	0.34	0.21	0.26	1.66	1.66
Na	1.64	0.39	1.81	0.73	1.84	1.75	0.36	1.79	1.96	0.05	0.03	0.31	0.29
K	0.18	0.13	0.26	0.08	0.21	0.19	0.11	0.26	0.18	0.00	0.00	0.01	0.01
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.40	17.26	17.43	17.18	17.41	17.29	17.20	17.43	17.47	17.00	16.98	16.98	16.96

Örnek	RA-254	RA-254	RA-254	RA-254	RA-269	RA-269	RA-269	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280
SiO ₂	54.35	55.50	49.59	50.27	48.72	45.68	45.43	49.47	49.45	49.99	50.54	49.42	49.61
TiO ₂	0.07	0.10	0.67	0.69	0.35	0.11	0.06	0.39	0.41	0.25	0.31	0.43	0.36
Al ₂ O ₃	1.83	1.24	8.68	7.85	10.45	13.94	14.67	8.76	8.61	8.32	7.60	8.48	8.02
FeO	18.17	17.81	10.30	9.62	4.43	4.72	4.87	8.95	8.87	8.94	8.56	8.85	8.55
MnO	0.44	0.44	0.21	0.14	0.08	0.05	0.02	0.16	0.16	0.22	0.19	0.17	0.19
MgO	21.53	21.22	15.79	16.07	18.10	16.88	16.40	16.53	16.54	16.61	17.02	16.61	17.36
CaO	0.97	1.05	11.04	11.34	13.04	12.94	12.90	11.93	11.95	12.06	12.09	12.08	12.18
Na ₂ O	0.06	0.11	1.04	0.88	1.38	1.72	1.74	1.31	1.38	1.23	1.10	1.18	1.27
K ₂ O	0.00	0.00	0.07	0.09	0.01	0.00	0.04	0.26	0.25	0.20	0.21	0.26	0.19
Cr ₂ O ₃	0.07	0.05	0.12	0.19	0.20	0.31	0.07	0.04	0.06	0.01	0.07	0.14	0.12
Toplam	97.49	97.54	97.52	97.13	96.76	96.36	96.20	97.80	97.68	97.83	97.68	97.62	97.86

Si	7.74	7.90	6.95	7.08	6.87	6.48	6.46	6.96	6.97	7.03	7.11	6.97	6.96
Al ^{IV}	0.26	0.10	1.05	0.92	1.13	1.52	1.54	1.04	1.03	0.97	0.89	1.03	1.04
Al ^{VI}	0.05	0.11	0.38	0.38	0.60	0.81	0.93	0.41	0.41	0.41	0.36	0.38	0.29
Ti	0.01	0.01	0.07	0.07	0.04	0.01	0.01	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04
Cr	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
Fe ³⁺	0.17	0.00	0.90	0.69	0.11	0.23	0.17	0.54	0.49	0.50	0.48	0.52	0.61
Fe ²⁺	1.99	2.12	0.31	0.44	0.41	0.33	0.41	0.52	0.55	0.56	0.53	0.52	0.39
Mn	0.05	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
Mg	4.57	4.50	3.30	3.37	3.80	3.57	3.48	3.47	3.48	3.48	3.57	3.49	3.63
Ca	0.15	0.16	1.66	1.71	1.97	1.97	1.97	1.80	1.81	1.82	1.82	1.83	1.83
Na	0.02	0.03	0.28	0.24	0.38	0.47	0.48	0.36	0.38	0.34	0.30	0.32	0.35
K	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.02	17.00	16.95	16.97	17.35	17.44	17.45	17.20	17.23	17.19	17.16	17.19	17.21

Tablo C.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-291	RA-291
SiO ₂	48.66	49.04	48.97	49.83	50.91	50.34	50.72	49.51	49.95	49.37	50.42	45.10	45.54
TiO ₂	0.35	0.37	0.39	0.31	0.37	0.33	0.36	0.41	0.41	0.52	0.31	2.10	2.31
Al ₂ O ₃	8.94	8.62	8.74	8.10	7.38	7.48	7.76	8.36	8.14	8.69	7.76	9.14	9.01
FeO	8.98	8.82	9.17	8.80	8.73	8.60	8.83	8.92	8.95	9.08	8.61	12.96	13.34
MnO	0.19	0.19	0.11	0.14	0.12	0.13	0.16	0.19	0.16	0.19	0.20	0.31	0.30
MgO	16.53	16.48	16.50	16.59	16.94	16.81	16.72	16.74	16.57	16.43	17.03	13.33	12.78
CaO	12.00	12.08	11.94	12.06	12.02	12.04	12.00	12.34	12.24	12.12	12.08	11.83	11.70
Na ₂ O	1.29	1.29	1.43	1.36	1.22	1.20	1.11	1.36	1.17	1.38	1.28	1.35	1.43
K ₂ O	0.27	0.25	0.27	0.22	0.23	0.23	0.19	0.31	0.26	0.32	0.07	0.27	0.24
Cr ₂ O ₃	0.06	0.22	0.08	0.26	0.23	0.11	0.04	0.17	0.03	0.14	0.07	0.24	0.37
Toplam	97.26	97.37	97.60	97.67	98.15	97.29	97.89	98.31	97.89	98.24	97.83	96.63	97.02

Si	6.89	6.95	6.92	7.04	7.14	7.12	7.12	6.97	7.04	6.95	7.08	6.62	6.68
Al ^{IV}	1.11	1.05	1.08	0.96	0.86	0.88	0.88	1.03	0.96	1.05	0.92	1.38	1.32
Al ^{VI}	0.38	0.39	0.38	0.39	0.36	0.37	0.40	0.35	0.40	0.39	0.36	0.20	0.23
Ti	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.23	0.25
Cr	0.01	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.03	0.04
Fe ³⁺	0.60	0.49	0.55	0.41	0.42	0.40	0.45	0.43	0.41	0.45	0.49	0.54	0.41
Fe ²⁺	0.46	0.55	0.53	0.63	0.61	0.62	0.59	0.62	0.65	0.62	0.52	1.05	1.23
Mn	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04
Mg	3.49	3.48	3.48	3.49	3.54	3.55	3.50	3.51	3.48	3.45	3.56	2.92	2.79
Ca	1.82	1.83	1.81	1.83	1.81	1.83	1.80	1.86	1.85	1.83	1.82	1.86	1.84
Na	0.35	0.35	0.39	0.37	0.33	0.33	0.30	0.37	0.32	0.38	0.35	0.38	0.41
K	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.06	0.05	0.06	0.01	0.05	0.04
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.22	17.23	17.25	17.24	17.18	17.20	17.14	17.29	17.22	17.26	17.18	17.29	17.29

Örnek	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-305	RA-305	RA-305	RA-305	RA-321	RA-321
SiO ₂	43.51	45.05	46.76	47.34	53.49	53.24	52.17	44.30	44.34	44.44	42.52	43.23	43.47
TiO ₂	2.19	2.23	1.82	1.71	0.24	0.18	0.36	0.58	0.83	0.70	0.69	1.11	0.93
Al ₂ O ₃	9.97	9.64	8.13	7.94	4.12	4.12	5.28	10.93	11.23	10.45	12.14	10.92	10.22
FeO	13.40	14.02	13.43	12.70	8.43	8.93	9.59	15.03	15.42	14.55	14.86	17.47	17.46
MnO	0.35	0.36	0.40	0.36	0.26	0.28	0.28	1.15	1.20	1.10	1.17	0.29	0.40
MgO	13.15	13.01	13.73	14.23	17.97	18.16	17.22	11.34	11.43	12.23	11.06	10.74	10.72
CaO	11.74	11.74	11.62	12.01	12.84	12.69	12.02	11.63	11.60	11.66	11.58	11.11	11.52
Na ₂ O	1.64	1.44	1.16	1.17	0.47	0.56	0.86	1.36	1.50	1.41	1.46	1.84	1.76
K ₂ O	0.22	0.25	0.22	0.17	0.10	0.06	0.09	1.38	1.37	1.20	1.56	1.15	1.08
Cr ₂ O ₃	0.11	0.14	0.02	0.01	0.31	0.17	0.23	0.00	0.08	0.00	0.11	0.10	0.01
Toplam	96.27	97.89	97.30	97.64	98.24	98.38	98.11	97.70	98.99	97.74	97.15	97.96	97.57

Si	6.42	6.53	6.77	6.83	7.49	7.43	7.31	6.54	6.46	6.52	6.33	6.39	6.48
Al ^{IV}	1.58	1.47	1.23	1.17	0.51	0.57	0.69	1.46	1.54	1.48	1.67	1.61	1.52
Al ^{VI}	0.15	0.18	0.16	0.18	0.17	0.11	0.18	0.44	0.39	0.33	0.46	0.30	0.28
Ti	0.24	0.24	0.20	0.19	0.03	0.02	0.04	0.06	0.09	0.08	0.08	0.12	0.10
Cr	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Fe ³⁺	0.70	0.68	0.70	0.55	0.25	0.45	0.55	0.56	0.66	0.71	0.63	0.78	0.63
Fe ²⁺	0.95	1.02	0.93	0.98	0.73	0.60	0.58	1.29	1.22	1.08	1.22	1.38	1.55
Mn	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.14	0.15	0.14	0.15	0.04	0.05
Mg	2.89	2.81	2.96	3.06	3.75	3.78	3.60	2.50	2.48	2.67	2.45	2.37	2.38
Ca	1.86	1.82	1.80	1.86	1.93	1.90	1.80	1.84	1.81	1.83	1.85	1.76	1.84
Na	0.47	0.40	0.33	0.33	0.13	0.15	0.23	0.39	0.42	0.40	0.42	0.53	0.51
K	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.26	0.25	0.22	0.30	0.22	0.20
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.37	17.28	17.17	17.21	17.07	17.06	17.06	17.49	17.49	17.46	17.56	17.51	17.55

Tablo C.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-321	RA-321	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225
SiO ₂	43.47	42.92	55.96	55.22	52.93	56.32	55.60	56.01	54.27	54.28	55.69	53.62	55.73
TiO ₂	0.87	1.08	0.77	0.29	0.42	0.17	0.26	0.15	0.06	0.08	0.19	0.07	0.24
Al ₂ O ₃	10.36	10.66	0.48	0.53	2.71	0.48	0.61	0.43	0.99	1.16	0.65	1.16	0.93
FeO	17.48	17.02	16.54	18.16	20.57	13.94	13.70	15.94	15.82	21.04	13.49	21.80	13.75
MnO	0.37	0.36	0.00	0.01	1.19	0.19	0.03	0.00	1.08	1.46	0.08	1.56	0.16
MgO	10.88	10.85	13.28	12.16	17.73	14.55	15.50	14.42	13.86	18.64	15.75	18.28	15.63
CaO	11.37	11.54	1.62	2.32	1.94	9.83	2.76	2.38	11.47	1.70	8.75	0.61	9.00
Na ₂ O	1.74	1.79	7.07	6.30	0.52	1.60	6.34	6.71	1.01	0.20	1.68	0.21	1.70
K ₂ O	1.03	1.12	1.33	1.31	0.01	0.55	1.59	1.37	0.14	0.00	0.56	0.00	0.58
Cr ₂ O ₃	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.04	0.01	0.03
Toplam	97.59	97.39	97.09	96.33	98.06	97.63	96.40	97.41	98.72	98.58	96.89	97.32	97.75

Si	6.46	6.41	8.02	8.03	7.68	8.09	7.93	7.96	7.81	7.82	7.91	7.85	7.88
Al ^{iv}	1.54	1.59	0.00	0.00	0.32	0.00	0.07	0.04	0.17	0.18	0.09	0.15	0.12
Al ^{vi}	0.27	0.29	0.08	0.09	0.14	0.08	0.04	0.03	0.00	0.01	0.02	0.05	0.03
Ti	0.10	0.12	0.08	0.03	0.05	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.76	0.63	1.02	1.04	0.00	0.13	1.09	1.15	0.35	0.09	0.78	0.03	0.74
Fe ²⁺	1.42	1.50	0.97	1.16	2.50	1.54	0.55	0.74	1.56	2.44	0.82	2.64	0.89
Mn	0.05	0.04	0.00	0.00	0.15	0.02	0.00	0.00	0.13	0.18	0.01	0.19	0.02
Mg	2.41	2.42	2.84	2.64	3.83	3.12	3.30	3.06	2.97	4.00	3.34	3.99	3.29
Ca	1.81	1.85	0.25	0.36	0.30	1.51	0.42	0.36	1.77	0.26	1.33	0.09	1.36
Na	0.50	0.52	1.96	1.78	0.15	0.45	1.75	1.85	0.28	0.06	0.46	0.06	0.47
K	0.19	0.21	0.24	0.24	0.00	0.10	0.29	0.25	0.02	0.00	0.10	0.00	0.10
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.51	17.58	17.46	17.38	17.12	17.06	17.47	17.46	17.08	17.06	16.90	17.06	16.93

Örnek	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378
SiO ₂	56.83	56.35	56.25	56.49	56.34	55.92	56.68	57	56.64	56.66	55.85	55.76	55.51
TiO ₂	0.04	0.19	0.00	0.16	0.07	0.00	0.06	0.10	0.18	0.14	0.00	0.10	0.14
Al ₂ O ₃	6.55	7.41	7.86	8.08	7.77	8.54	8.87	8.12	7.09	6.51	7.58	7.70	7.42
FeO	20.87	19.67	18.42	19.64	18.46	17.93	18.12	17.75	19.91	19.31	18.61	19.48	20.04
MnO	0.12	0.24	0.18	0.20	0.17	0.15	0.16	0.21	0.26	0.25	0.13	0.21	0.24
MgO	6.77	6.55	7.08	6.18	7.57	6.65	6.39	6.96	6.80	7.41	7.57	6.83	6.42
CaO	0.14	0.53	0.64	0.35	1.71	1.04	0.18	0.49	0.70	0.78	1.62	0.77	0.63
Na ₂ O	7.40	7.19	7.37	7.32	6.29	6.70	7.49	7.29	7.06	7.13	6.46	7.09	7.19
K ₂ O	0.00	0.03	0.02	0.01	0.06	0.03	0.02	0.05	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.01	0.04	0.04	0.05	0.07	0.06
Toplam	98.72	98.16	97.81	98.45	98.44	97.00	97.97	97.98	98.69	98.26	97.89	98.03	97.66

Si	8.01	7.99	7.98	7.99	7.93	7.98	8.01	8.05	7.99	8.02	7.91	7.91	7.94
Al ^{iv}	0.00	0.01	0.02	0.01	0.07	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09	0.09	0.06
Al ^{vi}	1.09	1.23	1.30	1.33	1.21	1.42	1.48	1.35	1.17	1.09	1.18	1.20	1.19
Ti	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.82	0.59	0.50	0.53	0.61	0.41	0.38	0.37	0.66	0.65	0.64	0.67	0.65
Fe ²⁺	1.64	1.74	1.69	1.79	1.57	1.73	1.76	1.72	1.69	1.64	1.57	1.64	1.74
Mn	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Mg	1.42	1.39	1.50	1.30	1.59	1.42	1.35	1.47	1.43	1.56	1.60	1.44	1.37
Ca	0.02	0.08	0.10	0.05	0.26	0.16	0.03	0.07	0.11	0.12	0.25	0.12	0.10
Na	2.02	1.98	2.03	2.01	1.72	1.85	2.05	2.00	1.93	1.96	1.77	1.95	1.99
K	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.04	17.06	17.13	17.06	16.98	17.02	17.08	17.08	17.04	17.08	17.02	17.07	17.09

Tablo C.1. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-378	RA-378	RA-378	RA-381	RA-381	RA-381	RA-381	RA-381	RA-381
SiO ₂	55.88	55.67	55.76	43.79	43.93	44.15	42.05	43.75	43.57
TiO ₂	0.18	0.13	0.09	1.04	0.83	1.01	0.35	0.80	0.97
Al ₂ O ₃	6.55	7.40	7.64	11.68	11.16	11.58	10.31	10.95	11.31
FeO	20.85	19.86	19.99	17.99	17.98	17.66	24.54	18.66	18.47
MnO	0.31	0.20	0.17	0.40	0.34	0.37	0.93	0.42	0.47
MgO	6.52	6.60	6.43	9.51	9.67	9.87	5.79	9.55	9.39
CaO	0.57	0.55	0.33	11.60	11.62	11.65	11.39	11.64	11.58
Na ₂ O	7.38	7.26	7.32	1.60	1.35	1.32	1.09	1.26	1.26
K ₂ O	0.02	0.00	0.03	1.61	1.65	1.71	1.88	1.72	1.68
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.05	0.03	0.03	0.08	0.06	0.06
Toplam	98.26	97.68	97.76	99.27	98.56	99.35	98.40	98.81	98.75
Si	7.97	7.94	7.94	6.47	6.53	6.49	6.47	6.50	6.47
Al ^{iv}	0.03	0.06	0.06	1.53	1.47	1.51	1.53	1.50	1.53
Al ^{vi}	1.07	1.19	1.22	0.51	0.48	0.50	0.34	0.42	0.45
Ti	0.02	0.01	0.01	0.12	0.09	0.11	0.04	0.09	0.11
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.70	0.66	0.69	0.34	0.40	0.41	0.65	0.50	0.49
Fe ²⁺	1.78	1.71	1.69	1.88	1.84	1.76	2.51	1.82	1.81
Mn	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04	0.05	0.12	0.05	0.06
Mg	1.39	1.40	1.37	2.10	2.14	2.16	1.33	2.12	2.08
Ca	0.09	0.08	0.05	1.84	1.85	1.84	1.88	1.85	1.84
Na	2.04	2.01	2.02	0.46	0.39	0.38	0.32	0.36	0.36
K	0.00	0.00	0.00	0.30	0.31	0.32	0.37	0.33	0.32
OH*	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Toplam	17.13	17.09	17.08	17.60	17.55	17.53	17.57	17.54	17.52

Tablo C.2. Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-181	RA-181	RA-181	RA-181	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183
SiO ₂	54.47	55.08	55.67	56.68	68.76	68.53	68.29	68.35	68.77	68.19	68.19	68.00	68.04
TiO ₂	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00
Al ₂ O ₃	27.78	27.68	26.76	26.52	19.94	19.67	20.29	19.86	17.97	18.58	18.82	19.75	19.66
FeO	0.13	0.26	0.15	0.11	0.00	0.03	0.05	0.03	0.05	0.11	0.00	0.16	0.06
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.02	0.02
MgO	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.06	0.02
CaO	10.38	10.12	10.06	9.42	0.03	0.04	0.42	0.36	0.02	0.02	0.11	0.27	0.16
Na ₂ O	5.34	5.74	5.83	6.08	11.22	10.77	10.88	11.10	11.58	11.71	11.39	11.28	11.10
K ₂ O	0.00	0.03	0.04	0.01	0.01	0.04	0.04	0.14	0.03	0.02	0.06	0.09	0.07
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.08	0.04	0.00	0.01
Toplam	98.18	98.95	98.51	98.84	99.98	99.08	100.06	99.87	98.48	98.72	98.66	99.66	99.13
Si	2.50	2.51	2.54	2.57	2.99	3.01	2.97	2.99	3.04	3.02	3.01	2.98	2.99
Ti	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
Al	1.50	1.48	1.44	1.42	1.02	1.02	1.04	1.02	0.94	0.97	0.98	1.02	1.02
Cr	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
Fe ³⁺	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	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
Mg	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
Ca	0.51	0.49	0.49	0.46	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	0.47	0.51	0.52	0.53	0.95	0.92	0.92	0.94	0.99	1.00	0.98	0.96	0.95
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	4.99	5.00	5.00	4.99	4.97	4.94	4.96	4.98	4.98	5.00	4.98	4.99	4.97
Ab %	48.21	50.56	51.09	53.83	99.78	99.57	97.69	97.46	99.72	99.84	99.16	98.18	98.82
An %	51.78	49.26	48.71	46.09	0.17	0.19	2.08	1.75	0.10	0.07	0.51	1.29	0.79
Or %	0.01	0.18	0.20	0.09	0.06	0.24	0.23	0.79	0.18	0.09	0.32	0.52	0.39

Örnek	RA-183	RA-202	RA-202	RA-207	RA-207	RA-207	RA-207	RA-207	RA-207	RA-207	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217
SiO ₂	68.03	69.82	69.11	64.30	64.62	67.21	67.98	66.86	67.12	69.18	67.94	67.79	70.07	
TiO ₂	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.02	0.05	0.04	0.01	0.00	
Al ₂ O ₃	19.59	19.20	19.19	21.59	21.76	20.04	19.37	20.00	20.58	19.13	19.88	20.46	18.97	
FeO	0.07	0.13	0.02	0.17	0.22	0.19	0.23	0.22	0.23	0.11	0.81	0.10	0.03	
MnO	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	
MgO	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.25	0.00	0.00	
CaO	0.14	0.05	0.02	3.85	3.21	1.70	1.07	1.98	1.92	0.11	0.20	0.37	0.13	
Na ₂ O	11.16	11.36	11.63	9.09	9.30	10.11	10.75	10.55	9.89	11.56	10.25	10.39	11.15	
K ₂ O	0.13	0.02	0.01	0.19	0.13	0.14	0.12	0.12	0.10	0.07	0.60	0.71	0.14	
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	
Toplam	99.15	100.65	100.00	99.22	99.24	99.42	99.57	99.76	99.88	100.23	100.07	99.84	100.50	
Si	2.99	3.02	3.01	2.86	2.86	2.96	2.99	2.94	2.94	3.01	2.97	2.97	3.03	
Ti	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	
Al	1.02	0.98	0.99	1.13	1.14	1.04	1.00	1.04	1.06	0.98	1.02	1.06	0.97	
Cr	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	
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	
Mg	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	
Ca	0.01	0.00	0.00	0.18	0.15	0.08	0.05	0.09	0.09	0.00	0.02	0.00	0.00	
Na	0.95	0.95	0.98	0.78	0.80	0.86	0.92	0.90	0.84	0.01	0.01	0.02	0.01	
K	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.87	0.88	0.94	
Toplam	4.98	4.96	4.99	4.97	4.97	4.95	4.97	4.99	4.95	0.00	0.03	0.04	0.01	
Ab %	98.59	99.65	99.86	80.15	83.32	90.72	94.14	89.99	89.75	99.05	95.26	93.91	98.55	
An %	0.67	0.22	0.11	18.76	15.89	8.43	5.18	9.33	9.63	0.53	1.04	1.85	0.61	
Or %	0.73	0.13	0.03	1.09	0.78	0.85	0.69	0.68	0.62	0.42	3.70	4.24	0.84	

Tablo C.2. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250
SiO ₂	66.77	66.04	69.29	69.78	60.27	59.88	59.44	61.93	60.06	60.53	59.68	60.38	59.78
TiO ₂	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.05
Al ₂ O ₃	19.67	20.36	19.01	18.85	25.06	24.57	25.01	22.72	24.09	24.23	23.82	24.16	23.90
FeO	0.14	0.35	0.06	0.04	0.00	0.04	0.03	0.35	0.00	0.03	0.01	0.04	0.02
MnO	0.05	0.02	0.01	0.02	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00
MgO	0.05	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.27	0.00	0.00	0.01	0.06	0.02
CaO	0.11	0.16	0.20	0.11	6.29	6.38	6.73	3.52	6.68	6.49	6.82	5.52	6.85
Na ₂ O	10.41	10.18	11.38	11.29	7.05	7.42	7.43	7.55	7.34	7.50	7.29	7.58	7.38
K ₂ O	1.17	1.33	0.12	0.09	0.39	0.24	0.38	0.90	0.48	0.30	0.42	0.77	0.45
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07
Toplam	98.39	98.64	100.08	100.27	99.07	98.63	99.05	97.26	98.70	99.10	98.17	98.53	98.52
Si	2.97	2.94	3.02	3.03	2.70	2.70	2.67	2.81	2.71	2.71	2.71	2.72	2.70
Ti	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
Al	1.03	1.07	0.98	0.96	1.32	1.30	1.33	1.21	1.28	1.28	1.27	1.28	1.27
Cr	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
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.30	0.31	0.32	0.17	0.32	0.31	0.33	0.27	0.33
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.61	0.65	0.65	0.66	0.64	0.65	0.64	0.66	0.65
K	0.90	0.88	0.96	0.95	0.02	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03
Toplam	0.07	0.08	0.01	0.00	4.96	4.98	5.00	4.94	4.98	4.98	4.99	4.99	4.99
Ab %	92.64	91.37	98.34	98.94	65.38	66.81	65.18	74.86	64.69	66.45	64.30	68.07	64.38
An %	0.52	0.77	0.97	0.55	32.23	31.75	32.63	19.29	32.54	31.78	33.24	27.39	33.02
Or %	6.85	7.85	0.69	0.51	2.39	1.44	2.19	5.85	2.77	1.78	2.45	4.54	2.60

Örnek	RA-250	RA-250	RA-254	RA-254	RA-254	RA-254	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269	RA-280
SiO ₂	59.97	59.80	54.51	52.81	54.30	51.21	43.70	43.44	43.66	43.73	43.04	42.87	46.07
TiO ₂	0.08	0.04	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
Al ₂ O ₃	24.30	24.01	28.04	28.88	28.16	30.39	33.37	34.50	34.78	35.02	35.33	34.96	34.74
FeO	0.00	0.05	0.12	0.13	0.15	0.20	0.03	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	0.05
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
CaO	6.80	6.63	11.56	12.79	9.69	13.74	19.85	20.38	20.23	20.24	20.22	20.13	17.77
Na ₂ O	7.30	7.35	4.90	4.39	5.11	3.58	0.18	0.02	0.04	0.07	0.04	0.02	1.11
K ₂ O	0.35	0.25	0.04	0.01	0.06	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
Toplam	98.80	98.13	99.19	99.05	97.48	99.17	97.17	98.38	98.80	99.12	98.67	98.02	99.83
Si	2.70	2.71	2.48	2.42	2.50	2.35	2.08	2.05	2.05	2.04	2.02	2.03	2.12
Ti	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
Al	1.29	1.28	1.50	1.56	1.53	1.64	1.87	1.92	1.92	1.93	1.96	1.95	1.88
Cr	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
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	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
Mg	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
Ca	0.33	0.32	0.56	0.63	0.48	0.67	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02	0.88
Na	0.64	0.65	0.43	0.39	0.46	0.32	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.10
K	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.98	4.98	4.98	5.00	4.97	4.99	4.99	5.00	4.99	4.99	5.00	5.00	4.99
Ab %	64.67	65.76	43.32	38.30	48.66	31.99	1.62	0.15	0.36	0.59	0.38	0.15	10.15
An %	33.29	32.78	56.48	61.67	50.99	67.85	98.38	99.84	99.57	99.36	99.62	99.80	89.77
Or %	2.04	1.47	0.20	0.03	0.36	0.16	0.00	0.01	0.08	0.05	0.00	0.04	0.08

Tablo C.2. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-284	RA-284	RA-284	RA-284
SiO ₂	45.77	45.74	45.80	45.95	45.23	47.80	46.31	45.58	45.55	49.46	49.82	50.05	50.30
TiO ₂	0.00	0.02	0.07	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05	0.11	0.04	0.06
Al ₂ O ₃	35.19	34.91	34.81	34.81	35.16	33.15	34.07	34.76	34.44	31.20	31.03	31.16	30.89
FeO	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.11	0.10	0.07	0.06	0.33	0.30	0.15	0.24
MnO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.00	0.02	0.00
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.00	0.01
CaO	17.89	17.98	18.08	18.01	18.19	16.10	17.49	18.30	18.01	14.79	14.81	14.79	14.31
Na ₂ O	1.09	1.05	1.02	1.10	0.96	2.16	1.46	0.94	1.14	2.95	3.01	3.21	3.27
K ₂ O	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
Cr ₂ O ₃	0.03	0.04	0.02	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.08
Toplam	100.04	99.78	99.91	99.94	99.68	99.37	99.47	99.69	99.27	98.87	99.10	99.45	99.17
Si	2.10	2.11	2.11	2.11	2.09	2.20	2.14	2.10	2.11	2.28	2.29	2.30	2.31
Ti	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
Al	1.91	1.90	1.89	1.89	1.91	1.80	1.86	1.89	1.88	1.70	1.68	1.68	1.67
Cr	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
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	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
Mg	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
Ca	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.79	0.87	0.91	0.89	0.73	0.73	0.73	0.70
Na	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.19	0.13	0.08	0.10	0.26	0.27	0.29	0.29
K	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
Toplam	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	5.00	4.99	5.00	4.99	4.99	5.00	4.99
Ab %	9.95	9.55	9.21	9.93	8.68	19.51	13.11	8.53	10.29	26.51	26.88	28.18	29.23
An %	90.00	90.44	90.63	90.07	91.20	80.36	86.79	91.41	89.69	73.44	73.09	71.76	70.68
Or %	0.05	0.01	0.16	0.00	0.12	0.13	0.09	0.06	0.02	0.05	0.03	0.05	0.10

Örnek	RA-284	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-291	RA-305	RA-305	RA-305	RA-305
SiO ₂	49.51	56.83	55.55	58.10	56.24	55.77	55.89	47.20	65.43	65.38	64.75	58.51	59.51
TiO ₂	0.00	0.08	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	31.53	26.63	27.93	25.75	27.88	27.95	27.70	33.24	18.38	18.67	18.74	26.19	24.74
FeO	0.21	0.06	0.04	0.00	0.02	0.12	0.09	0.12	0.06	0.03	0.03	0.08	0.15
MnO	0.02	0.00	0.03	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
CaO	14.66	9.18	10.72	8.33	9.77	10.36	9.89	17.55	0.02	0.00	0.03	7.74	6.87
Na ₂ O	2.96	6.31	5.28	6.64	5.78	5.42	5.55	1.71	0.81	0.73	0.77	6.78	7.35
K ₂ O	0.00	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.01	16.02	16.14	16.08	0.21	0.32
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
Toplam	98.91	99.12	99.60	98.93	99.80	99.68	99.19	99.84	100.73	101.03	100.45	99.53	98.98
Si	2.28	2.57	2.51	2.62	2.53	2.51	2.53	2.17	3.00	2.99	2.98	2.62	2.68
Ti	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
Al	1.71	1.42	1.49	1.37	1.48	1.48	1.48	1.80	0.99	1.01	1.02	1.38	1.31
Cr	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
Fe ³⁺	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	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
Mg	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
Ca	0.72	0.44	0.52	0.40	0.47	0.50	0.48	0.87	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33
Na	0.26	0.55	0.46	0.58	0.50	0.47	0.49	0.15	0.07	0.06	0.07	0.59	0.64
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.94	0.01	0.02
Toplam	4.99	4.99	4.98	4.98	4.99	4.98	4.98	5.00	5.01	5.01	5.02	4.98	4.99
Ab %	26.76	55.34	47.02	58.88	51.59	48.52	50.29	14.98	7.13	6.40	6.75	60.55	64.74
An %	73.24	44.49	52.75	40.82	48.19	51.25	49.52	84.97	0.09	0.00	0.13	38.20	33.44
Or %	0.00	0.16	0.23	0.30	0.22	0.23	0.19	0.05	92.77	93.60	93.13	1.25	1.83

Tablo C.2. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-321	RA-321	RA-321	RA-321	RA-321	RA-321	RA-321	RA-321	RA-321	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225
SiO ₂	62.86	61.85	64.23	62.54	62.10	62.88	61.90	64.38	67.81	67.69	67.47	67.47	
TiO ₂	0.00	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	0.03	0.00	
Al ₂ O ₃	22.83	22.71	17.39	23.02	22.35	21.99	22.73	17.75	18.88	19.65	19.54	19.73	
FeO	0.08	0.13	0.19	0.56	0.17	0.12	0.16	0.10	0.10	0.02	0.08	0.08	
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.03	0.05	
MgO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	
CaO	4.73	5.52	0.01	3.76	5.20	4.86	5.24	0.02	0.18	0.19	0.17	1.10	
Na ₂ O	8.33	7.91	0.12	8.25	8.18	8.37	8.34	0.14	11.11	11.78	11.40	11.01	
K ₂ O	0.48	0.35	17.16	1.09	0.45	0.45	0.36	17.07	0.37	0.03	0.30	0.10	
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.07	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	
Toplam	99.31	98.57	99.12	99.26	98.52	98.67	98.85	99.46	98.53	99.43	98.95	99.49	
Si	2.80	2.78	3.01	2.79	2.79	2.82	2.78	3.01	3.01	2.98	2.98	2.97	
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al	1.20	1.20	0.96	1.21	1.19	1.16	1.20	0.98	0.99	1.02	1.02	1.02	
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ca	0.23	0.27	0.00	0.18	0.25	0.23	0.25	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	
Na	0.72	0.69	0.01	0.71	0.71	0.73	0.73	0.01	0.96	1.00	0.98	0.94	
K	0.03	0.02	1.03	0.06	0.03	0.03	0.02	1.02	0.02	0.00	0.02	0.01	
Toplam	4.97	4.97	5.02	4.98	4.98	4.97	4.99	5.02	4.99	5.01	5.01	4.99	
Ab %	73.97	70.67	1.07	74.68	72.08	73.73	72.68	1.23	97.03	98.94	97.51	94.21	
An %	23.21	27.25	0.04	18.81	25.32	23.66	25.24	0.09	0.86	0.88	0.79	5.21	
Or %	2.82	2.08	98.89	6.51	2.60	2.61	2.08	98.68	2.11	0.17	1.70	0.57	

Örnek	RA-225	RA-216	RA-216	RA-216	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378
SiO ₂	67.76	69.15	66.12	67.58	68.40	68.77	67.01	65.08	69.44	69.42	69.11	68.83	68.18
TiO ₂	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.08	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	19.94	18.36	21.06	19.54	18.43	18.38	19.27	20.64	18.58	19.02	19.01	19.28	19.46
FeO	0.04	0.01	0.08	0.04	0.15	0.00	0.03	0.91	0.05	0.05	0.01	0.07	0.07
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.02	0.00	0.05	0.02	0.22	0.00	0.00	0.19	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.44	0.28	0.40	0.08	0.09	0.11	1.21	1.66	0.03	0.04	0.03	0.01	0.07
Na ₂ O	11.18	11.26	10.05	12.03	11.57	11.64	10.61	10.03	11.59	11.71	11.50	11.60	11.15
K ₂ O	0.29	0.06	0.95	0.10	0.03	0.04	0.09	0.87	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Toplam	99.67	99.16	98.70	99.34	98.94	98.96	98.23	99.50	99.74	100.27	99.77	99.84	98.98
Si	2.97	3.04	2.93	2.98	3.02	3.03	2.98	2.89	3.03	3.02	3.02	3.01	3.00
Ti	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
Al	1.03	0.95	1.10	1.01	0.96	0.95	1.01	1.08	0.96	0.97	0.98	0.99	1.01
Cr	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
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	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
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.95	0.96	0.86	1.03	0.99	0.99	0.92	0.86	0.98	0.99	0.97	0.98	0.95
K	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.99	4.97	4.98	5.03	4.99	4.99	4.97	5.01	4.98	4.99	4.98	4.99	4.97
Ab %	96.24	98.30	92.21	99.11	99.40	99.26	93.57	87.07	99.68	99.63	99.70	99.71	99.39
An %	2.11	1.35	2.04	0.35	0.41	0.51	5.89	7.96	0.16	0.17	0.15	0.06	0.36
Or %	1.66	0.35	5.75	0.53	0.19	0.23	0.55	4.97	0.16	0.19	0.16	0.23	0.25

Tablo C.2. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait feldspatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-381	RA-381	RA-381	RA-381	RA-381	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-464	RA-464	RA-464
SiO₂	65.62	66.37	66.49	59.07	58.42	64.84	65.07	65.52	65.11	46.72	46.67	46.50
TiO₂	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.02	0.05	0.08	0.02	0.03	0.00
Al₂O₃	18.06	17.86	18.09	25.59	25.74	17.95	18.15	18.52	18.33	32.68	32.84	33.28
FeO	0.19	0.03	0.05	0.07	0.05	0.06	0.07	0.04	0.14	0.24	0.19	0.21
MnO	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.04
MgO	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03
CaO	0.05	0.03	0.07	7.44	8.15	0.08	0.06	0.06	0.06	17.89	18.00	18.09
Na₂O	1.30	0.96	0.95	6.79	6.34	1.43	1.39	1.37	1.28	1.49	1.44	1.40
K₂O	14.83	15.42	15.30	0.31	0.24	14.64	14.65	14.60	14.61	0.00	0.01	0.00
Cr₂O₃	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00
Toplam	100.07	100.68	101.02	99.31	99.01	99.06	99.43	100.16	99.63	99.07	99.07	99.34
Si	3.01	3.03	3.02	2.65	2.63	3.01	3.01	3.00	3.00	2.17	2.17	2.15
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.98	0.96	0.97	1.35	1.37	0.98	0.99	1.00	1.00	1.79	1.80	1.81
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe³⁺	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.36	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.89	0.90
Na	0.12	0.08	0.08	0.59	0.55	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13	0.13	0.13
K	0.87	0.90	0.89	0.02	0.01	0.87	0.86	0.85	0.86	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.99	4.98	4.97	4.98	4.97	4.99	4.99	4.98	4.98	5.00	5.00	5.00
Ab%	11.76	8.59	8.58	61.13	57.64	12.87	12.56	12.44	11.68	13.10	12.64	12.28
An%	0.27	0.16	0.34	37.01	40.95	0.40	0.30	0.30	0.31	86.89	87.28	87.71
Or%	87.97	91.25	91.08	1.86	1.41	86.72	87.14	87.26	88.01	0.02	0.08	0.01

Tablo C.3. Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait ortopiroksen ve klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-170	RA-170	RA-170	RA-170	RA-170	RA-174	RA-174	RA-174
SiO ₂	50.84	50.77	50.57	48.89	51.18	53.70	50.03	50.27	50.09	58.13	55.00	54.20	54.17
TiO ₂	0.41	0.28	0.47	0.41	0.43	0.16	1.48	1.50	1.32	0.00	0.59	0.30	0.39
Al ₂ O ₃	4.69	3.87	4.24	5.31	4.25	1.34	4.37	4.36	4.28	17.33	6.26	4.71	5.39
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	5.84	5.06	5.25	5.43	7.45	0.04	0.04	0.00
FeO	10.60	10.56	10.52	10.16	10.63	0.16	0.10	0.05	0.13	0.08	19.96	18.12	22.41
Mno	0.11	0.17	0.12	0.20	0.12	15.97	14.98	14.95	14.54	1.77	0.07	0.22	0.02
MgO	11.22	11.78	11.08	11.45	11.27	22.61	22.62	22.49	21.91	2.68	2.11	3.66	2.14
CaO	21.01	21.83	21.63	21.26	21.50	0.16	0.31	0.41	0.49	13.60	3.75	7.48	2.22
Na ₂ O	1.25	0.61	0.79	0.69	0.86	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	12.02	10.02	12.34
K ₂ O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.15	0.89	0.83	0.91	0.00	0.02	0.00	0.01
Toplam	100.12	99.94	99.46	98.37	100.25	100.10	99.84	100.10	99.09	101.05	99.82	98.74	99.09

Si	1.896	1.903	1.907	1.857	1.913	1.97	1.85	1.85	1.87	2.03	2.00	2.00	1.99
Ti	0.012	0.008	0.013	0.012	0.012	0.00	0.04	0.04	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
Al	0.206	0.171	0.188	0.238	0.187	0.06	0.19	0.19	0.19	0.71	0.27	0.21	0.23
Cr	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.331	0.331	0.332	0.323	0.332	0.18	0.16	0.16	0.17	0.22	0.61	0.56	0.69
Mn	0.003	0.005	0.004	0.006	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.624	0.658	0.623	0.648	0.628	0.87	0.83	0.82	0.81	0.09	0.11	0.20	0.12
Ca	0.839	0.877	0.874	0.865	0.861	0.89	0.90	0.89	0.87	0.10	0.15	0.30	0.09
Na	0.090	0.044	0.058	0.050	0.062	0.01	0.02	0.03	0.04	0.92	0.85	0.72	0.88
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.00	4.01	4.01	4.01	4.07	4.00	4.00	4.00
Wo	44.56	45.89	46.32	45.86	45.71	45.51	47.15	46.73	46.36	7.53	8.52	16.68	4.93
En	33.11	34.46	33.02	34.36	33.34	44.73	43.44	43.23	42.81	6.92	6.67	11.35	6.61
Fs	17.55	17.33	17.59	17.11	17.64	9.18	8.23	8.52	8.97	16.35	35.39	31.54	38.85
X _{Mg}	65.36	66.54	65.25	66.77	65.40	82.98	84.07	83.54	82.68	29.75	15.86	26.47	14.55

Örnek	RA-174	RA-174	RA-174	RA-174	RA-174	RA-174	RA-174	RA-183	RA-183	RA-183	RA-183	RA-202	RA-202
SiO ₂	53.42	54.13	53.34	54.76	54.51	54.31	54.69	52.54	53.35	53.38	54.02	54.89	53.79
TiO ₂	0.35	0.13	0.01	0.00	0.02	0.18	0.17	0.24	0.26	0.22	0.04	0.18	0.28
Al ₂ O ₃	4.70	2.63	1.24	5.91	4.36	6.34	6.51	2.10	0.75	0.94	0.75	4.83	3.55
Cr ₂ O ₃	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	11.65	7.58	6.83	8.03	18.03	20.20
FeO	22.00	22.31	24.03	19.49	17.97	18.89	19.71	0.28	0.20	0.20	0.13	0.23	0.30
Mno	0.03	0.08	0.21	0.02	0.12	0.08	0.05	11.55	14.95	15.83	14.21	3.94	4.84
MgO	1.90	3.45	3.44	3.25	4.95	2.76	2.24	18.57	22.73	22.12	21.60	7.75	9.15
CaO	3.15	6.97	6.91	4.66	7.90	4.58	4.13	2.42	0.08	0.31	0.42	9.37	8.95
Na ₂ O	12.49	10.16	10.60	11.53	9.83	11.80	11.64	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.04
K ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.08	0.01	0.04	0.05	0.04
Toplam	98.06	99.86	99.82	99.62	99.67	98.94	99.13	99.38	100.00	99.83	99.26	99.29	101.13

Si	1.98	2.00	1.97	1.99	1.99	1.98	2.00	1.96	1.98	1.97	2.01	2.10	2.05
Ti	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Al	0.21	0.11	0.05	0.25	0.19	0.27	0.28	0.09	0.03	0.04	0.03	0.22	0.16
Cr	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
Fe ²⁺	0.68	0.69	0.74	0.59	0.55	0.58	0.60	0.36	0.24	0.21	0.25	0.58	0.64
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Mg	0.10	0.19	0.19	0.18	0.27	0.15	0.12	0.64	0.83	0.87	0.79	0.22	0.28
Ca	0.12	0.28	0.27	0.18	0.31	0.18	0.16	0.74	0.90	0.87	0.86	0.32	0.37
Na	0.90	0.73	0.76	0.81	0.69	0.83	0.83	0.18	0.01	0.02	0.03	0.69	0.66
K	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
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99	4.14	4.19
Wo	6.91	14.65	13.92	10.30	16.95	10.29	9.45	38.60	45.83	44.21	44.62	17.51	19.12
En	5.80	10.09	9.64	9.99	14.78	8.63	7.13	33.40	41.94	44.02	40.85	12.39	14.07
Fs	37.68	36.61	37.79	33.61	30.10	33.12	35.21	18.90	11.93	10.66	12.95	31.80	32.95
X _{Mg}	13.34	21.61	20.33	22.91	32.93	20.66	16.85	63.86	77.86	80.51	75.93	28.03	29.93

Tablo C.3. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait ortopiroksen ve klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-202	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269	RA-269
SiO ₂	54.23	53.61	49.01	48.77	50.98	51.36	53.84	53.59	53.14	52.93	52.75	53.57	52.81
TiO ₂	0.11	0.24	1.58	1.52	0.61	0.60	0.32	0.16	0.23	0.24	0.21	0.19	0.22
Al ₂ O ₃	0.77	1.00	4.21	4.98	3.88	3.54	2.29	2.70	2.40	2.71	3.68	2.45	2.46
Cr ₂ O ₃	7.41	7.53	19.09	17.20	8.53	8.79	2.49	2.50	2.44	2.51	2.66	2.34	2.82
FeO	0.20	0.26	0.52	0.44	0.16	0.25	0.06	0.10	0.10	0.08	0.04	0.04	0.08
Mno	15.42	15.18	8.54	9.66	15.62	15.99	16.76	16.63	15.99	17.10	16.56	16.57	16.33
MgO	22.67	22.36	12.93	14.01	19.33	18.80	24.25	23.75	24.82	22.72	22.74	25.14	24.41
CaO	0.16	0.14	3.86	2.85	0.26	0.25	0.15	0.13	0.11	0.17	0.29	0.06	0.07
Na ₂ O	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
K ₂ O	0.01	0.00	0.02	0.00	0.15	0.07	0.43	0.38	0.42	0.39	0.43	0.40	0.67
Toplam	101.00	100.33	99.76	99.44	99.52	99.64	100.60	99.96	99.64	98.85	99.35	100.78	99.87

Si	1.99	1.98	1.90	1.88	1.89	1.91	1.95	1.95	1.95	1.94	1.93	1.94	1.93
Ti	0.00	0.01	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.03	0.04	0.19	0.23	0.17	0.15	0.10	0.12	0.10	0.12	0.16	0.10	0.11
Cr	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
Fe ²⁺	0.23	0.23	0.62	0.55	0.27	0.27	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09
Mn	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Mg	0.84	0.84	0.49	0.56	0.87	0.88	0.90	0.90	0.87	0.94	0.90	0.89	0.89
Ca	0.89	0.88	0.54	0.58	0.77	0.75	0.94	0.92	0.97	0.89	0.89	0.97	0.96
Na	0.01	0.01	0.29	0.21	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
K	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
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.07	4.01	4.01	4.00	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Wo	45.15	45.07	27.69	30.43	40.11	38.88	48.70	48.39	50.48	46.58	47.00	50.16	49.36
En	42.74	42.58	25.45	29.20	45.10	46.01	46.84	47.15	45.25	48.78	47.62	46.00	45.94
Fs	11.52	11.85	31.91	29.16	13.82	14.19	3.90	3.98	3.87	4.02	4.29	3.64	4.45
X _{Mg}	78.77	78.23	44.37	50.03	76.55	76.43	92.31	92.22	92.11	92.39	91.73	92.66	91.17

Örnek	RA-269	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-280	RA-284	RA-284	RA-284	RA-284	RA-284	RA-284
SiO ₂	52.42	54.42	54.66	54.58	54.21	54.30	53.18	51.47	50.61	51.18	51.15	50.12	50.68
TiO ₂	0.13	0.10	0.04	0.13	0.17	0.17	0.21	0.69	0.92	0.85	0.90	0.90	0.89
Al ₂ O ₃	3.26	1.03	0.78	1.30	1.25	1.13	2.67	2.55	3.44	2.92	3.24	3.28	3.40
Cr ₂ O ₃	2.62	5.65	4.99	5.75	5.40	5.44	6.16	8.12	10.09	11.68	11.38	10.87	10.79
FeO	0.06	0.18	0.17	0.18	0.22	0.14	0.21	0.21	0.27	0.29	0.29	0.31	0.25
Mno	16.50	15.44	15.57	15.36	14.98	15.19	15.41	14.64	15.02	16.19	15.48	15.39	15.28
MgO	23.65	23.57	23.76	23.12	23.57	23.57	21.00	21.58	19.41	17.05	17.65	18.31	19.22
CaO	0.23	0.28	0.18	0.19	0.27	0.30	0.39	0.33	0.36	0.24	0.35	0.31	0.30
Na ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.47	0.03	0.00	0.13	0.11	0.07	0.16	0.10	0.07	0.10	0.09	0.00	0.07
Toplam	99.34	100.71	100.15	100.76	100.20	100.32	99.45	99.70	100.19	100.51	100.53	99.48	100.88

Si	1.92	1.99	2.00	1.99	1.99	1.99	1.96	1.91	1.88	1.89	1.89	1.87	1.87
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
Al	0.14	0.04	0.03	0.06	0.05	0.05	0.12	0.11	0.15	0.13	0.14	0.14	0.15
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.08	0.17	0.15	0.18	0.17	0.17	0.19	0.25	0.31	0.36	0.35	0.34	0.33
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.90	0.84	0.85	0.83	0.82	0.83	0.85	0.81	0.83	0.89	0.85	0.86	0.84
Ca	0.93	0.92	0.93	0.90	0.93	0.93	0.83	0.86	0.77	0.68	0.70	0.73	0.76
Na	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
K	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
Toplam	4.00	4.00	3.99	3.98	3.99	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Wo	48.19	47.17	47.87	46.87	47.99	47.63	43.79	44.14	39.74	34.70	36.23	37.54	38.86
En	46.78	43.00	43.64	43.33	42.44	42.71	44.71	41.66	42.79	45.85	44.22	43.91	42.99
Fs	4.17	8.83	7.85	9.10	8.58	8.58	10.03	12.96	16.13	18.56	18.24	17.40	17.03
X _{Mg}	91.82	82.97	84.76	82.64	83.18	83.27	81.68	76.27	72.63	71.19	70.80	71.62	71.63

Tablo C.3. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait ortopiroksen ve klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-291	RA-291	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-333	RA-333
SiO ₂	53.64	52.85	54.01	52.74	56.44	56.90	56.74	56.46	57.04	57.07	54.24	56.38
TiO ₂	0.11	0.04	0.12	0.04	0.03	0.01	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.00
Al ₂ O ₃	1.50	2.42	2.47	2.76	2.51	2.42	2.47	2.32	2.89	2.54	1.54	1.85
Cr ₂ O ₃	4.92	5.47	0.95	0.99	0.68	0.72	0.70	0.62	0.75	0.66	0.52	0.62
FeO	0.29	0.19	1.84	2.27	6.25	6.15	5.96	5.98	5.93	6.07	1.88	5.64
MnO	15.23	15.68	0.07	0.07	0.11	0.12	0.16	0.15	0.13	0.09	0.10	0.08
MgO	23.97	22.46	16.59	16.88	33.89	33.74	33.48	33.15	33.79	33.69	17.89	34.14
CaO	0.35	0.45	25.15	24.02	0.98	0.96	1.20	1.61	0.56	1.03	24.08	0.92
Na ₂ O	0.00	0.03	0.00	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.04
K ₂ O	0.27	0.34	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
Toplam	100.28	99.93	101.21	99.86	100.91	101.03	100.77	100.34	101.12	101.19	100.41	99.69
Si	1.97	1.94	1.94	1.92	1.93	1.94	1.94	1.95	1.94	1.95	1.96	1.95
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.06	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.12	0.10	0.07	0.08
Cr	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
Fe ²⁺	0.15	0.17	0.06	0.07	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.06	0.16
Mn	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.83	0.86	0.89	0.92	1.73	1.72	1.71	1.70	1.72	1.71	0.96	1.76
Ca	0.94	0.88	0.97	0.94	0.04	0.04	0.04	0.06	0.02	0.04	0.93	0.03
Na	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	3.99	4.00	4.01	4.00	4.00	4.00	3.99	3.99	4.00	4.01
Wo	48.30	45.50	50.63	48.60	1.84	1.83	2.29	3.07	1.07	1.95	47.58	1.73
En	42.70	44.19	46.47	47.52	88.89	89.07	88.84	88.02	90.05	89.05	49.18	89.79
Fs	7.74	8.65	2.89	3.59	9.20	9.11	8.87	8.91	8.87	9.00	2.90	8.32
X _{Mg}	84.66	83.63	94.14	92.99	90.62	90.72	90.92	90.81	91.04	90.82	94.43	91.52

Örnek	RA-333	RA-333	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416
SiO ₂	57.19	55.90	53.81	54.01	54.38	53.92	53.51	55.10	53.75	54.94	54.35	53.72
TiO ₂	0.00	0.08	0.08	0.08	0.04	0.03	0.11	0.17	0.12	0.00	0.06	0.12
Al ₂ O ₃	1.70	1.77	1.98	1.92	1.73	2.10	1.95	0.64	1.56	0.66	1.53	1.51
Cr ₂ O ₃	0.59	0.55	0.90	0.90	0.78	1.06	0.94	0.19	0.76	0.15	0.78	0.78
FeO	5.61	5.59	2.25	2.27	2.08	2.12	2.14	1.42	1.75	1.40	1.74	1.99
MnO	0.17	0.14	0.07	0.14	0.05	0.12	0.07	0.10	0.04	0.03	0.05	0.06
MgO	34.53	34.31	17.30	17.41	17.08	17.00	17.31	17.66	17.35	17.66	17.63	17.30
CaO	0.83	0.94	24.09	23.86	24.49	24.53	24.10	25.59	24.76	25.39	24.56	24.58
Na ₂ O	0.00	0.02	0.05	0.12	0.11	0.09	0.10	0.04	0.11	0.05	0.07	0.06
K ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Toplam	100.63	99.31	100.53	100.71	100.74	100.98	100.23	100.93	100.21	100.28	100.77	100.14
Si	1.96	1.94	1.95	1.95	1.96	1.94	1.94	1.98	1.95	1.99	1.96	1.95
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08	0.03	0.07	0.03	0.07	0.06
Cr	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02
Fe ²⁺	0.16	0.16	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.76	1.78	0.93	0.94	0.92	0.91	0.94	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94
Ca	0.03	0.03	0.93	0.92	0.95	0.95	0.94	0.99	0.96	0.98	0.95	0.96
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.01	4.00	4.00	3.99	4.00	4.00	4.00	4.01	4.00	4.00	4.00
Wo	1.55	1.76	48.18	47.66	48.91	49.06	48.17	49.84	49.06	49.65	48.57	48.85
En	90.21	89.95	48.14	48.39	47.46	47.31	48.14	47.86	47.83	48.05	48.51	47.84
Fs	8.22	8.22	3.51	3.54	3.24	3.31	3.34	2.16	2.71	2.14	2.69	3.09
X _{Mg}	91.65	91.63	93.20	93.18	93.61	93.46	93.51	95.68	94.64	95.74	94.75	93.94

Tablo C.3. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait ortopiroksen ve klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-426	RA-426	RA-426	RA-426
SiO ₂	53.66	53.44	54.34	53.70	53.66	53.60	53.16	53.51	55.19	55.06	53.79	54.63	
TiO ₂	0.12	0.07	0.05	0.11	0.07	0.10	0.10	0.10	0.05	0.00	0.06	0.00	
Al ₂ O ₃	1.45	1.67	1.44	1.71	1.83	1.96	1.94	1.65	0.92	1.08	1.08	1.00	
Cr ₂ O ₃	0.70	0.77	0.47	0.90	0.91	0.95	1.00	0.80	0.64	0.65	0.66	0.57	
FeO	1.94	1.95	1.93	2.06	1.69	2.26	2.24	1.99	1.80	2.04	1.98	1.76	
MnO	0.06	0.10	0.08	0.05	0.08	0.12	0.12	0.03	0.04	0.11	0.06	0.06	
MgO	17.21	17.27	17.92	17.29	16.77	17.56	17.35	17.52	17.58	18.76	17.99	17.59	
CaO	24.48	24.41	24.43	24.24	24.57	23.78	23.79	24.41	24.64	23.22	24.37	24.98	
Na ₂ O	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.09	0.08	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	
K ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	
Toplam	99.70	99.77	100.75	100.17	99.71	100.42	99.78	100.06	100.86	100.94	100.00	100.60	
Si	1.96	1.95	1.96	1.95	1.96	1.94	1.94	1.95	1.98	1.97	1.96	1.97	
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.04	0.05	0.05	0.04	
Cr	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Fe ²⁺	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mg	0.94	0.94	0.96	0.94	0.91	0.95	0.94	0.95	0.94	1.00	0.98	0.95	
Ca	0.96	0.95	0.94	0.94	0.96	0.92	0.93	0.95	0.95	0.89	0.95	0.97	
Na	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Toplam	4.00	4.01	4.01	4.00	3.99	4.00	4.00	4.01	3.99	4.00	4.01	4.00	
Wo	48.90	48.72	47.88	48.39	49.73	47.42	47.75	48.40	48.79	45.58	47.83	49.15	
En	47.84	47.96	48.87	48.02	47.23	48.72	48.45	48.33	48.43	51.24	49.13	48.15	
Fs	3.02	3.04	2.95	3.21	2.67	3.52	3.51	3.08	2.78	3.13	3.03	2.70	
X _{Mg}	94.05	94.04	94.30	93.73	94.65	93.27	93.25	94.01	94.57	94.25	94.18	94.69	

Örnek	RA-426	RA-426	RA-426	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453
SiO ₂	57.25	58.10	57.74	54.30	54.53	54.90	54.51	57.89	55.92	56.75	57.54	57.26
TiO ₂	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04
Al ₂ O ₃	1.05	0.95	1.07	1.13	1.30	0.90	1.20	1.29	1.24	1.28	1.25	1.43
Cr ₂ O ₃	0.49	0.44	0.51	0.63	0.60	0.35	0.65	0.36	0.38	0.40	0.37	0.54
FeO	5.86	5.88	5.84	1.69	1.69	1.61	1.79	5.48	5.63	5.40	5.55	5.54
MnO	0.16	0.18	0.18	0.03	0.07	0.06	0.07	0.10	0.15	0.14	0.10	0.15
MgO	33.93	34.36	34.66	17.79	17.60	17.58	17.57	35.02	35.24	34.46	34.52	34.72
CaO	0.77	1.11	0.70	24.56	24.60	25.18	24.36	0.49	0.46	0.53	0.52	0.92
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05	0.04	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
K ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Toplam	99.52	101.02	100.74	100.23	100.46	100.66	100.19	100.65	99.07	98.97	99.88	100.62
Si	1.98	1.98	1.97	1.97	1.97	1.98	1.97	1.97	1.95	1.97	1.98	1.96
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
Cr	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.17	0.17	0.17	0.05	0.05	0.05	0.05	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Mn	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.75	1.75	1.77	0.96	0.95	0.94	0.95	1.78	1.83	1.78	1.77	1.77
Ca	0.03	0.04	0.03	0.95	0.95	0.97	0.94	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99	3.99	4.02	4.00	3.99	4.00
Wo	1.46	2.07	1.32	48.34	48.71	49.40	48.47	0.91	0.85	1.00	0.98	1.72
En	89.83	89.35	90.15	48.72	48.49	47.98	48.64	91.09	90.90	91.00	90.78	90.20
Fs	8.70	8.58	8.52	2.60	2.61	2.47	2.78	8.00	8.15	8.00	8.19	8.07
X _{Mg}	91.17	91.24	91.36	94.94	94.89	95.11	94.59	91.93	91.77	91.92	91.73	91.78

Tablo C.3. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait ortopiroksen ve klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-464	RA-464	RA-464
SiO ₂	57.39	57.44	57.10	57.91	57.03	57.21	57.86	57.33	57.58	52.48	52.69	51.37
TiO ₂	0.05	0.02	0.00	0.01	0.07	0.05	0.00	0.00	0.01	0.23	0.34	0.32
Al ₂ O ₃	1.14	1.31	1.32	1.21	1.34	1.26	0.99	1.41	1.29	2.85	2.88	2.88
Cr ₂ O ₃	0.47	0.51	0.51	0.30	0.41	0.48	0.25	0.44	0.33	0.69	0.67	0.63
FeO	5.44	5.44	5.66	5.62	5.44	5.61	5.71	5.35	5.60	4.30	4.25	4.33
MnO	0.13	0.15	0.14	0.15	0.11	0.19	0.13	0.11	0.12	0.18	0.09	0.08
MgO	34.58	34.42	34.35	35.02	34.49	34.52	34.99	33.99	34.10	15.51	15.64	14.99
CaO	0.56	0.91	0.94	0.28	0.98	0.95	0.49	1.03	0.96	23.61	23.51	23.34
Na ₂ O	0.04	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.33	0.36	0.32
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	99.80	100.20	100.02	100.55	99.88	100.27	100.43	99.69	100.01	100.19	100.43	98.27
Si	1.98	1.97	1.97	1.98	1.97	1.97	1.98	1.98	1.98	1.92	1.92	1.92
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.12	0.12	0.13
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Fe ²⁺	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.13	0.13	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	1.77	1.76	1.76	1.78	1.77	1.77	1.78	1.75	1.75	0.85	0.85	0.84
Ca	0.02	0.03	0.03	0.01	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	0.93	0.92	0.94
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99	3.99	4.01	4.01	4.01
Wo	1.06	1.71	1.77	0.52	1.84	1.78	0.92	1.96	1.81	48.04	47.75	48.47
En	90.80	90.29	89.92	91.12	90.12	90.02	90.75	90.01	89.85	43.91	44.20	43.31
Fs	8.01	8.01	8.31	8.20	7.97	8.21	8.31	7.95	8.28	6.83	6.74	7.02
X _{Mg}	91.89	91.86	91.54	91.74	91.87	91.64	91.61	91.89	91.56	86.54	86.77	86.06

Örnek	RA-464	RA-464	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466
SiO ₂	52.03	52.70	54.09	54.29	53.73	54.69	56.99	57.35	57.00	57.45	57.15	57.18
TiO ₂	0.28	0.34	0.04	0.06	0.00	0.10	0.03	0.07	0.00	0.01	0.00	0.02
Al ₂ O ₃	2.82	2.94	1.52	1.62	1.83	1.59	1.71	1.80	1.62	1.67	1.72	1.70
Cr ₂ O ₃	0.70	0.72	0.68	0.76	0.80	0.55	0.57	0.65	0.65	0.46	0.61	0.59
FeO	4.42	5.46	1.83	1.77	1.93	3.00	6.03	5.92	6.18	5.85	6.00	6.09
MnO	0.07	0.08	0.01	0.09	0.12	0.09	0.18	0.14	0.15	0.12	0.18	0.08
MgO	15.70	17.09	17.54	17.47	17.20	21.36	34.20	33.91	34.13	33.59	33.70	34.15
CaO	23.24	20.18	24.08	24.33	24.53	18.03	0.72	0.62	0.73	0.83	0.80	0.77
Na ₂ O	0.29	0.29	0.02	0.07	0.02	0.04	0.00	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01
K ₂ O	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02
Toplam	99.58	99.81	99.81	100.47	100.16	99.45	100.44	100.46	100.48	100.05	100.20	100.60
Si	1.92	1.93	1.96	1.96	1.95	1.97	1.96	1.97	1.96	1.98	1.97	1.96
Ti	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.12	0.13	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Fe ²⁺	0.14	0.17	0.06	0.05	0.06	0.09	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.86	0.93	0.95	0.94	0.93	1.15	1.75	1.73	1.75	1.72	1.73	1.75
Ca	0.92	0.79	0.94	0.94	0.95	0.70	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Na	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.01	4.00	3.99	4.00	4.00	3.99	4.00	3.99	4.00	3.99	3.99	4.00
Wo	47.38	41.40	48.21	48.51	49.05	35.94	1.36	1.18	1.38	1.60	1.53	1.44
En	44.53	48.78	48.86	48.47	47.86	59.25	89.77	89.98	89.53	89.52	89.41	89.57
Fs	7.03	8.74	2.86	2.75	3.01	4.67	8.88	8.81	9.09	8.75	8.93	8.96
X _{Mg}	86.36	84.80	94.47	94.62	94.08	92.70	91.00	91.08	90.78	91.10	90.92	90.91

Tablo C.3. (Devam) Ofiyolitik ve metamorfik kayalara ait ortopiroksen ve klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-428	RA-428	RA-428	RA-428	RA-428	RA-428
SiO ₂	57.52	57.32	57.21	57.14	56.64	56.37	56.61	57.26	56.56	54.33	57.00	57.27	57.25	57.43	57.66
TiO ₂	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
Al ₂ O ₃	1.66	1.76	1.67	1.83	1.73	1.84	1.74	1.54	1.66	1.65	1.69	1.73	1.70	1.81	1.19
Cr ₂ O ₃	0.60	0.58	0.47	0.67	0.67	0.63	0.58	0.49	0.51	0.64	0.52	0.56	0.48	0.47	0.25
FeO	5.87	5.86	6.08	5.89	5.92	5.76	5.95	5.95	5.97	2.04	5.68	5.73	5.79	5.61	5.75
MnO	0.16	0.10	0.10	0.13	0.18	0.15	0.10	0.15	0.10	0.06	0.17	0.15	0.18	0.13	0.17
MgO	33.77	33.80	34.27	34.21	33.59	33.50	33.46	33.87	33.93	17.76	34.42	34.63	34.32	34.22	34.90
CaO	0.68	0.98	0.47	0.57	1.06	0.78	1.13	0.83	0.90	24.56	0.83	0.95	0.88	0.98	0.60
Na ₂ O	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04
K ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	100.25	100.44	100.32	100.45	99.82	99.04	99.62	100.10	99.63	101.10	100.33	101.03	100.62	100.68	100.58
Si	1.97	1.97	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.97	1.96	1.95	1.96	1.95	1.96	1.96	1.97
Ti	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
Al	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05
Cr	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.06	0.16	0.16	0.17	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	1.73	1.73	1.75	1.75	1.73	1.74	1.73	1.74	1.75	0.95	1.76	1.76	1.75	1.74	1.78
Ca	0.02	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.95	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02
Na	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
K	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
Toplam	3.98	3.99	4.00	3.99	4.00	3.99	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99
Wo	1.29	1.87	0.89	1.07	2.02	1.50	2.16	1.57	1.71	48.23	1.56	1.77	1.65	1.86	1.12
En	89.94	89.43	90.02	90.21	89.17	89.79	88.97	89.60	89.46	48.52	90.04	89.84	89.85	89.84	90.39
Fs	8.77	8.70	8.96	8.71	8.82	8.66	8.88	8.83	8.83	3.13	8.34	8.34	8.50	8.26	8.35
X _{Mg}	91.12	91.14	90.95	91.19	91.00	91.20	90.93	91.03	91.02	93.95	91.53	91.51	91.35	91.58	91.54

Tablo C.4. Ofiyolitik kayalara ait olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-333	RA-333	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-426
SiO ₂	41.46	41.33	41.27	41.53	41.43	38.77	41.30	41.59	40.73	41.11	41.09	41.34
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Cr ₂ O ₃	0.00	0.06	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
FeO	9.47	9.58	9.16	9.17	8.78	8.62	9.17	9.37	9.24	9.03	9.28	8.63
Mno	0.10	0.13	0.12	0.12	0.13	0.10	0.17	0.13	0.13	0.17	0.14	0.15
MgO	49.51	49.70	49.24	49.97	50.23	50.53	50.27	49.94	49.71	50.12	50.33	49.64
CaO	0.01	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.06	0.06	0.05	0.03	0.05
Na ₂ O	0.02	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.58	100.83	99.81	100.84	100.65	98.08	100.96	101.13	99.93	100.48	100.87	99.82
Si	1.01	1.00	1.01	1.00	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.79	1.80	1.79	1.80	1.81	1.88	1.81	1.80	1.81	1.81	1.82	1.80
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	2.99	3.00	2.99	3.00	3.00	3.03	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.99
Fo	90.21	90.12	90.43	90.55	90.95	91.18	90.55	90.36	90.44	90.66	90.50	90.97
Fa	9.68	9.75	9.44	9.32	8.92	8.73	9.27	9.51	9.43	9.16	9.36	8.87
X _{Mg}	90.31	90.24	90.55	90.67	91.07	91.27	90.72	90.48	90.56	90.82	90.63	91.11

Örnek	RA-426	RA-426	RA-426	RA-451	RA-451	RA-451	RA-451	RA-451	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453
SiO ₂	41.01	41.14	40.89	41.22	41.16	41.35	41.38	41.10	41.32	41.62	41.52	41.21	41.65
TiO ₂	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.00
Al ₂ O ₃	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01
FeO	8.66	8.90	8.81	7.23	7.25	7.13	7.37	7.33	8.39	8.57	8.54	8.52	8.53
Mno	0.13	0.13	0.10	0.17	0.14	0.11	0.15	0.15	0.10	0.11	0.11	0.11	0.07
MgO	50.19	50.60	49.85	51.12	51.05	50.86	51.05	51.04	50.27	49.99	50.46	50.16	50.90
CaO	0.03	0.06	0.03	0.17	0.17	0.17	0.18	0.14	0.02	0.00	0.02	0.02	0.03
Na ₂ O	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02
Toplam	100.04	100.88	99.70	99.93	99.79	99.65	100.18	99.78	100.14	100.30	100.74	100.11	101.21
Si	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
Ti	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
Al	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	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
Fe ²⁺	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Mn	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
Mg	1.82	1.82	1.82	1.85	1.85	1.84	1.84	1.85	1.82	1.81	1.82	1.82	1.82
Ca	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
Na	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
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.00
Fo	91.06	90.90	90.89	92.48	92.49	92.60	92.37	92.40	91.34	91.13	91.22	91.20	91.34
Fa	8.81	8.97	9.01	7.34	7.37	7.28	7.48	7.44	8.55	8.76	8.66	8.69	8.59
X _{Mg}	91.17	91.02	90.98	92.65	92.62	92.71	92.51	92.54	91.44	91.23	91.33	91.30	91.41

Tablo C.4. (Devam) Ofiyolitik kayalara ait olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-464	RA-464	RA-464	RA-466	RA-466	RA-466
SiO ₂	40.93	41.53	41.25	40.99	41.36	41.44	41.49	40.52	39.49	39.85	41.63	41.53	41.69
TiO ₂	0.02	0.00	0.00	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.04	0.05
Al ₂ O ₃	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
FeO	8.51	8.60	8.45	8.22	8.52	8.45	8.55	16.33	16.23	15.99	8.87	8.98	8.99
Mno	0.17	0.12	0.16	0.11	0.16	0.15	0.11	0.21	0.25	0.20	0.11	0.12	0.07
MgO	49.72	50.30	50.15	50.02	50.31	50.35	50.32	44.08	43.83	44.18	49.20	49.24	49.32
CaO	0.03	0.00	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.02
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Toplam	99.41	100.57	100.06	99.44	100.44	100.44	100.52	101.28	99.86	100.24	99.93	99.96	100.14
Si	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01
Ti	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
Al	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	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
Fe ²⁺	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.34	0.34	0.34	0.18	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.81	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.64	1.65	1.66	1.79	1.79	1.79
Ca	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
Na	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
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.99	3.00	3.00	2.99	2.99	2.99
Fo	91.07	91.14	91.21	91.46	91.17	91.26	91.20	82.61	82.58	82.95	90.71	90.60	90.66
Fa	8.74	8.74	8.62	8.43	8.66	8.59	8.69	17.17	17.15	16.84	9.17	9.27	9.27
X _{Mg}	91.24	91.25	91.36	91.56	91.32	91.40	91.30	82.79	82.80	83.12	90.82	90.72	90.72

Örnek	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466
SiO ₂	41.13	41.27	41.38	41.54	41.51	41.14
TiO ₂	0.03	0.00	0.03	0.08	0.01	0.04
Al ₂ O ₃	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01
FeO	9.33	8.74	8.58	9.00	7.84	8.81
Mno	0.10	0.13	0.10	0.11	0.13	0.12
MgO	49.26	49.98	50.06	49.36	50.05	49.98
CaO	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01
Na ₂ O	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00
Toplam	99.89	100.17	100.19	100.10	99.68	100.13
Si	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.19	0.18	0.17	0.18	0.16	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.79	1.81	1.81	1.79	1.81	1.81
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	2.99	3.00	2.99	2.99	2.99	3.00
Fo	90.30	90.95	91.13	90.62	91.80	90.89
Fa	9.59	8.92	8.76	9.27	8.07	8.99
X _{Mg}	90.40	91.07	91.23	90.72	91.92	91.00

Tablo C.5. Ofiyolitik kayalara ait spinellerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-022	RA-022	RA-239	RA-239	RA-239	RA-239	RA-333	RA-333	RA-333	RA-416	RA-416	RA-416
SiO ₂	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.00
TiO ₂	0.19	0.16	0.04	0.08	0.07	0.15	0.00	0.09	0.07	0.12	0.24	0.21
Al ₂ O ₃	10.62	10.54	31.12	30.89	30.34	30.95	26.43	24.74	24.84	21.33	21.90	21.44
Cr ₂ O ₃	56.89	57.14	37.29	38.05	38.19	37.46	43.85	45.03	45.17	47.80	47.15	48.35
FeO	24.02	23.66	19.33	18.34	18.62	18.99	17.95	17.56	17.44	19.30	19.90	19.47
Mno	0.26	0.16	0.11	0.05	0.06	0.11	0.04	0.10	0.05	0.11	0.17	0.13
MgO	9.83	10.02	13.38	13.72	13.58	13.52	13.77	13.42	13.51	12.15	12.10	12.27
CaO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.07	0.02	0.02
Toplam	101.84	101.80	101.32	101.14	100.87	101.23	102.07	100.98	101.09	100.93	101.49	101.89

Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	0.41	0.40	1.07	1.07	1.05	1.07	0.92	0.88	0.88	0.77	0.79	0.77
Cr	1.46	1.46	0.86	0.88	0.89	0.87	1.03	1.07	1.07	1.16	1.14	1.17
Fe ³⁺	0.13	0.12	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05
Fe ²⁺	0.52	0.52	0.41	0.40	0.40	0.41	0.39	0.40	0.40	0.44	0.45	0.44
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.47	0.48	0.58	0.60	0.60	0.59	0.61	0.60	0.61	0.56	0.55	0.56
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fe ³⁺ /Fe ^{top}	19.60	19.38	12.52	10.65	11.90	11.78	11.79	9.89	9.77	11.16	11.68	10.84
Cr#	78.23	78.43	44.56	45.25	45.78	44.81	52.67	54.98	54.95	60.05	59.09	60.20
Al#	20.37	20.22	53.79	53.44	52.74	53.67	46.09	44.04	44.08	38.84	39.69	38.72
Mg#	47.57	48.36	58.51	59.88	59.61	58.99	60.79	60.19	60.48	55.81	55.10	55.75
Fe ²⁺ /Fe ³⁺	4.10	4.16	6.99	8.39	7.40	7.49	7.48	9.11	9.24	7.96	7.56	8.23

Örnek	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-416	RA-426	RA-426	RA-426	RA-451	RA-451	RA-451	RA-451
SiO ₂	0.01	0.00	0.03	0.04	0.04	0.00	0.05	0.00	0.02	0.03	0.00	0.03	0.02
TiO ₂	0.15	0.16	0.11	0.15	0.12	0.26	0.00	0.04	0.00	0.22	0.26	0.33	0.29
Al ₂ O ₃	21.73	22.31	27.99	21.97	22.24	22.31	15.15	15.38	15.09	16.51	16.24	16.35	16.59
Cr ₂ O ₃	47.62	47.96	42.13	47.72	47.49	46.94	54.44	54.27	54.44	51.70	52.24	52.10	52.25
FeO	19.71	20.03	18.26	20.04	19.97	20.53	20.18	20.64	20.62	19.00	18.96	19.97	18.81
Mno	0.13	0.18	0.20	0.19	0.08	0.17	0.12	0.15	0.17	0.19	0.05	0.12	0.14
MgO	11.73	11.70	13.15	11.46	11.55	11.02	11.13	11.34	11.25	13.13	13.27	12.52	13.09
CaO	0.02	0.04	0.06	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02
Toplam	101.10	102.39	101.92	101.58	101.50	101.26	101.11	101.84	101.60	100.81	101.03	101.43	101.21

Si	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
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.79	0.80	0.97	0.79	0.80	0.81	0.57	0.57	0.56	0.61	0.60	0.60	0.61
Cr	1.16	1.15	0.98	1.16	1.15	1.14	1.37	1.35	1.36	1.27	1.29	1.28	1.28
Fe ³⁺	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.06	0.08	0.08	0.11	0.11	0.10	0.09
Fe ²⁺	0.46	0.47	0.42	0.48	0.47	0.49	0.47	0.46	0.47	0.39	0.39	0.42	0.40
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.54	0.53	0.58	0.52	0.53	0.51	0.53	0.53	0.53	0.61	0.62	0.58	0.61
Ca	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
Totale	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fe ³⁺ /Fe ^{top}	9.02	8.09	7.52	7.55	7.48	6.52	12.05	14.38	14.39	21.35	21.32	18.65	19.01
Cr#	59.52	59.05	50.24	59.30	58.89	58.53	70.68	70.30	70.76	67.75	68.33	68.13	67.87
Al#	39.55	40.10	48.91	39.91	40.32	40.75	28.37	28.54	28.09	30.53	29.99	30.31	30.62
Mg#	53.83	53.12	58.13	52.44	52.70	50.58	52.78	53.35	53.19	61.03	61.33	57.87	60.50
Fe ²⁺ /Fe ³⁺	10.09	11.36	12.30	12.25	12.37	14.33	7.30	5.96	5.95	3.68	3.69	4.36	4.26

Tablo C.5. (Devam) Ofiyolitik kayalara ait spinellerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-451	RA-451	RA-451	RA-451	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-453	RA-466
SiO ₂	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.01
TiO ₂	0.32	0.24	0.35	0.24	0.03	0.04	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	16.25	16.94	16.71	16.75	20.62	20.59	19.89	19.44	20.17	19.37	19.13	19.37	23.84
Cr ₂ O ₃	52.52	51.01	50.81	50.98	49.24	49.73	50.80	50.64	50.57	51.29	50.82	50.72	45.20
FeO	19.31	19.67	19.57	19.73	18.94	18.66	17.30	17.65	17.67	18.34	18.57	18.67	19.03
Mno	0.10	0.12	0.11	0.14	0.15	0.19	0.07	0.11	0.13	0.06	0.09	0.16	0.08
MgO	12.99	12.82	13.10	12.98	12.62	12.24	12.81	12.65	13.00	12.15	12.39	12.24	12.39
CaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01
Toplam	101.52	100.81	100.68	100.82	101.61	101.47	100.98	100.62	101.63	101.29	101.06	101.18	100.58

Si	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
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.60	0.62	0.61	0.62	0.74	0.75	0.72	0.71	0.73	0.71	0.70	0.71	0.86
Cr	1.29	1.26	1.25	1.26	1.19	1.21	1.24	1.24	1.22	1.25	1.24	1.24	1.09
Fe ³⁺	0.10	0.11	0.11	0.12	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05
Fe ²⁺	0.40	0.41	0.40	0.40	0.42	0.44	0.41	0.41	0.40	0.44	0.43	0.43	0.43
Mn	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
Mg	0.60	0.60	0.61	0.60	0.58	0.56	0.59	0.58	0.59	0.56	0.57	0.56	0.56
Ca	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
Totale	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fe ³⁺ /Fe ^{top}	19.53	20.87	22.30	22.59	13.13	9.16	7.82	9.45	10.38	7.40	11.29	10.81	10.49
Cr#	68.44	66.89	67.10	67.12	61.57	61.84	63.15	63.60	62.71	63.98	64.06	63.72	55.98
Al#	30.00	31.33	31.01	30.95	37.21	37.33	36.21	35.61	36.41	35.39	34.97	35.33	42.89
Mg#	59.84	59.49	60.56	60.24	57.76	56.28	58.88	58.52	59.41	56.05	57.28	56.72	56.46
Fe ²⁺ /Fe ³⁺	4.12	3.79	3.49	3.43	6.61	9.92	11.79	9.58	8.63	12.52	7.86	8.25	8.54

Örnek	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-466	RA-428	RA-428	RA-428
SiO ₂	0.03	0.08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00
TiO ₂	0.07	0.01	0.10	0.01	0.00	0.02	0.03	0.06	0.04	0.04	0.03	0.07
Al ₂ O ₃	22.84	23.80	24.14	25.36	24.30	24.12	24.61	23.18	23.33	23.25	23.25	25.11
Cr ₂ O ₃	47.11	45.96	45.19	43.66	45.31	46.15	44.99	46.78	46.16	45.66	45.66	44.07
FeO	18.11	18.15	18.44	19.33	18.07	17.34	17.87	18.71	17.23	17.11	17.11	17.85
Mno	0.08	0.16	0.05	0.19	0.08	0.18	0.04	0.14	0.15	0.07	0.07	0.10
MgO	12.65	12.66	12.76	12.15	12.92	12.88	12.73	12.30	13.67	14.36	14.36	13.75
CaO	0.00	0.05	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.05	0.01	0.01	0.05
Toplam	100.90	100.86	100.70	100.74	100.70	100.72	100.29	101.17	100.65	100.53	101.00	

Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.82	0.85	0.86	0.91	0.87	0.86	0.88	0.83	0.83	0.83	0.83	0.89
Cr	1.14	1.10	1.09	1.05	1.09	1.11	1.08	1.13	1.11	1.09	1.09	1.04
Fe ³⁺	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06	0.08	0.08	0.06
Fe ²⁺	0.42	0.42	0.42	0.45	0.41	0.41	0.42	0.44	0.38	0.35	0.35	0.38
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.58	0.57	0.58	0.55	0.58	0.58	0.58	0.56	0.62	0.65	0.65	0.61
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fe ³⁺ /Fe ^{top}	8.05	8.22	9.62	9.03	9.59	6.18	7.37	7.90	13.32	18.28	18.28	14.47
Cr#	58.05	56.44	55.67	53.59	55.57	56.21	55.08	57.52	57.03	56.85	56.85	54.07
Al#	41.17	42.74	43.33	45.38	43.45	43.20	44.16	41.68	41.72	41.44	41.44	44.44
Mg#	57.52	57.53	57.71	55.19	58.50	58.53	57.82	55.99	62.00	64.67	64.67	61.62
Fe ²⁺ /Fe ³⁺	11.43	11.16	9.39	10.07	9.43	15.19	12.57	11.65	6.51	4.47	4.47	5.91

Tablo C.6. Metamorfik kayalara ait granatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103	RA-103
SiO ₂	39.58	39.70	39.54	39.15	39.21	39.41	39.35	39.26	38.93	38.26	
TiO ₂	0.08	0.07	0.07	0.16	0.02	0.09	0.04	0.03	0.06	0.09	
Al ₂ O ₃	21.77	21.44	21.65	21.40	21.56	21.50	21.41	21.14	22.38	22.05	
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.10	0.02	0.09	0.01	0.03	
FeO	25.28	25.34	25.51	24.93	25.50	24.74	25.08	25.21	24.05	23.85	
Mno	0.86	0.77	0.81	0.63	0.84	1.09	0.91	0.72	0.86	1.13	
MgO	5.76	5.91	5.71	5.81	5.64	5.29	5.20	5.78	6.80	5.61	
CaO	8.91	8.91	9.23	9.30	9.04	9.80	9.66	9.13	8.96	10.41	
Na ₂ O	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.06	0.00	
K ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Toplam	102.24	102.17	102.53	101.46	101.81	102.05	101.70	101.37	102.10	101.43	

Si	3.01	3.02	3.01	3.00	3.00	3.01	3.02	3.02	2.95	2.94
Ti	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	1.95	1.92	1.94	1.93	1.95	1.94	1.93	1.91	2.00	2.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe	1.61	1.61	1.62	1.60	1.63	1.58	1.61	1.62	1.53	1.53
Mn	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07
Mg	0.65	0.67	0.65	0.66	0.64	0.60	0.59	0.66	0.77	0.64
Ca	0.726	0.727	0.752	0.764	0.742	0.802	0.794	0.752	0.728	0.857
Na	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
K	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	8.010	8.015	8.021	8.019	8.023	8.02	8.01	8.02	8.05	8.05
X _{Alm}	0.53	0.53	0.53	0.52	0.53	0.52	0.53	0.53	0.50	0.49
X _{Pyp}	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21	0.20	0.19	0.21	0.25	0.21
X _{Grs}	0.24	0.24	0.24	0.25	0.24	0.26	0.26	0.24	0.24	0.28
X _{Sps}	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Örnek	RA-103	RA-103	RA-103	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250
SiO ₂	39.45	39.50	39.35	38.35	38.46	38.29	38.30	38.12	38.54	38.52	38.21	38.28	38.12
TiO ₂	0.03	0.06	0.09	0.00	0.07	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03
Al ₂ O ₃	21.76	21.67	21.92	21.75	22.07	21.82	21.63	22.04	21.97	22.25	22.05	22.02	21.47
Cr ₂ O ₃	0.03	0.03	0.00	30.22	29.96	29.58	30.94	30.42	29.62	30.12	30.76	30.39	30.30
FeO	24.77	25.61	25.59	7.22	6.67	7.23	6.98	6.63	8.42	6.99	6.91	6.44	6.95
Mno	0.49	0.69	1.00	4.27	4.42	4.10	4.41	4.25	3.67	4.23	4.25	4.20	4.14
MgO	5.38	5.94	5.62	1.39	1.35	1.33	1.30	1.32	1.35	1.33	1.39	1.37	1.31
CaO	9.94	8.90	8.89	0.04	0.03	0.04	0.00	0.02	0.02	0.01	0.07	0.00	0.00
Na ₂ O	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.00
Toplam	101.88	102.40	102.47	103.28	103.07	102.44	103.66	102.88	103.62	103.49	103.68	102.76	102.32

Si	3.01	3.00	2.99	2.98	2.98	2.99	2.97	2.97	2.99	2.98	2.96	2.98	2.99
Ti	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
Al	1.96	1.94	1.97	1.99	2.02	2.01	1.98	2.02	2.01	2.03	2.01	2.02	1.98
Cr	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
Fe	1.58	1.63	1.63	1.96	1.94	1.93	2.01	1.98	1.92	1.95	1.99	1.98	1.99
Mn	0.03	0.04	0.06	0.48	0.44	0.48	0.46	0.44	0.55	0.46	0.45	0.42	0.46
Mg	0.61	0.67	0.64	0.49	0.51	0.48	0.51	0.49	0.42	0.49	0.49	0.49	0.48
Ca	0.813	0.725	0.725	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
K	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
Toplam	8.011	8.021	8.020	8.03	8.01	8.01	8.04	8.02	8.01	8.01	8.04	8.01	8.02
X _{Alm}	0.52	0.53	0.53	0.64	0.65	0.64	0.65	0.66	0.64	0.65	0.65	0.66	0.65
X _{Pyp}	0.20	0.22	0.21	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.14	0.16	0.16	0.16	0.16
X _{Grs}	0.27	0.24	0.24	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
X _{Sps}	0.01	0.01	0.02	0.16	0.15	0.16	0.15	0.14	0.18	0.15	0.15	0.14	0.15

Tablo C.6. (Devam) Metamorfik kayalara ait granatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-305	RA-305	RA-305	RA-305	RA-305	RA-305	RA-305	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401
SiO ₂	38.52	38.29	38.11	38.04	38.72	38.18	38.39	38.44	38.00	38.40	37.67	38.30	38.01
TiO ₂	0.10	0.14	0.13	0.00	0.15	0.10	0.12	0.00	0.03	0.03	0.00	0.05	0.02
Al ₂ O ₃	20.50	20.34	23.72	23.94	21.01	20.83	20.45	21.89	21.68	21.94	21.76	21.59	21.73
Cr ₂ O ₃	14.17	14.53	12.37	11.49	15.19	14.43	14.64	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00
FeO	15.03	14.76	1.09	1.17	15.62	16.09	14.51	35.61	36.71	36.89	36.69	37.16	37.45
Mno	2.24	2.05	0.08	0.11	2.21	2.09	2.17	0.93	0.90	0.91	1.05	0.46	0.42
MgO	11.12	11.73	22.50	22.14	10.00	10.28	11.47	4.17	4.24	4.17	3.93	4.55	4.42
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	0.85	1.15	1.30	1.02	1.06
Na ₂ O	0.03	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07	0.05	0.03	0.04
K ₂ O	0.00	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	101.72	101.90	98.05	96.89	102.93	102.00	101.79	103.18	102.44	103.56	102.46	103.21	103.14
Si	3.02	3.00	2.97	2.99	3.00	2.99	3.01	2.98	2.98	2.98	2.96	2.98	2.96
Ti	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	1.89	1.88	2.18	2.21	1.92	1.92	1.89	2.00	2.00	2.00	2.02	1.98	2.00
Cr	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
Fe	0.93	0.95	0.81	0.75	0.98	0.95	0.96	2.31	2.41	2.39	2.41	2.42	2.44
Mn	1.00	0.98	0.07	0.08	1.03	1.07	0.96	0.06	0.06	0.06	0.07	0.03	0.03
Mg	0.26	0.24	0.01	0.01	0.26	0.24	0.25	0.48	0.50	0.48	0.46	0.53	0.51
Ca	0.93	0.99	1.88	1.86	0.83	0.86	0.96	0.18	0.07	0.10	0.11	0.08	0.09
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
K	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
Toplam	8.03	8.05	7.93	7.91	8.03	8.04	8.04	8.02	8.02	8.02	8.03	8.03	8.04
X _{Alm}	0.30	0.30	0.29	0.28	0.32	0.30	0.31	0.76	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80
X _{Pyp}	0.08	0.08	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16	0.16	0.15	0.17	0.17
X _{Grs}	0.30	0.31	0.68	0.69	0.27	0.28	0.31	0.06	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03
X _{Sps}	0.32	0.31	0.03	0.03	0.33	0.34	0.31	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01

Tablo C.6. (Devam) Metamorfik kayalara ait granatların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401
SiO ₂	38.59	38.00	37.82	37.96	37.84	38.34	38.12	38.07	38.21	38.17
TiO ₂	0.01	0.05	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.10	0.02
Al ₂ O ₃	21.89	21.78	21.75	21.83	21.55	21.71	21.89	21.61	21.86	21.72
Cr ₂ O ₃	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01
FeO	37.25	37.30	37.31	37.37	37.59	36.20	37.03	36.89	35.56	35.67
MnO	0.81	0.89	0.93	1.05	1.25	1.36	1.37	1.65	1.34	1.24
MgO	4.31	4.20	4.45	4.05	3.73	4.08	4.11	3.32	4.18	3.96
CaO	0.95	0.88	0.85	0.83	0.82	1.17	1.05	1.69	2.06	2.14
Na ₂ O	0.04	0.08	0.07	0.00	0.05	0.09	0.04	0.09	0.00	0.03
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	103.85	103.19	103.19	103.15	102.84	102.95	103.61	103.40	103.31	102.96
Si	2.98	2.96	2.95	2.96	2.97	2.99	2.96	2.98	2.97	2.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	1.99	2.00	2.00	2.01	2.00	1.99	2.01	1.99	2.00	2.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	2.41	2.43	2.44	2.44	2.47	2.36	2.41	2.41	2.31	2.33
Mn	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.11	0.09	0.08
Mg	0.50	0.49	0.52	0.47	0.44	0.47	0.48	0.39	0.48	0.46
Ca	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.09	0.14	0.17	0.18
Na	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	8.02	8.04	8.05	8.03	8.03	8.02	8.04	8.03	8.03	8.03
X _{Alm}	0.79	0.80	0.79	0.80	0.81	0.78	0.79	0.79	0.76	0.76
X _{Pyp}	0.16	0.16	0.17	0.15	0.14	0.16	0.16	0.13	0.16	0.15
X _{Grs}	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.06	0.06
X _{Sps}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03

Tablo C.7. Metamorfik kayalara ait mika minerallerinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek	RA-022	RA-022	RA-022	RA-022	RA-022	RA-022	RA-170	RA-170	RA-170	RA-170	RA-170	RA-183	RA-183
SiO ₂	51.93	49.90	51.27	51.97	51.45	51.18	55.77	57.08	56.42	56.12	55.39	57.55	54.89
TiO ₂	0.11	0.11	0.06	0.09	0.06	0.10	0.10	0.04	0.11	0.04	0.45	0.04	0.06
Al ₂ O ₃	29.73	29.49	30.59	29.47	28.96	30.22	21.08	21.23	21.92	21.11	20.83	21.22	21.97
FeO	1.40	1.31	1.12	1.33	1.22	1.27	2.04	1.70	1.54	1.76	2.23	1.50	1.83
MnO	0.00	0.00	0.05	0.03	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	0.05	0.04	0.01	0.04
MgO	2.54	2.48	2.27	2.65	2.72	2.38	6.41	6.09	5.70	6.00	6.38	4.32	5.52
CaO	0.03	0.00	0.04	0.01	0.04	0.02	0.03	0.07	0.07	0.04	0.31	0.03	0.01
Na ₂ O	0.09	0.13	0.10	0.07	0.02	0.10	0.01	0.04	0.05	0.03	0.04	2.35	0.11
K ₂ O	10.12	10.02	10.61	10.36	10.61	10.63	10.51	10.21	10.42	10.32	10.00	8.19	11.06
Cr ₂ O ₃	0.82	0.56	0.10	0.93	1.09	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
Toplam	96.76	94.00	96.21	96.92	96.22	96.79	96.01	96.48	96.26	95.47	95.74	95.22	95.49

Si	3.38	3.35	3.36	3.38	3.38	3.34	3.67	3.72	3.69	3.70	3.66	3.77	3.64
Ti	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Al	2.28	2.33	2.36	2.26	2.24	2.33	1.64	1.63	1.69	1.64	1.62	1.64	1.72
Cr	0.04	0.03	0.01	0.05	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.11	0.09	0.08	0.10	0.12	0.08	0.10
Mn	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
Mg	0.25	0.25	0.22	0.26	0.27	0.23	0.63	0.59	0.56	0.59	0.63	0.42	0.55
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.30	0.01
K	0.84	0.86	0.89	0.86	0.89	0.89	0.88	0.85	0.87	0.87	0.84	0.68	0.94
Toplam	6.88	6.91	6.91	6.89	6.91	6.92	6.95	6.89	6.90	6.91	6.93	6.90	6.97
X _{Na}	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.30	0.02
Mg#	0.76	0.77	0.78	0.78	0.80	0.77	0.85	0.86	0.87	0.86	0.84	0.84	0.84
Al ^{IV}	0.62	0.65	0.64	0.62	0.62	0.66	0.33	0.28	0.31	0.30	0.34	0.23	0.36
Al ^{VI}	1.66	1.68	1.71	1.64	1.62	1.67	1.31	1.35	1.37	1.34	1.28	1.41	1.36

Örnek	RA-183	RA-183	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-198	RA-211
SiO ₂	55.05	54.73	47.40	58.21	49.37	55.54	53.33	54.42	55.01	52.90	55.25	56.26	48.82
TiO ₂	0.00	0.01	0.22	0.18	0.19	0.17	0.20	0.11	0.18	0.10	0.11	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	21.70	22.69	35.12	18.21	31.11	23.44	21.23	20.85	25.71	21.84	23.68	26.07	30.81
FeO	2.18	1.86	1.71	1.75	2.13	1.54	1.58	1.63	1.43	2.32	1.75	1.42	3.87
MnO	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.04	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00
MgO	5.73	5.32	0.79	6.20	1.48	5.15	4.42	5.16	4.83	6.88	5.34	3.12	1.36
CaO	0.02	0.05	0.01	0.03	0.00	0.14	0.07	0.18	0.03	0.10	0.03	0.03	0.07
Na ₂ O	0.05	0.07	1.02	0.03	0.39	0.07	0.09	0.03	0.19	0.00	0.04	0.21	0.38
K ₂ O	10.88	10.58	8.85	9.08	9.25	9.87	10.37	10.10	9.71	9.22	10.58	8.68	9.19
Cr ₂ O ₃	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Toplam	95.65	95.30	95.12	93.72	93.99	96.02	91.33	92.52	97.10	93.36	96.84	95.89	94.59

Si	3.65	3.63	3.13	3.87	3.30	3.63	3.68	3.70	3.55	3.58	3.60	3.63	3.28
Ti	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Al	1.70	1.77	2.74	1.43	2.45	1.80	1.73	1.67	1.95	1.74	1.82	1.98	2.44
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.12	0.10	0.09	0.10	0.12	0.08	0.09	0.09	0.08	0.13	0.10	0.08	0.22
Mn	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
Mg	0.57	0.53	0.08	0.61	0.15	0.50	0.46	0.52	0.46	0.69	0.52	0.30	0.14
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Na	0.01	0.01	0.13	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.05
K	0.92	0.89	0.75	0.77	0.79	0.82	0.91	0.88	0.80	0.80	0.88	0.71	0.79
Toplam	6.96	6.94	6.93	6.79	6.88	6.87	6.90	6.90	6.88	6.95	6.93	6.74	6.92
X _{Na}	0.01	0.01	0.15	0.01	0.06	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.04	0.06
Mg#	0.82	0.84	0.45	0.86	0.55	0.86	0.83	0.85	0.86	0.84	0.84	0.80	0.39
Al ^{IV}	0.35	0.37	0.87	0.13	0.70	0.37	0.32	0.30	0.45	0.42	0.40	0.37	0.72
Al ^{VI}	1.35	1.40	1.87	1.30	1.76	1.43	1.41	1.38	1.50	1.32	1.42	1.62	1.72

Tablo C.7. (Devam) Metamorfik kayalara ait mika minerallerinin kimyasal analiz sonuları

Örnek	RA-211	RA-211	RA-211	RA-211	RA-211	RA-211	RA-217	RA-217	RA-217	RA-217	RA-250	RA-250	RA-250
SiO ₂	47.89	48.87	46.78	48.17	47.99	48.63	37.56	37.02	37.38	37.87	45.31	45.04	44.69
TiO ₂	0.06	0.07	0.11	0.07	0.09	0.10	3.86	3.87	3.90	4.04	0.38	0.49	0.63
Al ₂ O ₃	31.42	30.94	31.69	31.27	32.45	32.37	14.09	14.16	14.18	14.41	34.50	34.49	34.35
FeO	3.83	3.59	3.57	4.05	3.87	3.65	16.62	15.59	14.79	14.43	1.09	1.20	1.01
MnO	0.04	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.26	0.16	0.11	0.10	0.00	0.00	0.06
MgO	1.38	1.57	1.35	1.28	1.19	1.27	14.59	15.63	16.44	16.23	0.92	0.86	0.76
CaO	0.06	0.12	0.06	0.05	0.04	0.27	0.03	0.06	0.06	0.07	0.04	0.00	0.00
Na ₂ O	0.46	0.31	0.41	0.41	0.38	0.48	0.70	0.63	0.74	0.69	0.48	0.42	0.44
K ₂ O	9.76	9.86	9.85	9.77	10.02	9.82	8.71	7.84	7.99	7.97	10.01	10.23	10.23
Cr ₂ O ₃	0.09	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02
Toplam	95.00	95.33	93.84	95.12	96.05	96.61	96.42	94.96	95.60	95.81	92.75	92.75	92.19
Si	3.22	3.27	3.19	3.24	3.19	3.21	2.79	2.77	2.77	2.79	3.09	3.08	3.07
Ti	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	0.22	0.22	0.02	0.02	0.03
Al	2.49	2.44	2.54	2.48	2.54	2.52	1.23	1.25	1.24	1.25	2.77	2.78	2.78
Cr	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
Fe	0.22	0.20	0.20	0.23	0.22	0.20	1.03	0.98	0.92	0.89	0.06	0.07	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.14	0.16	0.14	0.13	0.12	0.13	1.62	1.74	1.81	1.78	0.09	0.09	0.08
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.10	0.09	0.11	0.10	0.06	0.06	0.06
K	0.84	0.84	0.86	0.84	0.85	0.83	0.83	0.75	0.75	0.75	0.87	0.89	0.90
Toplam	6.98	6.95	6.99	6.97	6.98	6.97	7.84	7.81	7.83	7.79	6.97	6.98	6.98
X _{Na}	0.07	0.04	0.06	0.06	0.05	0.07	0.11	0.11	0.12	0.12	0.07	0.06	0.06
Mg#	0.39	0.44	0.40	0.36	0.35	0.38	0.61	0.64	0.66	0.67	0.60	0.56	0.57
Al ^{IV}	0.78	0.73	0.81	0.76	0.81	0.79	1.21	1.23	1.23	1.21	0.91	0.92	0.93
Al ^{VI}	1.71	1.70	1.73	1.71	1.74	1.73	0.03	0.02	0.01	0.04	1.86	1.85	1.85

Örnek	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250	RA-250
SiO ₂	46.23	36.56	35.85	36.16	36.16	35.54	36.70	35.97	36.32	36.07	36.25	36.31	36.27
TiO ₂	0.56	2.47	2.46	2.47	2.38	2.26	2.93	2.88	2.69	2.70	1.82	2.24	2.06
Al ₂ O ₃	34.84	20.37	19.26	19.99	19.97	19.55	20.53	18.82	19.65	19.74	20.25	20.41	19.79
FeO	1.13	16.69	17.36	17.26	16.43	17.00	16.52	17.13	17.07	17.31	17.81	17.39	18.04
MnO	0.00	0.28	0.27	0.26	0.27	0.30	0.21	0.24	0.24	0.27	0.33	0.30	0.29
MgO	0.85	10.24	10.42	9.87	9.94	10.86	9.92	9.83	9.97	9.82	10.00	9.67	9.79
CaO	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.07	0.01	0.05	0.02	0.05	0.07	0.02	0.01
Na ₂ O	0.41	0.19	0.15	0.15	0.21	0.19	0.21	0.12	0.15	0.18	0.21	0.22	0.21
K ₂ O	10.10	9.60	9.52	9.41	9.38	9.35	9.49	9.64	9.43	9.42	9.43	9.41	9.46
Cr ₂ O ₃	0.04	0.09	0.05	0.01	0.12	0.05	0.06	0.03	0.02	0.05	0.06	0.04	0.04
Toplam	94.19	96.53	95.36	95.61	94.89	95.17	96.59	94.71	95.56	95.60	96.23	96.01	95.96
Si	3.10	2.70	2.70	2.71	2.72	2.68	2.71	2.73	2.72	2.70	2.70	2.71	2.72
Ti	0.03	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.16	0.16	0.15	0.15	0.10	0.13	0.12
Al	2.75	1.78	1.71	1.76	1.77	1.74	1.78	1.68	1.73	1.74	1.78	1.79	1.75
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.06	1.03	1.09	1.08	1.03	1.07	1.02	1.09	1.07	1.09	1.11	1.08	1.13
Mn	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Mg	0.09	1.13	1.17	1.10	1.11	1.22	1.09	1.11	1.11	1.10	1.11	1.07	1.09
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
K	0.86	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.93	0.90	0.90	0.90	0.89	0.90
Toplam	6.95	7.74	7.77	7.73	7.72	7.79	7.70	7.74	7.72	7.73	7.77	7.73	7.76
X _{Na}	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Mg#	0.57	0.52	0.52	0.50	0.52	0.53	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.49
Al ^{IV}	0.90	1.30	1.30	1.29	1.28	1.32	1.29	1.27	1.28	1.30	1.30	1.29	1.28
Al ^{VI}	1.85	0.48	0.41	0.47	0.49	0.41	0.49	0.41	0.45	0.45	0.48	0.50	0.46

Tablo C.7. (Devam) Metamorfik kayaçlara ait mika minerallerinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek	RA-250	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-378	RA-381	RA-381
SiO ₂	35.84	54.06	56.20	55.99	55.08	45.38	54.41	54.27	48.70	55.76	54.63	38.01	37.39
TiO ₂	1.93	0.08	0.04	0.04	0.00	0.23	0.00	0.04	0.00	0.09	0.02	2.78	3.33
Al ₂ O ₃	19.95	21.13	19.85	21.43	22.40	34.73	24.14	23.91	26.53	21.67	23.15	13.73	14.66
FeO	16.96	3.95	3.99	3.04	3.41	1.68	2.12	2.37	6.12	2.75	2.38	19.70	19.62
MnO	0.32	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.06	0.02	0.38	0.27
MgO	9.82	4.91	5.28	5.04	4.54	0.26	4.46	4.48	2.65	5.26	4.82	12.69	11.87
CaO	0.00	0.13	0.10	0.10	0.03	0.06	0.05	0.05	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00
Na ₂ O	0.15	0.21	0.06	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.04	0.04	0.10	0.04	0.14
K ₂ O	9.46	9.88	10.53	10.63	10.77	10.93	10.50	10.50	10.83	10.24	10.62	9.65	9.85
Cr ₂ O ₃	0.05	0.01	0.00	0.06	0.06	0.01	0.06	0.01	0.00	0.11	0.03	0.09	0.09
Toplam	94.48	94.37	96.10	96.44	96.37	93.39	95.93	95.85	94.87	96.03	95.80	97.08	97.22
Si	2.72	3.65	3.73	3.69	3.64	3.09	3.59	3.59	3.34	3.67	3.61	2.85	2.81
Ti	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.19
Al	1.78	1.68	1.55	1.66	1.74	2.79	1.87	1.86	2.15	1.68	1.80	1.22	1.30
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Fe	1.07	0.22	0.22	0.17	0.19	0.10	0.12	0.13	0.35	0.15	0.13	1.24	1.23
Mn	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
Mg	1.11	0.49	0.52	0.49	0.45	0.03	0.44	0.44	0.27	0.52	0.48	1.42	1.33
Ca	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02
K	0.91	0.85	0.89	0.89	0.91	0.95	0.88	0.88	0.95	0.86	0.90	0.92	0.94
Toplam	7.75	6.94	6.94	6.93	6.94	6.98	6.92	6.93	7.06	6.91	6.94	7.84	7.84
X _{Na}	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Mg#	0.51	0.69	0.70	0.75	0.70	0.22	0.79	0.77	0.44	0.77	0.78	0.53	0.52
Al ^{IV}	1.28	0.35	0.27	0.31	0.36	0.91	0.41	0.41	0.66	0.33	0.39	1.15	1.19
Al ^{VI}	0.50	1.33	1.28	1.35	1.39	1.88	1.46	1.45	1.49	1.36	1.42	0.07	0.10

Örnek	RA-381	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401	RA-401
SiO ₂	37.62	35.99	35.95	35.67	34.40	35.61	36.32	50.01	52.73	46.67	45.34	51.16	51.35
TiO ₂	3.01	3.64	3.50	2.32	3.55	2.99	3.30	2.16	2.18	0.30	0.23	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	14.24	18.55	18.73	19.03	18.53	18.67	19.04	30.93	29.06	33.72	33.73	31.83	31.56
FeO	20.02	20.81	21.12	20.00	21.61	20.67	20.97	2.17	2.65	3.67	3.72	1.97	2.11
MnO	0.27	0.02	0.02	0.08	0.01	0.07	0.05	0.04	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00
MgO	11.97	8.58	8.62	9.53	8.55	8.43	7.94	1.05	1.54	1.37	1.27	1.38	1.45
CaO	0.01	0.09	0.05	0.00	0.07	0.00	0.04	0.05	0.04	0.04	0.01	0.14	0.17
Na ₂ O	0.13	0.17	0.15	0.20	0.23	0.13	0.11	0.06	0.04	0.34	0.34	0.09	0.13
K ₂ O	9.72	9.23	9.29	9.12	9.07	9.35	9.47	9.28	9.29	10.17	10.37	9.07	8.94
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.06	0.01	0.02	0.07	0.00	0.10	0.05	0.01	0.02	0.02	0.04
Toplam	96.99	97.07	97.49	95.95	96.04	95.99	97.24	95.84	97.58	96.30	95.09	95.66	95.77
Si	2.83	2.70	2.69	2.70	2.63	2.70	2.72	3.28	3.40	3.10	3.07	3.34	3.35
Ti	0.17	0.21	0.20	0.13	0.20	0.17	0.19	0.11	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00
Al	1.26	1.64	1.65	1.70	1.67	1.67	1.68	2.39	2.21	2.64	2.69	2.45	2.43
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.26	1.31	1.32	1.26	1.38	1.31	1.31	0.12	0.14	0.20	0.21	0.11	0.12
Mn	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.34	0.96	0.96	1.07	0.97	0.95	0.89	0.10	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Na	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.04	0.01	0.02
K	0.93	0.88	0.89	0.88	0.88	0.91	0.90	0.78	0.76	0.86	0.89	0.76	0.74
Toplam	7.84	7.73	7.74	7.78	7.79	7.75	7.71	6.80	6.78	7.01	7.05	6.81	6.81
X _{Na}	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.05	0.02	0.02
Mg#	0.52	0.42	0.42	0.46	0.41	0.42	0.40	0.46	0.51	0.40	0.38	0.55	0.55
Al ^{IV}	1.17	1.30	1.31	1.30	1.37	1.30	1.28	0.72	0.60	0.90	0.93	0.66	0.65
Al ^{VI}	0.10	0.34	0.34	0.39	0.30	0.38	0.40	1.68	1.61	1.75	1.75	1.79	1.78

Tablo C.8. Ofiyolitik kayalara ait epidot minerallerinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek	RA-225	RA-225	RA-225	RA-225
SiO₂	38.35	38.07	37.94	37.87
TiO₂	0.05	0.04	0.29	0.04
Al₂O₃	25.27	23.03	22.12	21.89
FeO	10.21	12.82	13.31	14.05
MnO	0.02	0.00	0.06	0.11
MgO	0.02	0.07	0.03	0.01
CaO	23.89	23.72	23.44	23.18
Na₂O	0.00	0.04	0.04	0.01
K₂O	0.01	0.01	0.02	0.00
Cr₂O₃	0.02	0.00	0.00	0.00
Toplam	97.85	97.80	97.25	97.15

EK-D

Tablo D.1. RA-022 numaralı örneğe ait ak minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample: RA-022 (Ak Mika)

J=0.00537367806575162

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44080	14:32	0.70530	0.00144	0.10840	0.00073	0.00137	0.00005	0.00110	0.00009	0.00009	0.00003	6.2624	0.1054	59.852	0.993	0.991	0.1537	0.0011	0.0001	0.0000	0.0101	0.0008	0.0126	0.0005
W19A44084	15:53	1.27016	0.00180	0.19705	0.00060	0.00248	0.00009	0.00137	0.00009	0.00012	0.00003	6.2662	0.0568	59.888	0.538	0.534	0.1551	0.0005	0.0001	0.0000	0.0069	0.0004	0.0126	0.0005
W19A44086	16:32	1.42491	0.00168	0.22209	0.00082	0.00263	0.00007	0.00185	0.00009	0.00011	0.00003	6.2701	0.0527	59.924	0.499	0.495	0.1559	0.0006	0.0001	0.0000	0.0083	0.0004	0.0119	0.0003
W19A44087	16:53	0.57289	0.00128	0.08745	0.00036	0.00111	0.00003	0.00088	0.00009	0.00008	0.00003	6.2824	0.1223	60.040	1.151	1.150	0.1526	0.0007	0.0001	0.0001	0.0101	0.0010	0.0127	0.0004
W19A44077	13:34	1.01489	0.00193	0.15756	0.00056	0.00177	0.00006	0.00110	0.00009	0.00008	0.00003	6.2922	0.0707	60.132	0.667	0.664	0.1552	0.0006	0.0001	0.0000	0.0070	0.0005	0.0113	0.0004
W19A44081	14:51	0.58766	0.00119	0.09022	0.00044	0.00104	0.00006	0.00091	0.00009	0.00006	0.00003	6.3194	0.1198	60.388	1.128	1.126	0.1535	0.0008	0.0001	0.0001	0.0101	0.0010	0.0115	0.0007
W19A44075	12:51	1.66383	0.00254	0.25781	0.00102	0.00316	0.00005	0.00150	0.00009	0.00011	0.00003	6.3280	0.0485	60.469	0.460	0.456	0.1549	0.0007	0.0001	0.0000	0.0058	0.0003	0.0123	0.0002
W19A44083	15:30	0.69185	0.00153	0.10686	0.00062	0.00126	0.00007	0.00078	0.00009	0.00005	0.00003	6.3383	0.0931	60.565	0.877	0.875	0.1545	0.0010	0.0001	0.0000	0.0073	0.0008	0.0118	0.0007
W19A44078	13:56	0.59843	0.00116	0.09213	0.00032	0.00112	0.00006	0.00059	0.00009	0.00003	0.00003	6.4021	0.1009	61.165	0.950	0.948	0.1540	0.0006	0.0000	0.0001	0.0064	0.0009	0.0122	0.0007
W19A44072	11:54	0.33624	0.00130	0.05218	0.00035	0.00064	0.00002	0.00005	0.00009	0.00000	0.00003	6.4491	0.1795	61.606	1.687	1.685	0.1552	0.0012	0.0000	-0.0001	0.0010	0.0016	0.0123	0.0005
W19A44070	11:16	0.54472	0.00113	0.08390	0.00052	0.00093	0.00004	0.00115	0.00009	0.00000	0.00003	6.4970	0.1154	62.056	1.085	1.083	0.1540	0.0010	0.0000	-0.0001	0.0137	0.0010	0.0110	0.0005
W19A44074	12:30	0.66126	0.00131	0.10180	0.00044	0.00115	0.00004	0.00069	0.00009	0.00000	0.00003	6.4990	0.1065	62.075	1.002	1.000	0.1540	0.0007	0.0000	-0.0001	0.0068	0.0008	0.0113	0.0004
W19A44068	10:41	0.46288	0.00109	0.07077	0.00033	0.00082	0.00006	0.00016	0.00009	0.00001	0.00003	6.5031	0.1316	62.113	1.237	1.235	0.1529	0.0008	0.0000	0.0001	0.0022	0.0012	0.0116	0.0009
W19A44067	10:24	0.17781	0.00094	0.02740	0.00027	0.00029	0.00004	0.00024	0.00009	-0.00001	0.00003	6.6096	0.3369	63.113	3.162	3.161	0.1541	0.0017	-0.0001	-0.0002	0.0087	0.0031	0.0107	0.0016

Tablo D.2. RA- 144 numaralı örneğe ait hornblend minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-144 (Hornblend)
 $J=0.00537624885370985$

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44095	10:53	0.26092	0.00106	0.01010	0.00013	0.00026	0.00004	0.17391	0.00012	0.00062	0.00005	7.5525	1.4129	71.974	13.201	13.201	0.0387	0.0005	0.0024	0.0002	17.2207	0.2174	0.0253	0.0039
W19A44106	14:18	0.10245	0.00122	0.00874	0.00024	0.00019	0.00004	0.15295	0.00012	0.00011	0.00003	7.8287	1.1417	74.552	10.652	10.652	0.0853	0.0025	0.0011	0.0003	17.5037	0.4762	0.0222	0.0045
W19A44107	14:43	0.10761	0.00088	0.00900	0.00012	0.00027	0.00004	0.16080	0.00012	0.00012	0.00003	7.9107	0.9264	75.317	8.640	8.639	0.0836	0.0013	0.0011	0.0003	17.8633	0.2402	0.0295	0.0043
W19A44104	13:41	0.12973	0.00095	0.00992	0.00018	0.00025	0.00004	0.18273	0.00012	0.00016	0.00004	8.3811	1.2033	79.698	11.194	11.194	0.0764	0.0015	0.0012	0.0003	18.4249	0.3398	0.0247	0.0039
W19A44103	13:22	0.16131	0.00097	0.01188	0.00018	0.00033	0.00004	0.21307	0.00012	0.00020	0.00003	8.5988	0.7104	81.722	6.602	6.602	0.0737	0.0012	0.0012	0.0002	17.9322	0.2760	0.0275	0.0033
W19A44101	12:46	0.14783	0.00121	0.01292	0.00017	0.00031	0.00004	0.23149	0.00012	0.00011	0.00003	8.8233	0.6550	83.808	6.081	6.080	0.0874	0.0014	0.0008	0.0002	17.9115	0.2414	0.0237	0.0030
W19A44097	11:32	0.11177	0.00084	0.00877	0.00021	0.00019	0.00004	0.15266	0.00012	0.00009	0.00003	9.5424	0.9713	90.470	8.983	8.983	0.0785	0.0020	0.0008	0.0002	17.4083	0.4165	0.0221	0.0045
W19A44100	12:29	0.11753	0.00098	0.00962	0.00022	0.00024	0.00003	0.17261	0.00012	0.00006	0.00003	10.3872	1.0428	98.265	9.602	9.602	0.0819	0.0020	0.0005	0.0003	17.9342	0.4082	0.0244	0.0033
W19A44098	11:50	0.13514	0.00097	0.01141	0.00017	0.00029	0.00004	0.20667	0.00012	0.00005	0.00003	10.5405	0.8701	99.676	8.006	8.005	0.0844	0.0014	0.0004	0.0002	18.1118	0.2631	0.0251	0.0034
W19A44094	10:35	0.10113	0.00123	0.00853	0.00012	0.00016	0.00004	0.13992	0.00012	0.00003	0.00003	10.8955	1.1597	102.939	10.651	10.651	0.0843	0.0016	0.0003	0.0003	16.4038	0.2329	0.0192	0.0046
W19A44092	09:36	0.03858	0.00077	0.00322	0.00013	0.00005	0.00003	0.05979	0.00012	0.00000	0.00003	12.1111	3.0697	114.069	28.019	28.019	0.0834	0.0037	0.0000	-0.0008	18.5831	0.7362	0.0159	0.0081
W19A44091	09:09	0.03074	0.00083	0.00198	0.00013	0.00003	0.00003	0.02728	0.00012	0.00000	0.00003	15.9466	4.3097	148.743	38.590	38.590	0.0643	0.0045	-0.0001	-0.0009	13.7902	0.8897	0.0155	0.0159

Tablo D.3. RA- 168 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-168 (Ak mika)
 $J=0.00537881972971588$

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44313	16:56	0.34431	0.00240	0.03329	0.00041	0.00140	0.00013	0.01289	0.00033	0.00040	0.00004	6.7268	0.4150	64.273	3.896	3.895	0.0967	0.0014	0.0012	0.0001	0.3873	0.0109	0.0420	0.0039
W19A44310	16:00	0.71803	0.00294	0.06931	0.00049	0.00251	0.00017	0.02272	0.00033	0.00065	0.00005	7.5564	0.2253	72.044	2.107	2.106	0.0965	0.0008	0.0009	0.0001	0.3277	0.0052	0.0362	0.0024
W19A44307	15:03	0.39640	0.00208	0.03839	0.00051	0.00137	0.00012	0.01167	0.00033	0.00035	0.00004	7.5750	0.3652	72.218	3.414	3.413	0.0969	0.0014	0.0009	0.0001	0.3038	0.0094	0.0356	0.0031
W19A44304	14:09	0.38608	0.00187	0.03724	0.00032	0.00122	0.00012	0.01372	0.00032	0.00034	0.00006	7.6180	0.4604	72.620	4.302	4.302	0.0964	0.0010	0.0009	0.0001	0.3686	0.0093	0.0329	0.0033
W19A44301	13:15	0.40765	0.00229	0.03958	0.00046	0.00135	0.00010	0.01199	0.00032	0.00034	0.00006	7.7078	0.4391	73.458	4.102	4.101	0.0971	0.0013	0.0008	0.0001	0.3030	0.0089	0.0340	0.0026
W19A44306	14:44	0.57443	0.00287	0.05613	0.00050	0.00153	0.00016	0.01576	0.00032	0.00047	0.00004	7.7208	0.2523	73.579	2.357	2.356	0.0977	0.0010	0.0008	0.0001	0.2807	0.0063	0.0273	0.0028
W19A44312	16:36	0.85266	0.00329	0.08001	0.00050	0.00295	0.00020	0.02743	0.00033	0.00077	0.00005	7.7858	0.1968	74.187	1.839	1.837	0.0938	0.0007	0.0009	0.0001	0.3429	0.0046	0.0369	0.0025
W19A44309	15:43	0.44596	0.00202	0.04211	0.00052	0.00133	0.00013	0.01430	0.00033	0.00037	0.00004	7.9459	0.3345	75.680	3.121	3.120	0.0944	0.0012	0.0008	0.0001	0.3396	0.0088	0.0315	0.0031
W19A44303	13:51	0.44308	0.00228	0.04178	0.00036	0.00121	0.00012	0.01712	0.00032	0.00031	0.00004	8.3743	0.3312	79.672	3.084	3.083	0.0943	0.0009	0.0007	0.0001	0.4098	0.0085	0.0291	0.0029
W19A44300	12:53	0.35938	0.00198	0.03248	0.00044	0.00082	0.00011	0.00855	0.00032	0.00025	0.00005	8.7249	0.4772	82.933	4.434	4.433	0.0904	0.0013	0.0007	0.0001	0.2631	0.0106	0.0251	0.0033
W19A44298	12:17	0.34961	0.00201	0.03292	0.00041	0.00068	0.00010	0.01108	0.00032	0.00020	0.00005	8.7732	0.4697	83.381	4.364	4.363	0.0942	0.0013	0.0006	0.0001	0.3366	0.0107	0.0208	0.0031
W19A44297	11:59	0.15960	0.00173	0.01538	0.00035	0.00012	0.00010	0.00403	0.00032	0.00001	0.00004	10.2687	0.9042	97.219	8.335	8.334	0.0964	0.0024	0.0000	0.0003	0.2618	0.0219	0.0079	0.0067

Tablo D.4. RA- 170 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-170 (Ak mika)

J = 0.00538139066926438

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
Data_2653	17:07	6.83E+03	6.16E+01	8.22E+02	1.20E+01	9.09E+00	1.81E+00	1.30E+02	7.13E+00	1.66E+00	1.86E+00	7.7062	0.6876	73.478	6.425	6.425	0.1204	0.0021	0.0002	0.0003	0.1578	0.0090	0.0111	0.0022
Data_2660	10:55	3.16E+04	1.60E+02	3.15E+03	2.47E+01	4.03E+01	1.46E+00	6.91E+02	4.72E+00	2.18E+01	1.17E+00	7.9555	0.1369	75.806	1.280	1.277	0.0998	0.0009	0.0007	0.0000	0.2194	0.0023	0.0128	0.0005
Data_2658	09:36	2.30E+04	2.77E+02	2.51E+03	3.16E+01	2.80E+01	1.46E+00	9.82E+02	4.72E+00	9.06E+00	1.03E+00	8.0752	0.1934	76.923	1.806	1.804	0.1093	0.0019	0.0004	0.0000	0.3905	0.0053	0.0111	0.0006
Data_2647	14:41	2.42E+04	1.01E+02	2.12E+03	1.69E+01	2.52E+01	2.01E+00	8.53E+01	7.11E+00	2.37E+01	1.98E+00	8.0841	0.2904	77.006	2.710	2.709	0.0875	0.0008	0.0010	0.0001	0.0403	0.0034	0.0119	0.0010
Data_2650	15:55	1.19E+04	7.20E+01	1.36E+03	1.29E+01	1.19E+01	1.89E+00	1.48E+02	7.12E+00	2.83E+00	1.91E+00	8.1586	0.4299	77.700	4.008	4.007	0.1139	0.0013	0.0002	0.0002	0.1092	0.0053	0.0087	0.0014
Data_2648	15:05	1.94E+04	1.11E+02	2.06E+03	1.39E+01	2.73E+01	2.01E+00	9.20E+02	7.11E+00	8.61E+00	1.89E+00	8.1729	0.2844	77.834	2.652	2.651	0.1062	0.0009	0.0004	0.0001	0.4458	0.0046	0.0132	0.0010
Data_2651	16:19	1.49E+04	6.20E+01	1.55E+03	1.79E+01	1.79E+01	1.84E+00	7.16E+02	7.12E+00	7.05E+00	1.89E+00	8.2632	0.3770	78.675	3.513	3.512	0.1040	0.0013	0.0005	0.0001	0.4610	0.0070	0.0115	0.0012
Data_2657	09:13	2.59E+04	1.41E+02	2.97E+03	2.87E+01	4.43E+01	3.01E+00	8.35E+02	4.72E+00	3.96E+00	9.68E-01	8.3357	0.1349	79.350	1.259	1.257	0.1145	0.0013	0.0002	0.0000	0.2812	0.0031	0.0149	0.0010
Data_2644	13:19	1.70E+04	1.22E+02	1.93E+03	2.18E+01	2.29E+01	1.89E+00	7.83E+01	7.10E+00	1.61E+00	1.84E+00	8.5515	0.3066	81.359	2.854	2.853	0.1136	0.0015	0.0001	0.0001	0.0405	0.0037	0.0119	0.0010
Data_2645	13:42	2.00E+04	1.31E+02	2.03E+03	5.14E+01	2.39E+01	1.89E+00	6.95E+01	7.11E+00	5.58E+00	1.88E+00	9.0258	0.3646	85.766	3.385	3.384	0.1016	0.0027	0.0003	0.0001	0.0342	0.0036	0.0118	0.0010
Data_2640	11:32	5.65E+03	6.68E+01	4.17E+02	8.26E+00	3.67E+00	1.78E+00	6.19E+02	7.09E+00	4.94E+00	1.91E+00	10.0180	1.3899	94.951	12.834	12.834	0.0738	0.0017	0.0009	0.0003	1.4844	0.0340	0.0088	0.0043
Data_2641	11:58	4.63E+03	7.14E+01	3.66E+02	1.20E+01	2.09E+00	2.08E+00	7.88E+02	7.10E+00	1.46E+00	2.22E+00	11.4686	1.8619	108.295	17.065	17.065	0.0790	0.0029	0.0003	0.0005	2.1516	0.0730	0.0057	0.0057

Tablo D.5. RA- 198 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-198 (Ak mika)
J=0.00538396121758454

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44130	13:22	0.59394	0.00168	0.01892	0.00021	0.00024	0.00003	-0.00004	0.00013	0.00005	0.00003	30.587	0.626	275.672	5.238	5.231	0.0319	0.0004	0.0001	0.0001	-0.0021	-0.0066	0.0126	0.0015
W19A44128	12:39	1.53119	0.00258	0.04669	0.00038	0.00058	0.00005	0.00032	0.00013	0.00015	0.00003	31.829	0.322	286.026	2.691	2.676	0.0305	0.0003	0.0001	0.0000	0.0069	0.0027	0.0123	0.0012
W19A44122	10:43	2.45291	0.00364	0.07514	0.00039	0.00090	0.00006	0.00011	0.00012	0.00011	0.00003	32.202	0.219	289.120	1.840	1.817	0.0306	0.0002	0.0000	0.0000	0.0015	0.0017	0.0120	0.0009
W19A44124	11:19	1.37499	0.00219	0.04199	0.00026	0.00049	0.00003	0.00002	0.00012	0.00005	0.00003	32.384	0.311	290.634	2.592	2.576	0.0305	0.0002	0.0000	0.0000	0.0005	0.0030	0.0118	0.0007
W19A44119	09:44	1.19733	0.00200	0.03620	0.00041	0.00039	0.00005	0.00005	0.00012	0.00007	0.00003	32.490	0.464	291.506	3.852	3.842	0.0302	0.0004	0.0001	0.0000	0.0014	0.0034	0.0108	0.0015
W19A44125	11:39	1.59305	0.00225	0.04814	0.00033	0.00055	0.00005	0.00002	0.00013	0.00006	0.00003	32.715	0.304	293.375	2.534	2.517	0.0302	0.0002	0.0000	0.0000	0.0004	0.0026	0.0113	0.0010
W19A44127	12:22	2.49975	0.00363	0.07393	0.00042	0.00088	0.00006	0.00017	0.00013	0.00011	0.00003	33.362	0.238	298.722	1.988	1.966	0.0296	0.0002	0.0000	0.0000	0.0023	0.0017	0.0119	0.0009
W19A44111	15:54	2.61907	0.00231	0.07655	0.00050	0.00093	0.00005	0.00050	0.00012	0.00016	0.00003	33.588	0.254	300.580	2.116	2.095	0.0292	0.0002	0.0001	0.0000	0.0066	0.0015	0.0122	0.0006
W19A44118	09:17	3.79358	0.00361	0.11126	0.00071	0.00127	0.00005	0.00002	0.00012	0.00012	0.00003	33.770	0.235	302.086	1.958	1.935	0.0293	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0114	0.0004
W19A44114	16:51	2.42734	0.00255	0.06948	0.00038	0.00094	0.00005	0.00028	0.00012	0.00021	0.00003	34.030	0.238	304.226	1.983	1.960	0.0286	0.0002	0.0001	0.0000	0.0040	0.0017	0.0136	0.0007
W19A44112	16:15	1.39591	0.00324	0.03968	0.00033	0.00055	0.00005	0.00025	0.00012	0.00013	0.00003	34.192	0.382	305.557	3.158	3.143	0.0284	0.0002	0.0001	0.0000	0.0062	0.0030	0.0137	0.0012
W19A44121	10:21	0.61991	0.00162	0.01789	0.00024	0.00019	0.00003	-0.00007	0.00012	0.00001	0.00003	34.475	0.720	307.881	5.924	5.916	0.0289	0.0004	0.0000	0.0001	-0.0039	-0.0070	0.0105	0.0016

Tablo D.6. RA- 211 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample: RA-211 (Ak mika)
 $J=0.00538653254836138$

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44277	13:33	0.15149	0.00120	0.01783	0.00016	0.00019	0.00004	0.00579	0.00013	0.00001	0.00003	8.2718	0.4465	78.829	4.164	4.163	0.1177	0.0014	0.0001	0.0002	0.3249	0.0080	0.0107	0.0023
W19A44294	11:04	0.31754	0.00180	0.03507	0.00035	0.00051	0.00008	0.02782	0.00035	0.00007	0.00003	8.4797	0.2856	80.766	2.661	2.660	0.1104	0.0013	0.0002	0.0001	0.7932	0.0126	0.0144	0.0024
W19A44287	17:03	1.02439	0.00241	0.10804	0.00046	0.00177	0.00004	0.05777	0.00013	0.00024	0.00003	8.8191	0.0968	83.925	0.904	0.900	0.1055	0.0005	0.0002	0.0000	0.5347	0.0026	0.0164	0.0004
W19A44286	16:44	0.45663	0.00159	0.04749	0.00033	0.00080	0.00006	0.02318	0.00013	0.00010	0.00003	8.9932	0.1782	85.544	1.658	1.656	0.1040	0.0008	0.0002	0.0001	0.4880	0.0044	0.0169	0.0012
W19A44291	10:03	0.55908	0.00199	0.05972	0.00043	0.00064	0.00007	0.02685	0.00035	0.00005	0.00004	9.1223	0.1942	86.743	1.805	1.803	0.1068	0.0009	0.0001	0.0001	0.4496	0.0066	0.0107	0.0012
W19A44283	15:48	0.67881	0.00210	0.06893	0.00039	0.00095	0.00004	0.03470	0.00013	0.00017	0.00003	9.1293	0.1480	86.807	1.377	1.374	0.1015	0.0007	0.0002	0.0000	0.5034	0.0035	0.0137	0.0006
W19A44295	11:20	0.56800	0.00204	0.05870	0.00046	0.00102	0.00008	0.02258	0.00035	0.00009	0.00004	9.2238	0.1995	87.684	1.854	1.851	0.1033	0.0009	0.0002	0.0001	0.3847	0.0066	0.0173	0.0014
W19A44281	15:09	0.45091	0.00166	0.04771	0.00030	0.00056	0.00004	0.02339	0.00013	0.00003	0.00003	9.2710	0.2070	88.122	1.922	1.920	0.1058	0.0008	0.0001	0.0001	0.4902	0.0042	0.0117	0.0009
W19A44292	10:22	0.52889	0.00222	0.05423	0.00035	0.00069	0.00007	0.02535	0.00035	0.00006	0.00003	9.4315	0.1880	89.610	1.745	1.743	0.1025	0.0008	0.0001	0.0001	0.4675	0.0070	0.0127	0.0013
W19A44278	13:52	0.39136	0.00163	0.03990	0.00021	0.00041	0.00004	0.01724	0.00013	0.00003	0.00003	9.5810	0.2427	90.996	2.250	2.248	0.1020	0.0007	0.0001	0.0001	0.4320	0.0041	0.0102	0.0010
W19A44284	16:07	0.62037	0.00129	0.06167	0.00032	0.00084	0.00006	0.03520	0.00013	0.00010	0.00003	9.5969	0.1606	91.143	1.491	1.488	0.0994	0.0006	0.0002	0.0001	0.5708	0.0037	0.0137	0.0009
W19A44280	14:48	0.77020	0.00194	0.07760	0.00046	0.00096	0.00008	0.03955	0.00013	0.00005	0.00004	9.7153	0.1607	92.240	1.490	1.487	0.1008	0.0007	0.0001	0.0000	0.5096	0.0035	0.0123	0.0010

Tablo D.7. RA- 254 numaralı örneğe ait hornblend minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-254 (Hornblend)

J=0.00538910379109043

Run No	Time	^{40}Ar	+/-	^{39}Ar	+/-	^{38}Ar	+/-	^{37}Ar	+/-	^{36}Ar	+/-	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44161	14:42	0.07389	0.00094	0.00486	0.00017	0.00080	0.00006	0.25300	0.00016	0.00021	0.00005	2.5685	2.8307	24.859	27.210	27.210	0.0658	0.0025	0.0028	0.0006	52.0627	1.8567	0.1638	0.0136
W19A44164	15:38	0.04714	0.00101	0.00342	0.00017	0.00059	0.00005	0.18063	0.00016	0.00012	0.00005	2.8851	4.0261	27.899	38.634	38.634	0.0725	0.0039	0.0026	0.0010	52.8404	2.5770	0.1730	0.0172
W19A44158	13:18	0.06269	0.00095	0.00394	0.00017	0.00064	0.00004	0.21341	0.00015	0.00017	0.00005	3.3162	3.4883	32.031	33.398	33.398	0.0629	0.0028	0.0027	0.0007	54.0994	2.2863	0.1629	0.0117
W19A44155	12:19	0.07015	0.00111	0.00495	0.00017	0.00081	0.00004	0.25026	0.00015	0.00017	0.00005	4.1313	2.7815	39.819	26.516	26.516	0.0706	0.0027	0.0024	0.0007	50.5122	1.7670	0.1627	0.0105
W19A44166	16:13	0.06948	0.00102	0.00514	0.00014	0.00068	0.00007	0.23362	0.00016	0.00015	0.00005	4.7566	2.6789	45.770	25.454	25.454	0.0740	0.0023	0.0022	0.0007	45.4435	1.2797	0.1330	0.0139
W19A44154	12:01	0.06769	0.00106	0.00531	0.00019	0.00090	0.00007	0.25450	0.00015	0.00014	0.00005	5.1387	2.5956	49.397	24.613	24.613	0.0785	0.0030	0.0020	0.0007	47.8979	1.6905	0.1690	0.0142
W19A44167	16:36	0.07245	0.00089	0.00460	0.00019	0.00077	0.00005	0.26616	0.00016	0.00016	0.00005	5.2198	2.9939	50.166	28.378	28.378	0.0635	0.0027	0.0022	0.0006	57.8243	2.3556	0.1663	0.0130
W19A44163	15:20	0.08970	0.00091	0.00547	0.00015	0.00083	0.00007	0.28139	0.00016	0.00018	0.00005	6.6731	2.5191	63.889	23.697	23.697	0.0610	0.0018	0.0020	0.0005	51.4264	1.4050	0.1511	0.0132
W19A44152	11:25	0.16268	0.00110	0.01004	0.00021	0.00159	0.00010	0.50752	0.00015	0.00032	0.00005	6.7416	1.5305	64.533	14.392	14.392	0.0617	0.0014	0.0020	0.0003	50.5612	1.0621	0.1587	0.0102
W19A44157	13:00	0.08655	0.00106	0.00571	0.00017	0.00086	0.00004	0.30144	0.00015	0.00015	0.00005	7.1697	2.4207	68.554	22.713	22.712	0.0659	0.0022	0.0018	0.0005	52.8225	1.6042	0.1502	0.0089
W19A44160	14:25	0.12327	0.00094	0.00605	0.00020	0.00098	0.00005	0.29098	0.00016	0.00027	0.00005	7.2617	2.2830	69.417	21.410	21.410	0.0491	0.0016	0.0022	0.0004	48.0593	1.5484	0.1618	0.0099
W19A44151	11:08	0.05803	0.00092	0.00392	0.00014	0.00065	0.00005	0.23949	0.00015	0.00007	0.00005	9.5336	3.5269	90.599	32.691	32.691	0.0675	0.0027	0.0012	0.0008	61.1332	2.2589	0.1666	0.0145
W19A44149	10:32	0.04448	0.00096	0.00256	0.00015	0.00041	0.00006	0.13606	0.00015	0.00007	0.00005	9.6037	5.4059	91.249	50.089	50.089	0.0575	0.0037	0.0015	0.0010	53.1832	3.2168	0.1593	0.0253
W19A44148	10:08	0.01012	0.00088	0.00046	0.00014	0.00006	0.00004	0.03379	0.00015	-0.00002	0.00004	32.1985	29.0814	289.346	241.500	241.499	0.0459	0.0145	-0.0016	-0.0042	72.7033	21.9990	0.1292	0.0889

Tablo D.8. RA- 280 numaralı örneğe ait hornblend minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-280 (Hornblend)

J=0.00539167457904866

Run No	Time	^{40}Ar	+/-	^{39}Ar	+/-	^{38}Ar	+/-	^{37}Ar	+/-	^{36}Ar	+/-	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W19A44218	12:33	0.19092	0.00132	0.02044	0.00021	0.00075	0.00007	0.38411	0.00015	0.00018	0.00005	6.708	0.742	64.247	6.979	6.979	0.1071	0.0013	0.0009	0.0003	18.7916	0.1937	0.0367	0.0034
W19A44227	12:09	0.28810	0.00133	0.03172	0.00024	0.00102	0.00005	0.59634	0.00015	0.00024	0.00006	6.785	0.523	64.974	4.917	4.917	0.1101	0.0010	0.0008	0.0002	18.7977	0.1405	0.0320	0.0017
W19A44229	13:13	0.28828	0.00121	0.03081	0.00033	0.00102	0.00006	0.56518	0.00015	0.00026	0.00005	6.815	0.495	65.252	4.656	4.655	0.1069	0.0012	0.0009	0.0002	18.3416	0.1971	0.0330	0.0020
W19A44219	12:50	0.22251	0.00120	0.02413	0.00023	0.00089	0.00005	0.44690	0.00015	0.00019	0.00005	6.826	0.628	65.359	5.910	5.909	0.1084	0.0012	0.0009	0.0002	18.5198	0.1752	0.0370	0.0022
W19A44215	11:33	0.17692	0.00129	0.01919	0.00016	0.00074	0.00004	0.34503	0.00015	0.00013	0.00005	7.186	0.789	68.740	7.402	7.401	0.1085	0.0012	0.0007	0.0003	17.9751	0.1523	0.0386	0.0023
W19A44224	11:09	0.19650	0.00128	0.02197	0.00024	0.00071	0.00006	0.40560	0.00015	0.00012	0.00006	7.253	0.755	69.369	7.087	7.086	0.1118	0.0014	0.0006	0.0003	18.4644	0.1994	0.0323	0.0028
W19A44216	11:50	0.47559	0.00185	0.04977	0.00032	0.00181	0.00009	0.95235	0.00015	0.00036	0.00006	7.399	0.336	70.737	3.153	3.152	0.1046	0.0008	0.0008	0.0001	19.1366	0.1236	0.0364	0.0018
W19A44226	11:45	0.15589	0.00122	0.01699	0.00026	0.00056	0.00005	0.30744	0.00015	0.00010	0.00005	7.410	0.895	70.841	8.391	8.391	0.1090	0.0018	0.0006	0.0003	18.0990	0.2721	0.0327	0.0031
W19A44213	10:53	0.17600	0.00123	0.01903	0.00026	0.00072	0.00005	0.35828	0.00015	0.00012	0.00005	7.412	0.799	70.856	7.495	7.494	0.1081	0.0017	0.0007	0.0003	18.8263	0.2618	0.0378	0.0028
W19A44223	10:45	0.18465	0.00115	0.02073	0.00030	0.00069	0.00006	0.38034	0.00015	0.00007	0.00005	7.881	0.736	75.250	6.887	6.887	0.1123	0.0018	0.0004	0.0003	18.3448	0.2675	0.0332	0.0029
W19A44212	10:35	0.21625	0.00117	0.02249	0.00033	0.00075	0.00005	0.43795	0.00015	0.00012	0.00005	8.075	0.681	77.066	6.363	6.362	0.1040	0.0016	0.0005	0.0002	19.4703	0.2866	0.0334	0.0024
W19A44210	09:58	0.15917	0.00138	0.01765	0.00026	0.00062	0.00005	0.34630	0.00015	0.00005	0.00005	8.167	0.863	77.920	8.063	8.063	0.1109	0.0019	0.0003	0.0003	19.6164	0.2838	0.0350	0.0030
W19A44209	09:41	0.05984	0.00110	0.00582	0.00019	0.00013	0.00004	0.10505	0.00015	-0.00001	0.00005	10.580	2.458	100.320	22.672	22.671	0.0973	0.0037	-0.0001	-0.0008	18.0470	0.6009	0.0218	0.0077

Tablo D.9. RA- 302 numaralı örneğe ait ak mika minerallerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş sonuçları

Sample RA-302 (Ak mika)

J=0.00540839816823444

Run No	Time	^{40}Ar	+/-	^{39}Ar	+/-	^{38}Ar	+/-	^{37}Ar	+/-	^{36}Ar	+/-	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$	+/-	Age	+/-	+/- (no J error)	$^{39}/^{40}$	+/-	$^{36}/^{40}$	+/-	$^{37}/^{39}$	+/-	$^{38}/^{39}$	+/-
W19A44249	14:40	0.69606	0.00178	0.12014	0.00047	0.00145	0.00005	0.00029	0.00018	0.00009	0.00004	5.562	0.100	53.594	0.990	0.954	0.1726	0.0008	0.0001	0.0001	0.0024	0.0015	0.0120	0.0005
W19A44244	12:56	0.45635	0.00154	0.07617	0.00034	0.00093	0.00007	0.00025	0.00018	0.00010	0.00004	5.586	0.170	53.825	1.639	1.617	0.1669	0.0009	0.0002	0.0001	0.0033	0.0024	0.0123	0.0010
W19A44240	11:42	1.01176	0.00185	0.17067	0.00043	0.00205	0.00008	0.00025	0.00018	0.00016	0.00004	5.643	0.077	54.361	0.776	0.729	0.1687	0.0005	0.0002	0.0000	0.0015	0.0011	0.0120	0.0005
W19A44238	10:58	3.95992	0.00341	0.66575	0.00123	0.00787	0.00011	0.00070	0.00018	0.00066	0.00004	5.651	0.022	54.436	0.342	0.213	0.1681	0.0003	0.0002	0.0000	0.0010	0.0003	0.0118	0.0002
W19A44237	10:39	2.84548	0.00249	0.47516	0.00111	0.00584	0.00006	0.00036	0.00018	0.00048	0.00004	5.685	0.030	54.761	0.395	0.288	0.1670	0.0004	0.0002	0.0000	0.0008	0.0004	0.0123	0.0001
W19A44241	12:00	3.13390	0.00430	0.52568	0.00124	0.00623	0.00012	0.00055	0.00018	0.00047	0.00004	5.693	0.029	54.837	0.385	0.274	0.1677	0.0005	0.0002	0.0000	0.0010	0.0003	0.0118	0.0002
W19A44246	13:36	2.12584	0.00372	0.36044	0.00066	0.00422	0.00010	0.00006	0.00018	0.00020	0.00004	5.730	0.038	55.185	0.454	0.363	0.1695	0.0004	0.0001	0.0000	0.0002	0.0005	0.0117	0.0003
W19A44243	12:39	0.92776	0.00144	0.15503	0.00050	0.00185	0.00009	0.00040	0.00018	0.00012	0.00004	5.747	0.085	55.352	0.849	0.804	0.1671	0.0006	0.0001	0.0000	0.0026	0.0012	0.0120	0.0006
W19A44247	13:57	1.50762	0.00211	0.25465	0.00080	0.00314	0.00007	0.00025	0.00018	0.00013	0.00004	5.764	0.054	55.514	0.579	0.511	0.1689	0.0006	0.0001	0.0000	0.0010	0.0007	0.0123	0.0003
W19A44250	15:48	2.20154	0.00330	0.36575	0.00113	0.00422	0.00008	0.00018	0.00018	0.00030	0.00004	5.772	0.040	55.585	0.469	0.381	0.1661	0.0006	0.0001	0.0000	0.0005	0.0005	0.0115	0.0002
W19A44234	09:29	1.39144	0.00125	0.23007	0.00064	0.00276	0.00010	-0.00020	0.00018	0.00019	0.00004	5.797	0.053	55.825	0.576	0.506	0.1653	0.0005	0.0001	0.0000	-0.0009	-0.0008	0.0120	0.0005
W19A44235	09:52	0.74467	0.00172	0.12223	0.00032	0.00136	0.00004	-0.00020	0.00018	0.00011	0.00004	5.815	0.106	55.999	1.045	1.008	0.1641	0.0006	0.0002	0.0001	-0.0016	-0.0015	0.0112	0.0004

Tablo D.10. RA- 321 numaralı örneğe ait hornblend minerallerinin ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş sonuçları

Sample RA-321 (Hornblend)
J=0.00542255196705142

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-	
W19A44252	16:51	0.16084	0.00063	0.02010	0.00021	0.00026	0.00004	0.09456	0.00014	0.00012	0.00003	6.279	0.500	60.548	4.740	4.739	0.1250	0.0014	0.0007	0.0002	0.0002	4.7044	0.0487	0.0127	0.0020
W19A44260	10:24	0.57359	0.00148	0.06901	0.00030	0.00089	0.00007	0.31520	0.00015	0.00015	0.00004	7.673	0.167	73.718	1.575	1.574	0.1203	0.0006	0.0003	0.0001	4.5671	0.0199	0.0129	0.0010	
W19A44268	13:10	0.49366	0.00209	0.05909	0.00025	0.00073	0.00006	0.28888	0.00015	0.00013	0.00004	7.675	0.196	73.737	1.844	1.842	0.1197	0.0007	0.0003	0.0001	4.8889	0.0210	0.0123	0.0010	
W19A44273	11:16	1.03026	0.00100	0.12652	0.00068	0.00161	0.00009	0.62603	0.00015	0.00018	0.00005	7.730	0.128	74.250	1.205	1.202	0.1228	0.0007	0.0002	0.0000	4.9480	0.0266	0.0128	0.0007	
W19A44263	11:28	0.72357	0.00163	0.08710	0.00059	0.00111	0.00005	0.42761	0.00015	0.00017	0.00004	7.732	0.140	74.275	1.321	1.319	0.1204	0.0009	0.0002	0.0001	4.9093	0.0332	0.0128	0.0006	
W19A44266	12:33	0.94911	0.00179	0.11534	0.00037	0.00146	0.00008	0.56829	0.00015	0.00019	0.00004	7.736	0.101	74.307	0.958	0.955	0.1215	0.0005	0.0002	0.0000	4.9270	0.0158	0.0127	0.0007	
W19A44272	10:52	1.00829	0.00129	0.12317	0.00069	0.00157	0.00005	0.58773	0.00015	0.00018	0.00004	7.762	0.101	74.550	0.958	0.954	0.1222	0.0007	0.0002	0.0000	4.7719	0.0268	0.0128	0.0004	
W19A44265	12:15	0.79761	0.00203	0.09501	0.00059	0.00115	0.00003	0.46560	0.00015	0.00020	0.00004	7.774	0.129	74.670	1.218	1.216	0.1191	0.0008	0.0002	0.0000	4.9007	0.0304	0.0122	0.0004	
W19A44259	10:06	0.54127	0.00159	0.06431	0.00024	0.00091	0.00006	0.31726	0.00015	0.00012	0.00004	7.874	0.207	75.605	1.944	1.942	0.1188	0.0006	0.0002	0.0001	4.9333	0.0187	0.0141	0.0009	
W19A44262	11:10	0.38325	0.00106	0.04586	0.00020	0.00059	0.00005	0.22714	0.00015	0.00007	0.00004	7.897	0.248	75.819	2.332	2.330	0.1197	0.0006	0.0002	0.0001	4.9534	0.0215	0.0129	0.0011	
W19A44257	09:26	0.34876	0.00097	0.04259	0.00038	0.00054	0.00003	0.21251	0.00015	0.00002	0.00004	8.016	0.274	76.942	2.571	2.570	0.1221	0.0011	0.0001	0.0001	4.9898	0.0444	0.0127	0.0008	
W19A44256	09:07	0.25523	0.00093	0.03005	0.00020	0.00033	0.00004	0.15455	0.00015	0.00003	0.00004	8.196	0.378	78.630	3.551	3.550	0.1177	0.0009	0.0001	0.0001	5.1436	0.0341	0.0109	0.0013	

Tablo D.11. RA- 381 numaralı örneğe ait hornblend minerallerinin ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaş sonuçları

Sample RA-381 (Hornblend)

J=0.011874279

Run No	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar	+/-	Age	+/-	+/(no J error)	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
W20A45966	14:09	0.077575	0.001089	0.020774	0.000381	0.001051	2.25E-05	0.056623	0.001936	6.37E-05	2.03E-05	2.818036048	0.300584	59.38024	6.237488	6.230646293	0.267799	0.006186	0.000822	0.000262	2.725641	0.105782	0.050614	0.001428
W20A45968	14:43	0.210112	0.0013	0.058705	0.000404	0.001511	5.2E-05	0.155241	0.001937	0.000118	1.05E-05	2.980969029	0.061554	62.75444	1.310334	1.273530004	0.279399	0.002586	0.00056	5.03E-05	2.644419	0.037689	0.025746	0.000903
W20A45969	15:01	0.270746	0.001126	0.074737	0.000451	0.001808	5.2E-05	0.18709	0.001938	0.000169	1.05E-05	2.946840513	0.048148	62.04819	1.042174	0.996555149	0.276041	0.002022	0.000625	3.9E-05	2.503312	0.030001	0.024189	0.000711
W20A45971	15:40	0.403392	0.001338	0.113368	0.000552	0.003126	6.21E-05	0.290632	0.001939	0.000232	1.06E-05	2.947966703	0.033431	62.0715	0.756219	0.691949872	0.281038	0.001656	0.000574	2.62E-05	2.563612	0.021173	0.027577	0.000564
W20A45972	15:58	0.661882	0.001875	0.183862	0.000766	0.007061	7.22E-05	0.465803	0.001939	0.000445	3.02E-05	2.876774356	0.051492	60.59739	1.10747	1.066635804	0.277787	0.0014	0.000673	4.57E-05	2.53344	0.014927	0.038406	0.000424
W20A45974	16:37	0.734663	0.001823	0.20564	0.00072	0.00653	7.22E-05	0.574353	0.00194	0.000447	3.02E-05	2.924241873	0.045884	61.58039	0.99701	0.949946404	0.279911	0.001201	0.000608	4.11E-05	2.793001	0.013589	0.031754	0.000368
W20A45977	09:48	0.71385	0.001945	0.186962	0.000795	0.006182	8.26E-05	0.50365	0.001288	0.000615	2.08E-05	2.835394027	0.036835	59.74001	0.817979	0.763391154	0.261906	0.001322	0.000862	2.92E-05	2.693871	0.013366	0.033066	0.000463
W20A45978	10:07	0.978409	0.001884	0.271737	0.00054	0.006867	7.25E-05	0.811529	0.001289	0.000614	3.06E-05	2.926144324	0.034764	61.61977	0.780852	0.71971115	0.277734	0.000768	0.000627	3.12E-05	2.986446	0.007593	0.02527	0.000271
W20A45981	11:08	0.258557	0.001271	0.077064	0.000451	0.002738	7.25E-05	0.213698	0.00129	0.000132	1.15E-05	2.842689821	0.05034	59.89121	1.083968	1.04318419	0.298055	0.002277	0.000512	4.46E-05	2.772992	0.023311	0.035524	0.000963
W20A45983	11:49	0.477096	0.001379	0.135376	0.000578	0.002911	5.24E-05	0.359152	0.001291	0.000254	2.08E-05	2.964673329	0.048657	62.41726	1.052575	1.00688575	0.283751	0.001464	0.000532	4.36E-05	2.652992	0.01481	0.021506	0.000398
W20A45985	12:35	0.51769	0.001386	0.145526	0.000627	0.005467	9.27E-05	0.445233	0.001291	0.000331	1.15E-05	2.878494289	0.028331	60.63302	0.658235	0.586850644	0.281106	0.001426	0.000639	2.23E-05	3.059476	0.015897	0.037564	0.000657
W20A45987	13:14	0.32631	0.001289	0.097056	0.000451	0.002727	7.25E-05	0.268412	0.001292	0.000138	1.15E-05	2.938290201	0.040186	61.87121	0.885699	0.831852619	0.297437	0.001814	0.000422	3.53E-05	2.765529	0.018501	0.028101	0.000758

EK-E

Tablo E.1. RA-044 numaralı granodiyorit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio		Ratio		Ratio		Rho	Age Ma		Age Ma		Age Ma	
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ
RA044-8	0.0515	0.0023	0.0833	0.0037	0.01164	0.0002	0.26381	259	90	81.1	3.5	74.6	1.3
RA044-10	0.0503	0.0025	0.0827	0.0045	0.01119	0.00033	0.37403	180	100	80.5	4.2	76.2	2.1
RA044-14	0.0503	0.0034	0.0825	0.0056	0.01192	0.00037	0.24805	170	140	80.3	5.2	76.4	2.3
RA044-11	0.0499	0.0024	0.0816	0.0037	0.01198	0.00032	0.30226	167	99	79.6	3.5	76.8	2
RA044-9	0.0484	0.0021	0.081	0.0035	0.01213	0.00029	0.26992	108	92	79.1	3.2	77.8	1.8
RA044-12	0.0492	0.0014	0.0819	0.0029	0.01217	0.00036	0.61463	146	63	79.8	2.8	77.9	2.3
RA044-13	0.0488	0.0022	0.0823	0.0036	0.01217	0.00026	0.1685	124	96	80.2	3.3	78	1.7
RA044-16	0.0484	0.0022	0.0812	0.0037	0.01219	0.00033	0.43185	107	96	79.2	3.5	78.1	2.1
RA044-2	0.0494	0.0026	0.0834	0.0041	0.01224	0.00024	0.055606	140	110	81.3	3.8	78.4	1.5
RA044-6	0.047	0.0036	0.0796	0.006	0.01227	0.00023	0.023176	20	150	77.6	5.6	78.6	1.4
RA044-1	0.0467	0.0023	0.0793	0.0039	0.01228	0.0002	0.11627	30	100	77.4	3.6	78.7	1.2
RA044-3	0.049	0.003	0.0832	0.0053	0.0123	0.00026	0.17099	120	130	81	5	78.8	1.6
RA044-15	0.0483	0.0021	0.0832	0.0038	0.01252	0.00032	0.32029	101	94	81.1	3.6	80.2	2
RA044-7	0.0475	0.0034	0.0812	0.0054	0.01256	0.00024	0.11806	50	140	79.1	5	80.4	1.5
RA044-4	0.049	0.0029	0.0863	0.0052	0.01266	0.00027	0.2668	120	120	83.9	4.8	81.1	1.7
RA044-5	0.0492	0.0019	0.09	0.0038	0.01316	0.0003	0.40706	141	86	87.4	3.6	84.3	1.9

Tablo E.2. RA-279 numaralı kuvars-monzonit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio		Ratio		Ratio		Rho	Age Ma		Age Ma		Age Ma	
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ
RA279-4	0.0434	0.0073	0.067	0.011	0.01112	0.00024	-0.049155	-130	270	65	10	71.3	1.5
RA279-11	0.0465	0.0027	0.0715	0.0039	0.01113	0.00021	0.067732	20	110	70.1	3.7	71.4	1.3
RA279-8	0.0479	0.0039	0.0747	0.0062	0.01126	0.00024	0.17665	60	160	72.9	5.8	72.2	1.5
RA279-7	0.0568	0.0051	0.0888	0.008	0.01129	0.00026	0.22145	380	190	86	7.5	72.3	1.7
RA279-20	0.0477	0.0047	0.0743	0.0074	0.0113	0.00028	0.17984	20	180	72.5	6.9	72.4	1.8
RA279-15	0.0572	0.0062	0.0897	0.0098	0.01136	0.00032	0.18306	360	220	86.7	9.1	72.8	2
RA279-21	0.0498	0.0032	0.079	0.0057	0.01145	0.00028	0.45673	150	130	77	5.3	73.4	1.8
RA279-3	0.0551	0.0038	0.088	0.0067	0.01147	0.00029	0.39068	380	160	85.4	6.2	73.5	1.9
RA279-19	0.0525	0.0037	0.0843	0.0063	0.01148	0.00034	0.19221	270	150	81.9	5.9	73.6	2.2
RA279-16	0.0493	0.0019	0.0795	0.0038	0.01163	0.00028	0.60303	147	83	77.5	3.5	74.5	1.8
RA279-26	0.0489	0.0034	0.0783	0.0059	0.01165	0.0003	0.61439	100	140	76.3	5.5	74.6	1.9
RA279-12	0.0454	0.0052	0.074	0.0089	0.01169	0.00034	0.35488	-60	220	72	8.5	74.9	2.2
RA279-5	0.089	0.018	0.15	0.034	0.01184	0.00026	0.54684	1020	300	143	29	75.9	1.7
RA279-14	0.0718	0.0077	0.125	0.015	0.01236	0.00033	0.60164	800	220	118	14	79.2	2.1
RA279-25	0.0628	0.0043	0.1101	0.0093	0.01246	0.00039	0.51817	650	150	105.6	8.4	79.8	2.5
RA279-28	0.111	0.013	0.203	0.034	0.01266	0.00062	0.8545	1650	220	183	27	81.1	4
RA279-6	0.0491	0.0032	0.0882	0.0055	0.01299	0.00019	-0.087922	120	140	85.7	5.2	83.2	1.2
RA279-27	0.132	0.014	0.254	0.034	0.01373	0.00055	0.77021	1980	200	225	27	87.9	3.5
RA279-17	0.122	0.014	0.237	0.029	0.01442	0.00038	0.61203	1840	210	219	25	92.3	2.4
RA279-22	0.232	0.016	0.484	0.044	0.01473	0.00043	0.82157	3010	120	395	30	94.2	2.8
RA279-2	0.3537	0.0081	1.021	0.084	0.0208	0.0018	0.95428	3717	34	703	41	132	12
RA279-10	0.0645	0.0019	0.66	0.02	0.0743	0.0015	0.48023	740	61	516	13	462.1	9.3
RA279-18	0.127	0.013	1.56	0.17	0.0887	0.0033	0.28463	1910	180	925	64	547	19
RA279-1	0.0669	0.0016	1.051	0.034	0.1133	0.0028	0.67365	823	51	727	17	692	17
RA279-9	0.1695	0.0029	4.44	0.51	0.187	0.02	0.99192	2548	30	1660	100	1090	110
RA279-23	0.707	0.03	20.9	5.1	0.189	0.039	0.90591	4746	72	2880	180	1120	200
RA279-24	0.1559	0.004	8.04	0.19	0.3713	0.0066	0.3268	2403	45	2232	22	2035	31

Tablo E.3. RA-291 numaralı gabro örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		Ratio $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		Ratio $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		Rho	Age Ma $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		Age Ma $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		Age Ma $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
		2 σ		2 σ		2 σ			2 σ	2 σ	2 σ	2 σ	2 σ
-RA-291_18	0.048	0.011	0.092	0.022	0.01323	0.00051	0.049958	-140	400	87	20	84.7	3.3
-RA-291_15	0.066	0.015	0.128	0.029	0.01364	0.00068	0.39976	420	470	126	29	87.3	4.3
-RA-291_10	0.051	0.019	0.102	0.039	0.01368	0.00087	0.22299	-210	630	92	35	87.6	5.6
-RA-291_11	0.053	0.02	0.101	0.037	0.0137	0.0011	-0.24018	-150	670	92	34	87.6	7
-RA-291_12	0.052	0.022	0.103	0.045	0.0137	0.0011	0.07961	-380	710	91	40	87.8	6.8
-RA-291_17	0.049	0.021	0.095	0.038	0.014	0.0011	0.0074815	-210	680	88	35	89.6	6.8
-RA-291_20	0.0502	0.0083	0.101	0.017	0.01408	0.00049	0.038413	20	310	96	15	90.1	3.1
-RA-291_16	0.051	0.02	0.106	0.044	0.01428	0.00089	0.42121	-350	650	93	39	91.3	5.7
-RA-291_21	0.046	0.016	0.094	0.031	0.0143	0.0012	0.37506	-160	580	89	29	91.5	7.7
-RA-291_6	0.047	0.011	0.095	0.021	0.01431	0.00065	-0.025379	-160	400	90	19	91.6	4.1
-RA-291_19	0.0446	0.0084	0.099	0.02	0.0144	0.00058	0.12043	-20	360	94	18	92.2	3.7
-RA-291_25	0.054	0.021	0.102	0.038	0.0145	0.001	-0.069849	-70	690	94	35	92.7	6.5
-RA-291_24	0.064	0.012	0.124	0.023	0.01452	0.0005	0.046526	390	370	116	21	92.9	3.2
-RA-291_23	0.047	0.011	0.1	0.024	0.01455	0.00065	0.10511	-120	400	93	22	93.1	4.1
-RA-291_3	0.054	0.014	0.105	0.027	0.01457	0.00069	0.44594	-70	450	97	25	93.2	4.4
-RA-291_13	0.119	0.021	0.253	0.041	0.01466	0.00061	-0.11158	1520	390	222	33	93.8	3.9
-RA-291_14	0.047	0.014	0.104	0.033	0.01468	0.00096	0.32066	-60	550	97	30	93.9	6.1
-RA-291_5	0.079	0.012	0.192	0.054	0.01473	0.00069	0.82247	980	320	168	38	94.2	4.4
-RA-291_30	0.0577	0.0095	0.112	0.017	0.01479	0.00055	0.12229	350	330	115	19	94.6	3.5
-RA-291_9	0.052	0.032	0.106	0.063	0.0148	0.0015	-0.082704	-500	1100	101	64	94.6	9.4
-RA-291_36	0.057	0.012	0.117	0.026	0.01487	0.00071	0.51178	90	400	108	23	95.1	4.5
-RA-291_2	0.057	0.019	0.105	0.03	0.0149	0.0012	-0.1378	60	620	99	28	95.3	7.7
-RA-291_34	0.075	0.018	0.163	0.042	0.01492	0.00081	0.25019	410	480	144	35	95.4	5.1
-RA-291_33	0.08	0.049	0.146	0.089	0.015	0.0013	-0.00239	-800	1100	101	76	95.6	8.4
-RA-291_28	0.053	0.036	0.104	0.063	0.0151	0.0012	0.15412	-1150	950	78	57	96.4	7.9
-RA-291_22	0.0624	0.0093	0.131	0.02	0.01511	0.00055	0.20676	430	300	123	18	96.7	3.5
-RA-291_8	0.111	0.04	0.24	0.081	0.0153	0.0013	0.58102	650	740	206	68	98	8.2
-RA-291_1	0.054	0.012	0.109	0.023	0.01552	0.00068	-0.076193	20	410	102	21	99.3	4.3
-RA-291_31	0.0703	0.0099	0.154	0.025	0.01558	0.00061	0.18107	700	290	143	21	99.6	3.9
-RA-291_7	0.13	0.026	0.285	0.066	0.01568	0.00077	0.61268	1640	370	253	52	100.3	4.9
-RA-291_27	0.054	0.047	0.152	0.088	0.016	0.0016	0.083858	-1.40E+03	1.20E+03	102	75	102.5	9.9
-RA-291_35	0.141	0.029	0.341	0.09	0.01623	0.00097	0.64883	1670	420	285	63	103.7	6.1
-RA-291_26	0.095	0.023	0.249	0.098	0.01655	0.00093	0.88436	990	500	181	37	105.8	5.9
-RA-291_32	0.414	0.047	1.96	0.27	0.0339	0.0023	0.47878	3870	200	1044	94	214	14
-RA-291_29	0.443	0.048	2.44	0.33	0.0417	0.0043	0.74701	3930	170	1200	90	263	27

Tablo E.4. RA-225 numaralı plajiyogranit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		Ratio $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		Ratio $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		Rho	Age Ma $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		Age Ma $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		Age Ma $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
		2 σ		2 σ		2 σ			2 σ	2 σ	2 σ	2 σ	2 σ			
R7-RA-225-21	0.0479	0.0019	0.0927	0.0038	0.01378	0.00017	0.19301	84	84	90	3.5	88.2	1.1	2670	10360	3.88
R7-RA-225-41	0.0463	0.0022	0.0934	0.0045	0.0143	0.00024	0.035862	40	100	90.6	4.2	91.5	1.5	1662	4770	2.87
R7-RA-225-29	0.0469	0.0017	0.0957	0.0038	0.01457	0.00018	0.27744	41	76	92.6	3.6	93.2	1.1	1832	4980	2.72
R7-RA-225-25	0.0477	0.0025	0.0959	0.0051	0.01422	0.00017	0.12776	110	100	92.7	4.7	91	1.1	1740	4190	2.41
R7-RA-225-14	0.0471	0.0037	0.096	0.0074	0.01447	0.0002	0.0033268	30	160	92.7	6.9	92.6	1.2	899	1643	1.85
R7-RA-225-32	0.0491	0.0018	0.097	0.0034	0.01431	0.0002	0.26662	142	80	94	3.1	91.6	1.3	3400	9360	2.75
R7-RA-225-11	0.0486	0.0021	0.0975	0.0043	0.01434	0.0002	0.13891	128	97	94.3	3.9	91.8	1.2	1353	2620	1.94
R7-RA-225-20	0.0486	0.0022	0.0977	0.0046	0.01429	0.00018	0.25938	104	95	94.4	4.3	91.4	1.2	1920	5170	2.69
R7-RA-225-40	0.0493	0.0029	0.0978	0.006	0.0144	0.00037	0.29388	140	120	94.6	5.5	92.2	2.4	1775	2477	1.40
R7-RA-225-35	0.0496	0.0039	0.0987	0.0076	0.01441	0.00023	0.052352	150	170	95.4	7.1	92.2	1.5	1217	2770	2.28
R7-RA-225-12	0.0499	0.0038	0.0992	0.0078	0.01435	0.00023	0.28377	150	150	95.8	7.2	91.9	1.5	1359	2520	1.85
R7-RA-225-37	0.0499	0.0032	0.0994	0.0064	0.01446	0.00026	0.26319	170	130	96.1	5.9	92.5	1.7	1470	5790	3.94
R7-RA-225-9	0.0478	0.0021	0.0998	0.0047	0.01492	0.00018	0.30231	75	92	96.4	4.3	95.5	1.1	2013	5280	2.62
R7-RA-225-38	0.0501	0.0023	0.0998	0.005	0.01452	0.00027	0.011386	185	97	96.5	4.6	93	1.7	1753	5110	2.92
R7-RA-225-30	0.049	0.0061	0.1	0.012	0.01418	0.00021	-0.20136	110	250	97	11	90.8	1.3	1000	2000	2.00
R7-RA-225-28	0.0482	0.0022	0.1001	0.0046	0.0146	0.00018	0.056953	99	99	96.8	4.3	93.5	1.2	1301	3540	2.72
R7-RA-225-18	0.0516	0.0022	0.1018	0.0047	0.01415	0.00023	0.34946	245	95	98.4	4.3	90.6	1.5	1644	4390	2.67
R7-RA-225-36	0.0509	0.0039	0.1019	0.0076	0.01435	0.00021	0.046371	190	160	98.2	7	91.9	1.3	1104	1710	1.55
R7-RA-225-5	0.0515	0.0036	0.1024	0.0075	0.01451	0.00035	0.3133	230	150	98.8	6.9	92.8	2.2	2000	5420	2.71
R7-RA-225-7	0.0516	0.0016	0.1027	0.0032	0.01439	0.00018	0.089469	252	70	99.2	2.9	92.1	1.1	3280	16420	5.01
R7-RA-225-13	0.0512	0.0047	0.1027	0.0095	0.01439	0.00021	0.12225	210	190	99	8.7	92.1	1.3	1321	3080	2.33
R7-RA-225-1	0.0474	0.005	0.103	0.01	0.01533	0.00034	-0.13875	40	200	99	9.4	98.1	2.2	939	2043	2.18
R7-RA-225-31	0.0491	0.0033	0.103	0.0069	0.01472	0.00021	-0.028918	130	140	99.4	6.3	94.2	1.3	1126	2160	1.92
R7-RA-225-2	0.0508	0.0034	0.1033	0.0066	0.01488	0.00027	-0.042093	240	160	99.7	6.1	95.2	1.7	1309	7200	5.50
R7-RA-225-6	0.051	0.0018	0.1039	0.0039	0.01403	0.00023	0.26381	224	80	100.2	3.6	89.8	1.5	1690	4550	2.69
R7-RA-225-44	0.05	0.0024	0.1046	0.0046	0.01546	0.00035	0.061497	180	110	100.9	4.2	98.9	2.2	2690	5090	1.89
R7-RA-225-3	0.0522	0.0021	0.1048	0.0041	0.01471	0.00024	0.14509	278	89	101.2	3.8	94.1	1.5	2650	6690	2.52
R7-RA-225-43	0.0513	0.004	0.1054	0.008	0.01497	0.00025	-0.005844	220	170	101.5	7.4	95.8	1.6	1439	4980	3.46
R7-RA-225-27	0.0541	0.0045	0.1073	0.0079	0.01439	0.00035	-0.013252	340	180	103.4	7.2	92.1	2.2	1846	5570	3.02
R7-RA-225-16	0.0516	0.0034	0.109	0.0075	0.01492	0.00019	0.33321	270	150	104.8	6.8	95.5	1.2	1047	4100	3.92
R7-RA-225-15	0.0527	0.0036	0.1097	0.0072	0.015	0.00016	-0.17029	280	150	105.6	6.6	95.97	0.99	1480	3670	2.48
R7-RA-225-8	0.0566	0.0039	0.112	0.0076	0.01432	0.0002	0.16028	430	150	107.6	6.9	91.6	1.2	2000	5400	2.70
R7-RA-225-17	0.0583	0.0038	0.1193	0.0076	0.01448	0.00017	0.020678	500	140	114.1	6.8	92.7	1.1	1034	2390	2.31
R7-RA-225-39	0.0634	0.0029	0.1303	0.006	0.01468	0.0002	0.24937	669	98	124.1	5.4	94	1.3	1184	2340	1.98

Tablo E.5. RA-216 numaralı plajiyogranit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio		Ratio		Ratio		Rho	Age Ma		Age Ma		Age Ma	
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ
RA216-27	0.0509	0.0049	0.088	0.0083	0.01266	0.00028	-0.093976	160	200	85.2	7.7	81.1	1.8
RA216-36	0.0637	0.0057	0.115	0.014	0.0127	0.00031	0.88575	610	170	110	12	81.4	1.9
RA216-22	0.0501	0.0031	0.0871	0.0048	0.01272	0.00023	-0.21219	170	130	84.6	4.5	81.5	1.5
RA216-20	0.0506	0.0042	0.0884	0.0072	0.01275	0.00031	0.18808	160	170	85.7	6.7	81.7	2
RA216-33	0.0476	0.0042	0.0832	0.0071	0.01275	0.00027	0.019926	40	170	80.9	6.6	81.7	1.7
RA216-12	0.0443	0.006	0.078	0.01	0.01277	0.00035	0.12819	-140	240	75.2	9.8	81.8	2.2
RA216-32	0.0465	0.0033	0.0815	0.0056	0.01279	0.00028	0.011318	10	140	79.4	5.3	81.9	1.9
RA216-34	0.0476	0.0024	0.084	0.0041	0.01279	0.00021	0.055651	60	100	81.8	3.9	81.9	1.4
RA216-16	0.0515	0.0048	0.09	0.0081	0.0128	0.00024	-0.12902	180	180	87.2	7.5	82	1.5
RA216-5	0.0476	0.0052	0.083	0.0087	0.01281	0.00034	-0.14672	30	210	80.5	8.2	82.1	2.1
RA216-24	0.0489	0.0027	0.0857	0.0047	0.01281	0.00022	0.20223	120	120	83.4	4.4	82.1	1.4
RA216-35	0.05	0.0038	0.0875	0.0062	0.01281	0.00031	-0.081648	140	160	84.9	5.8	82.1	2
RA216-31	0.0468	0.0028	0.0824	0.0046	0.01284	0.00028	0.067877	40	120	80.3	4.3	82.2	1.8
RA216-29	0.0464	0.0026	0.0823	0.0049	0.01285	0.00024	0.33025	10	110	80.2	4.6	82.3	1.5
RA216-19	0.044	0.0054	0.0729	0.0078	0.01287	0.00036	0.11114	-140	210	71.1	7.4	82.4	2.3
RA216-21	0.047	0.0033	0.0831	0.0058	0.01288	0.00024	0.185	30	140	80.9	5.4	82.5	1.5
RA216-6	0.0432	0.0038	0.0765	0.0067	0.01292	0.00031	0.039919	-140	160	74.6	6.3	82.7	2
RA216-28	0.0497	0.0048	0.0884	0.0088	0.01291	0.00033	0.2676	110	200	85.5	8.2	82.7	2.1
RA216-25	0.047	0.0028	0.0845	0.0048	0.01293	0.00024	-0.23466	60	130	82.2	4.5	82.8	1.5
RA216-17	0.0477	0.0027	0.0847	0.0048	0.01294	0.00023	0.14684	70	120	82.4	4.5	82.9	1.5
RA216-2	0.0487	0.0031	0.0867	0.0053	0.01296	0.00028	0.10844	110	130	84.3	5	83	1.8
RA216-8	0.0473	0.0028	0.0839	0.0045	0.01297	0.00026	-0.12158	50	120	81.7	4.3	83	1.7
RA216-15	0.0496	0.0041	0.0877	0.007	0.01296	0.00028	-0.073854	120	170	85	6.5	83	1.8
RA216-26	0.0474	0.0032	0.0841	0.0056	0.01295	0.00024	0.066315	50	140	81.8	5.2	83	1.5
RA216-23	0.049	0.0037	0.0875	0.0066	0.013	0.00028	0.09737	110	160	84.9	6.2	83.3	1.8
RA216-4	0.0453	0.0046	0.0814	0.0082	0.01304	0.00026	0.043342	-60	190	79.1	7.7	83.5	1.7
RA216-11	0.0473	0.0031	0.0842	0.0051	0.01304	0.00032	0.014128	40	130	82	4.7	83.5	2.1
RA216-30	0.0482	0.0025	0.0852	0.0041	0.01303	0.00031	0.24163	90	110	82.9	3.9	83.5	1.9
RA216-10	0.0482	0.0035	0.0861	0.0059	0.01308	0.00032	-0.00156	80	150	83.7	5.5	83.8	2
RA216-13	0.0452	0.0033	0.0808	0.0057	0.01308	0.00031	0.0064522	-50	140	78.7	5.3	83.8	2
RA216-1	0.0538	0.004	0.098	0.0077	0.01311	0.00024	0.31571	290	160	94.5	7.1	83.9	1.5
RA216-14	0.0477	0.0025	0.0869	0.0045	0.01318	0.00022	0.24227	70	110	84.4	4.2	84.4	1.4
RA216-9	0.0573	0.0037	0.1074	0.009	0.01322	0.00033	0.57072	460	140	103.2	8.1	84.6	2.1
RA216-7	0.0488	0.0028	0.0887	0.005	0.01322	0.00025	0.21861	110	120	86.1	4.6	84.7	1.6
RA216-18	0.0476	0.005	0.0882	0.0099	0.01324	0.00036	0.10173	50	210	85.3	9.1	84.8	2.3
RA216-3	0.0493	0.0025	0.0907	0.0048	0.01334	0.00028	0.35643	140	110	88	4.4	85.4	1.8

Tablo E.6. RA-181 numaralı meta-plajiyogranit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio		Ratio		Ratio		Rho	Age Ma		Age Ma		Age Ma	
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ
-RA-181_7	0.0477	0.0014	0.1005	0.003	0.01505	0.00021	0.22439	79	61	97.2	2.8	96.3	1.4
-RA-181_8	0.0601	0.0028	0.1268	0.0059	0.01505	0.00019	-0.050661	560	100	121	5.3	96.3	1.2
-RA-181_4	0.05	0.0017	0.1059	0.0036	0.01524	0.00013	0.20317	180	76	102.1	3.3	97.5	0.84
-RA-181_12	0.0646	0.0028	0.1334	0.007	0.01541	0.00028	0.48889	727	89	126.8	6.2	98.6	1.8
-RA-181_11	0.0568	0.0012	0.1171	0.0026	0.01549	0.00021	0.24712	473	45	112.4	2.3	99.1	1.3
-RA-181_2	0.0668	0.0028	0.1455	0.0068	0.0155	0.00017	0.3038	799	85	137.7	6	99.1	1.1
-RA-181_13	0.0483	0.0022	0.0998	0.0049	0.01563	0.00032	0.13651	120	100	96.5	4.5	100	2
-RA-181_9	0.051	0.002	0.1077	0.0043	0.01572	0.0002	0.11595	222	87	103.8	3.9	100.6	1.3
-RA-181_18	0.0501	0.003	0.1026	0.0059	0.01575	0.00026	-0.023376	180	130	99.1	5.4	100.7	1.7
-RA-181_1	0.0591	0.0027	0.13	0.0076	0.01577	0.0003	0.70643	536	80	123.7	6.6	100.9	1.9
-RA-181_3	0.06	0.0021	0.1332	0.0051	0.01585	0.00032	0.48619	587	73	126.9	4.5	101.4	2
-RA-181_14	0.048	0.0015	0.1012	0.0033	0.01586	0.00021	0.42173	96	69	97.9	3	101.4	1.4
-RA-181_19	0.0628	0.003	0.131	0.0064	0.01596	0.00023	0.36938	658	96	124.8	5.7	102.1	1.4
-RA-181_5	0.0618	0.0015	0.1376	0.0035	0.01599	0.00022	0.41786	656	49	130.8	3.1	102.3	1.4
-RA-181_6	0.0726	0.003	0.1631	0.0077	0.01602	0.00028	0.46293	974	79	153.1	6.6	102.5	1.8
-RA-181_20	0.0509	0.0022	0.1072	0.0049	0.01613	0.00042	0.46117	226	92	103.4	4.5	103.2	2.7
-RA-181_16	0.066	0.0021	0.1412	0.0047	0.01627	0.00026	0.25281	783	67	134	4.2	104	1.6
-RA-181_15	0.0507	0.0016	0.1113	0.0043	0.01652	0.00031	0.56712	213	68	107.1	3.9	105.6	1.9
-RA-181_17	0.105	0.011	0.233	0.029	0.01703	0.00051	0.80888	1640	160	209	22	108.8	3.3
-RA-181_10	0.101	0.01	0.244	0.032	0.01752	0.00049	0.7345	1510	160	217	24	111.9	3.1

Tablo E.7. RA-198 numaralı fillit örneğinin U-Pb kırıntılı zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	Ratio ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	Ratio ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	Rho	Age Ma ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	Age Ma ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	Age Ma ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
R8-RA-198-2	0.0538	0.0011	0.3321	0.0084	0.0462	0.0011	0.65748	372	51	291	6.4	291.1	6.9	2555	1837	0.72
R8-RA-198-8	0.0575	0.0015	0.3349	0.0088	0.04346	0.00086	0.42304	503	57	293.1	6.7	274.2	5.3	2702	1608	0.60
R8-RA-198-18	0.0501	0.0021	0.361	0.015	0.05284	0.00054	0.10528	179	88	312	11	331.9	3.3	837	508	0.61
R8-RA-198-41	0.0595	0.0013	0.368	0.013	0.05137	0.00089	0.68728	586	51	317.3	9.3	322.9	5.5	2670	2042	0.76
R8-RA-198-27	0.0532	0.0044	0.371	0.029	0.05018	0.00073	-0.14519	270	170	318	21	315.6	4.5	307	217.1	0.71
R8-RA-198-10	0.0514	0.0019	0.372	0.015	0.05268	0.00051	0.21177	241	84	321	11	330.9	3.1	871	591	0.68
R8-RA-198-21	0.0523	0.0011	0.376	0.01	0.05122	0.0005	0.51014	293	49	323.4	7.4	322	3.1	1391	1041	0.75
R8-RA-198-31	0.0508	0.0025	0.376	0.018	0.05257	0.00057	0.036127	210	110	323	13	330.3	3.5	774	660	0.85
R8-RA-198-7	0.053	0.0017	0.378	0.012	0.05296	0.00064	0.18417	317	72	325.2	8.8	332.6	3.9	967	479	0.50
R8-RA-198-29	0.0519	0.0012	0.3786	0.0084	0.05229	0.00057	0.14456	276	49	325.6	6.2	328.6	3.5	1231	730	0.59
R8-RA-198-40	0.0518	0.0021	0.379	0.015	0.0535	0.00058	0.032282	249	86	325	11	336	3.6	603	400	0.66
R8-RA-198-22	0.0519	0.0013	0.381	0.0086	0.05243	0.00037	-0.063811	266	55	327.5	6.3	329.4	2.3	1206	452	0.37
R8-RA-198-16	0.0526	0.0015	0.384	0.011	0.05283	0.00047	0.032202	298	65	329.4	8.2	331.9	2.9	1087	675	0.62
R8-RA-198-32	0.0545	0.0033	0.384	0.023	0.05126	0.00089	-0.17719	370	140	329	17	322.3	5.5	697	385	0.55
R8-RA-198-37	0.0515	0.0024	0.384	0.018	0.05422	0.00067	0.13072	250	110	329	14	340.4	4.1	826	640	0.77
R8-RA-198-11	0.0511	0.0011	0.3866	0.0086	0.05322	0.00043	0.27664	332	47	331.6	6.3	333.3	2.6	953	650	0.68
R8-RA-198-1	0.0539	0.0017	0.388	0.012	0.05283	0.00039	0.13377	343	67	331.9	8.7	331.8	2.4	539	270.2	0.50
R8-RA-198-5	0.054	0.0012	0.389	0.01	0.05303	0.00082	0.42715	356	51	333.2	7.5	333.1	5	1250	578	0.46
R8-RA-198-39	0.0523	0.0027	0.39	0.021	0.05516	0.00089	0.2122	280	120	334	15	346.1	5.4	568	438	0.77
R8-RA-198-33	0.0542	0.0023	0.395	0.017	0.05304	0.00068	0.21184	344	94	337	12	333.1	4.1	486	225.6	0.46
R8-RA-198-34	0.0538	0.0011	0.3999	0.0093	0.05402	0.00051	0.38388	350	48	341.2	6.8	339.1	3.1	1260	650	0.52
R8-RA-198-42	0.0546	0.0024	0.414	0.019	0.06443	0.00066	0.24638	380	100	350	14	402.5	4	637	532	0.84
R8-RA-198-45	0.0539	0.0021	0.597	0.023	0.10131	0.00098	0.035925	336	85	473	15	623.1	6.1	559	298.3	0.53
R8-RA-198-23	0.0654	0.0031	0.631	0.038	0.0702	0.0017	0.27984	768	92	495	23	437	10	2510	2650	1.06
R8-RA-198-3	0.0573	0.0024	0.671	0.029	0.0832	0.0015	0.32558	500	110	520	18	515.1	9.2	408	82	0.20
R8-RA-198-30	0.0573	0.0014	0.685	0.016	0.08546	0.00082	0.22763	499	49	528.8	9.9	528.6	4.9	663	901	1.36
R8-RA-198-9	0.0608	0.0015	0.772	0.018	0.0936	0.00079	0.38872	615	53	580	11	576.8	4.7	681	1355	1.99
R8-RA-198-20	0.0589	0.0013	0.809	0.022	0.099	0.0012	0.62436	557	47	601	12	608.8	7	1053	553	0.53
R8-RA-198-12	0.0592	0.0016	0.817	0.021	0.1001	0.0012	0.078382	560	61	606	12	615	6.9	521	862	1.65
R8-RA-198-35	0.0618	0.0029	0.902	0.049	0.1088	0.002	0.67663	660	110	652	27	666	12	815	1285	1.58
R8-RA-198-26	0.0607	0.0011	0.922	0.017	0.109	0.0012	0.31924	621	39	662.8	9	666.9	7.2	908	223.8	0.25
R8-RA-198-17	0.0617	0.003	0.933	0.046	0.11014	0.00099	0.14948	630	110	669	25	673.5	5.7	163.8	90	0.55
R8-RA-198-15	0.0636	0.0023	0.954	0.036	0.11116	0.0022	0.32192	718	74	679	19	682	13	659	439	0.67
R8-RA-198-44	0.0586	0.0021	0.982	0.036	0.1507	0.0023	0.26233	531	79	693	18	905	13	485	367	0.76
R8-RA-198-14	0.0677	0.0037	1.204	0.064	0.1328	0.0031	0.17439	830	110	800	29	804	18	238	101.9	0.43
R8-RA-198-24	0.0712	0.0012	1.613	0.034	0.1634	0.0019	0.63199	960	35	975	13	976	11	963	1604	1.67
R8-RA-198-43	0.0685	0.0014	1.656	0.036	0.2088	0.0016	0.2455	882	45	990	14	1222.4	8.8	462	388.2	0.84
R8-RA-198-19	0.0714	0.0012	1.657	0.036	0.1661	0.0018	0.60859	965	35	991	14	990.8	9.9	702	693	0.99
R8-RA-198-13	0.0733	0.0017	1.663	0.064	0.1676	0.0033	0.83718	1011	47	995	25	999	18	435	403	0.93
R8-RA-198-38	0.0765	0.0056	1.72	0.13	0.1712	0.006	0.23915	1080	140	1013	46	1018	33	224	164.8	0.74
R8-RA-198-46	0.0704	0.0018	1.746	0.043	0.2338	0.0028	0.35113	948	57	1025	16	1354	15	573	484	0.84
R8-RA-198-28	0.1225	0.0015	6.168	0.084	0.3626	0.004	0.45134	1995	21	1999	12	1994	19	279.4	374.1	1.34
R8-RA-198-25	0.17	0.0025	11.06	0.14	0.47	0.0058	0.57541	2555	24	2528	12	2483	25	977	445	0.46
R8-RA-198-36	0.1714	0.0017	12.45	0.17	0.5338	0.0059	0.65117	2568	17	2637	13	2757	25	197	274.4	1.39
R8-RA-198-4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NAN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	0	0.0044	NAN
R8-RA-198-6	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	0.006	0.026	NAN

Tablo E.8. RA-443 numaralı plajiyogranit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

EK-5: LA-ICPMS U-Pb zirkon yaş tayini analitik verileri (Devamı)																
Comments	Ratio ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁹ Pb	2σ	Ratio ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	Ratio ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	Rho	Age Ma ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	Age Ma ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	Age Ma ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
R7-RA-443-3	0.0497	0.0023	0.101	0.0047	0.01478	0.00031	0.26014	170	100	97.6	4.3	94.6	2	2545	3.50E+03	1.38
R7-RA-443-23	0.047	0.0019	0.1011	0.0044	0.01524	0.00018	0.22906	58	85	97.6	4.1	97.5	1.1	2201	3132	1.42
R7-RA-443-60	0.0485	0.0014	0.1014	0.0029	0.01509	0.00022	0.17847	130	65	98	2.7	96.5	1.4	2340	3870	1.65
R7-RA-443-56	0.0493	0.0016	0.1018	0.0036	0.01511	0.00025	0.37882	151	74	98.4	3.4	96.7	1.6	3540	3320	0.94
R7-RA-443-19	0.0495	0.0021	0.1032	0.0047	0.01518	0.00028	0.3403	159	94	99.6	4.3	97.1	1.8	2190	2220	1.01
R7-RA-443-34	0.0495	0.0018	0.1033	0.0041	0.01526	0.00033	0.39905	156	80	99.8	3.8	97.6	2.1	4910	3260	0.66
R7-RA-443-46	0.0493	0.0024	0.1035	0.0053	0.01528	0.00024	0.26617	140	100	99.9	4.9	97.7	1.5	2450	1960	0.80
R7-RA-443-54	0.0513	0.003	0.104	0.0068	0.01486	0.00035	0.39672	220	130	100.3	6.2	95.1	2.2	1880	1950	1.04
R7-RA-443-43	0.0486	0.0012	0.1041	0.0027	0.01557	0.00017	0.31648	124	53	100.5	2.4	99.6	1.1	3094	4050	1.31
R7-RA-443-27	0.0507	0.004	0.1054	0.0089	0.01475	0.0005	0.37499	200	170	101.5	8.1	94.4	3.2	1683	893	0.53
R7-RA-443-40	0.0524	0.0036	0.1067	0.0061	0.01508	0.00063	0.06345	290	160	102.9	5.6	96.5	4	4140	7490	1.81
R7-RA-443-11	0.052	0.0018	0.1107	0.004	0.0154	0.00019	0.21913	262	75	106.5	3.6	98.5	1.2	2030	1371	0.68
R7-RA-443-61	0.0546	0.002	0.1121	0.0047	0.01499	0.00023	0.49996	374	82	107.8	4.3	95.9	1.5	3260	3330	1.02
R7-RA-443-53	0.0557	0.0025	0.1123	0.0051	0.01504	0.00031	0.51179	410	100	108	4.6	96.3	1.9	1903	1108	0.58
R7-RA-443-6	0.0532	0.0015	0.1136	0.003	0.01543	0.00014	0.01998	316	61	109.2	2.7	98.7	0.91	3036	2739	0.90
R7-RA-443-63	0.0546	0.002	0.1137	0.0045	0.01502	0.00022	0.37279	365	80	109.2	4.1	96.1	1.4	1749	1288	0.74
R7-RA-443-26	0.0546	0.0016	0.1141	0.0032	0.01497	0.0002	0.09882	371	65	109.7	2.9	95.8	1.2	2716	2463	0.91
R7-RA-443-8	0.0543	0.0017	0.1147	0.0032	0.0152	0.00021	0.16875	372	65	110.2	2.9	97.3	1.3	2001	1406	0.70
R7-RA-443-28	0.0547	0.002	0.115	0.0045	0.01522	0.00024	0.36593	382	78	110.4	4.1	97.4	1.5	3030	2403	0.79
R7-RA-443-22	0.0554	0.0019	0.1168	0.0039	0.01513	0.00021	0.33886	400	75	112	3.6	96.8	1.3	2083	2061	0.99
R7-RA-443-25	0.0558	0.0022	0.1172	0.0045	0.01497	0.00025	0.015032	440	98	112.4	4.1	95.8	1.6	1713	1780	1.04
R7-RA-443-5	0.0559	0.0027	0.1201	0.006	0.01546	0.00017	0.29546	400	100	114.9	5.4	98.9	1.1	1268	971	0.77
R7-RA-443-35	0.0559	0.0029	0.1204	0.0061	0.0155	0.00021	-0.006406	390	120	115.1	5.5	99.2	1.4	1217	880	0.72
R7-RA-443-50	0.0599	0.0029	0.1212	0.0068	0.01482	0.00026	0.43095	570	100	116	6.1	94.8	1.7	1810	2490	1.38
R7-RA-443-58	0.059	0.0018	0.1236	0.0043	0.01527	0.00023	0.53526	548	67	118.3	3.9	97.7	1.4	3520	4440	1.26
R7-RA-443-49	0.0596	0.0015	0.1239	0.0035	0.01517	0.0002	0.43914	581	58	118.5	3.1	97	1.3	2630	5510	2.10
R7-RA-443-42	0.062	0.0025	0.1306	0.0054	0.01529	0.00021	0.21465	640	92	124.5	4.8	97.8	1.4	1789	2866	1.60
R7-RA-443-47	0.0635	0.0025	0.1355	0.0056	0.01553	0.0002	0.30484	693	88	128.8	5	99.3	1.3	1450	929	0.64
R7-RA-443-32	0.0614	0.0031	0.1359	0.0066	0.01587	0.0002	0.22009	590	110	129.1	5.9	101.5	1.3	1810	1390	0.77
R7-RA-443-20	0.0647	0.0022	0.1365	0.0049	0.01527	0.00023	0.4729	733	75	129.8	4.4	97.7	1.5	2140	1700	0.79
R7-RA-443-33	0.0634	0.0023	0.1366	0.0051	0.01549	0.00024	0.26226	684	80	129.8	4.6	99.1	1.5	1951	1600	0.82
R7-RA-443-16	0.065	0.0016	0.1382	0.0035	0.0153	0.00019	0.37416	761	50	131.3	3.1	98.1	1.3	2499	2005	0.80
R7-RA-443-48	0.0674	0.0026	0.1409	0.0054	0.01524	0.0002	0.30523	827	77	133.6	4.8	97.5	1.2	2245	4590	2.04
R7-RA-443-44	0.0664	0.003	0.1415	0.0065	0.01538	0.00027	0.24429	785	93	134.2	5.8	98.4	1.7	1696	1805	1.06
R7-RA-443-29	0.0665	0.0023	0.1443	0.0056	0.01548	0.00021	0.3841	789	72	136.6	4.9	99	1.3	2083	1437	0.69
R7-RA-443-7	0.069	0.0021	0.1479	0.0048	0.01554	0.0002	0.32033	877	62	139.9	4.3	99.4	1.3	2607	2950	1.13
R7-RA-443-14	0.0698	0.0038	0.1493	0.0081	0.0156	0.00027	0.089617	880	110	141	7.2	99.8	1.7	1824	1061	0.58
R7-RA-443-39	0.0691	0.0022	0.1504	0.005	0.01582	0.00022	0.36645	873	70	142.1	4.4	101.2	1.4	2035	2140	1.05
R7-RA-443-10	0.0716	0.0027	0.1577	0.0062	0.01592	0.00026	0.31449	944	76	148.5	5.5	101.8	1.6	1385	883	0.64
R7-RA-443-52	0.0776	0.0045	0.1669	0.0095	0.01576	0.00018	0.27317	1050	110	156.1	8.2	100.8	1.1	1021	889	0.87
R7-RA-443-1	0.0792	0.0017	0.1691	0.0045	0.01547	0.00019	0.4673	1168	44	158.5	3.9	99	1.2	3490	3990	1.14
R7-RA-443-21	0.0761	0.0022	0.171	0.0051	0.01607	0.00023	0.35665	1086	64	160.1	4.5	102.8	1.4	2069	2767	1.34
R7-RA-443-45	0.0823	0.0025	0.171	0.006	0.01504	0.00019	0.50662	1235	60	160.1	5.2	96.3	1.2	2512	3390	1.35
R7-RA-443-18	0.08	0.0021	0.1736	0.0051	0.01563	0.0002	0.31681	1179	53	162.4	4.4	100	1.3	2080	1715	0.82
R7-RA-443-62	0.0798	0.0022	0.1736	0.005	0.01576	0.00023	0.37144	1185	51	162.4	4.3	100.8	1.5	2340	3740	1.60
R7-RA-443-37	0.0784	0.0027	0.1763	0.0071	0.01606	0.00031	0.48287	1138	70	164.6	6.1	102.7	1.9	2300	2540	1.10
R7-RA-443-9	0.0798	0.0028	0.1768	0.007	0.01589	0.00022	0.41726	1183	71	165	6	101.7	1.4	2152	2428	1.13
R7-RA-443-55	0.0826	0.0031	0.1788	0.008	0.01577	0.00019	0.54142	1229	72	166.6	6.8	100.9	1.2	2920	2434	0.83
R7-RA-443-36	0.0818	0.0025	0.1806	0.0059	0.01581	0.00017	0.37829	1218	61	168.3	5.1	101.1	1.1	2250	1870	0.83
R7-RA-443-13	0.0821	0.003	0.1813	0.0063	0.01599	0.00021	0.11394	1216	75	169	5.4	102.3	1.3	2022	2062	1.02
R7-RA-443-12	0.0818	0.003	0.1857	0.0075	0.01641	0.00021	0.3342	1209	73	172.6	6.4	104.9	1.4	2330	1922	0.82
R7-RA-443-51	0.0864	0.0024	0.191	0.0058	0.01608	0.00022	0.36423	1340	52	177.3	5	102.8	1.4	1926	1727	0.90
R7-RA-443-41	0.0908	0.0028	0.2036	0.007	0.01624	0.0002	0.33815	1422	58	187.8	5.9	103.9	1.3	2540	3000	1.18
R7-RA-443-31	0.1026	0.0033	0.2313	0.0088	0.01612	0.00022	0.42897	1650	60	210.8	7.2	103.1	1.4	2389	2439	1.02
R7-RA-443-59	0.104	0.0031	0.2352	0.0092	0.01628	0.00024	0.47955	1699	60	215.4	7.9	104.1	1.5	1730	1770	1.02
R7-RA-443-15	0.1126	0.0038	0.256	0.0095	0.0164	0.00024	0.40021	1817	63	230.9	7.7	104.9	1.5	1568	1110	0.71
R7-RA-443-57	0.1222	0.0069	0.265	0.015	0.01597	0.00028	0.17311	1958	99	238	12	102.1	1.8	856	1627	1.90
R7-RA-443-2	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	-0.00431	-0.00981	2.28
R7-RA-443-4	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	-0.0052	-0.0131	2.52
R7-RA-443-17	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	-0.016	0.002	-0.13
R7-RA-443-30	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	-0.0098	-0.0773	7.89
R7-RA-443-38	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	NaN	no value	NAN	no value	NAN	no value	NAN	-0.0172	-0.001	0.06

Tablo E.9. RA-473 numaralı plajiyogranit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio		Ratio		Ratio		Rho	Age Ma		Age Ma		Age Ma		U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ			
R7-RA-473-1	0.061	0.011	0.118	0.021	0.01381	0.0003	0.074107	340	330	114	18	88.4	1.9	269	56.2	0.21
R7-RA-473-2	0.0519	0.0092	0.105	0.019	0.0146	0.0005	0.41367	200	330	100	17	93.4	3.2	465	133	0.29
R7-RA-473-3	0.051	0.014	0.1	0.026	0.01407	0.00035	0.025421	-200	470	92	24	90.1	2.2	240	49.9	0.21
R7-RA-473-4	0.063	0.016	0.12	0.031	0.01382	0.00033	0.082796	460	580	113	29	88.5	2.1	527	159	0.30
R7-RA-473-5	0.0461	0.0098	0.089	0.019	0.01383	0.00028	-0.33157	-130	380	85	18	88.6	1.8	442	112	0.25
R7-RA-473-6	0.0447	0.0054	0.086	0.01	0.01391	0.00023	-0.024297	-70	240	83.7	9.6	89	1.5	784	411	0.52
R7-RA-473-7	0.053	0.02	0.103	0.039	0.01344	0.00042	0.30516	80	770	97	36	86.1	2.7	251	52.6	0.21
R7-RA-473-8	0.0496	0.0091	0.099	0.018	0.01401	0.00036	0.34565	60	340	95	17	89.7	2.3	461	174.8	0.38
R7-RA-473-9	0.05	0.011	0.097	0.021	0.01391	0.00039	-0.47599	70	420	93	19	89.1	2.5	517	152.1	0.29
R7-RA-473-10	0.047	0.011	0.092	0.023	0.01368	0.0004	0.28706	-90	450	88	21	87.6	2.6	347	109.2	0.31
R7-RA-473-11	0.0507	0.007	0.097	0.013	0.01369	0.00031	-0.003068	140	280	93	12	87.6	2	578	184	0.32
R7-RA-473-12	0.072	0.012	0.136	0.022	0.01354	0.00035	0.41772	790	330	127	20	86.7	2.2	228	45.4	0.20
R7-RA-473-13	0.047	0.0075	0.091	0.015	0.01412	0.00028	0.081747	-50	290	87	13	90.4	1.8	485	123.8	0.26
R7-RA-473-14	0.0515	0.0088	0.099	0.016	0.01401	0.0003	0.051815	20	310	94	15	89.7	1.9	304	66	0.22
R7-RA-473-15	0.056	0.016	0.107	0.03	0.01399	0.00043	0.38499	-70	510	97	27	89.5	2.7	202	37.5	0.19
R7-RA-473-16	0.049	0.01	0.093	0.019	0.0139	0.00038	0.080211	-50	380	88	18	89	2.4	348	68.3	0.20
R7-RA-473-17	0.0617	0.006	0.122	0.012	0.01438	0.0003	0.091002	500	200	116	11	92	1.9	577	99.3	0.17
R7-RA-473-18	0.0501	0.0038	0.0987	0.007	0.01432	0.00029	-0.088792	170	160	95.4	6.4	91.7	1.8	1108	181.9	0.16
R7-RA-473-19	0.051	0.01	0.096	0.019	0.01389	0.00041	0.047429	100	390	92	18	88.9	2.6	392	82.3	0.21
R7-RA-473-20	0.0561	0.0092	0.109	0.018	0.01446	0.00041	0.28502	300	340	104	16	92.5	2.6	373	66.3	0.18
R7-RA-473-21	0.04	0.012	0.078	0.023	0.01417	0.00039	0.020381	-350	490	74	22	90.7	2.5	390	93.7	0.24
R7-RA-473-22	0.086	0.021	0.169	0.041	0.01488	0.00046	0.24332	740	470	162	36	95.2	2.9	189	32.9	0.17
R7-RA-473-23	0.062	0.01	0.116	0.019	0.01363	0.00029	0.081899	350	340	110	17	87.2	1.9	354	86.8	0.25
R7-RA-473-24	0.0468	0.0056	0.093	0.011	0.01416	0.00031	0.093177	-20	230	89	11	90.6	2	487	132.2	0.27
R7-RA-473-25	0.0674	0.0085	0.128	0.016	0.01376	0.00025	0.14523	630	290	121	14	88.1	1.6	410	89.3	0.22
R7-RA-473-26	0.082	0.016	0.153	0.028	0.01367	0.00036	-0.18648	680	430	140	25	87.5	2.3	246.8	49.8	0.20
R7-RA-473-27	0.051	0.0099	0.096	0.018	0.01364	0.00029	0.10315	60	340	91	17	87.3	1.8	305	95.7	0.31
R7-RA-473-28	0.055	0.018	0.104	0.035	0.01367	0.00057	0.16573	-30	560	97	31	87.5	3.6	234	46.9	0.20
R7-RA-473-29	0.0538	0.0076	0.099	0.014	0.01344	0.00035	-0.13292	240	300	95	13	86	2.2	581	120.8	0.21
R7-RA-473-30	0.051	0.014	0.096	0.026	0.01375	0.00038	0.058231	-170	450	92	23	88	2.4	230.5	49.2	0.21
R7-RA-473-31	0.052	0.017	0.114	0.038	0.01405	0.00053	-0.049665	50	580	106	33	90	3.4	157.7	34.3	0.22
R7-RA-473-32	0.0507	0.0095	0.096	0.017	0.01413	0.00039	-0.2202	10	340	91	16	90.4	2.5	414	95.5	0.23
R7-RA-473-33	0.057	0.015	0.111	0.029	0.01444	0.0004	-0.059397	200	510	105	26	92.4	2.5	551	218	0.40
R7-RA-473-34	0.053	0.025	0.1	0.047	0.01365	0.00059	0.060879	-500	850	86	44	87.4	3.7	143.4	29.71	0.21
R7-RA-473-35	0.0513	0.007	0.101	0.013	0.01458	0.00043	-0.067412	150	270	97	12	93.3	2.7	670	286.6	0.43
R7-RA-473-36	0.052	0.016	0.094	0.028	0.01453	0.00059	0.17797	-50	480	94	24	93	3.8	230.9	54	0.23
R7-RA-473-37	0.055	0.012	0.104	0.022	0.01372	0.00027	-0.014961	-10	400	96	20	87.8	1.7	281.9	56.9	0.20
R7-RA-473-38	0.051	0.017	0.104	0.035	0.01418	0.0005	0.30245	-110	600	96	32	90.8	3.2	271	85	0.31
R7-RA-473-39	0.0472	0.0077	0.089	0.014	0.01376	0.00025	0.18097	90	260	90	12	88.1	1.6	447	110	0.25
R7-RA-473-40	0.041	0.015	0.083	0.028	0.01407	0.0004	-0.045292	-540	520	75	27	90	2.5	184.7	43.07	0.23
R7-RA-473-41	0.054	0.022	0.102	0.04	0.01376	0.00063	-0.080970	190	650	105	32	88.1	4	167.5	37.6	0.22
R7-RA-473-42	0.0595	0.0061	0.115	0.012	0.01393	0.00026	0.14813	470	210	112	10	89.2	1.6	435	115.7	0.27
R7-RA-473-43	0.0464	0.0054	0.088	0.01	0.01381	0.00023	0.060332	-40	220	85.2	9.7	88.4	1.5	557	200.8	0.36
R7-RA-473-44	0.0506	0.0069	0.097	0.013	0.01375	0.00025	0.086914	170	280	95	13	88	1.6	455	145.2	0.32
R7-RA-473-45	0.0506	0.0072	0.098	0.013	0.01419	0.00036	-0.19214	150	270	94	12	90.8	2.3	485	105.9	0.22
R7-RA-473-46	0.0492	0.0025	0.0961	0.0052	0.01412	0.00027	0.42945	140	110	93.1	4.8	90.4	1.7	2490	439	0.18
R7-RA-473-47	0.05	0.013	0.094	0.025	0.01354	0.00039	0.15334	-210	460	87	23	86.7	2.5	233.9	78.4	0.34
R7-RA-473-48	0.055	0.013	0.105	0.025	0.0136	0.00036	0.10728	30	440	98	23	87.1	2.3	289.2	71.5	0.25
R7-RA-473-49	0.0506	0.0089	0.099	0.018	0.01424	0.00029	0.001567	70	310	100	15	91.1	1.9	369	71.8	0.19
R7-RA-473-50	0.049	0.011	0.094	0.021	0.01397	0.00035	0.20676	-120	400	88	19	89.4	2.3	258	55.9	0.22
R7-RA-473-51	0.0482	0.0085	0.098	0.018	0.01464	0.00045	0.14929	20	330	94	17	93.7	2.8	448	160	0.36
R7-RA-473-52	0.055	0.013	0.108	0.026	0.01444	0.00047	-0.30374	160	490	102	24	92.4	3	323.7	60.4	0.19

Tablo E.10. RA-147 numaralı plajiyogranit örneğinin U-Pb zirkon yaş sonuçları

Comments	Ratio		Ratio		Ratio		Rho	Age Ma		Age Ma		Age Ma	
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ
RA147-4	0.0528	0.0012	0.1029	0.0023	0.01417	0.00022	0.35842	312	51	99.4	2.1	90.7	1.4
RA147-14	0.0512	0.0011	0.1002	0.0024	0.01417	0.00021	0.38669	238	51	96.9	2.2	90.7	1.3
RA147-8	0.052	0.0015	0.1023	0.0036	0.0142	0.0002	0.43114	295	73	98.8	3.3	90.9	1.3
RA147-18	0.0522	0.0013	0.1041	0.0026	0.0144	0.00022	0.43846	283	53	100.5	2.4	92.2	1.4
RA147-5	0.0519	0.0011	0.1029	0.0023	0.01442	0.0002	0.44961	273	47	99.4	2.1	92.3	1.3
RA147-13	0.0493	0.001	0.0994	0.0023	0.01458	0.00018	0.4019	154	48	96.2	2.1	93.3	1.1
RA147-2	0.0585	0.0017	0.1173	0.0034	0.01462	0.00019	0.22136	531	64	112.5	3.1	93.6	1.2
RA147-6	0.0504	0.0013	0.1021	0.0027	0.01467	0.00022	0.25257	201	53	98.7	2.4	93.9	1.4
RA147-10	0.0521	0.0012	0.1049	0.0025	0.0147	0.00024	0.49144	277	51	101.7	2.5	94.1	1.5
RA147-20	0.0514	0.0019	0.1046	0.0036	0.01479	0.00027	0.27458	240	80	100.9	3.3	94.6	1.7
RA147-9	0.0724	0.0045	0.147	0.01	0.01484	0.00026	0.53545	940	110	138.6	8.6	94.9	1.7
RA147-11	0.0651	0.0038	0.1342	0.009	0.01485	0.00027	0.50473	710	120	127.5	7.9	95	1.7
RA147-16	0.0559	0.0018	0.1147	0.0042	0.01485	0.00035	0.46153	427	72	110.2	3.8	95	2.3
RA147-1	0.0606	0.0012	0.1236	0.0027	0.0149	0.00021	0.42433	614	44	118.3	2.4	95.3	1.3
RA147-15	0.0563	0.0018	0.116	0.0039	0.01489	0.00021	0.33388	445	68	111.4	3.5	95.3	1.4
RA147-7	0.0622	0.0022	0.1278	0.0045	0.01495	0.00024	0.17111	653	78	122	4.1	95.7	1.5
RA147-3	0.0771	0.004	0.1569	0.0081	0.01498	0.00023	0.37556	1083	94	147.7	7	95.9	1.4
RA147-17	0.0574	0.0027	0.1215	0.0059	0.01531	0.00025	0.35262	470	100	116.2	5.3	97.9	1.6
RA147-22	0.053	0.0015	0.113	0.0028	0.01542	0.0002							

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Alkan A., Çelik Ö. F., **Çörtük R. M.**, Özkan, M., Pınarbaşı ofiyolitinin ASTER uydu görüntüleriyle litolojik haritalanması. 71. *Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 23-27 Nisan 2018.

Çelik Ö. F., **Çörtük R. M.**, Özkan M., Marzoli A., Davies J. H. F. L., Halton A., Sherlock C., S., Topuz G., Doğu Toroslar'da yer alan Korumaz ve Hınzır Dağları (Kayseri kuzeydoğusu) Metamorfitleleriyle İlgili Yeni Bulgular. 73. *Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 24-28 Mayıs 2021.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Alkan A., Özkan M., Özyavaş A., Distribution of rocks in Pınarbaşı Ophiolite from central Anatolia (Turkey) based on analysis of ASTER and Landsat-8 data, *Geological Journal*, 2020, **55**(10), 6810-6822.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Sherlock S. C., Marzoli A., Altıntaş İ. E., Topuz, G., Origin and geodynamic environments of the metamorphic sole rocks from the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (Tokat, northern Turkey), *International Geology Review*, 2016, **58**(15), 1839-1855.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Marzoli A., İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı Yığılım Karmaşığında (Tokat Güneyi) Yüzeyleyen Mafik-Ultramafik Kayaçların Kökeni, *İstanbul Yerbilimleri dergisi*, 2018, **28**, 145-161.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Marzoli A., Alkan A., Pınarbaşı Ofiyoliti'ne ait taban metamorfitlelerinin başkalaşım koşulları ve jeokimyasal özellikleri. 73. *Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 24-28 Mayıs 2021.

Çörtük R.M., Çelik Ö.F., Özkan M., Sherlock S. C., Marzoli A., Altıntaş İ. E., Topuz G., The Age and Geodynamic Evolution of the Metamorphic sole rocks from İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (Northern-Turkey), *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 23-28 Nisan 2016.

Çörtük R. M., Çelik Ö.F., Özkan M., Altıntaş İ. E., Topuz G., Geological and Geochemical Characteristics of the Metamorphic Sole And Doleritic Intrusion Rocks in a Late Cretaceous Accretionary Complex (Artova, Tokat Northern Turkey), 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 10-12 Haziran 2015.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Topuz G., Artova (Tokat, Kuzey Türkiye) civarında Geç Kretase yığılım karmaşığı içindeki metamorfik kayaçların (ofiyolit tabanı metamorfitleleri?) jeolojik özellikleri, 68. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 6-10 Nisan 2015.

Çörtük R. M., Çelik Ö. F., Özkan M., Marzoli A., Altıntaş İ. E., Topuz, G., Artova yığışım karmaşığı içinde yer alan ofiyolit tabanlı metamorfitlerinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri (Tokat), *Jeolojinin 100. Yılı Sempozyumu*, İstanbul, 21-23 Ekim 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Soycan H., **Çörtük R. M.**, Marzoli A., The Middle Jurassic and Early Cretaceous basalt-radiolarian chert association from the Tekelidağ Mélange, eastern İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (northern Turkey), *Cretaceous Research*, 2020, **107**, 1-16.

Özkan M., Çelik Ö. F., Soycan H., **Çörtük R. M.**, Topuz G., Petrogenetic characteristics of basalts and ages of the radiolarian fauna in the accretionary complex located at the north of Sivas, *71. Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 23-27 Nisan 2018.

Özkan M., Çelik Ö.F., Sherlock, S., **Çörtük R. M.**, Tectonic importance of the metamorphic rocks located between Çeltekdağ and Yıldızdağ (northern Sivas), *70. Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 10-14 Nisan 2017.

Özkan M., Çelik, Ö.F., Altıntaş İ.E., **Çörtük R.M.**, Topuz G., 2015. The geological and geochemical characteristic of volcanites in the Eastern part of the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (Northern Sivas), *5. Uluslararası Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 310-311, 10-12 Haziran 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., **Çörtük R. M.**, Topuz G., Zack T., İzmir-Ankara-Erzincan Kenet zonunda metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitlerden benzer yaşlar. *73. Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye, 24-28 Mayıs 2021.

Özkan M., Çelik Ö.F., Altıntaş İ. E., Sherlock S. C., Chelle-Michou C., Marzoli, A., Ulianov A., **Çörtük R. M.**, Topuz, G., The Amphibolite Layers In The Cumulate Gabbros, (Northern-Turkey), *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 23-28 Nisan 2016.

Özkan M., Çelik Ö. F., Sherlock S. C., Altıntaş İ. E., **Çörtük R. M.**, Topuz, G., Geç Kretase Yığışım Karmaşığı İçinde Jura ve Kretase Yaşlı Başkalaşım Kayaçları. *69. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 11-15 Nisan 2016.

Özkan M., Çelik Ö. F., Altıntaş İ.E., Topuz G., Marzoli A., Chelle-Michou C., Uliano, A., **Çörtük R. M.**, Çamlıbel civarında Geç Kretase yığışım karmaşığı içerisinde Jura yaşlı kümülat gabroların petrografik ve jeokimyasal özellikleri (Tokat, Kuzey Türkiye), *68. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 6-10 Nisan 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Rolland Y., Altıntaş, İ.E., Topuz, G., **Çörtük R.M.**, Tokat ve Kırşehir masifleri arasında (Sivas Kuzeyi) yer alan magmatik ve metamorfik kayaçların yığışım karmaşığı içindeki önemi, *68. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 6-10 Nisan 2015.

Özkan M., Çelik Ö. F., Marzoli A., **Çörtük R. M.**, Topuz G., Sivas Kuzeyinde Mavişist Fasiyesli Başkalaşıma Bir Örnek. *Jeolojinin 100. Yılı Sempozyumu*, İstanbul, 21-23 Ekim 2015.



ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Balıkesir'de tamamladı. 2008 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2013-2015 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2014-2015 yılları arasında TÜBİTAK 112Y123 numaralı projede bursiyer olarak çalışmıştır. 2015 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında doktora eğitimine başlamıştır. 2018-2020 yılları arasında TÜBİTAK 117Y392 numaralı projede bursiyer olarak görev almıştır.

